

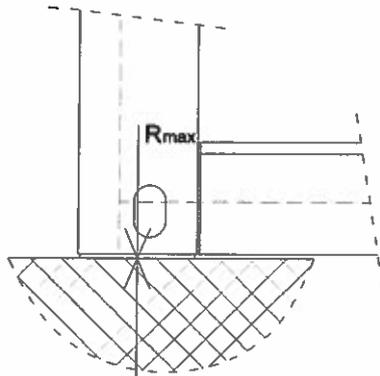
2.4. AUFLAGER KRÄFTE

Die Aufstellung der Containerauflager soll auf den Fundamentblöcken erfolgen.

Die Fundamentabmessungen sind von der Bodentragfähigkeit und Etagenanzahl der Container abhängig.

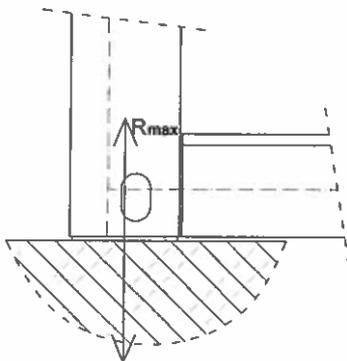
2.4.1 CONTAINER 1 x 1

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{max}(R_3) = 28,53 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{min}(R_3) = - 6,65 \text{ kN}$$

$$H = 13,09 \text{ kN}$$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 6,65 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,14)$$

Querkrafttragfähigkeit:

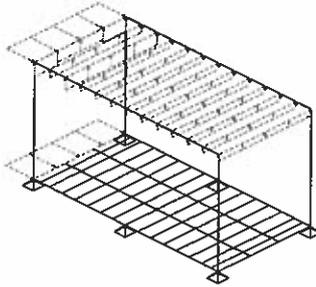
$$F_{v,Ed} = 13,09 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,41)$$

Fundamentblockabmessungen :

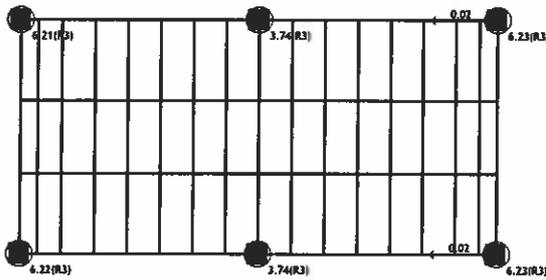
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500

Statische Berechnung

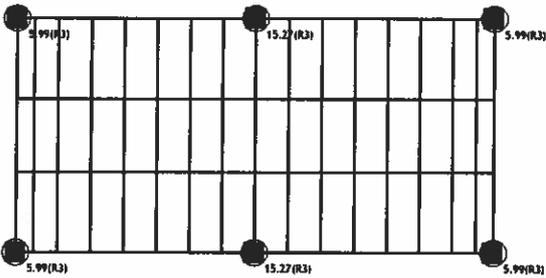
Belastung 5: Windlasten 0



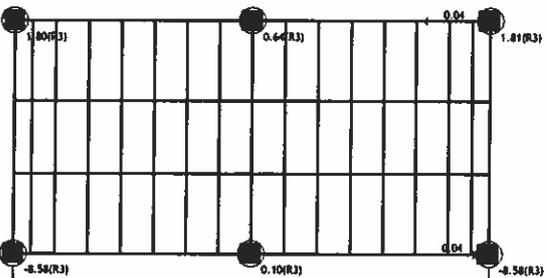
Isometrie
Belastung 23: I+II



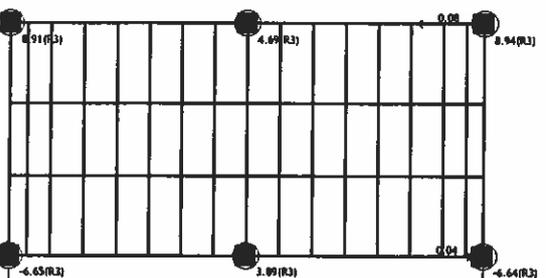
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90

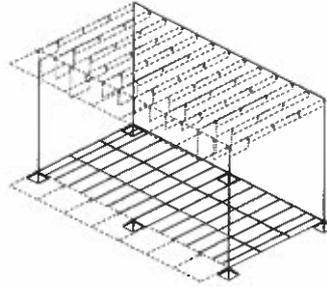


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xVI

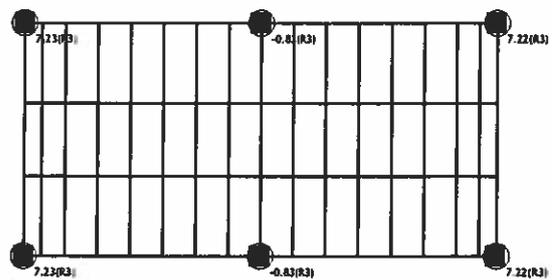


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

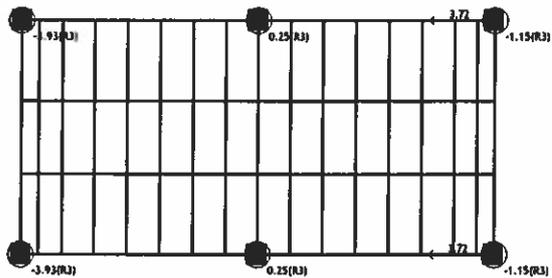
Belastung 6: Windlasten 90



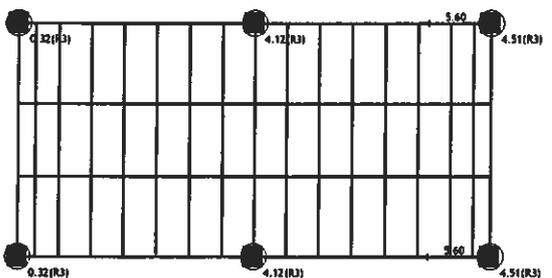
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



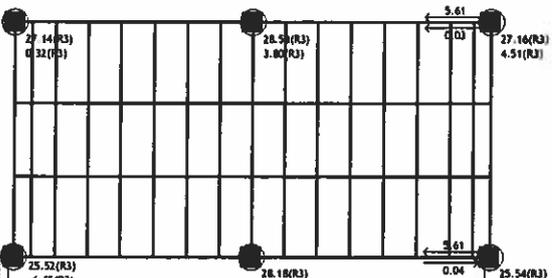
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



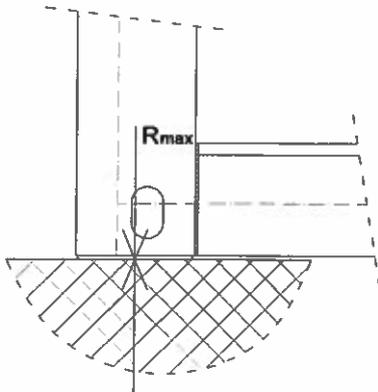
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

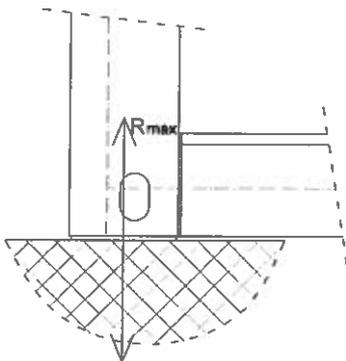
2.4.2 CONTAINER 2 x 2

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$R_{max}(R3) = 53,44 \text{ kN}$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$R_{min}(R3) = - 5,24 \text{ kN}$
 $H = 13,12 \text{ kN}$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$F_{t,Ed} = 5,24 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,11)$

Querkrafttragfähigkeit:

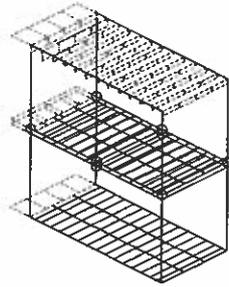
$F_{v,Ed} = 13,12 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,41)$

Fundamentblockabmessungen :

- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

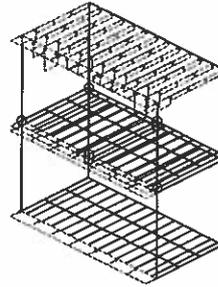
Statische Berechnung

Belastung 5: Windlasten 0

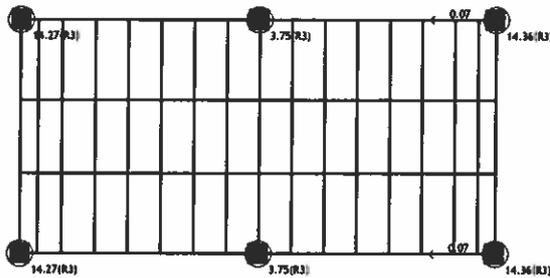


Isometrie
Belastung 23: I+II

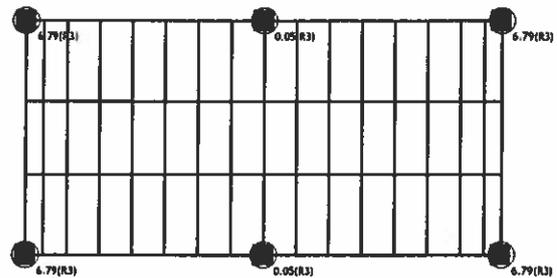
Belastung 6: Windlasten 90



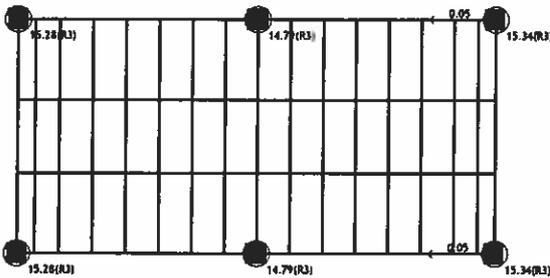
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



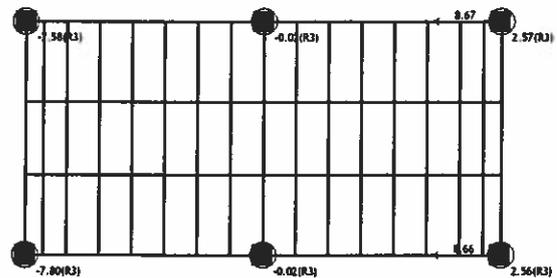
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



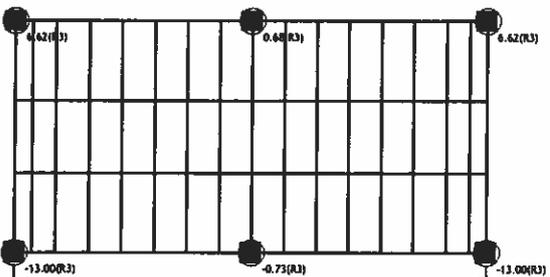
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



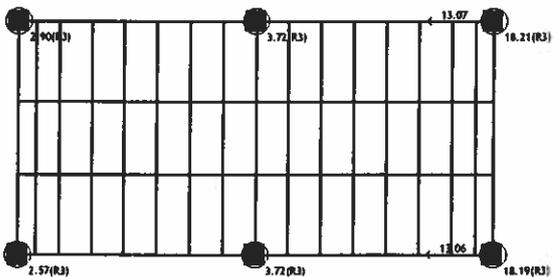
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90



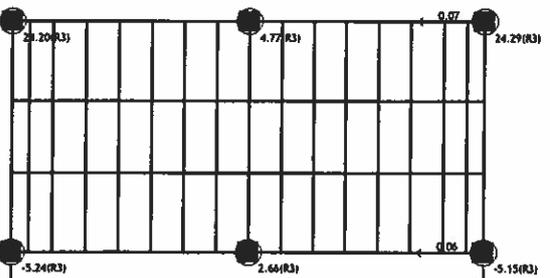
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



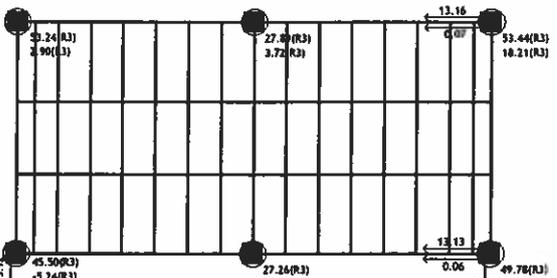
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xVI



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anw 1] 7-22



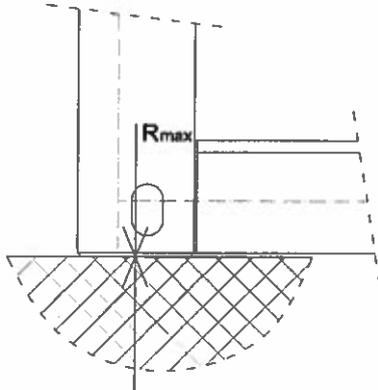
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

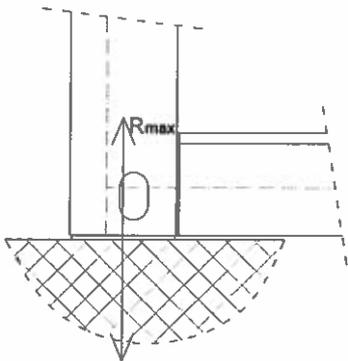
2.4.3 CONTAINER 3 x 3

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$R_{max}(R3) = 83,59 \text{ kN}$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$R_{min}(R3) = - 7,26 \text{ kN}$
 $H = 14,55 \text{ kN}$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$F_{t,Ed} = 7,26 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,15)$

Querkrafttragfähigkeit:

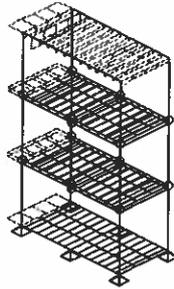
$F_{v,Ed} = 14,55 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,45)$

Fundamentblockabmessungen :

- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

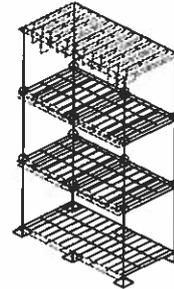
Statische Berechnung

Belastung 5: Windlasten 0

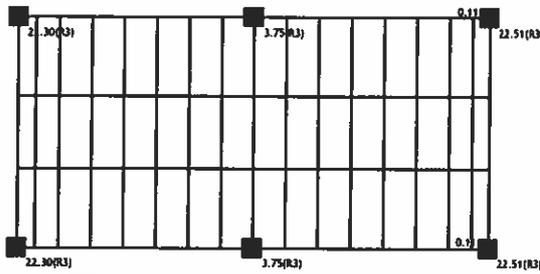


Isometrie
Belastung 23: I+II

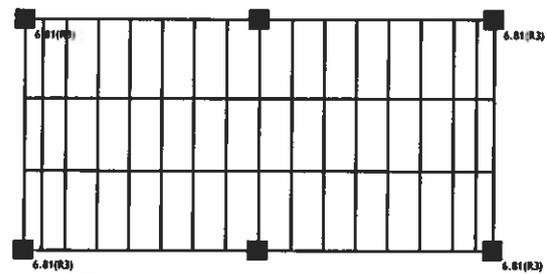
Belastung 6: Windlasten 90



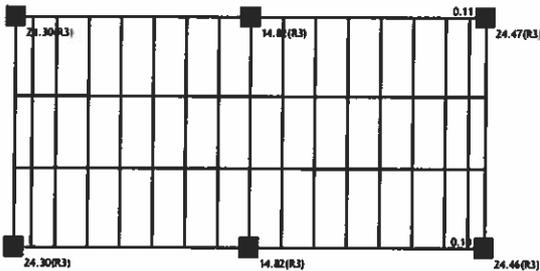
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



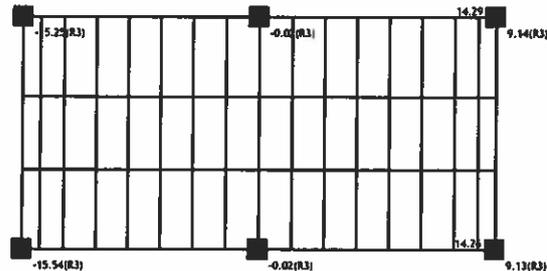
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



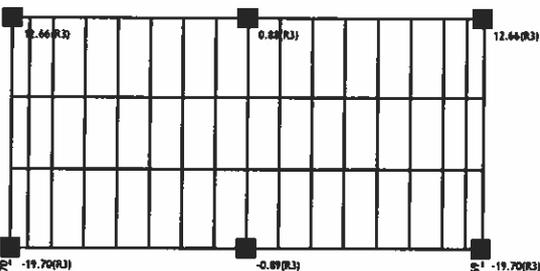
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



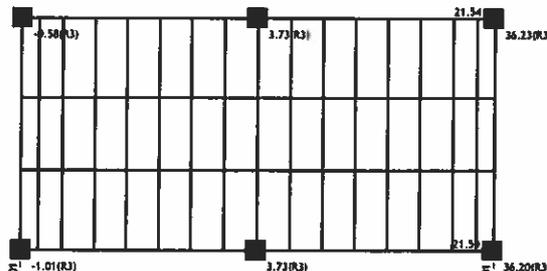
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90



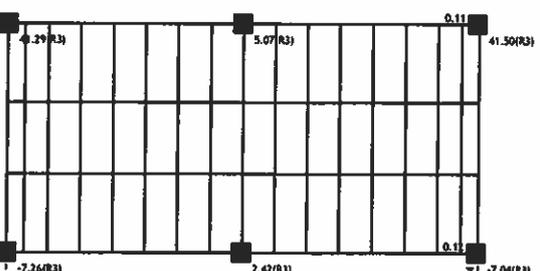
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



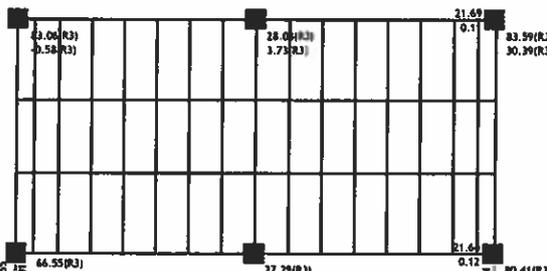
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xV



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

3. CONTAINERANLAGE IN DER WINDLASTZONE 2

3.1. EINWIRKUNGEN

A. (1) EIGENGEWICHT DER KONSTRUKTION (von Programm intern ermittelt)

B. (2) STÄNDIGE LASTEN

D. DECKE :

- Stahl-Trapezblech 40/183 verzinkt 0,75 mm: = 0,08 kN/m²
- PU Schaum (40 kg/m³) 100 mm: 0,10 x 0,40 = 0,04 kN/m²
- Systempaneel MW 60mm: = 0,19 kN/m²
= **0,31 kN/m²**

E. BODEN:

- Bodenbelag PVC 2,5 mm: = 0,04 kN/m²
- Zementgebundene Spanplatte 22 mm: 0,022 x 13,50 = 0,30 kN/m²
- Dampfsperre = 0,01 kN/m²
- PU Schaum (40 kg/m³) 180 mm: 0,18 x 0,40 = 0,07 kN/m²
- Profiliertes Abschlussblech 0,55 mm: 5,5x10⁻⁴ x 78,5 = 0,04 kN/m²
= **0,46 kN/m²**

F. WÄNDE:

- Paneele PU 50 mm = **0,12 kN/m²**

C. (3) SCHNEELASTEN

Schneelast: s = 2,60 kN/m²

s_k = 3,25 kN/m²; μ₁ = 0,8

s = 0,8 x 1,0 x 1,0 x 3,25 = 2,60 kN/m²

Die zulässige Schneelast entspricht folgenden Höhenlagen der Schneelastzonen:

Schneelastzone	Deutsche Binnenlandregionen	Norddeutsche Tiefebene
1	bis h = 1250 m	bis h = 970 m
1a	bis h = 1100 m	bis h = 840 m
2	bis h = 810 m	bis h = 610 m
2a	bis h = 700 m	
3	bis h = 625 m	bis h = 625 m

D. (4) NUTZLASTEN

Nutzlast auf dem Boden des Raummodules im Erdgeschoss: $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$
 Nutzlast auf dem Boden des Raummodules im 1. und 2. Obergeschoss: $q = 2,00 \text{ kN/m}^2$

E. (5) WINDLASTEN

Windlastzone 2, Geländekategorie III

Basiswindgeschwindigkeit: $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 25,0 = 25,0 \text{ m/s}$

Bezugsstaudruck: $q_p(z) = c_e(z) \times q_p$

$q_p = 1/2 \times \rho \times v_b^2 = 1/2 \times 1,25/1000 \times 25,0^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

$q_p(z) = 1,7 \times q_p \times (z / 10)^{0,37}$ für $7 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$

$z = 3 \times 3,14 = 9,42 \text{ m}$

$q_p(z) = 1,7 \times 0,39 \times (9,42 / 10)^{0,37} = 1,66 \times 0,39 = 0,65 \text{ kN/m}^2$

Windlast:

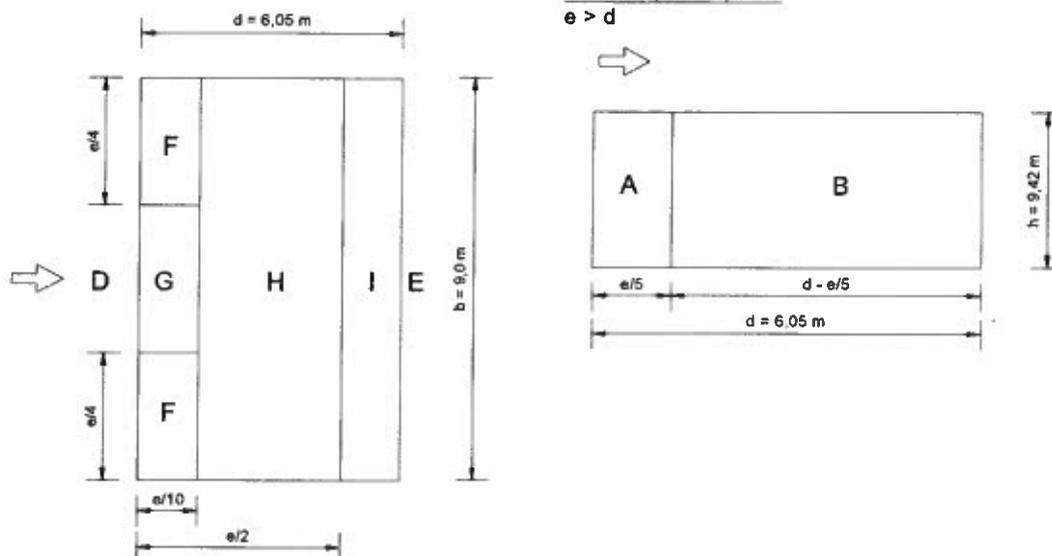
Für Außenflächen: $w_e = q_p(z) \times C_{pe}$

Windlast auf die Innenflächen ist nicht im Betracht genommen.

Wind $\theta = 0^\circ$

Die Koeffizienten für die äußere Oberfläche: $h/d = h/d = 9,42 / 6,05 = 1,56$

$b_{min} = 3 \times 3,0 = 9,0 \text{ m}$ $e = \min \left\{ \begin{array}{l} b = 9,00 \text{ m} \\ 2h = 2 \times 9,42 = 18,84 \text{ m} \end{array} \right.$
 $d_{min} = 6,05 \text{ m}$
 $h = 3 \times 3,14 = 9,42 \text{ m}$
 $e > d$



Flachdächer:

- F: $C_{pe}(F) = - 2,29$
- G: $C_{pe}(G) = - 1,51$
- H: $C_{pe}(H) = - 0,70$
- I: $C_{pe}(I) = - 0,60$

Vertikale Wände:

- $C_{pe}(A) = - 1,20$
- $C_{pe}(B) = - 0,80$
- $C_{pe}(D) = + 0,80$
- $C_{pe}(E) = - 0,50$

Windlast:

Flachdächer:

- $w_e(-F) = - 2,29 \times 0,65 = - 1,49 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(-G) = - 1,51 \times 0,65 = - 0,98 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(-H) = - 0,70 \times 0,65 = - 0,46 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(-I) = - 0,60 \times 0,65 = - 0,39 \text{ kN/m}^2$

Vertikale Wände:

- $w_e(A) = - 1,20 \times 0,65 = - 0,78 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(B) = - 0,80 \times 0,65 = - 0,52 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(D) = + 0,80 \times 0,65 = + 0,52 \text{ kN/m}^2$
- $w_e(E) = - 0,50 \times 0,65 = - 0,33 \text{ kN/m}^2$

Bemerkung:

Bei der Berechnung der Konstruktionstragfähigkeit ist die Windsogwirkung vernachlässigt (günstige Einwirkung) – Punkt 3.2.

Bei der Berechnung der Auflagerkräfte und Verankerung ist die Windsogwirkung in Betracht genommen - Punkt 3.4.

F. (6) IMPERFEKTION

$$\Phi = \Phi_0 \times \alpha_h \times \alpha_m$$

$$\Phi_0 = 1/200$$

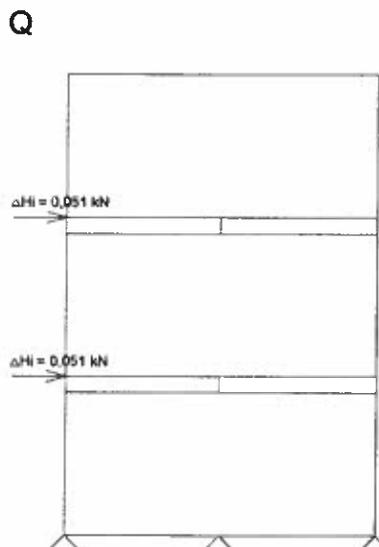
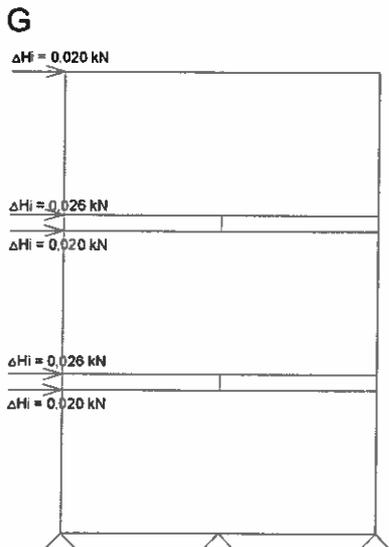
$$\alpha_h = 2 / \sqrt{h} = 2 / \sqrt{9,42} = 0,652$$

$$2/3 \geq \alpha_h \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times (1 + 1/m)} = \sqrt{0,5 \times (1 + 1/2)} = 0,86$$

$$\Phi = 1/200 \times 0,652 \times 0,86 = 1 / 356$$

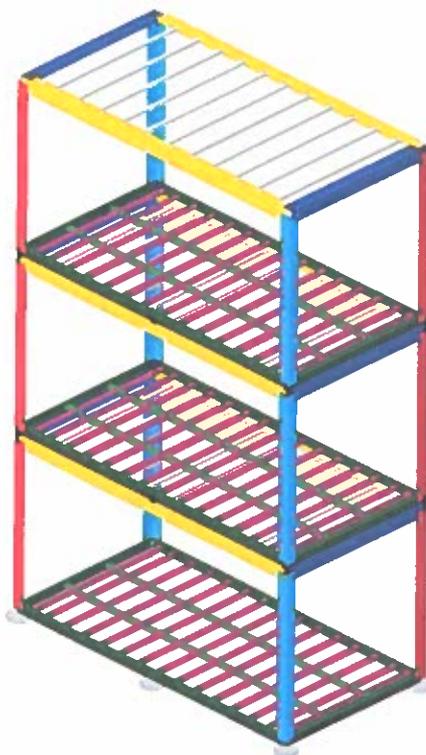
Gleichwertige Horizontalkraft: $\Delta H_i = \Phi \times \Delta N_i \text{ (kN)}$



3.2. MODEL DER TRAGENDEN KONSTRUKTION

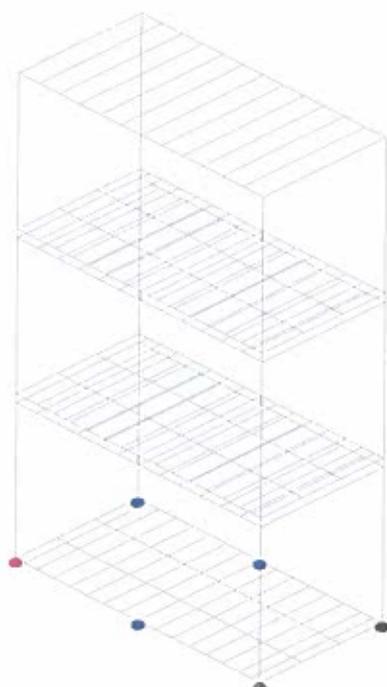
Eingabedaten - Tragwerk

Die geometrische Daten des Tragwerkmodells sind gleich wie bei Punkt 2.2. (Seite 16)



Träger	
1. GP1 226/215/4	
2. GP2 226/210/4	
3. [82/65/3	
4. DP 146/80/4	
5. [103/40/3	
6. [103/40/3	
7. ST1 205/205/4	
8. ST2 205/205/4	
9. Fiktiver slab [100/100/10 mm	

Setz der numerischen Daten
Träger (1-9)



Punktlager	
1. R1 R2 R3	
2. R3	
3. R2 R3	
4. R1 R3	

Setz der numerischen Daten
Punktlager (1-4)

Eingabedaten - Belastung

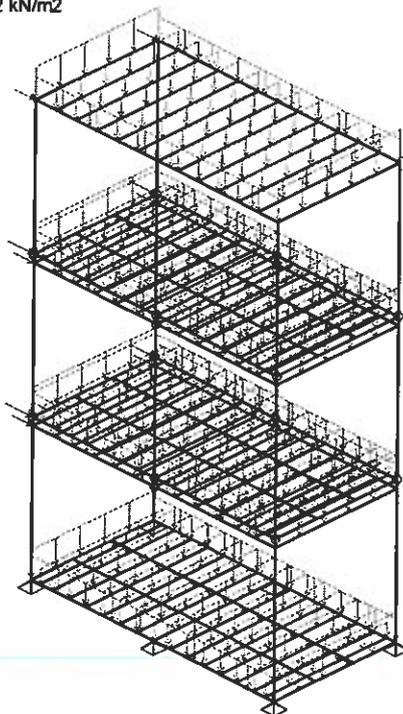
Lastfallliste

No	Titel	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Eigengewicht (g)	0.00	0.00	-34.96
2	Ständige Lasten	0.22	0.00	-62.43
3	Schneelasten	0.00	0.00	-47.23
4	Nutzlasten	0.20	0.00	-127.15
5	Windlasten 0	24.02	0.00	0.00
6	Windlasten 90	0.00	16.14	0.00
7	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII	0.30	0.00	-131.49
8	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII	0.30	0.00	-202.33
9	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV	0.52	0.00	-335.84
10	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV+0.9xV	22.14	0.00	-335.84
11	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV+0.9xV	0.52	14.53	-335.84
12	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV	0.61	0.00	-322.22
13	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.9xV	22.23	0.00	-322.22
14	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+0.9xV	22.23	0.00	-357.64
15	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+	0.61	14.53	-322.22

16	LFKomb.: +1.5xIV+0.9xV			
17	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+0.9xV	0.61	14.53	-357.64
18	LFKomb.: I+II+1.5xV	36.28	0.00	-97.40
19	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xV	36.33	0.00	-131.49
20	LFKomb.: I+II+1.5xVI	36.55	0.00	-300.42
21	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xVI	0.22	24.21	-97.40
22	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xVI	0.30	24.21	-131.49
23	LFKomb.: I+II	0.52	24.21	-300.42
24	LFKomb.: I+II+III	0.22	0.00	-97.40
25	LFKomb.: I+II+III+0.7xIV+0.6xV	0.22	0.00	-144.63
26	LFKomb.: I+II+III+0.7xIV+0.6xVI	14.78	0.00	-233.63
27	LFKomb.: I+II+0.5xIII+IV+0.6xV	0.37	9.69	-233.63
28	LFKomb.: I+II+0.5xIII+IV+0.6xVI	14.84	0.00	-248.17
29	LFKomb.: I+II+0.5xIII+IV+V	0.43	9.69	-248.17
30	LFKomb.: I+II+0.5xIII+0.7xIV+V	24.39	0.00	-210.02
		0.37	16.14	-210.02

Belastung 2: Ständige lasten

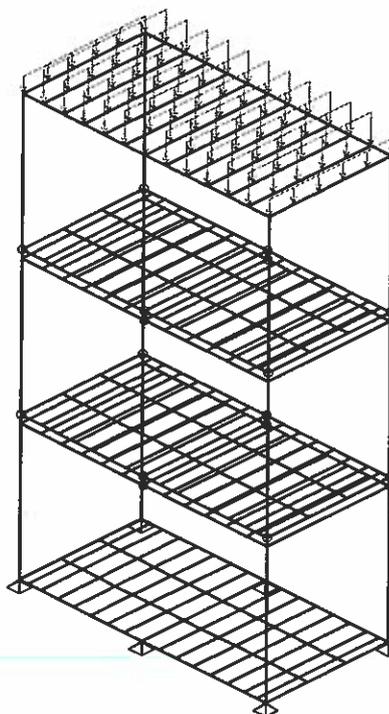
Decke: 0,31 kN/m2
 Boden: 0,46 kN/m2
 Wände: 0,12 kN/m2



Isometrie

Belastung 3: Schneelasten

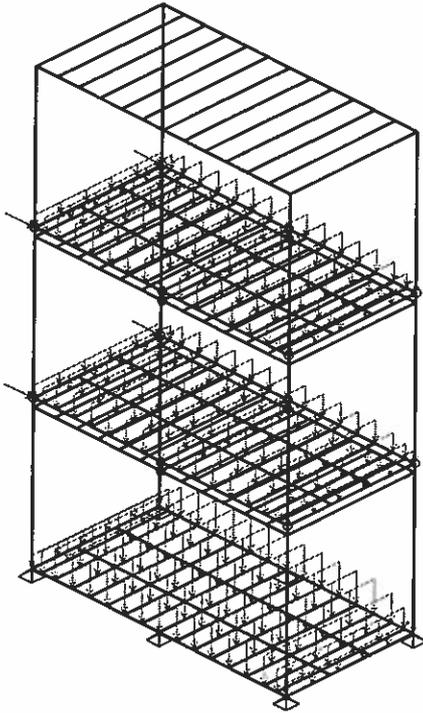
$s = 0,8 \times 3,25 = 2,60 \text{ kN/m}^2$



Isometrie

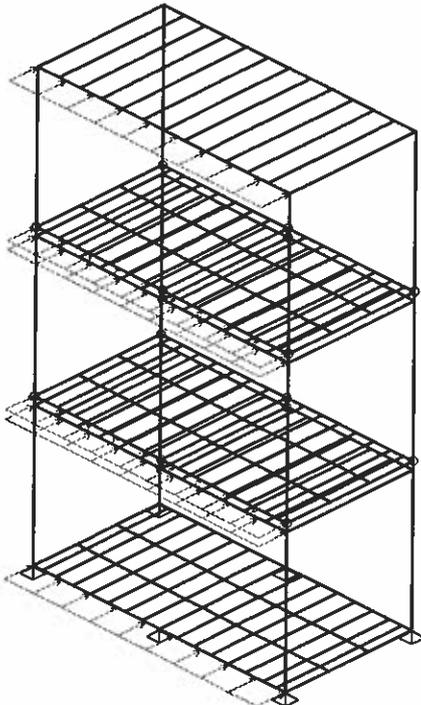
Belastung 4: Nutzlasten

EG: 3,00 kN/m²
OG: 2,00 kN/m²



Isometrie
Belastung 6: Windlasten 90

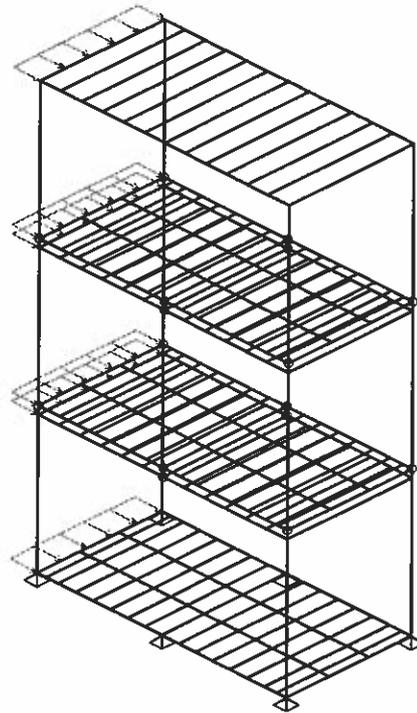
$$wD+E = (0,8 + 0,5) \times (1,66 \times 0,39) / 3 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$



Isometrie

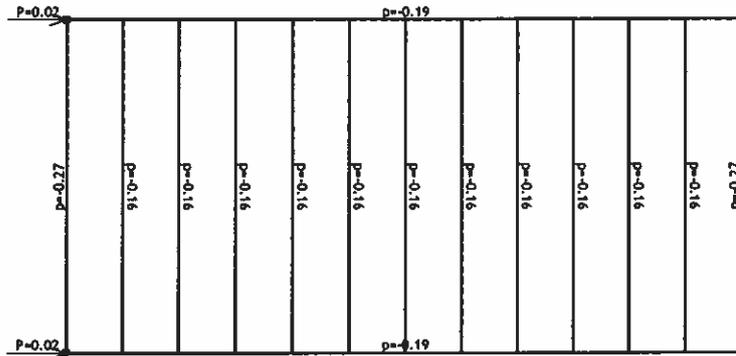
Belastung 5: Windlasten 0

$$wD+E = (0,8 + 0,5) \times (1,66 \times 0,39) = 0,85 \text{ kN/m}^2$$

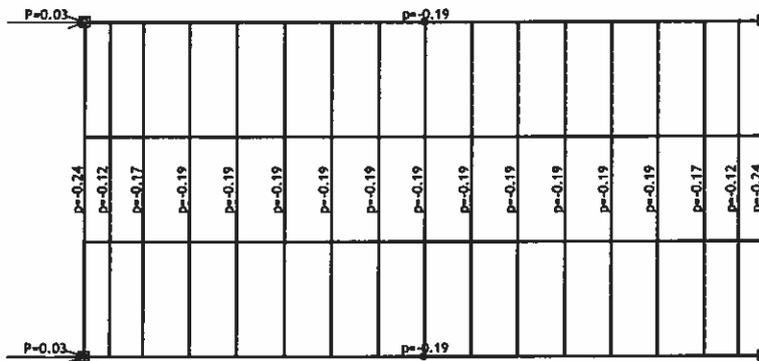


Isometrie

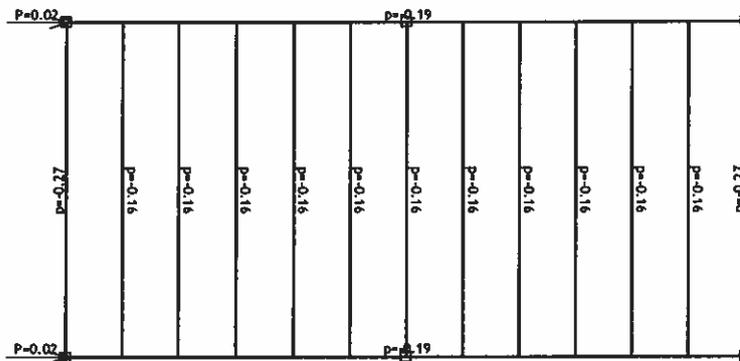
Belastung 2: Ständige lasten



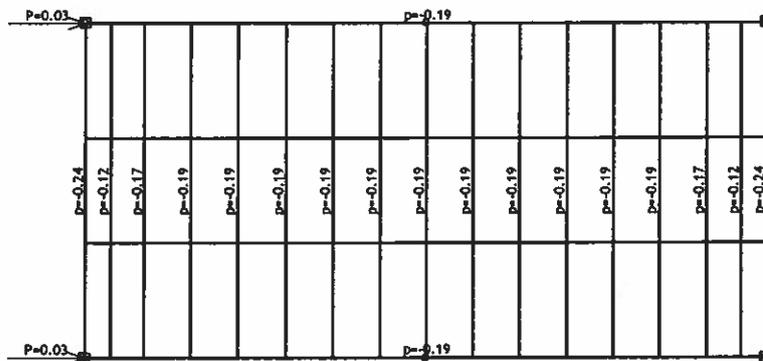
Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Belastung 2: Ständige lasten



Niveau: Bodenträgerrost 3 [6.64 m]
Belastung 2: Ständige lasten

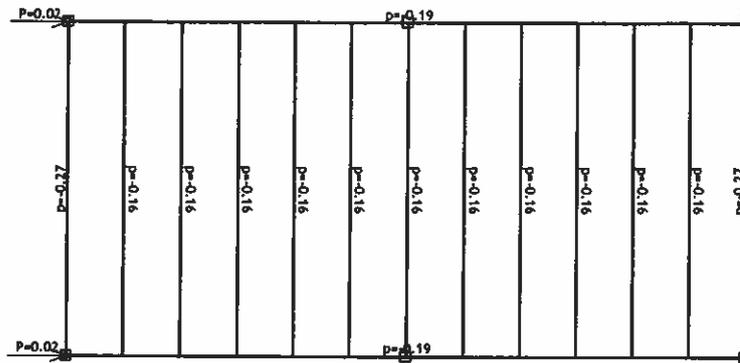


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Belastung 2: Ständige lasten

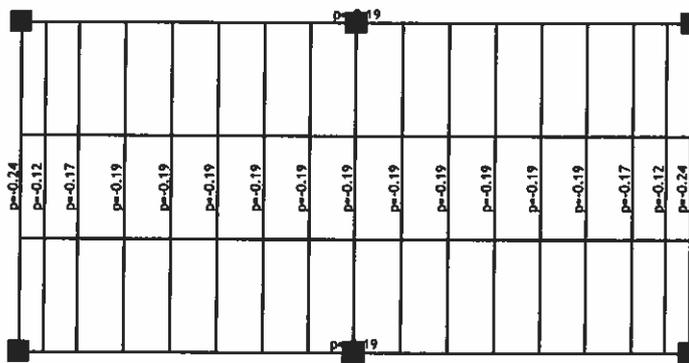


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]

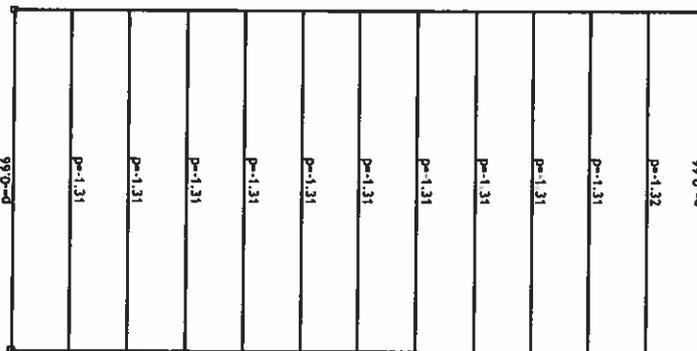
Belastung 2: Ständige lasten



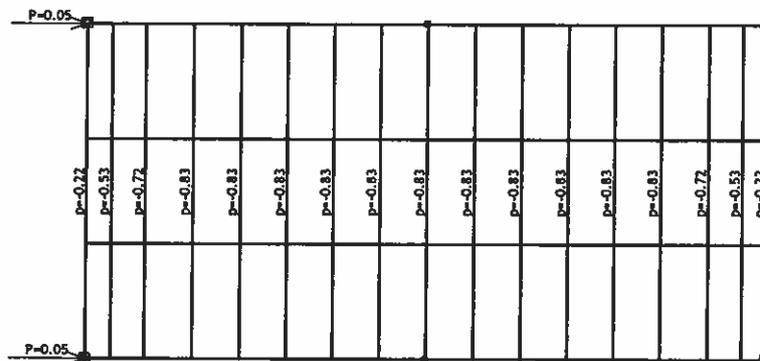
Niveau: Dachträgerrost 1 (3.14 m)
Belastung 2: Ständige lasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 (0.00 m)
Belastung 3: Schneelasten

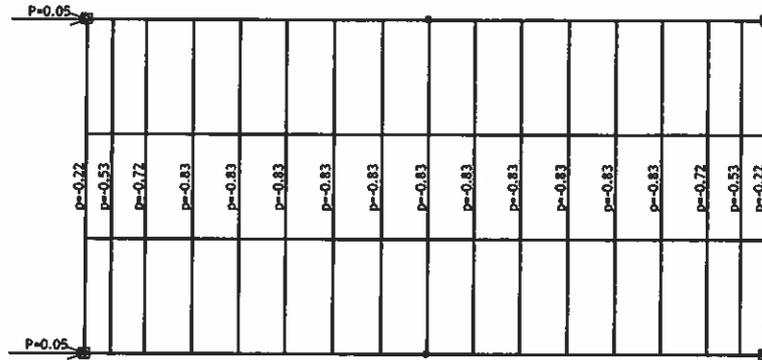


Niveau: Dachträgerrost 3 (9.78 m)
Belastung 4: Nutzlasten

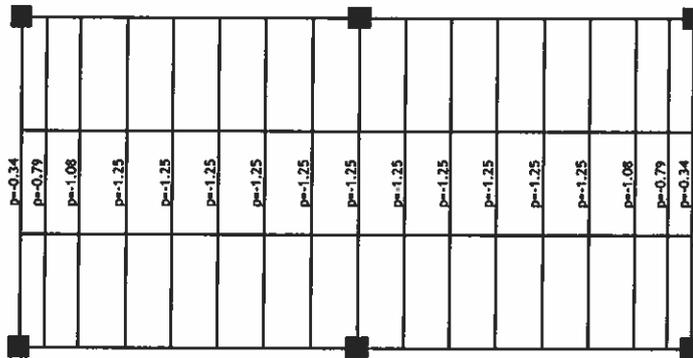


Niveau: Bodenträgerrost 3 (6.64 m)

Belastung 4: Nutzlasten

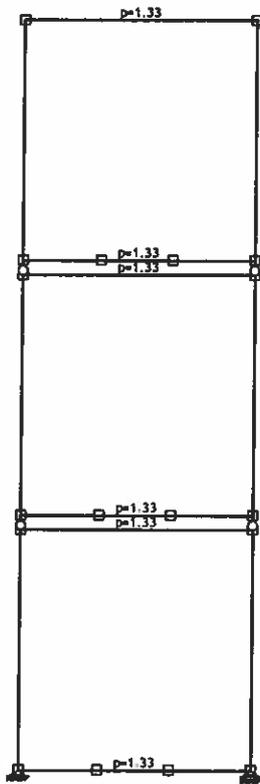


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Belastung 4: Nutzlasten

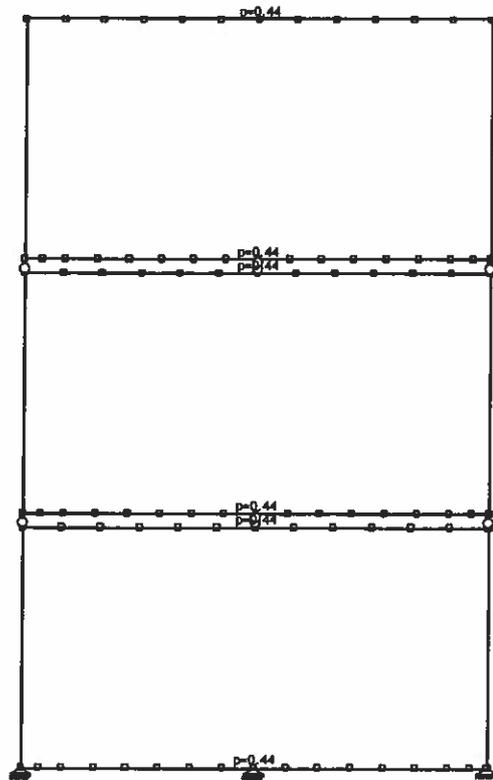


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Belastung 5: Windlasten 0

Belastung 6: Windlasten 90

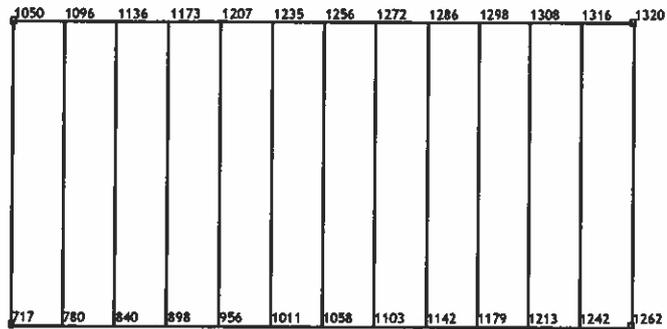


Rahmen: V_1

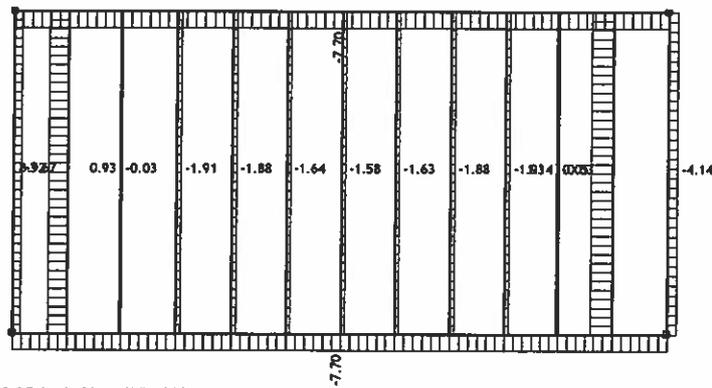


Rahmen: H_1

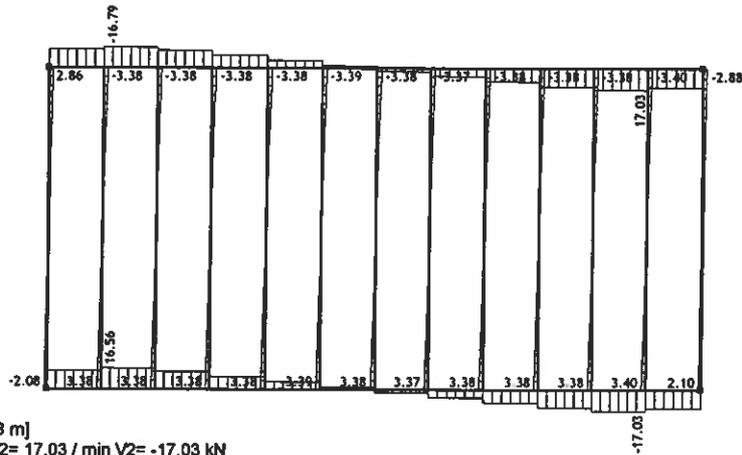
Statische Berechnung



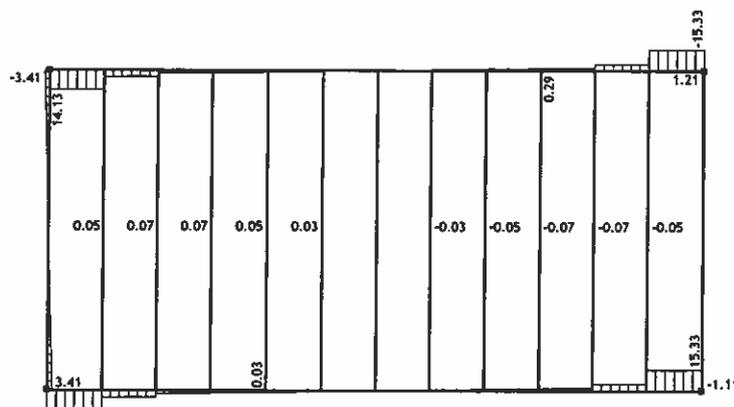
Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max N1= 10.05 / min N1= -7.70 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

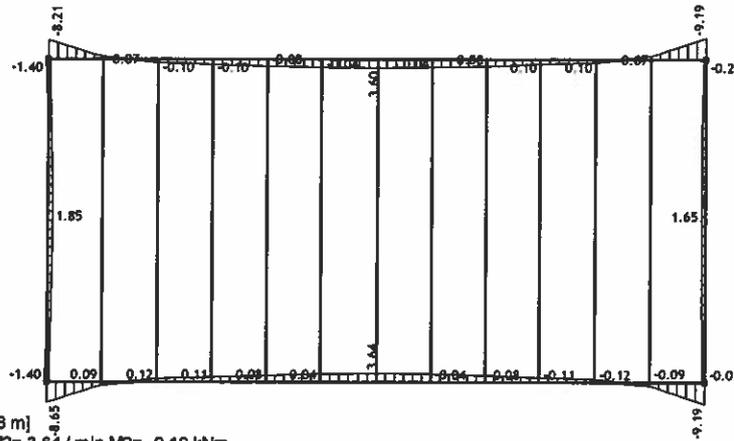


Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 17.03 / min V2= -17.03 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

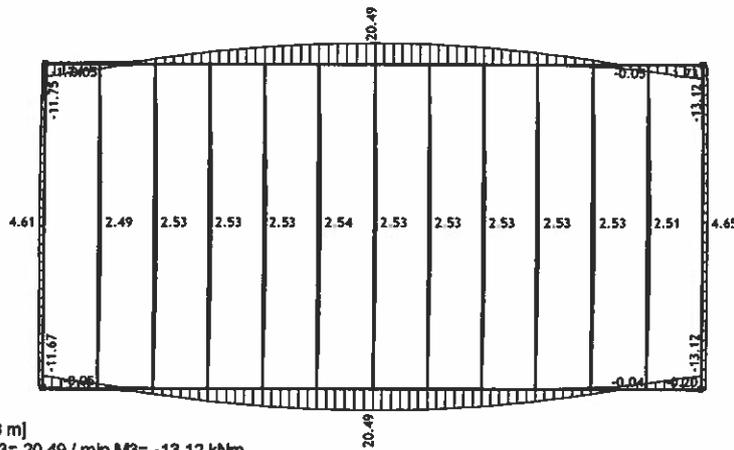


Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 15.33 / min V3= -15.33 kN

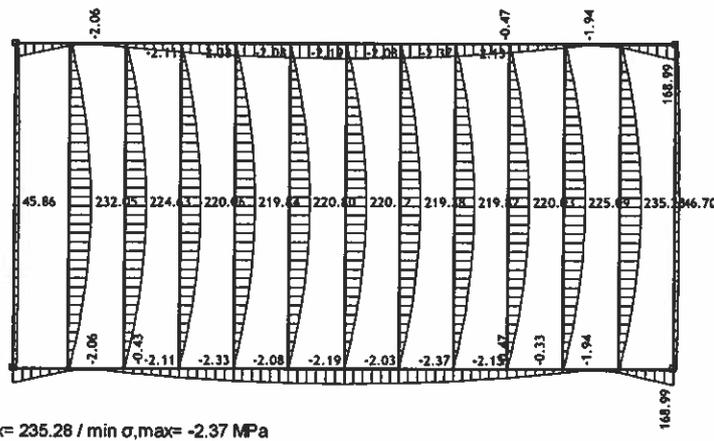
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



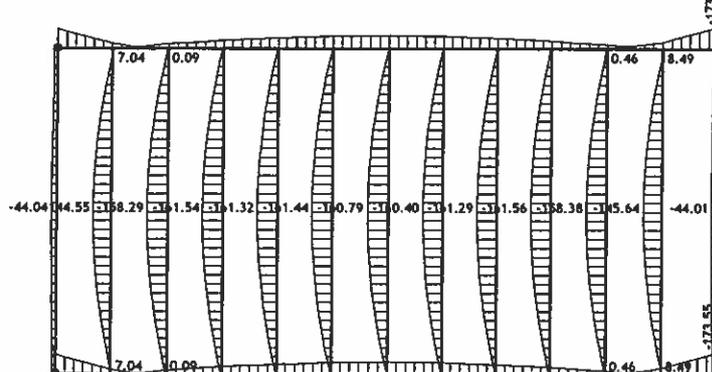
Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 3.64 / min M2= -9.18 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 20.49 / min M3= -13.12 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

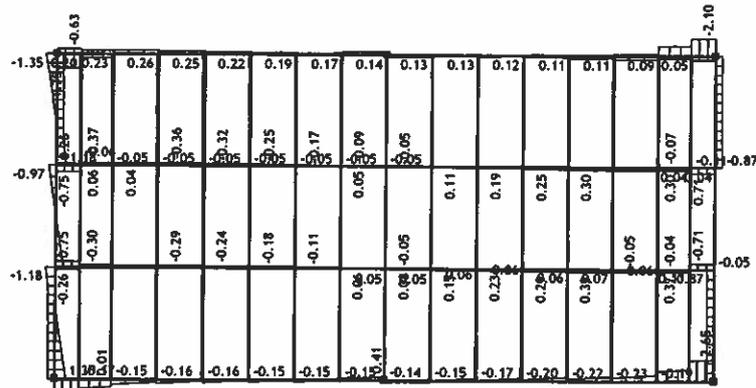


Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 235.28 / min σ ,max= -2.37 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

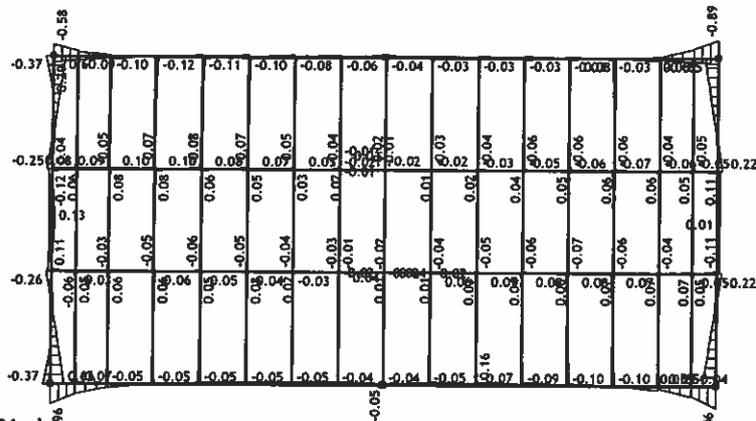


Niveau: Dachträgerrost 3 [9.78 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 8.49 / min σ ,min= -173.55 MPa

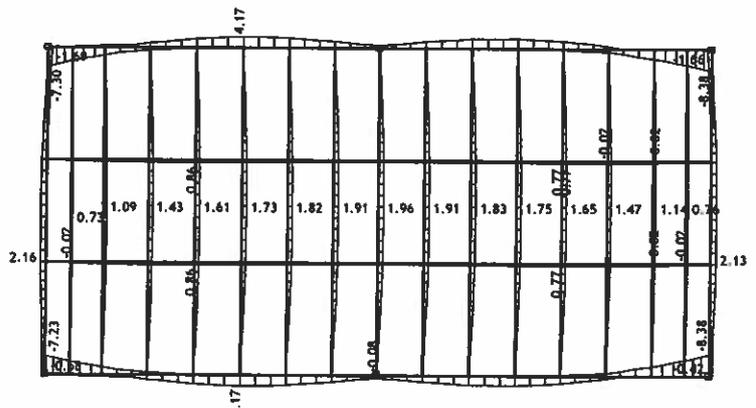
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



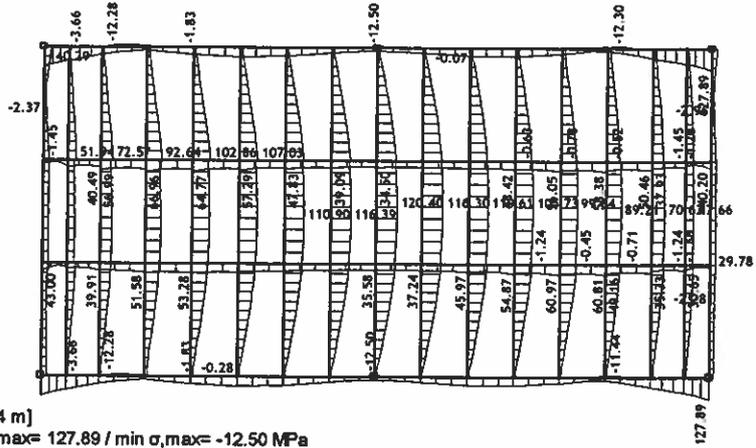
Niveau: Bodenträgerrost 3 [6.64 m]
 Trägerbeanspruchung: max V3= 2.65 / min V3= -2.18 kN
 Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 3 [6.64 m]
 Trägerbeanspruchung: max M2= 0.66 / min M2= -1.06 kNm
 Belastung 31: [Anv 1] 7-22

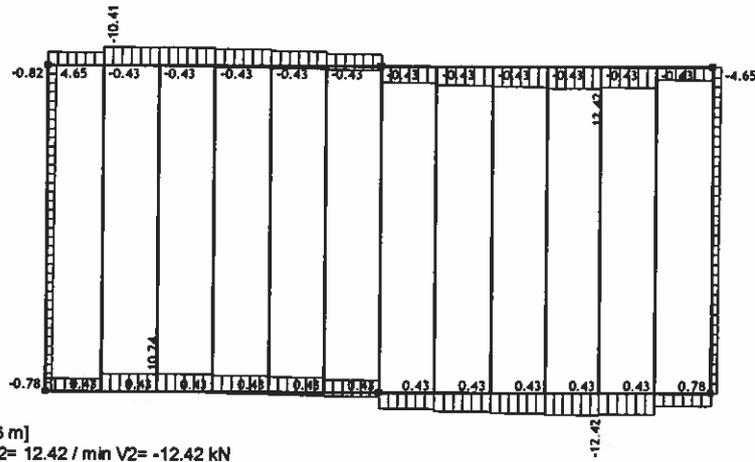


Niveau: Bodenträgerrost 3 [6.64 m]
 Trägerbeanspruchung: max M3= 4.17 / min M3= -8.38 kNm
 Belastung 31: [Anv 1] 7-22

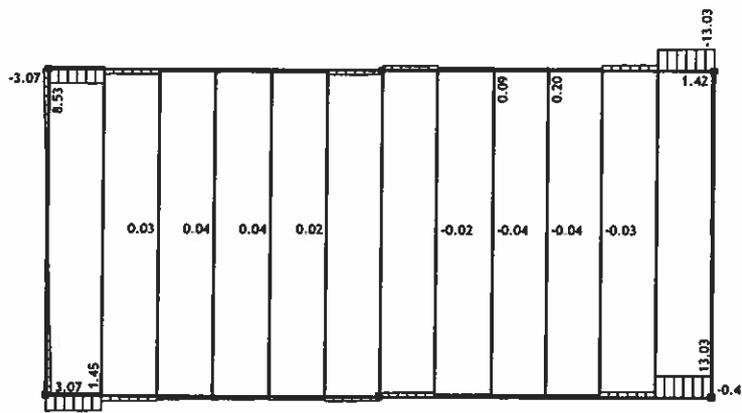


Niveau: Bodenträgerrost 3 [6.64 m]
 Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 127.89 / min σ ,max= -12.50 MPa

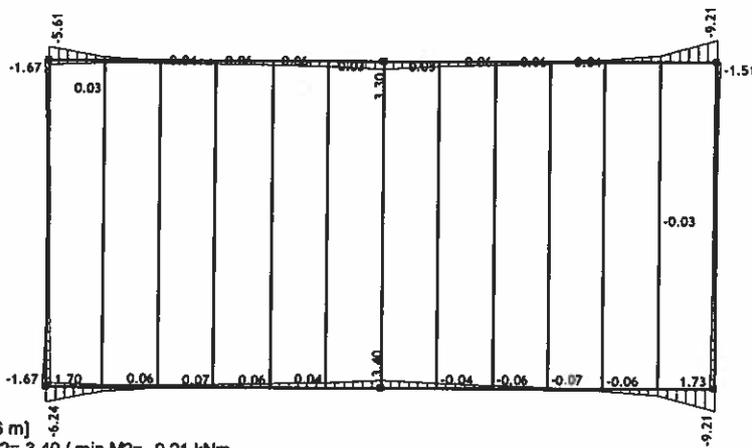
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



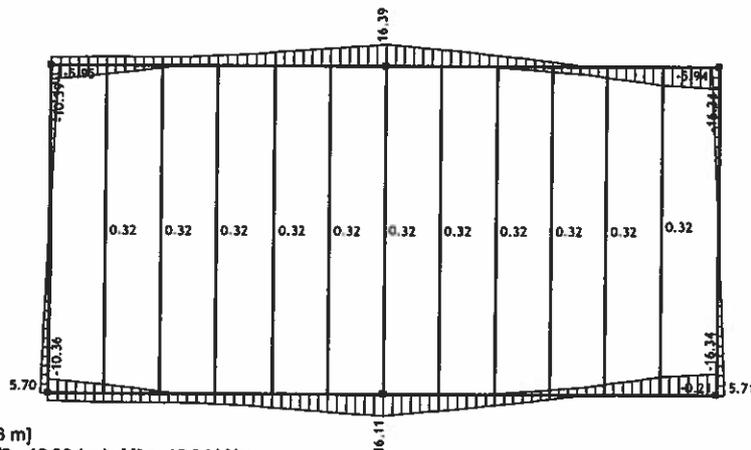
Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 12.42 / min V2= -12.42 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 13.03 / min V3= -13.03 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

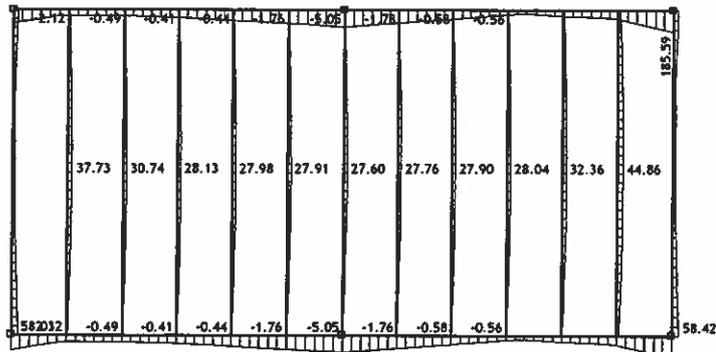


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 3.40 / min M2= -9.21 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

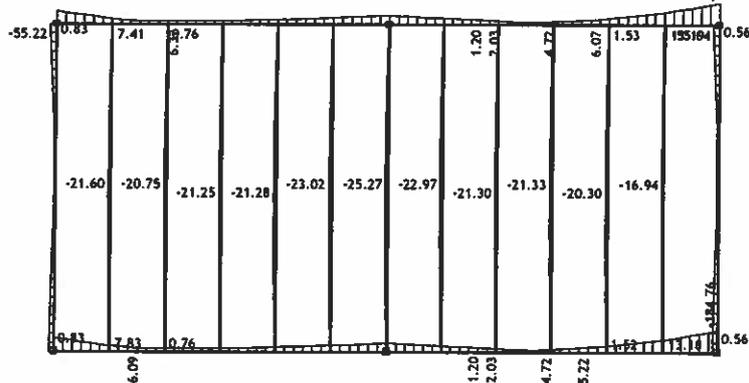


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 16.39 / min M3= -16.34 kNm

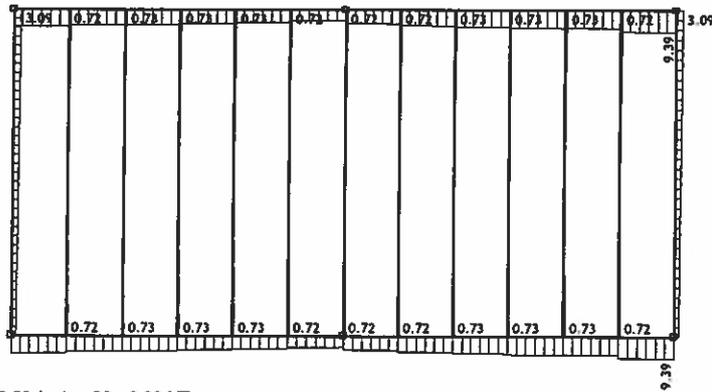
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



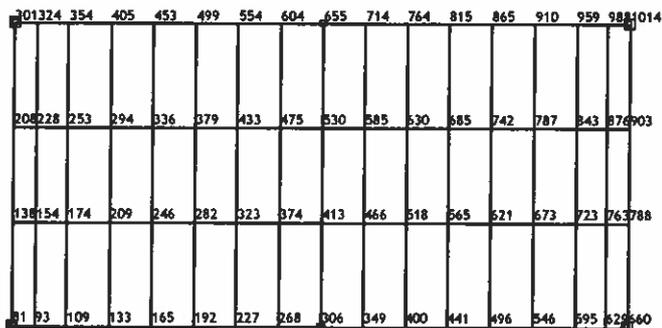
Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 185.59 / min σ ,max= -5.05 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 13.19 / min σ ,min= -184.76 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

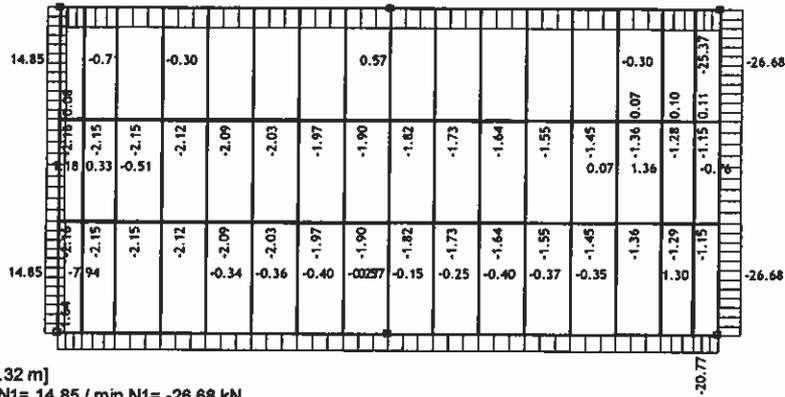


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max τ ,23= 9.39 / min τ ,23= 0.00 MPa

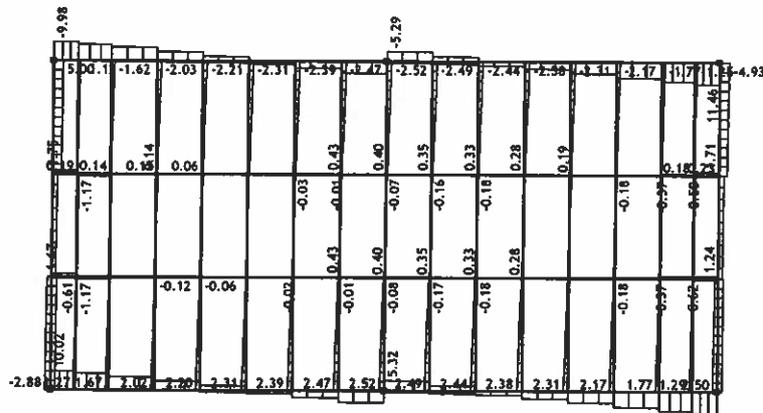


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerübersicht

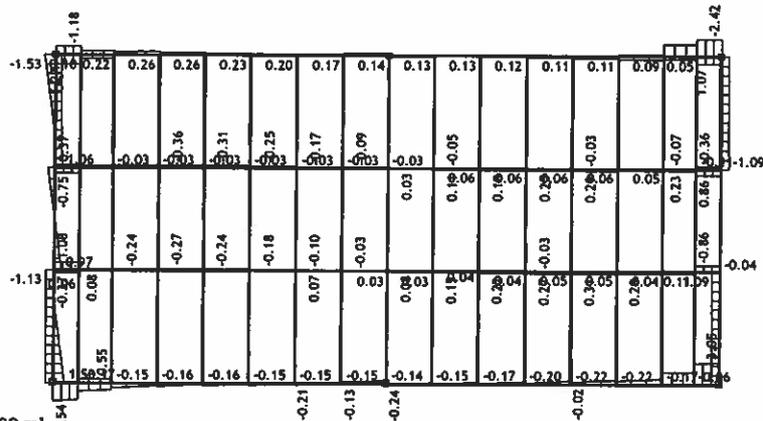
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



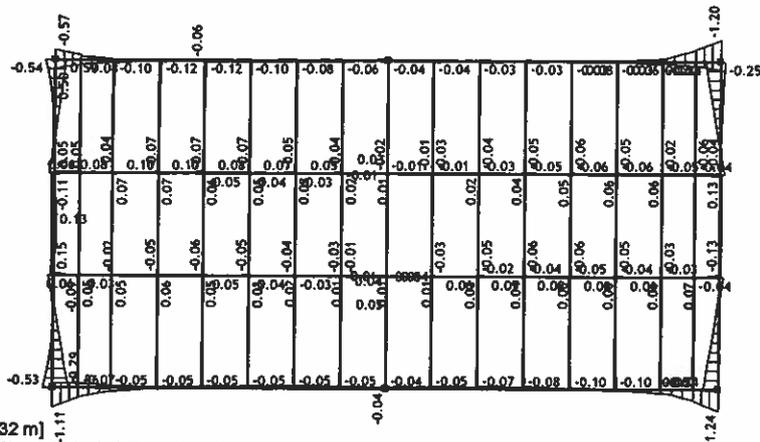
Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max N1= 14.85 / min N1= -26.66 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 11.46 / min V2= -11.46 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

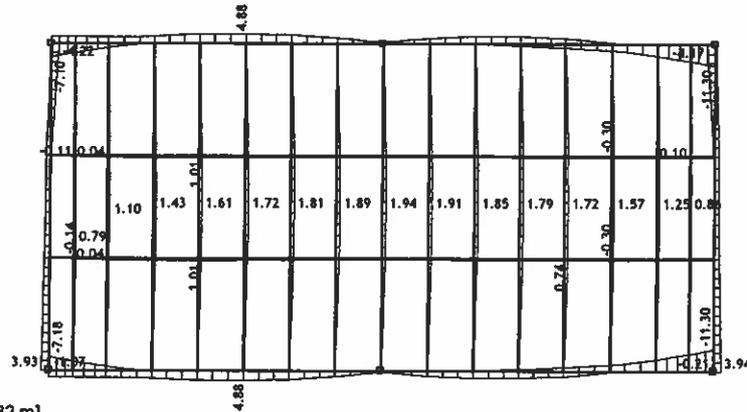


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 3.05 / min V3= -2.54 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

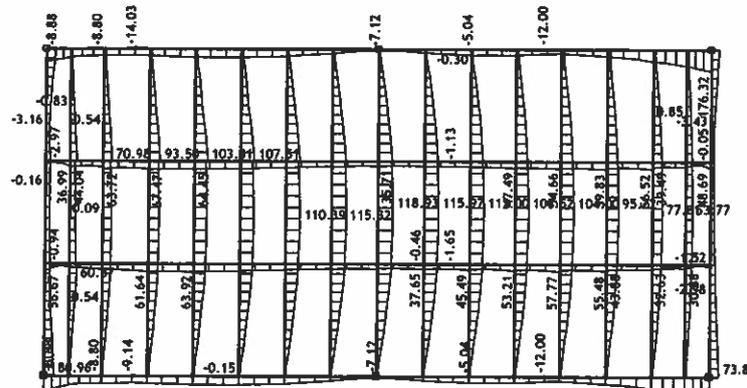


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 0.86 / min M2= -1.24 kNm

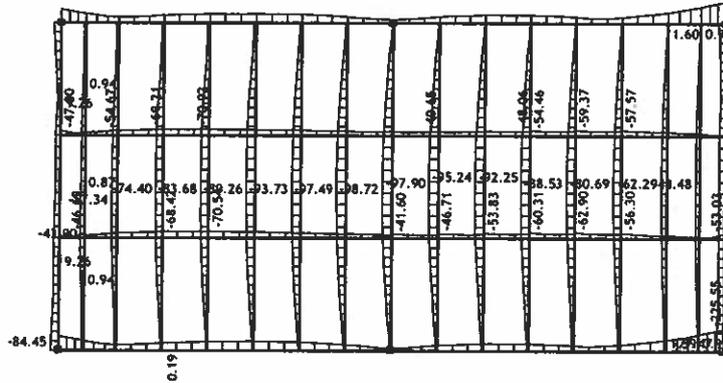
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



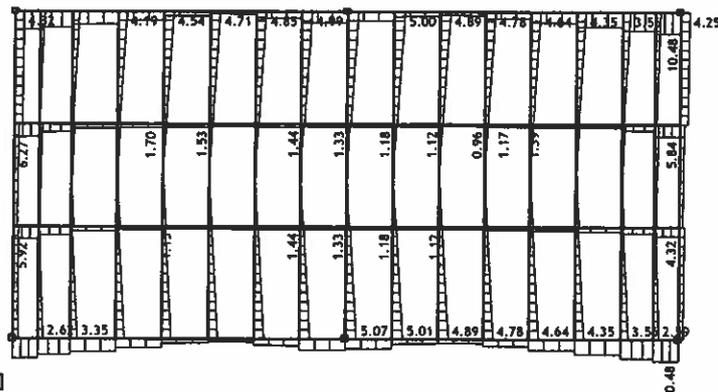
Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 4.88 / min M3= -11.30 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max σ_{max} = 176.32 / min σ_{max} = -14.03 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

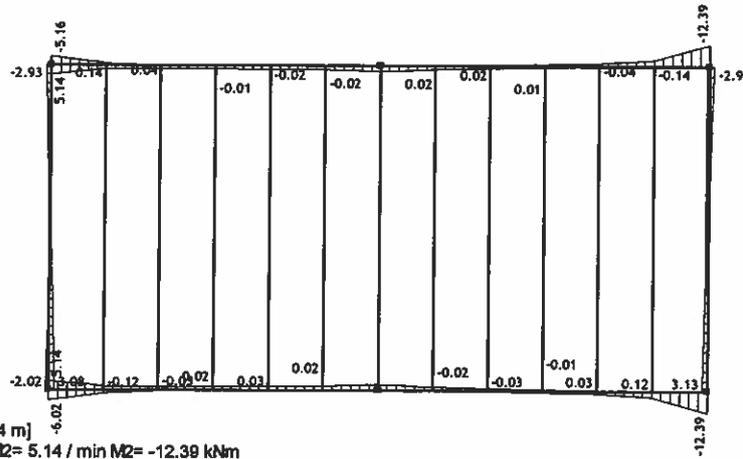


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max σ_{min} = 9.26 / min σ_{min} = -225.55 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

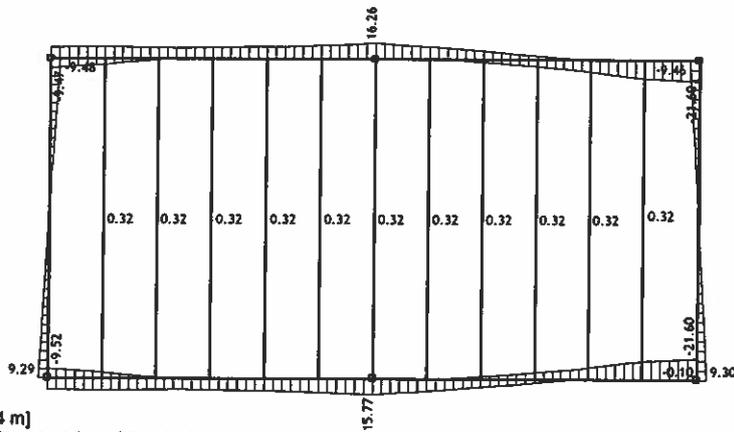


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max τ_{23} = 10.48 / min τ_{23} = 0.02 MPa

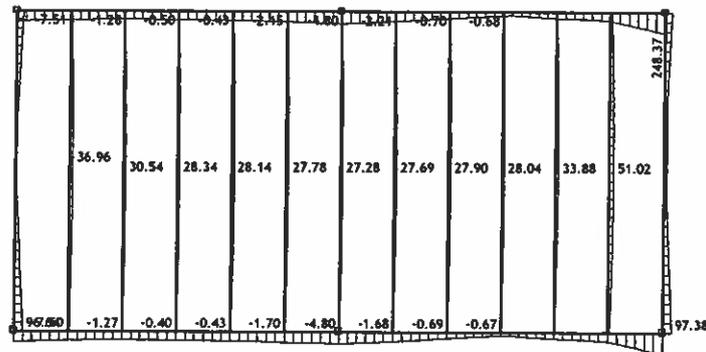
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



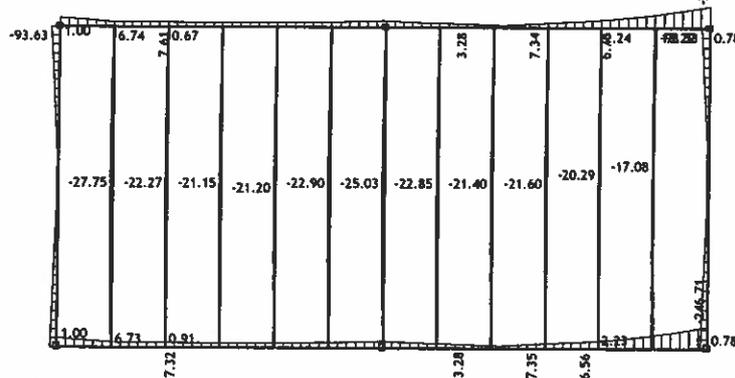
Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 5.14 / min M2= -12.39 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 16.26 / min M3= -21.60 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

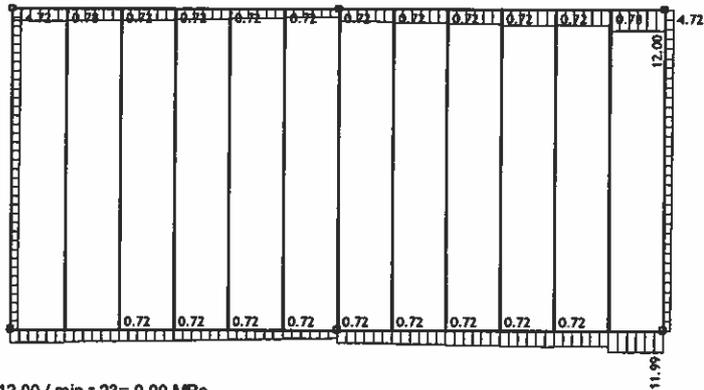


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 248.37 / min σ ,max= -7.51 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

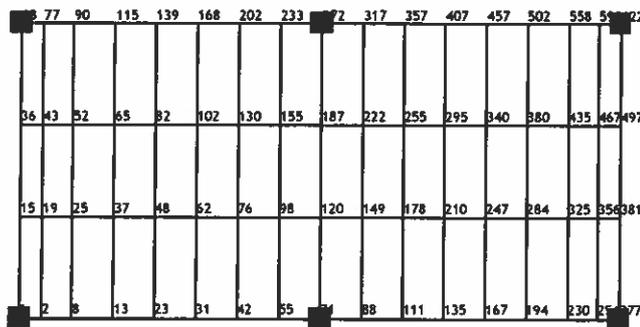


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 18.29 / min σ ,min= -246.76 MPa

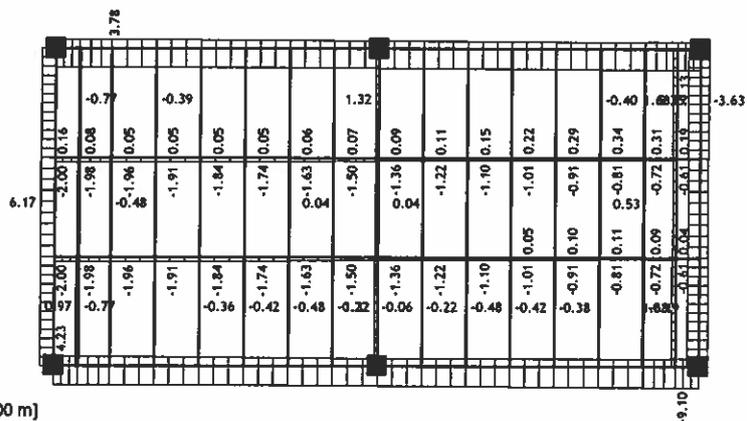
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



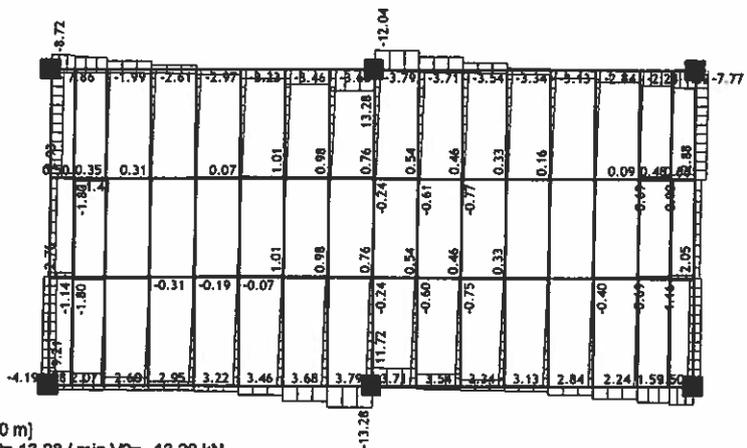
Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max τ_{23} = 12.00 / min τ_{23} = 0.00 MPa



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

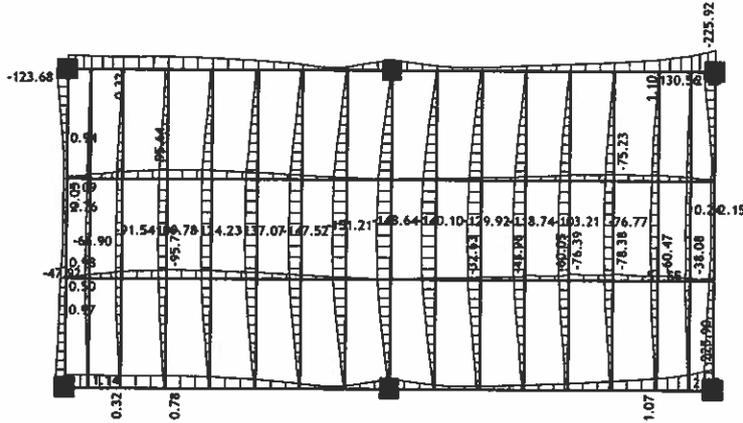


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max N_1 = 6.17 / min N_1 = -9.13 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

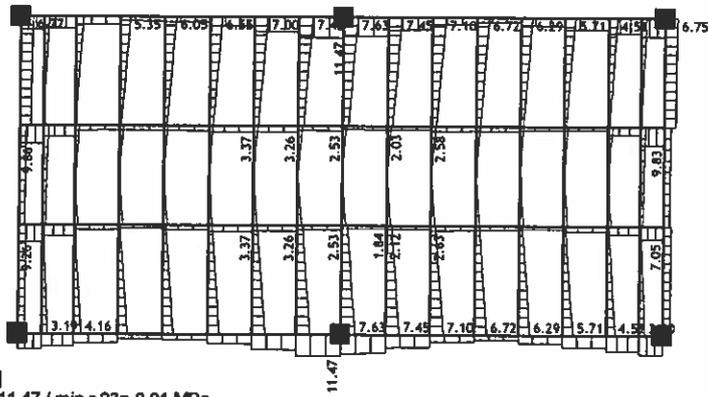


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max V_2 = 13.28 / min V_2 = -13.28 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

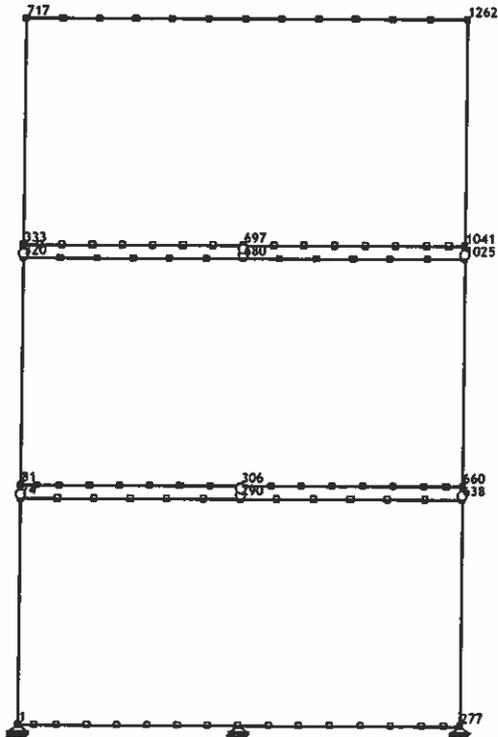


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 2.76 / min σ ,min= -225.92 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

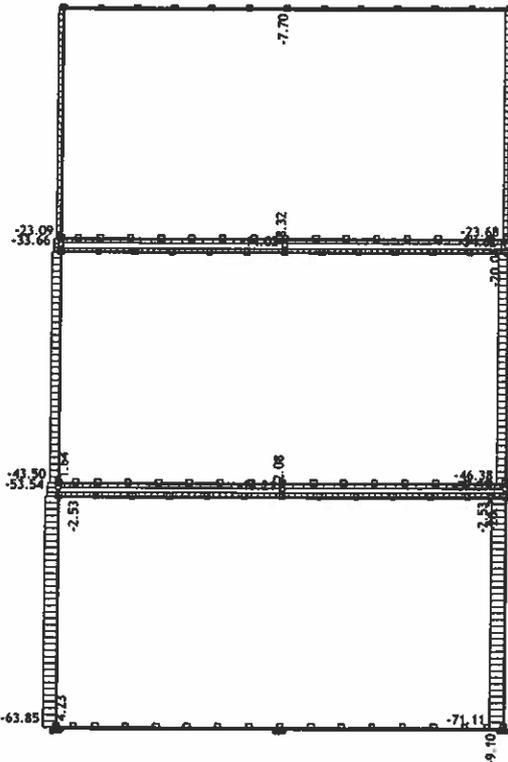


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max τ ,23= 11.47 / min τ ,23= 0.01 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

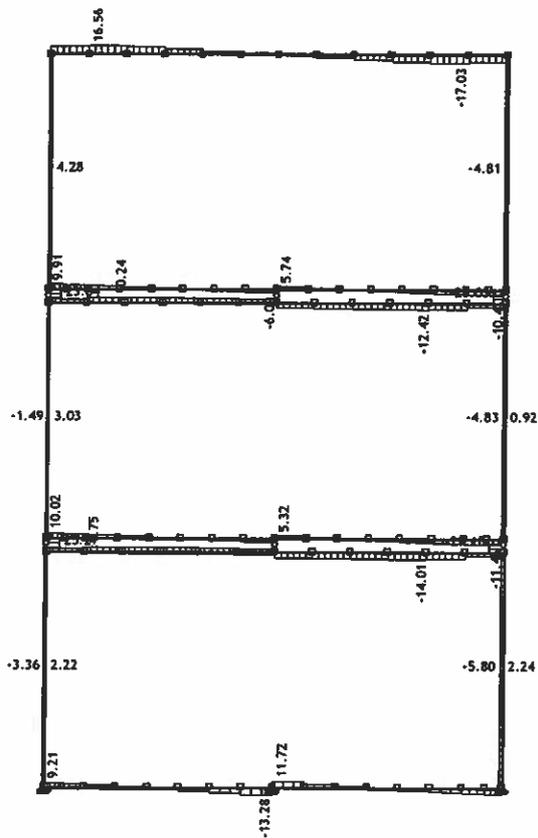


Rahmen: H_1
Trägerübersicht



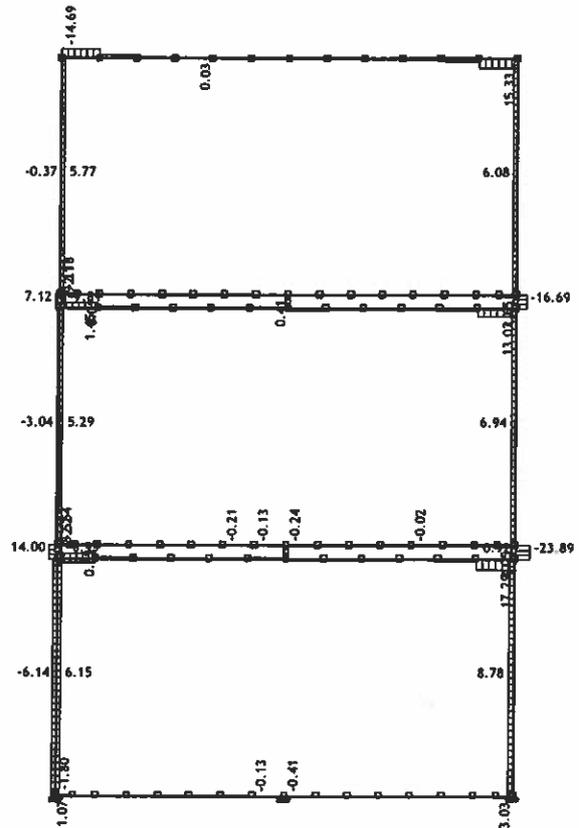
Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max N1= 22.08 / min N1= -71.11 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

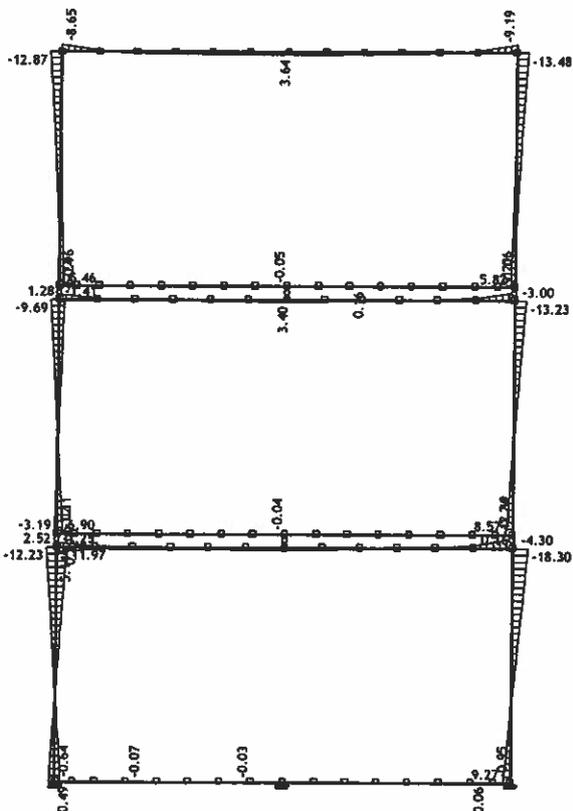


Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max V2= 25.27 / min V2= -29.15 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

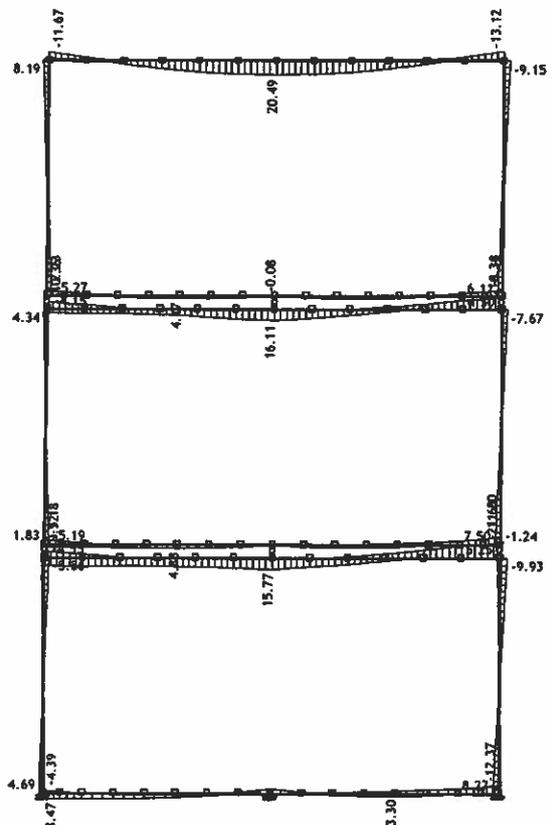
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max V3= 17.29 / min V3= -23.89 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

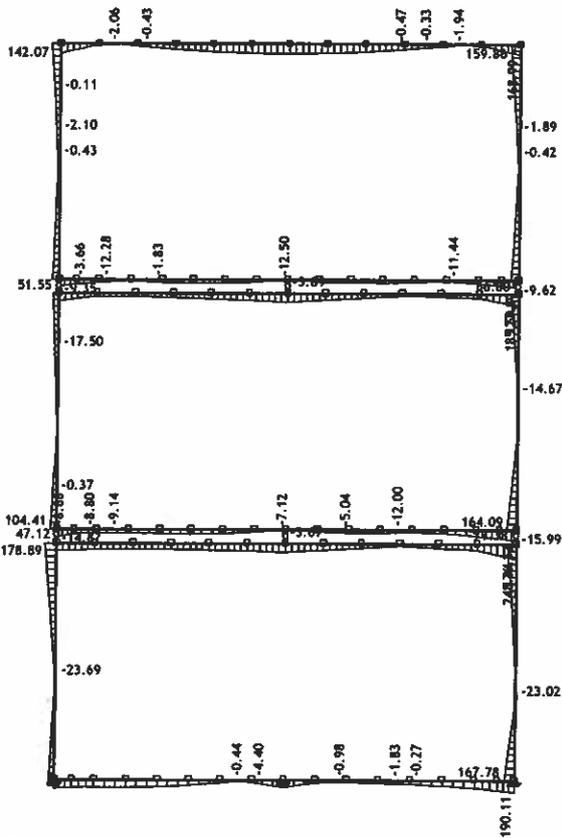


Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max M2= 11.97 / min M2= -18.30 kNm



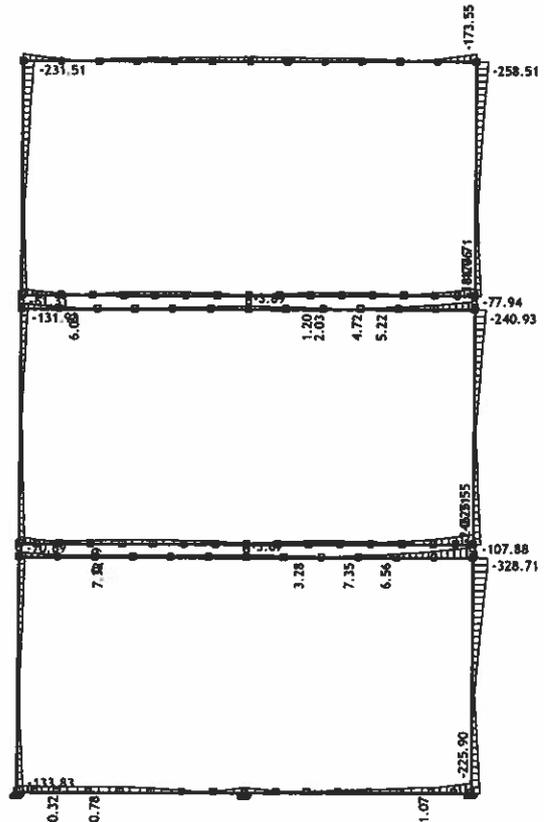
Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max M3= 20.49 / min M3= -21.80 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

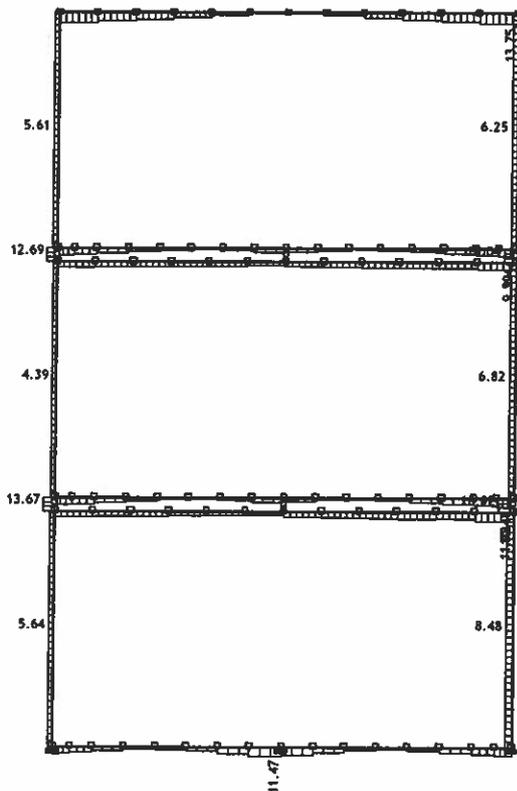


Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 248.34 / min σ ,max= -23.69 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

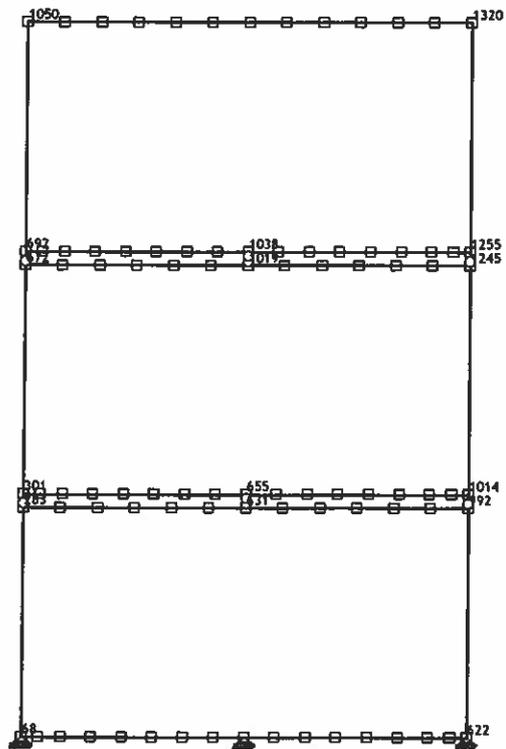
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 7.35 / min σ ,min= -328.71 MPa

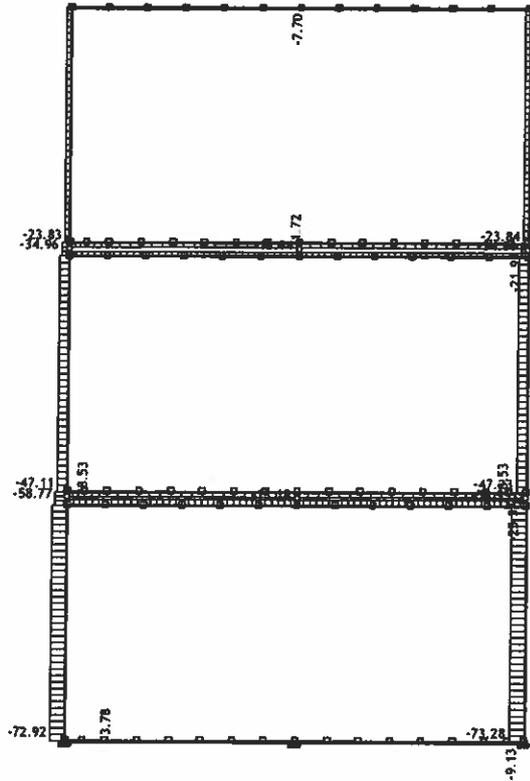


Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max τ ,23= 18.92 / min τ ,23= 0.00 MPa



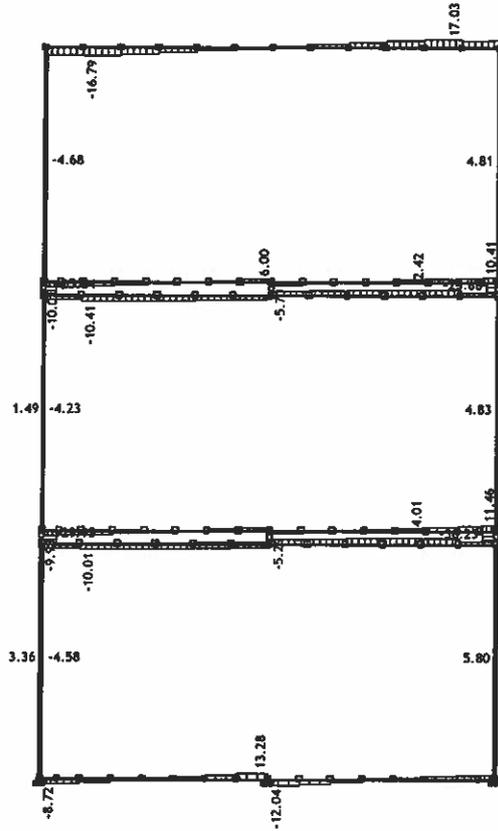
Rahmen: H_2
Trägerübersicht

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

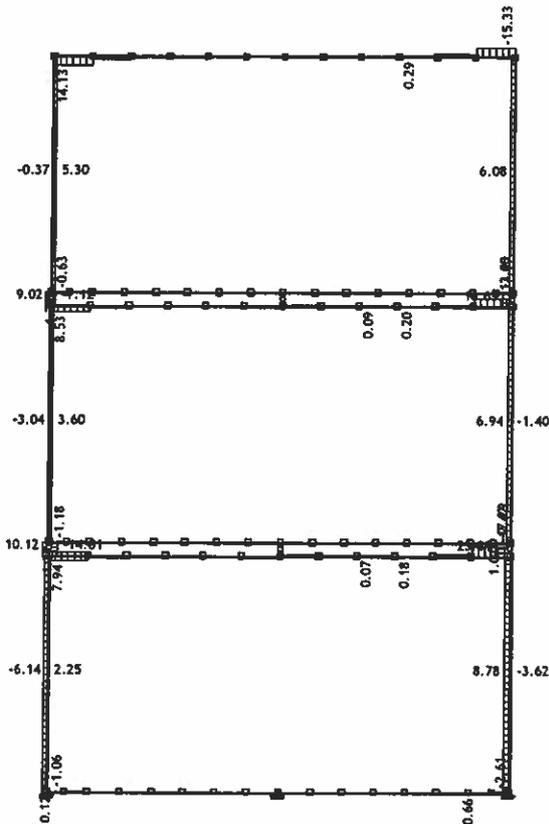


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max N1= 28.53 / min N1= -73.28 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

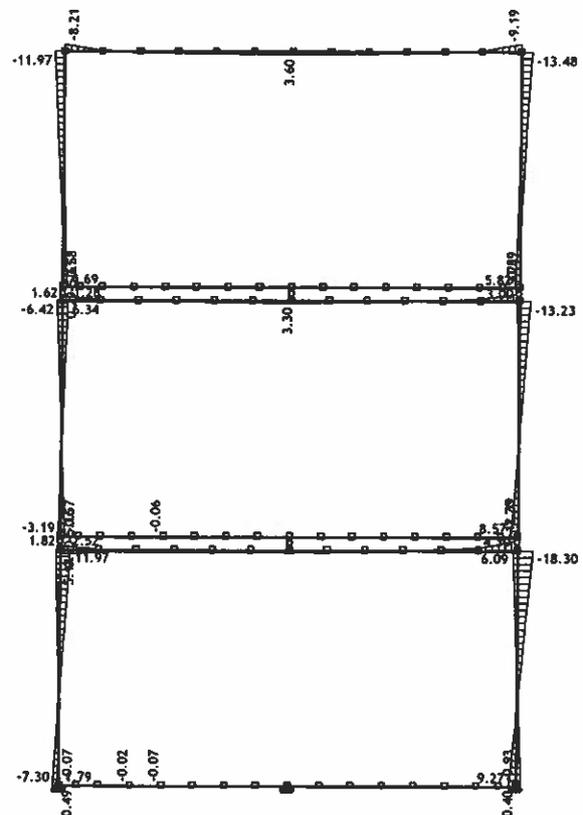
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max V2= 29.95 / min V2= -30.23 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

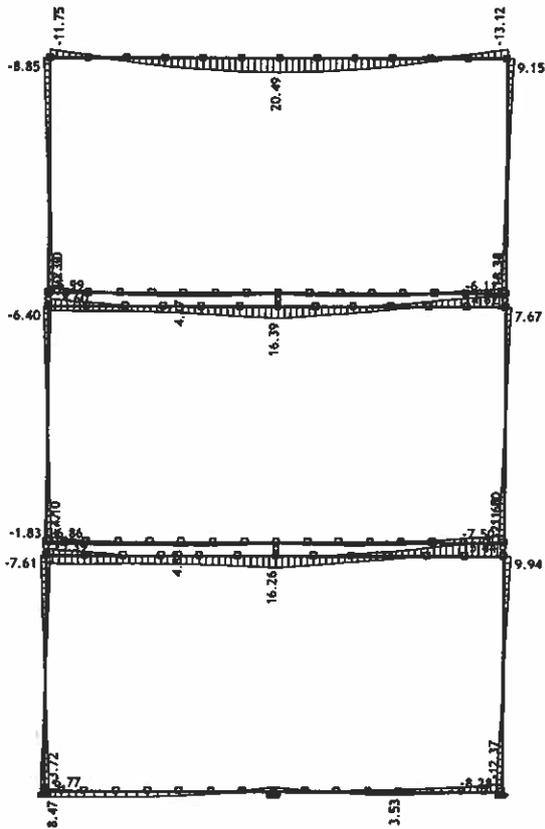


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max V3= 23.89 / min V3= -17.29 kN



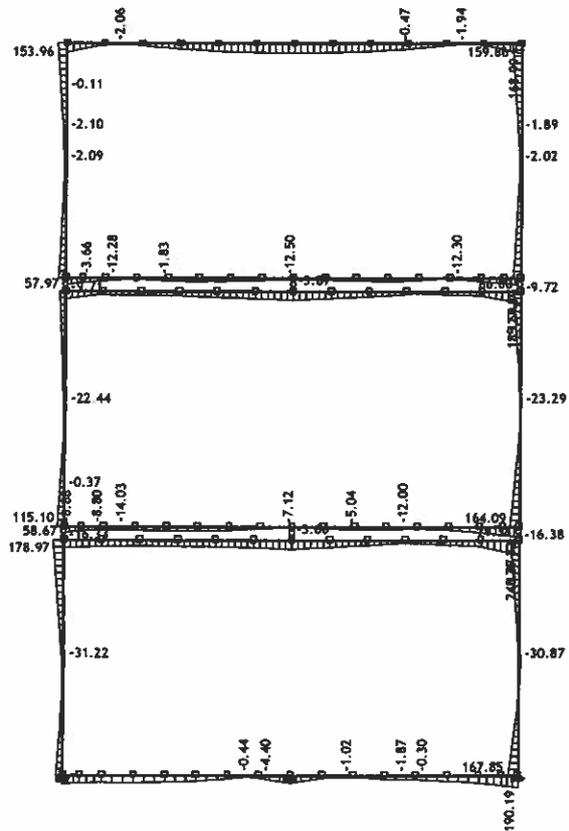
Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max M2= 11.97 / min M2= -18.30 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

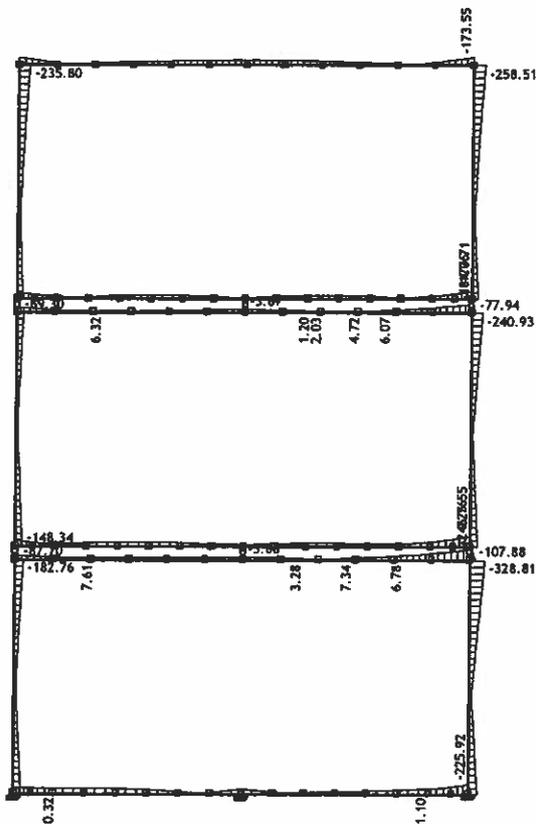


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max M3= 20.49 / min M3= -21.60 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

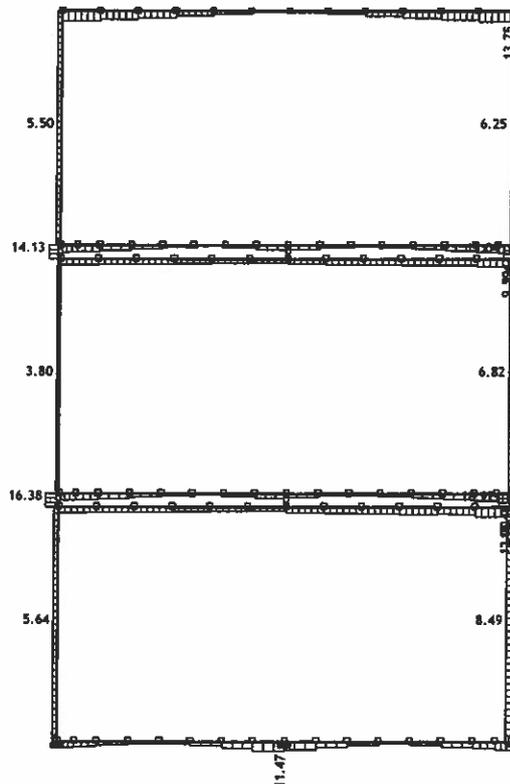
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max σ ,max= 248.37 / min σ ,max= -31.22 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

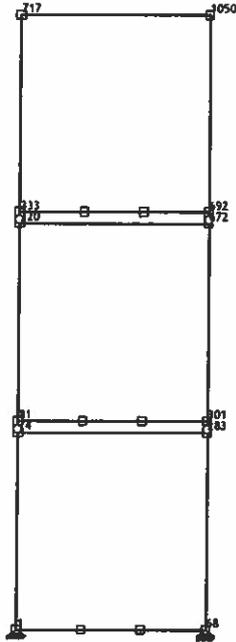


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max σ ,min= 7.61 / min σ ,min= -328.81 MPa



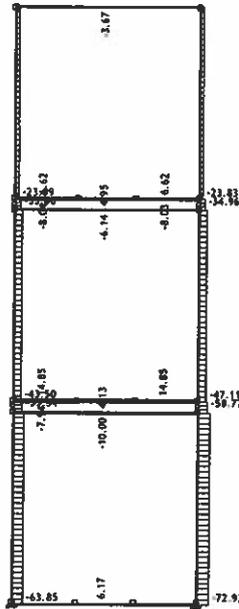
Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max τ ,23= 18.92 / min τ ,23= 0.00 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

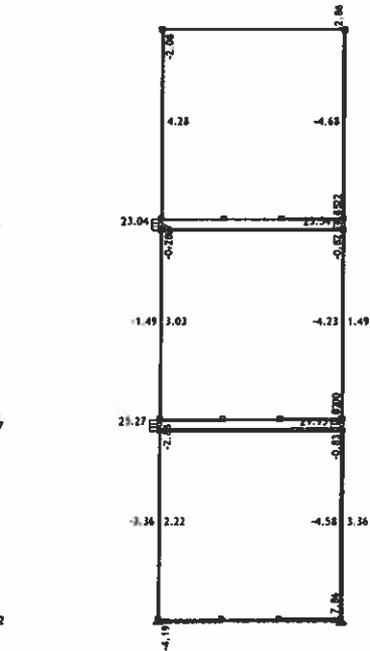


Rahmen: V_1
Trägerübersicht

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

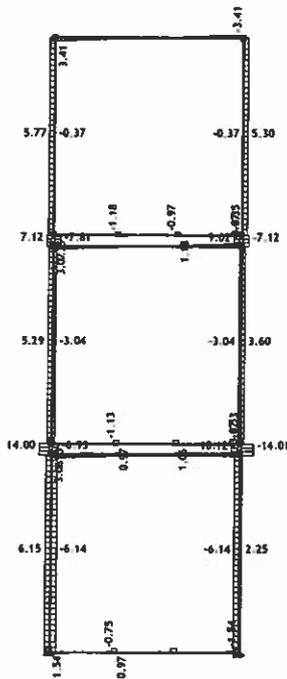


Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max N1= 14.85 / min N1= -72.92 kN



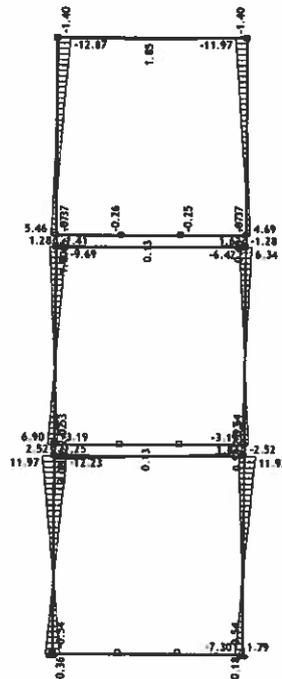
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max V2= 29.95 / min V2= -4.68 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



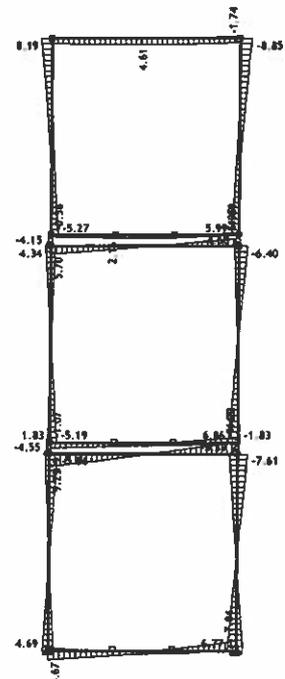
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max V3= 14.00 / min V3= -14.01 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



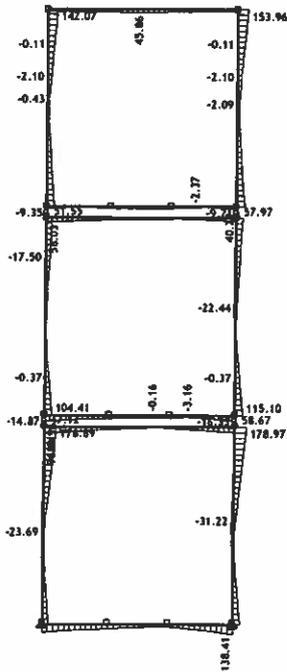
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max M2= 11.97 / min M2= -12.87 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



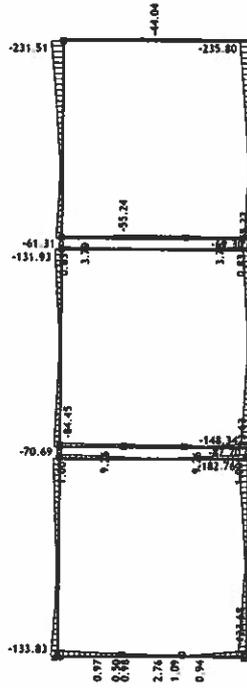
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max M3= 9.29 / min M3= -9.48 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



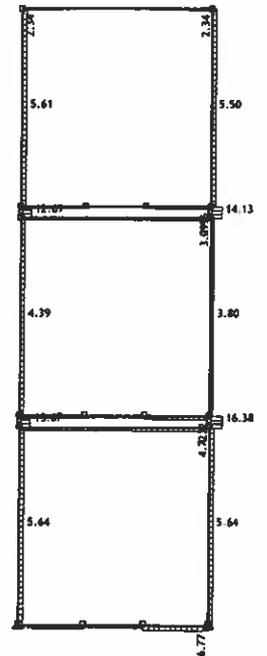
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max σ , max= 178,97 / min σ , max= -31,22 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



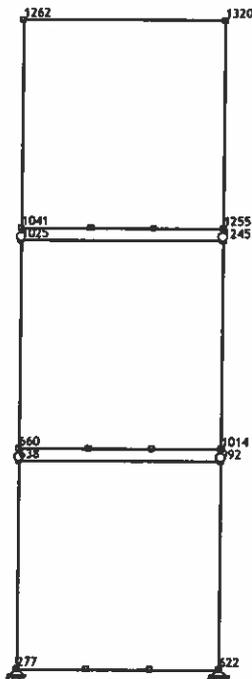
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max σ , min= 0,26 / min σ , min= -235,80 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



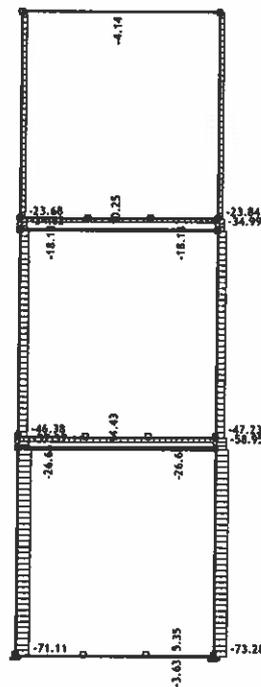
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max τ , 23= 16,38 / min τ , 23= 0,00 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

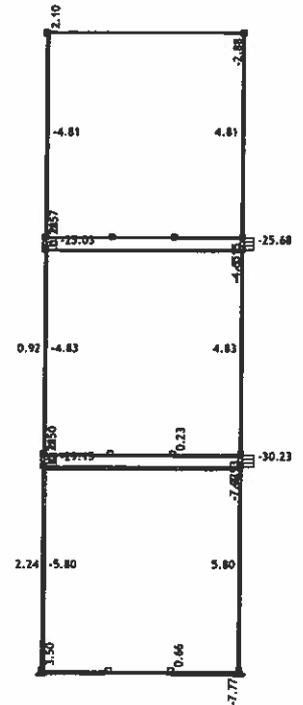


Rahmen: V_2
Trägerübersicht

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

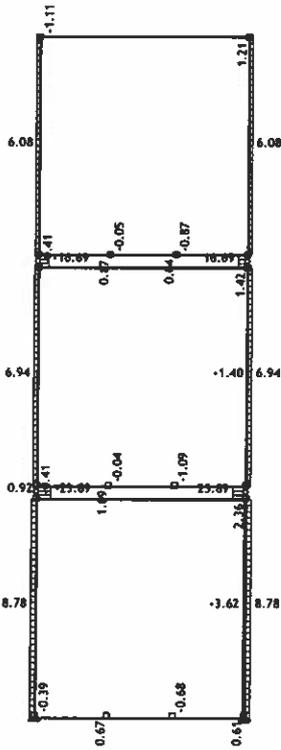


Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max N1= 14,43 / min N1= -73,28 kN



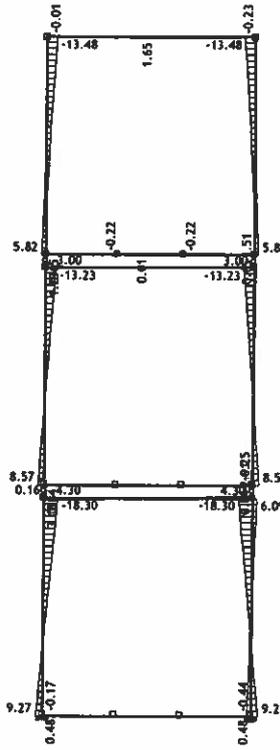
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max V2= 5,80 / min V2= -30,23 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



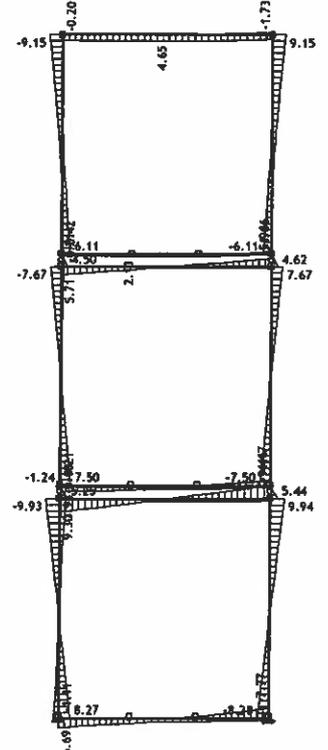
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max V3= 23.89 / min V3= -23.89 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



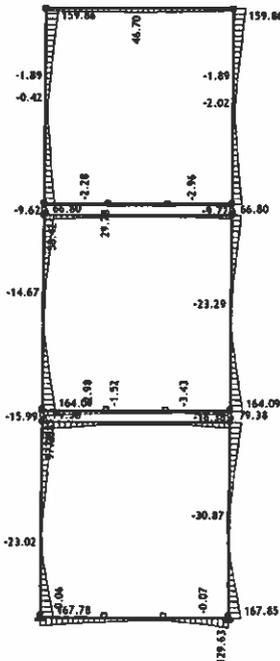
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max M2= 9.27 / min M2= -18.30 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max M3= 9.94 / min M3= -9.93 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



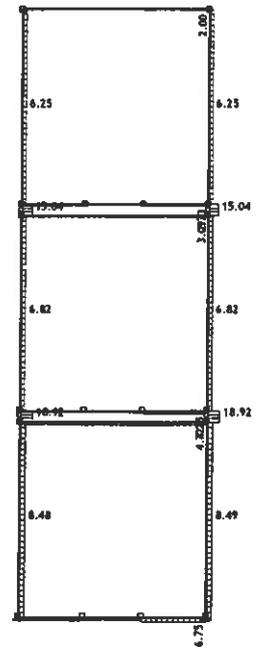
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max σ_{max} = 167.85 / min σ_{max} = -30.87 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



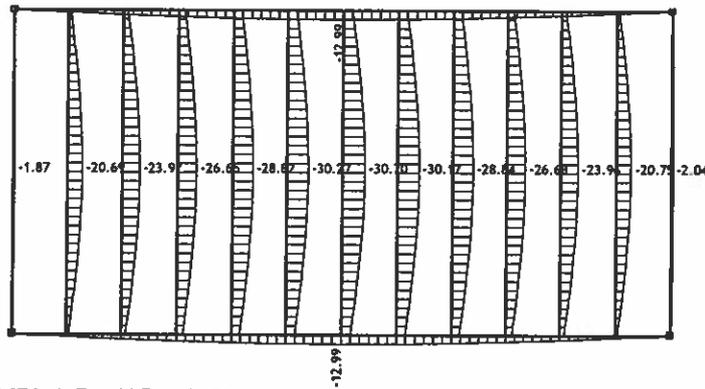
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max σ_{min} = 2.15 / min σ_{min} = -328.81 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

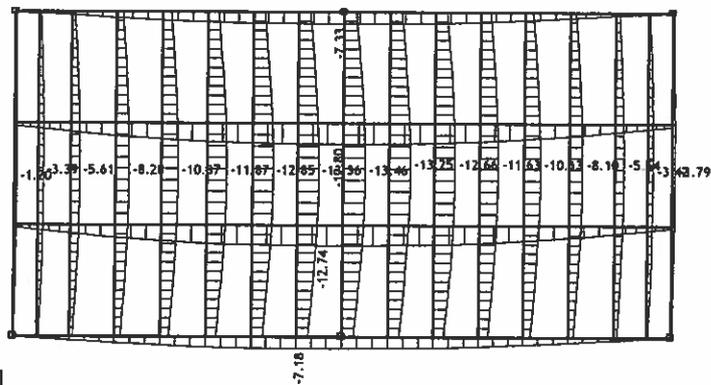


Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max τ_{23} = 18.92 / min τ_{23} = 0.01 MPa

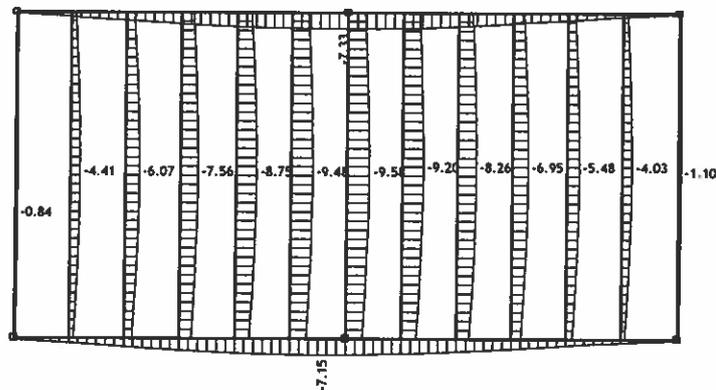
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



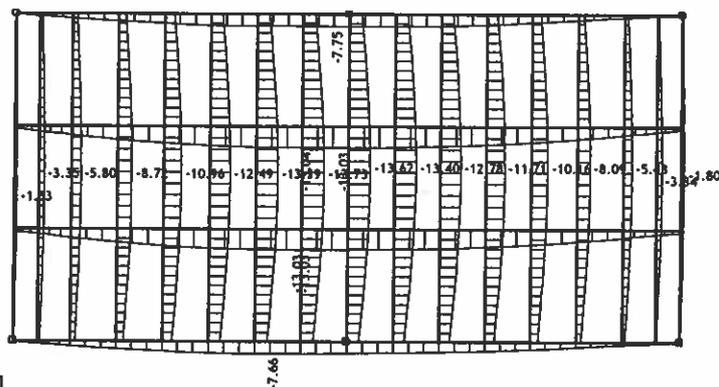
Niveau: Dachträgerrost 3 [9,78 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.27 / min Zp= -30.70 m / 1000
 Belastung 32: [Anv 2] 23-30



Niveau: Bodenträgerrost 3 [6,64 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.24 / min Zp= -13.46 m / 1000
 Belastung 32: [Anv 2] 23-30

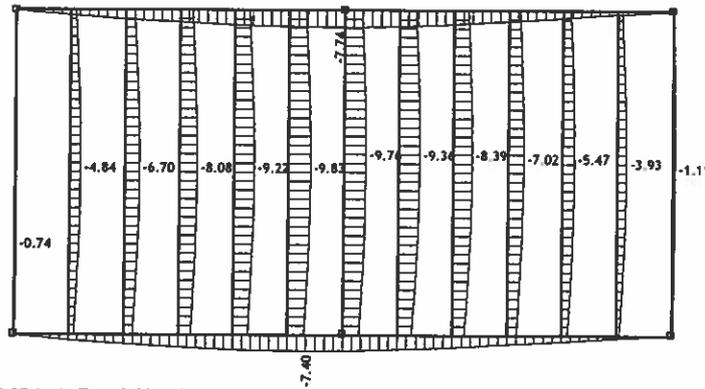


Niveau: Dachträgerrost 2 [8,46 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.24 / min Zp= -9.58 m / 1000
 Belastung 32: [Anv 2] 23-30

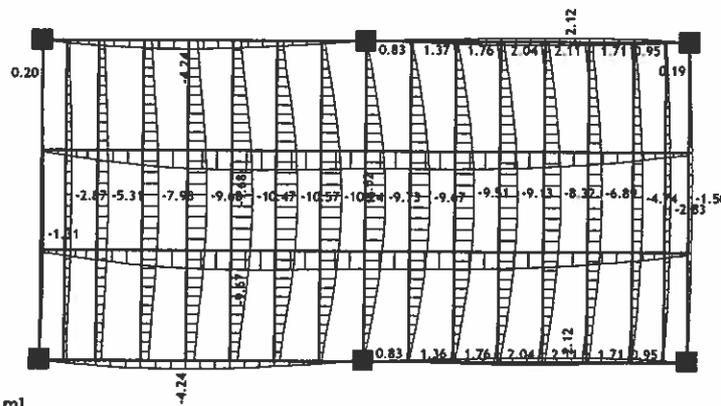


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3,32 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.12 / min Zp= -13.73 m / 1000

Belastung 32: [Anv 2] 23-30

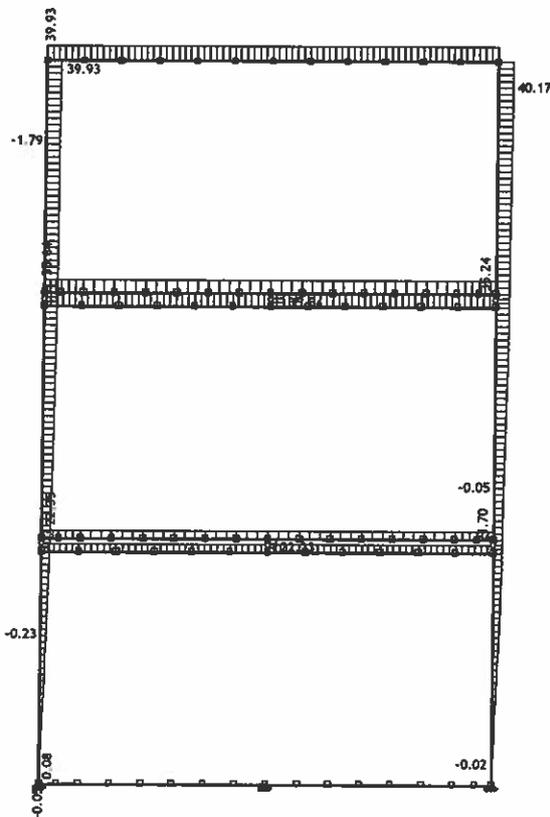


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.05 / min Zp= -9.83 m / 1000
 Belastung 32: [Anv 2] 23-30

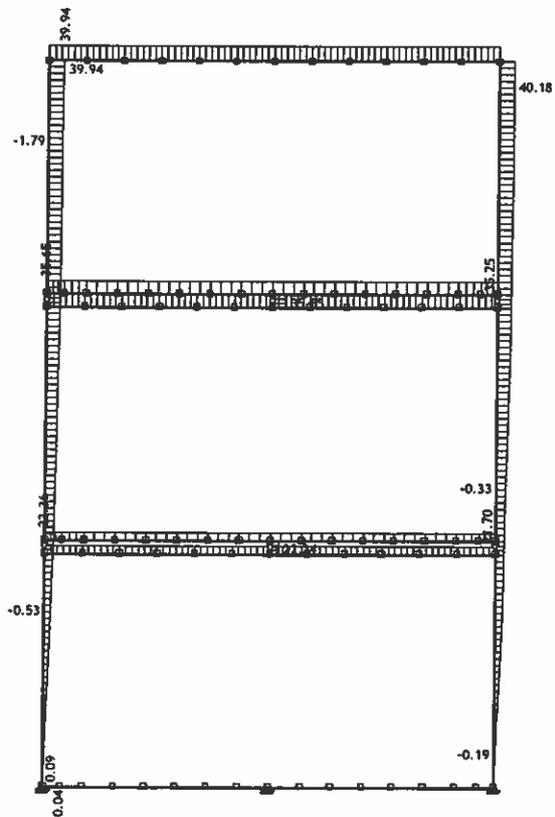


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
 Trägerbeanspruchung: max Zp= 2.12 / min Zp= -10.57 m / 1000
 Belastung 32: [Anv 2] 23-30

Belastung 32: [Anv 2] 23-30

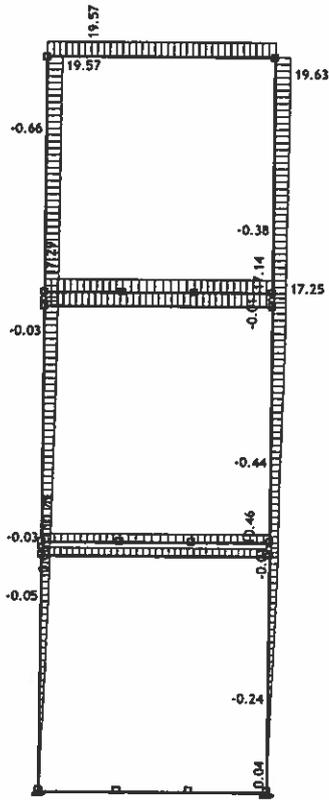


Rahmen: H_1
 Trägerbeanspruchung: max Xp= 40.17 / min Xp= -1.79 m / 1000



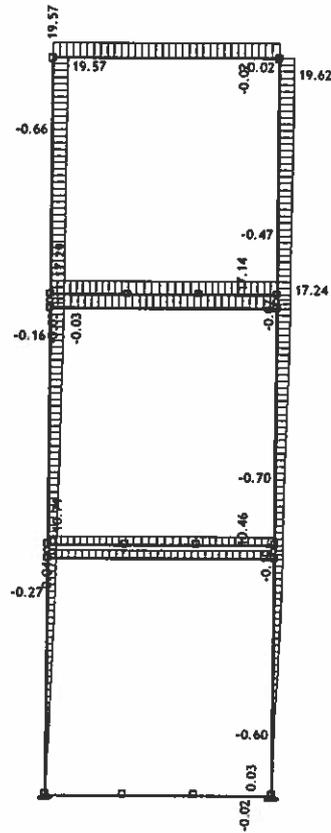
Rahmen: H_2
 Trägerbeanspruchung: max Xp= 40.18 / min Xp= -1.79 m / 1000

Belastung 32: [Anv 2] 23-30



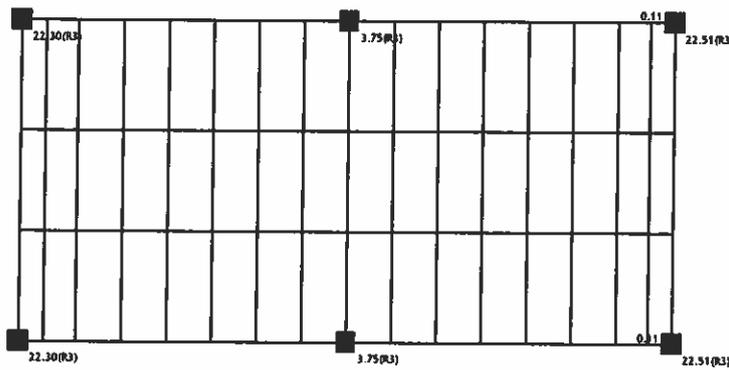
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max Yp= 18.63 / min Yp= -0.66 m / 1000

Belastung 32: [Anv 2] 23-30



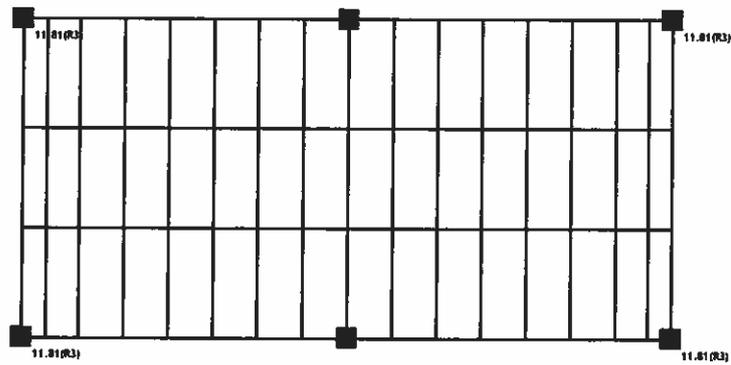
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max Yp= 19.62 / min Yp= -0.70 m / 1000

Belastung 23: H-II

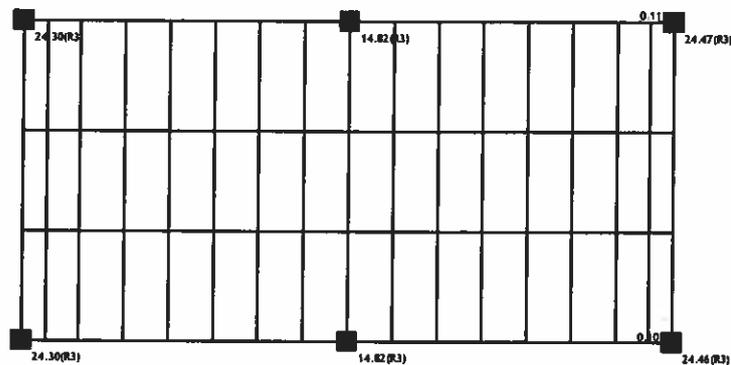


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

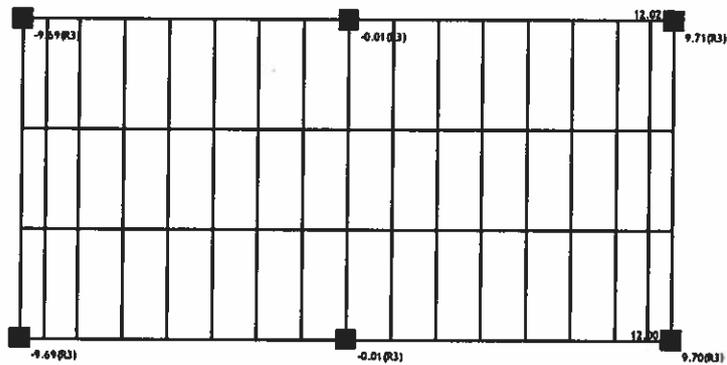
Belastung 3: Schneelasten



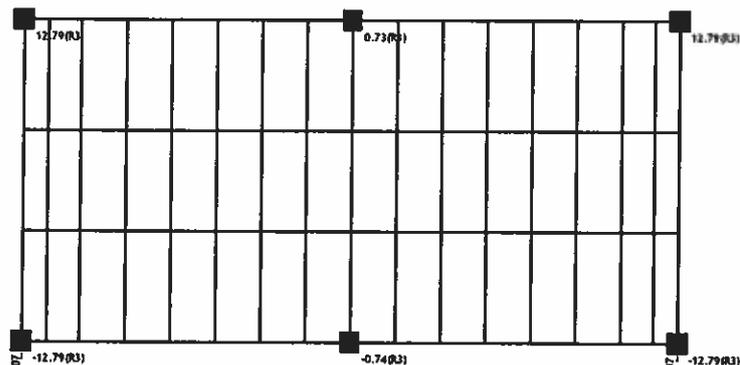
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0

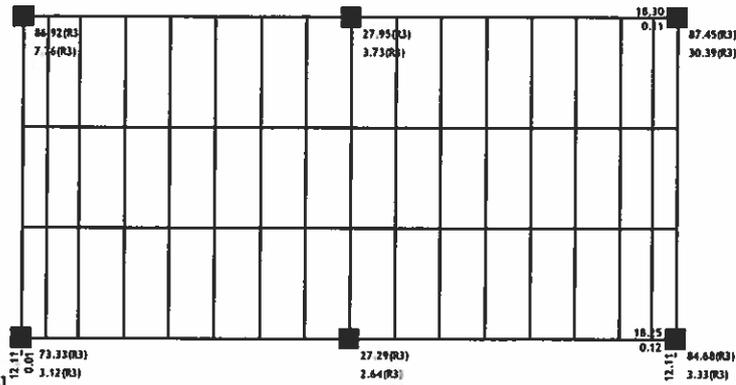


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

Punktlager Auswirkungen - Belastung: 31. [Anv 1] 7-22

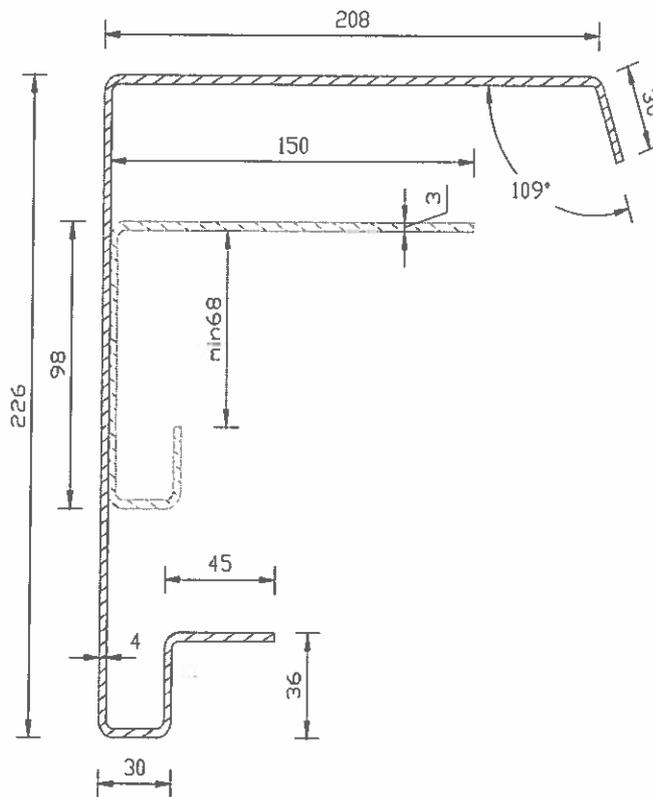
Bezeichnung	Lastfall	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]
1	U+	*	0.01	73.33
	U-	*	-12.11	3.12
68	U+	*	*	86.92
	U-	*	*	7.26
71	U+	*	*	27.29
	U-	*	*	2.64
272	U+	*	*	27.95
	U-	*	*	3.73
277	U+	-0.12	0.00	84.68
	U-	-18.25	-12.11	3.33
622	U+	-0.10	*	87.45
	U-	-18.30	*	30.39

3.3. SPANNUNGSKONTROLLE

3.3.1. REGEL DECKENRAHMEN 4 mm

Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Der wirksame Querschnitt :

Effektive Breite des nicht ausgesteiften Teils :

$d_p = 31 - 4/2 = 29 \text{ mm}$, $t = 4 \text{ mm}$; $\epsilon = \sqrt{(235 / 387,7)} = 0,78$; $\psi = 1,0 \Rightarrow k_\sigma = 0,4$ – der ungünstigste Fall

Relative Schlankheit:

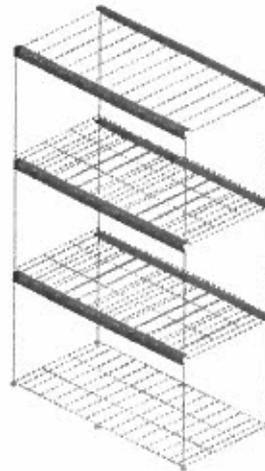
$$\bar{\lambda}_p = (d_p / t) / (28,4 \times \epsilon \times \sqrt{k_\sigma}) = (29 / 4) / (28,4 \times 0,78 \times \sqrt{0,43}) = 0,499$$

$$\bar{\lambda}_p = 0,499 < 0,748$$

Keine Reduktion

Bei Druckbeanspruchung keine Reduktion der nicht ausgesteiften Flansche. Querschnitt Klasse 3.

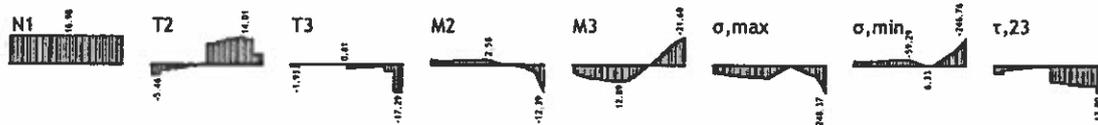
Träger
1. GP1 226/215/4



Satz der numerischen Daten
Träger (1)

Innere Kräfte und Momente:

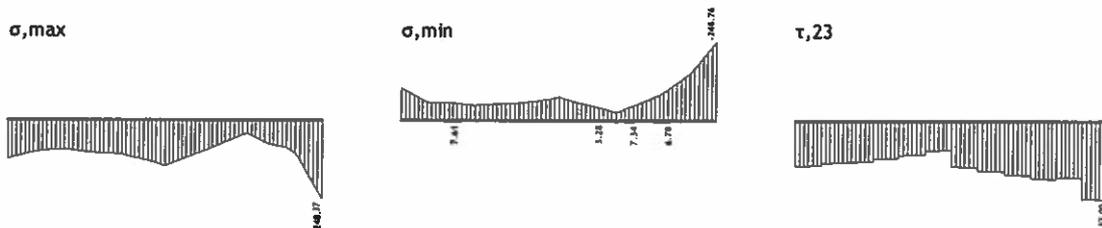
Belastung 19: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xV



Trägerbeanspruchung: (283-992)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (283-992)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$$\sigma_{max} = \sqrt{(248,37^2 + 3 \times 12,0^2)} = 249,24 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,64)$$

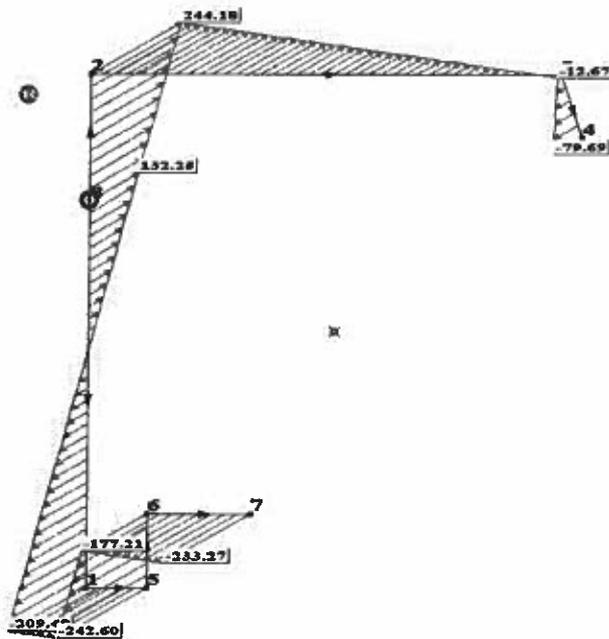
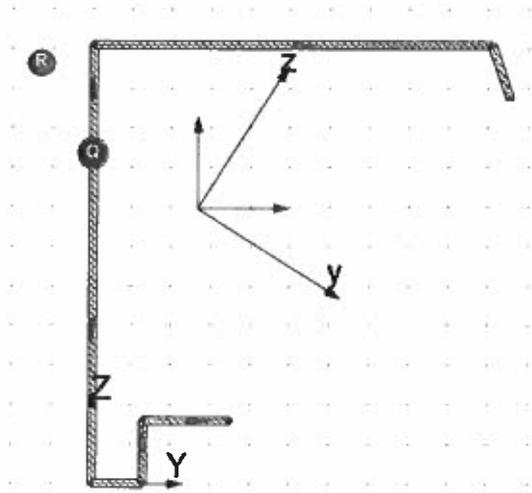
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 22.17 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 5.32 \text{ cm}$
 $Z_c = 13.94 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -2.59 \text{ cm}$
 $Z_r = 21.28 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -32.5 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 1.14 \text{ cm}^4$
 $I_y = 2077.74 \text{ cm}^4$
 $I_z = 570.39 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 16804.70 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 16.98 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = 21.60 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 12.39 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	244.18 MPa	-242.60 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	2.60 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	22.20 cm	0.00 cm	16.72 cm	22.20 cm

QUERSCHNITTSKONTROLLE – DRUCKSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH (FELD)

Innere Kräfte und Momente:

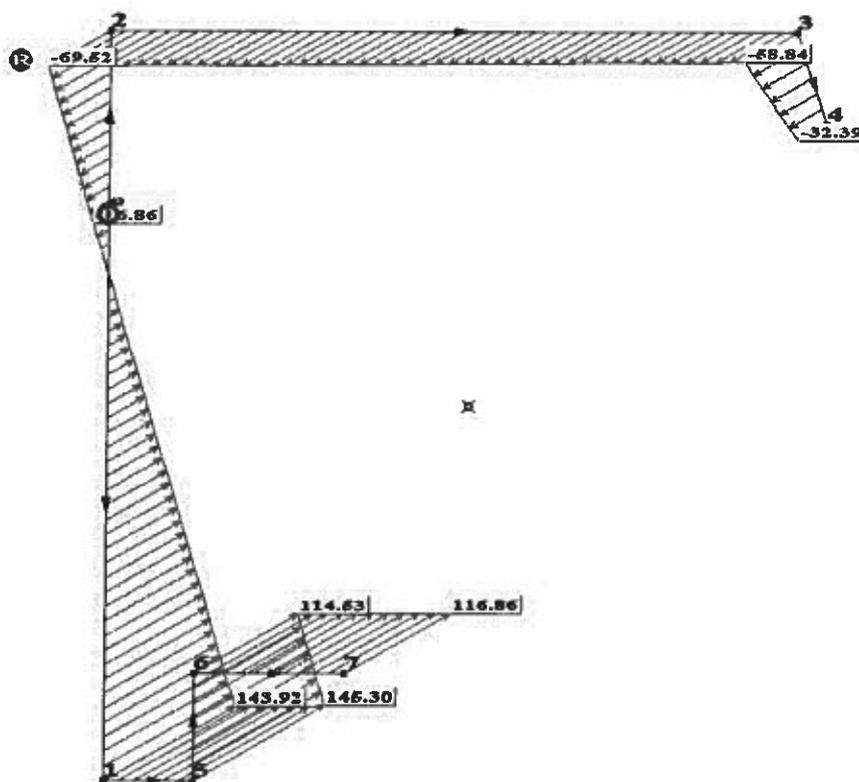
Belastung 16: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+0.9xVI



Trägerbeanspruchung: (283-992)

N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 28.10 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -16.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = -3.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	145.30 MPa	-69.52 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm
Z lokal	0.0 cm	16.72 cm	16.72 cm	22.20 cm

Effektive Breite des oberes Flansches:

$$b_p = 202 \text{ mm}, t = 4 \text{ mm}; \quad \varepsilon = \sqrt{(235 / 387,7)} = 0,78; \quad \psi = -58,84 / -69,52 = 0,84$$

$$k_\sigma = 8,2 / (1,05 + \psi) = 4,34$$

Relative Schlankheit:

$$\bar{\lambda}_p = (b_p / t) / (28,4 \times \varepsilon \times \sqrt{k_\sigma}) = (202 / 4) / (28,4 \times 0,78 \times \sqrt{4,34}) = 1,09$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,09 > 0,5 + \sqrt{(0,085 - 0,055\psi)} = 0,697$$

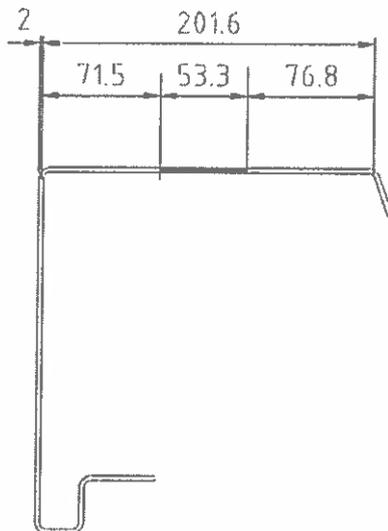
Reduktion, Klasse 4

$$\rho = (1,09 - 0,055 \times (3 + 0,84)) / 1,09^2 = 0,73 < 1,0$$

$$b_{eff} = \rho \times b_p = 0,73 \times 202 = 148,3 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 2 / (5 - 0,84) \times 148,3 = 71,5 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 148,3 - 71,5 = 76,8 \text{ mm}$$



Bereich: A : 19.5767 cm²

Trägheitsradius: i_y: 8.5287 cm

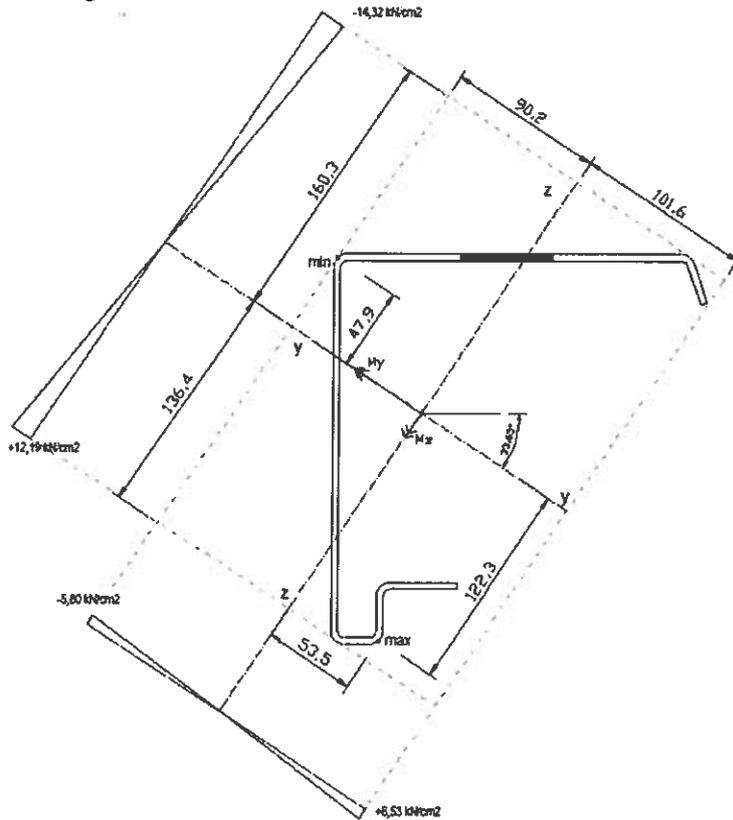
i_z: 6.9170 cm

Hauptmomente und YZ-Richtung um Schwerpunkt:

I_{z,min}: 548.9708 cm⁴ [0.5541 0.8325]

I_{y,max}: 1811.6739 cm⁴ [0.8325 -0.5541] => φ = - 33,65°

Spannungskontrolle:



Momente um die Hauptachse:

$$M_{y'} = 16,26 \times \cos(33,65 - 32,5) - 3,20 \times \sin(33,65 - 32,5) = 16,19 \text{ kNm}$$

$$M_{z'} = 16,26 \times \sin(33,65 - 32,5) + 3,20 \times \cos(33,65 - 32,5) = 3,53 \text{ kNm}$$

Widerstandsmoment um die Hauptachse:

$$W_{y,d} = 1811,67 / 16,03 = 113,02 \text{ cm}^3 \quad W_{y,d} = 1811,67 / 13,64 = 132,82 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,d} = 548,97 / 9,02 = 60,86 \text{ cm}^3 \quad W_{z,d} = 548,97 / 10,16 = 54,03 \text{ cm}^3$$

Längskraft:

$$\sigma_{N,Ed} = + 28,10 / 19,57 = + 1,43 \text{ kN/cm}^2$$

Maximale und minimale Belastung auf den Hauptachsen:

$$\sigma_{y,g} = 1619 / 113,02 = - 14,32 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_{y,d} = 1619 / 132,82 = + 12,19 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,l} = 353 / 60,86 = - 5,80 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_{z,d} = 353 / 54,03 = + 6,53 \text{ kN/cm}^2$$

Kombinierte Längskraft und Biegung:

- Druck – min:

$$\sigma_{y,Ed} / f_y + \sigma_{z,Ed} / f_y - \sigma_{N,Ed} / \sigma_{N,Rd} \leq 1,0$$

$$\sigma_{y,Ed} = 1619 \times 4,79 / 1811,67 = - 4,28 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,Ed} = 353 \times 9,02 / 548,97 = - 5,80 \text{ kN/cm}^2$$

$$4,28 / 38,77 + 5,80 / 38,77 - 1,43 / 38,77 = 0,110 + 0,150 - 0,037 = 0,22 < 1,0$$

- Zug – max:

$$\sigma_{N,Ed} / \sigma_{N,Rd} + \sigma_{y,Ed} / f_y + \sigma_{z,Ed} / f_y \leq 1,0$$

$$\sigma_{y,Ed} = 1619 \times 12,23 / 1811,67 = 10,93 \text{ kN/cm}^2$$

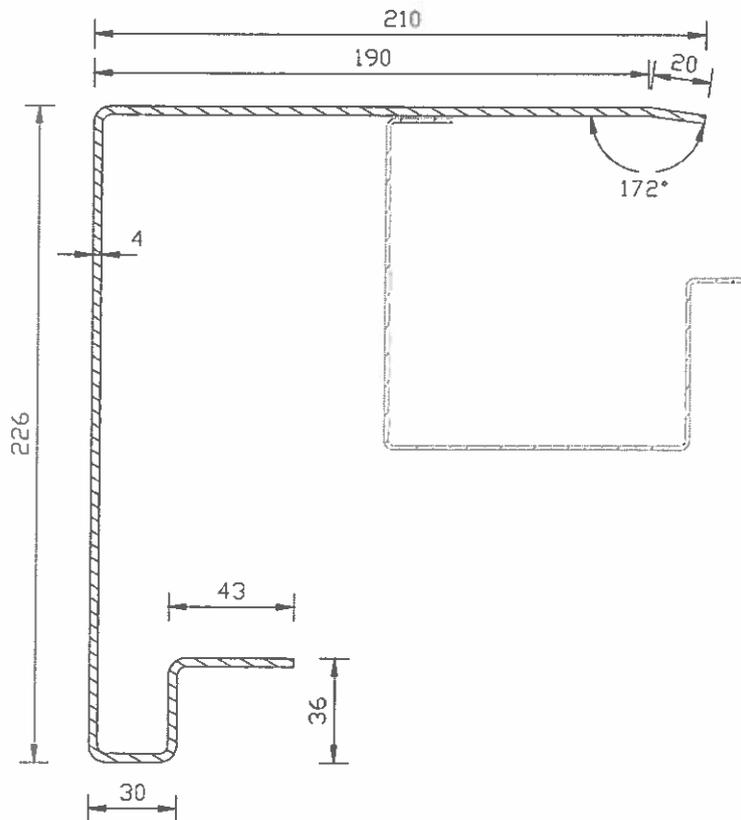
$$\sigma_{z,Ed} = 353 \times 5,35 / 548,97 = 3,44 \text{ kN/cm}^2$$

$$1,43 / 38,77 + 10,93 / 38,77 + 3,44 / 38,77 = 0,037 + 0,282 + 0,089 = 0,41 < 1,0$$

3.3.2. REGEL DECKENRAHMEN 4 mm

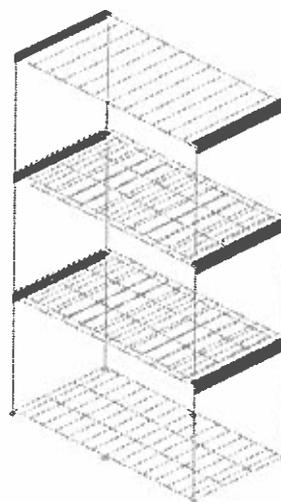
Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

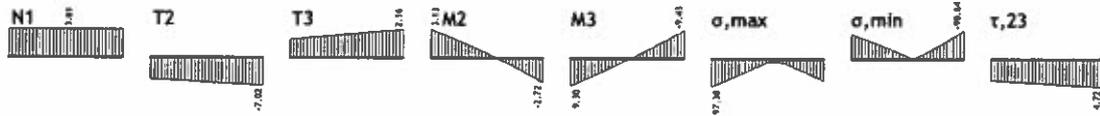
Träger
2. GP2 226/210/4



Satz der numerischen Daten
Träger (2)

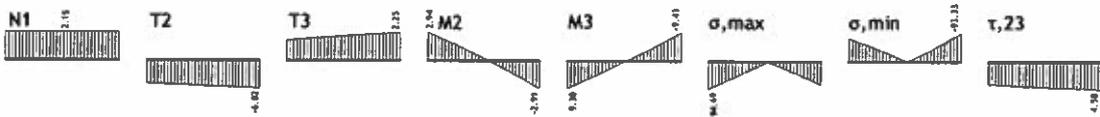
Innere Kräfte und Momente:

Belastung 22: $1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xVI$



Trägerbeanspruchung: (638-992)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ,max [MPa], σ,min [MPa], $\tau,23$ [MPa]

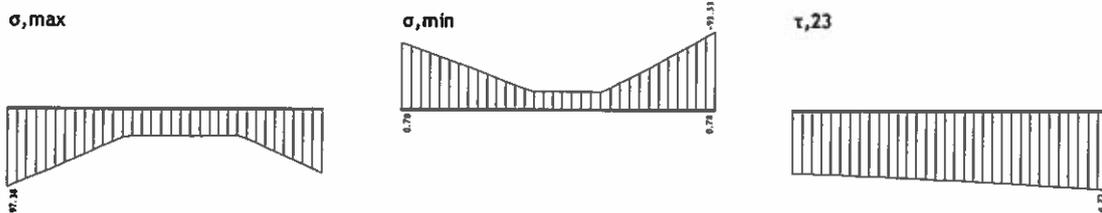
Belastung 20: $I+II+1.5xVI$



Trägerbeanspruchung: (638-992)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ,max [MPa], σ,min [MPa], $\tau,23$ [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (638-992)
 σ,max [MPa], σ,min [MPa], $\tau,23$ [MPa]

FALL 1: ZUGSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH

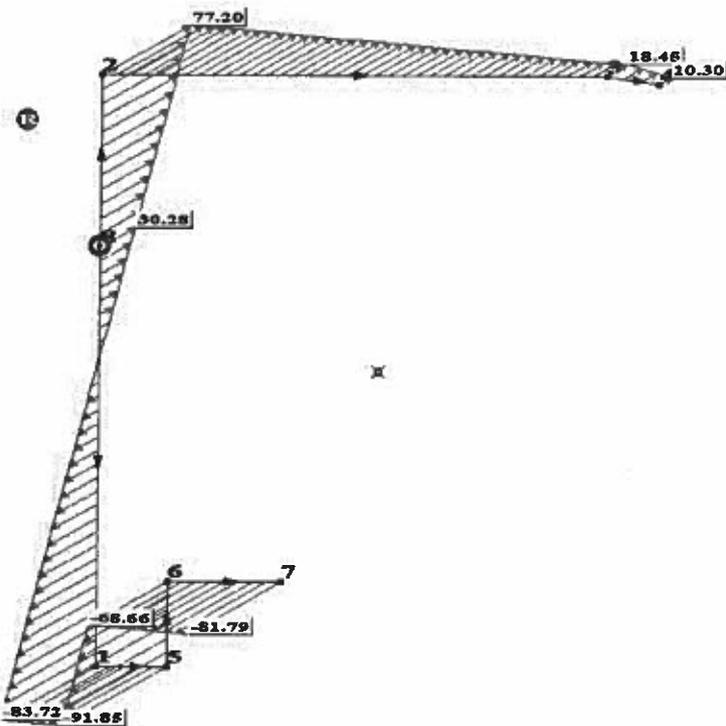
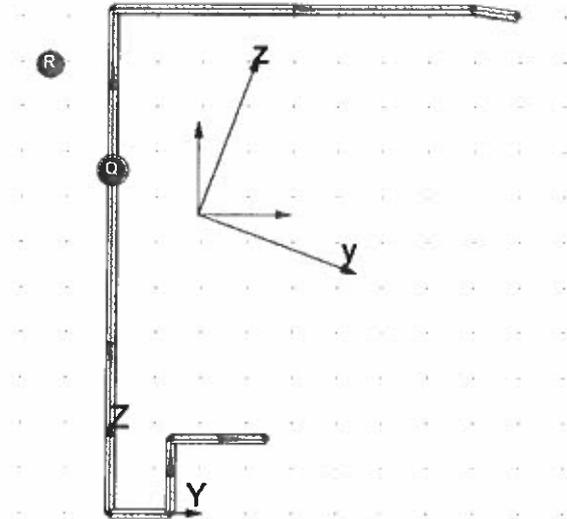
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 21.19 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 4.67 \text{ cm}$
 $Z_c = 13.70 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -2.68 \text{ cm}$
 $Z_r = 20.48 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -27.8 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 1.09 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1902.50 \text{ cm}^4$
 $I_z = 473.59 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 13657.47 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

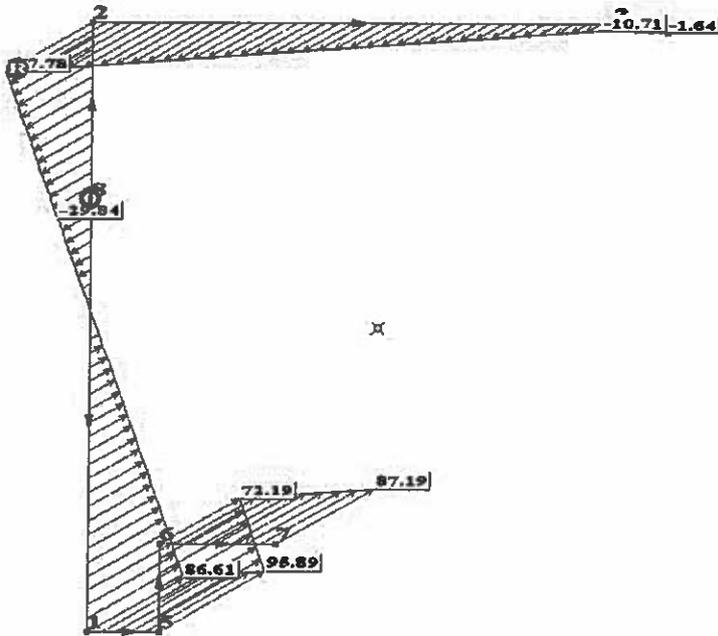
$F_x = 2.15 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = 9.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 2.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	77.20 MPa	-91.85 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	2.60 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	22.20 cm	0.00 cm	15.73 cm	22.20 cm

FALL 2: DRUCKSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH

Der obere Flansch ist wie nicht ausgesteift betrachtet.



Der wirksame Querschnitt :

Effektive Breite des nicht ausgesteiften Teils :

$$d_p = 210 - 4/2 = 208 \text{ mm}, \quad t = 4 \text{ mm}; \quad \epsilon = \sqrt{(235 / 387,7)} = 0,78; \quad \psi = -1,64 / -77,78 = 0,021$$

$$k_{\sigma} = 0,578 / (\psi + 0,34) = 1,60$$

Relative Schlankheit:

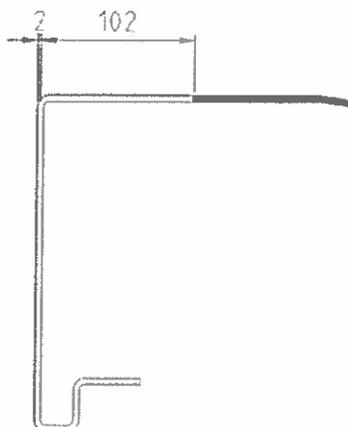
$$\bar{\lambda}_p = (d_p / t) / (28,4 \times \epsilon \times \sqrt{k_{\sigma}}) = (208 / 4) / (28,4 \times 0,78 \times \sqrt{1,60}) = 1,85$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,85 > 0,748$$

Reduktion

$$\rho = (1,85 - 0,188) / 1,85^2 = 0,485 < 1,0$$

$$b_{\text{eff}} = \rho \times b_c = 0,485 \times 208 = 102 \text{ mm}$$

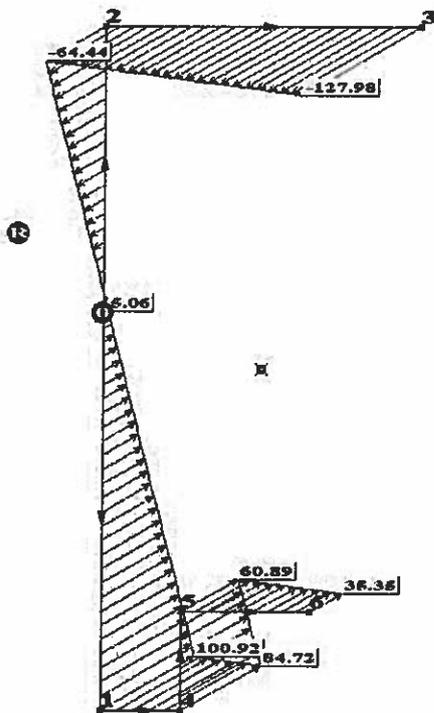
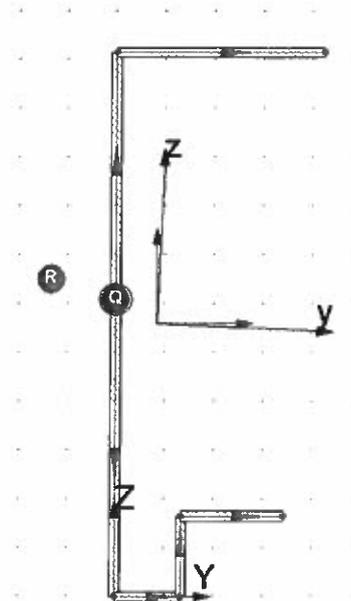


Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 16.92 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 1.96 \text{ cm}$
 $Z_c = 11.61 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -2.73 \text{ cm}$
 $Z_r = 15.46 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -5.5 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 0.87 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1220.69 \text{ cm}^4$
 $I_z = 115.08 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 9505.02 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$$M_{y'} = 9,30 \times \cos(27,8 - 5,5) + 3,13 \times \sin(27,8 - 5,5) = 9,79 \text{ kNm}$$

$$M_{z'} = -9,30 \times \sin(27,8 - 5,5) + 3,13 \times \cos(27,8 - 5,5) = -0,63 \text{ kNm}$$

$F_x = 3,81 \text{ kN}$ $M_x = 0,00 \text{ kNm}$
 $F_y = 0,00 \text{ kN}$ $M_y = -9,79 \text{ kNm}$
 $F_z = 0,00 \text{ kN}$ $M_z = 0,63 \text{ kNm}$
 $B_x = 0,00 \text{ kNm}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

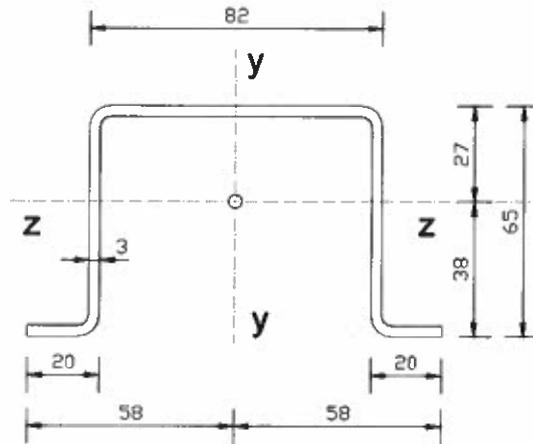
	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	100,92 MPa	-127,98 MPa	0,00 MPa	0,00 MPa
Y lokal	0,00 cm	0,00 cm	0,00 cm	0,00 cm
Z lokal	0,00 cm	22,20 cm	12,87 cm	22,20 cm

$\sigma_{\text{max}} = 127,98 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,33)$

3.3.3. DECKENTRÄGER 3 mm

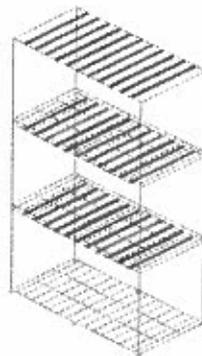
Querschnittsdimension:

$t = 3 \text{ mm}$



Material: S235JR ; $f_{yb} = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 360 \text{ MPa}$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

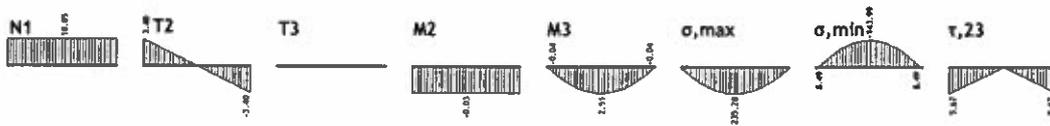
Träger
3. 82/65/3



Satz der numerischen Daten
Träger (3)

Innere Kräfte und Momente:

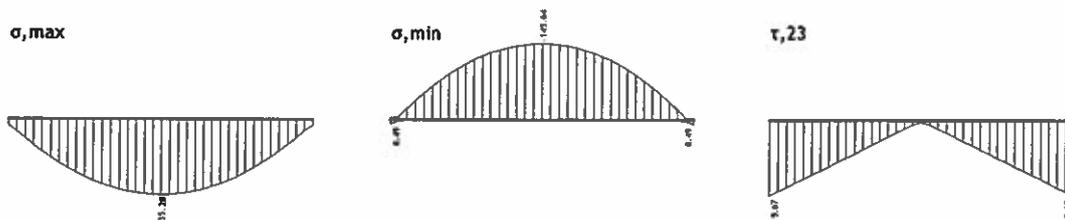
Belastung 10: $1.35xI + 1.35xII + 1.5xIII + 1.05xIV + 0.9xV$



Trägerbeanspruchung: (1242-1316)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (1242-1316)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$\sigma_{max} = 235,28 \text{ MPa} \approx f_{yd} = 235 \text{ MPa} \quad (1,00)$

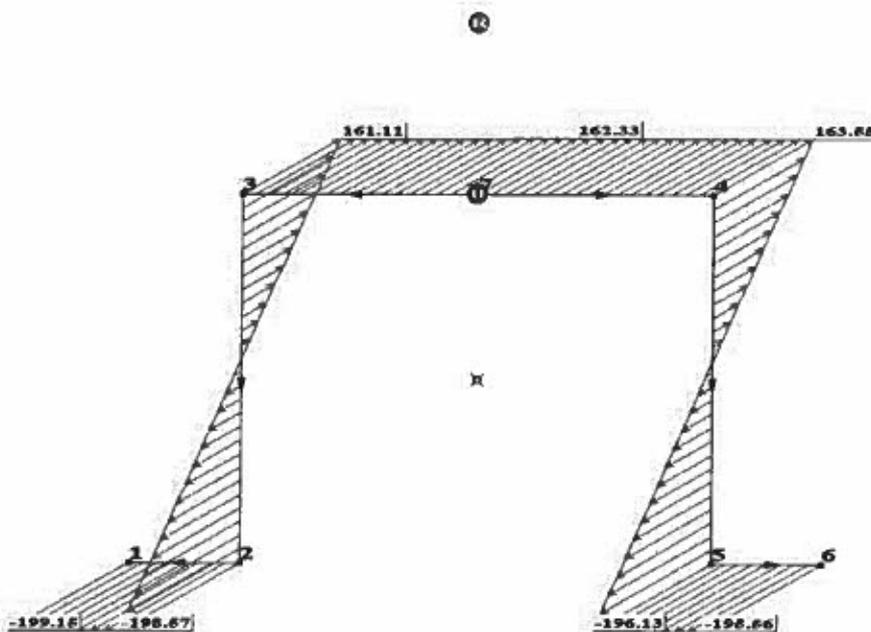
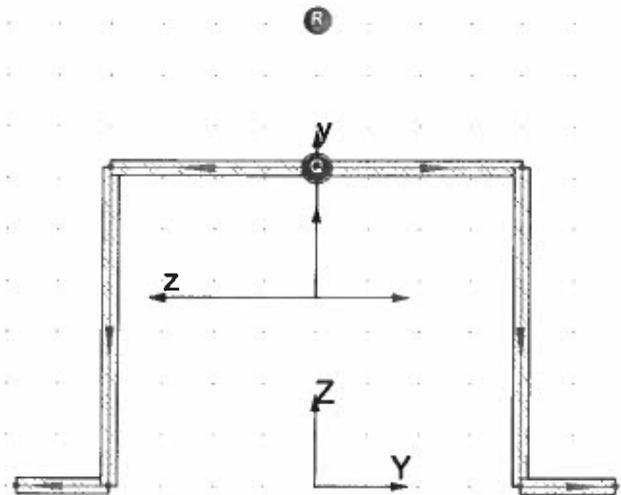
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 7.20 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 0.0 \text{ cm}$
 $Z_c = 3.7 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -0.0 \text{ cm}$
 $Z_r = 9.1 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = 90.0 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 0.21 \text{ cm}^4$
 $I_y = 98.57 \text{ cm}^4$
 $I_z = 43.06 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 351.93 \text{ cm}^6$

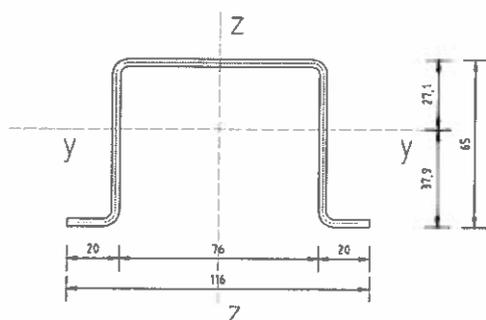


Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 10.05 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = -2.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	163.55 MPa	-199.15 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	3.95 cm	-5.80 cm	-3.95 cm	3.95 cm
Z lokal	6.20 cm	0.00 cm	0.00 cm	6.20 cm

ZUSATZKONTROLLE DES DACHQUERTRÄGERS – SPANNWEITE 2,435 m, RASTER 0,63 m

Querschnittsdimension:

$$A = 7,20 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 43,266 \text{ cm}^4 \quad W_{y,d} = 43,266/3,79 = 11,42 \text{ cm}^3, \quad W_{y,g} = 43,266/2,71 = 15,97 \text{ cm}^3$$

Belastungsanalyse:

$$\text{Abstand der Träger: } a = 0,626 \text{ m}$$

$$\text{Eigengewicht: } g = 7,20 / 100^2 \times 78,5 = 0,06 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ständige Lasten, Decke: } \Delta g = 0,31 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswert der Trägergesamtlast:

$$q_{Ed} = 1,35 \times (0,06 + 0,31 \times 0,626) + 1,5 \times 2,6 \times 0,626 = 2,78 \text{ kN/m}$$

$$q_{Ed,1} = 1,00 \times (0,06 + 0,31 \times 0,626) + 1,00 \times 2,60 \times 0,626 = 1,88 \text{ kN/m}$$

Innere Kräfte und Momente:

$$\text{KGS: } M_{Ed} = q_{Ed} \times l^2/8 = 2,78 \times 2,40^2/8 = 2,00 \text{ kNm}$$

$$\text{GSU: } M_{Ed,1} = q_{Ed,1} \times l^2/8 = 1,88 \times 2,40^2/8 = 1,35 \text{ kNm}$$

Spannungskontrolle:

$$\sigma_{\max} = M_{Ed} / W_{y,\min} \leq f_{yd} = 23,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{\max} = 200 / 11,42 = 17,51 < 23,5 \text{ kN/cm}^2 \quad (0,75)$$

Durchbiegungskontrolle

$$f = 5/48 \times M \times l^2 / (E \times I_y) \leq f_{dop}$$

$$f_{\max} = 5/48 \times 135 \times 240^2 / (21000 \times 43,266) = 0,89 \text{ cm} < f_{dop} = L/250 = 0,96 \text{ cm}$$

Bei Containerbreite $B = 2,435 \text{ m}$ können die Dachquerträger mit einem Achsenabstand von $0,63 \text{ m}$ ausgeführt werden.

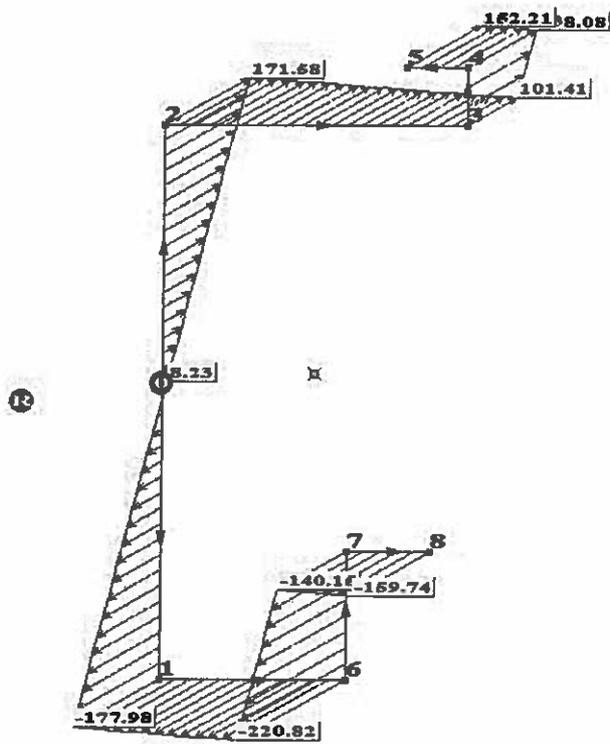
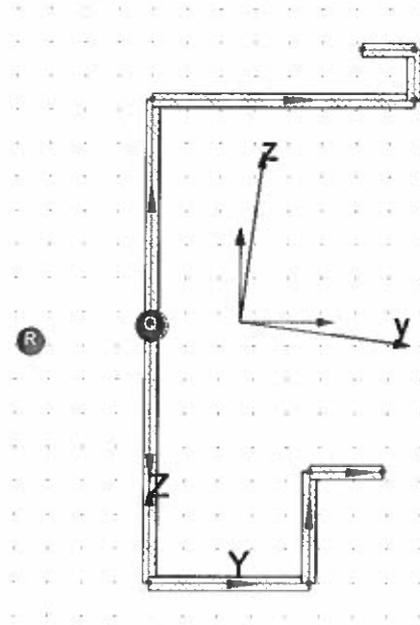
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche A = 14.08 cm²
 Schwerpunkt Yc = 2.6 cm
 Zc = 7.7 cm
 Schubmittelpunkt Yr = -3.6 cm
 Zr = 7.1 cm

Hauptsystem

Winkel alpha = -7.7 Deg
 Trägheitsmomente Ix = 0.71 cm⁴
 Iy = 491.44 cm⁴
 Iz = 97.36 cm⁴
 Iom = 4676.57 cm⁶



Kraftangriff im Querschnitt

Fx = -17.81 kN Mx = 0.00 kN*m
 Fy = 0.00 kN My = 11.30 kN*m
 Fz = 0.00 kN Mz = 1.20 kN*m
 Bx = 0.00 kN*m²

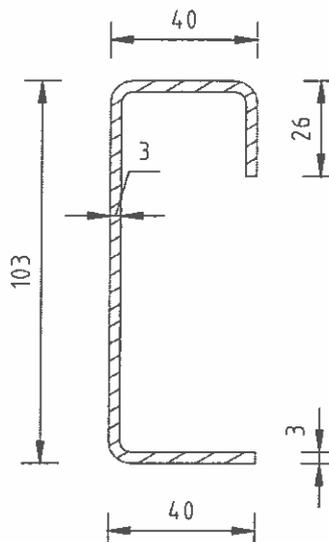
Extreme Spannungen im Querschnitt

	sx max	sx min	t max	t min
Spannungen	171.58 MPa	-220.82 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	4.70 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	14.30 cm	0.00 cm	7.62 cm	14.30 cm

3.3.5. BODENTRÄGER [103/40/3 mm

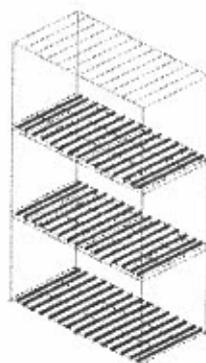
Querschnittsdimension:

t = 3 mm



Material: S235JR ; $f_{yb} = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 360 \text{ MPa}$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

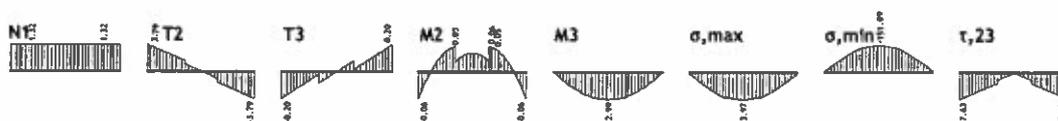
Träger
5. [103/40/3]



Satz der numerischen Daten
Träger (5)

Innere Kräfte und Momente:

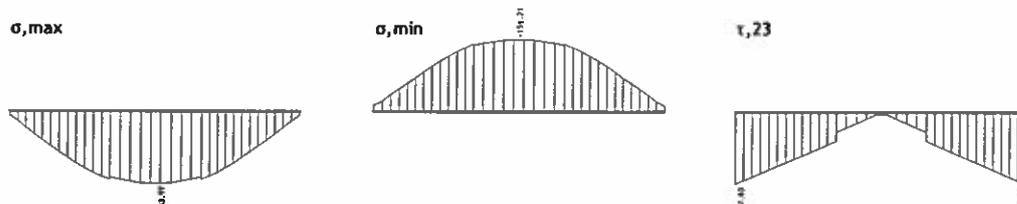
Belastung 12: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV



Trägerbeanspruchung: (71-272)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (71-272)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$\sigma_{max} = 183,97 \text{ MPa} < f_{yd} = 235,0 \text{ MPa} \quad (0,78)$

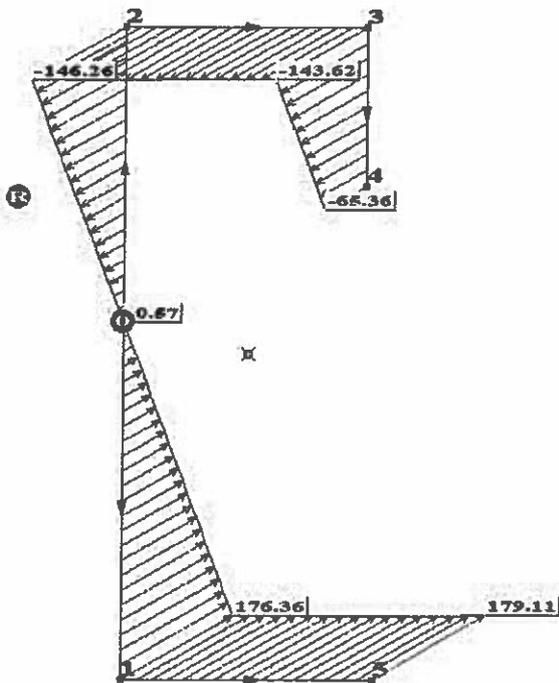
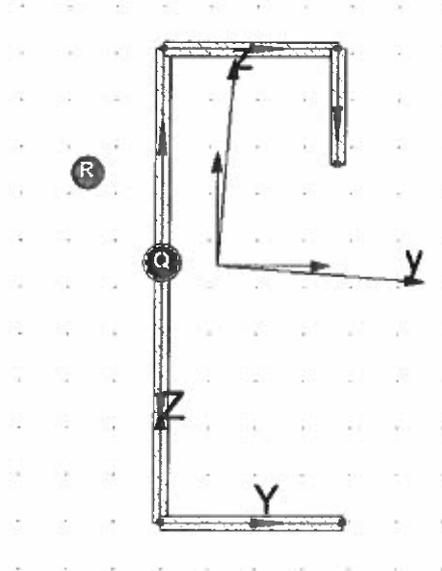
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 6.03 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 1.2 \text{ cm}$
 $Z_c = 5.5 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -1.6 \text{ cm}$
 $Z_r = 7.5 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -4.6 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 0.17 \text{ cm}^4$
 $I_y = 94.08 \text{ cm}^4$
 $I_z = 12.22 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 266.76 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 1.32 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -2.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = -0.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

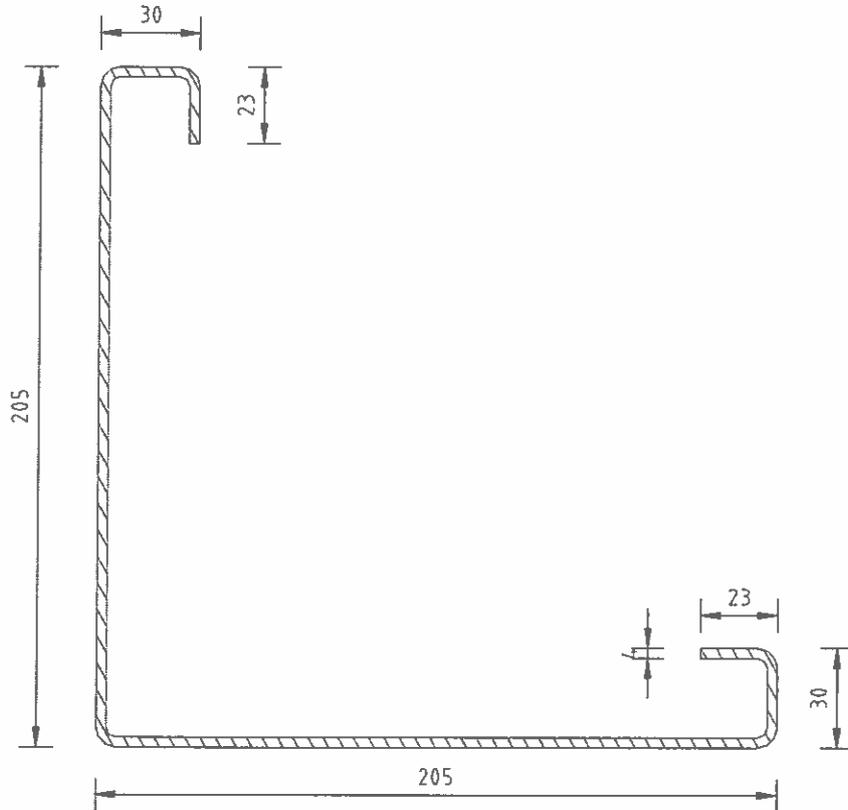
Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	179.11 MPa	-146.26 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	0.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	0.00 cm	5.54 cm	5.54 cm	10.10 cm

3.3.6. STÜTZE 4 mm

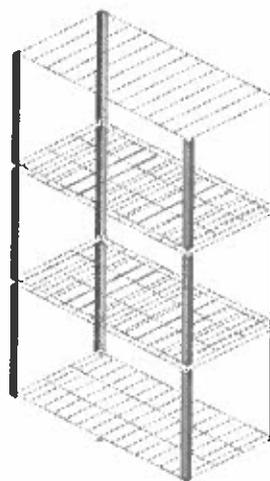
Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

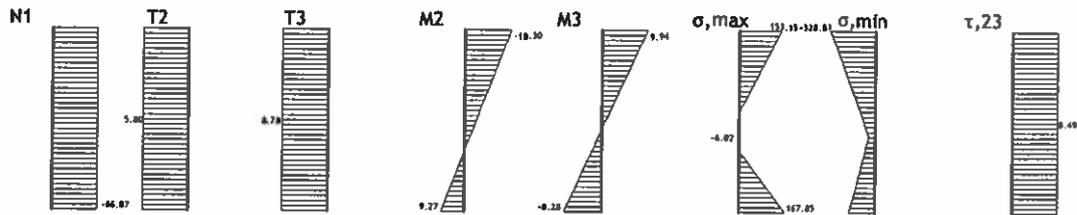
Träger	
7. ST1	205/205/4
8. ST2	205/205/4



Satz der numerischen Daten
Träger (7,8)

Innere Kräfte und Momente:

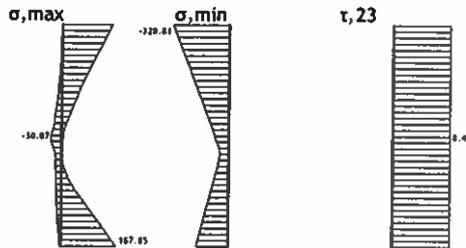
Belastung 19: 1.35xI+ 1.35xII+ 0.75xIII+ 1.05xIV+ 1.5xV



Trägerbeanspruchung: (622-992)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (622-992)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$\sigma_{max} = 328,81 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,85)$

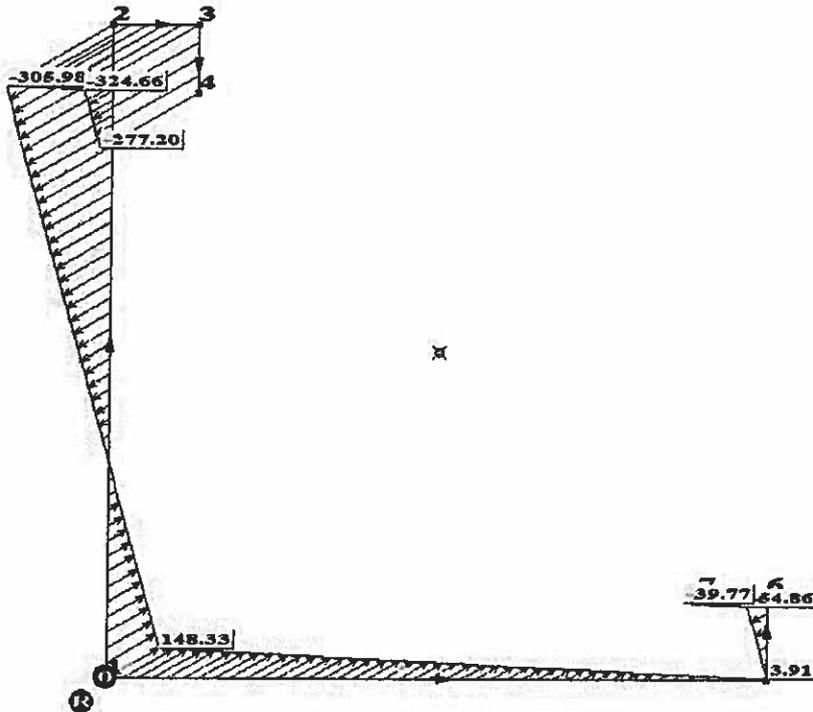
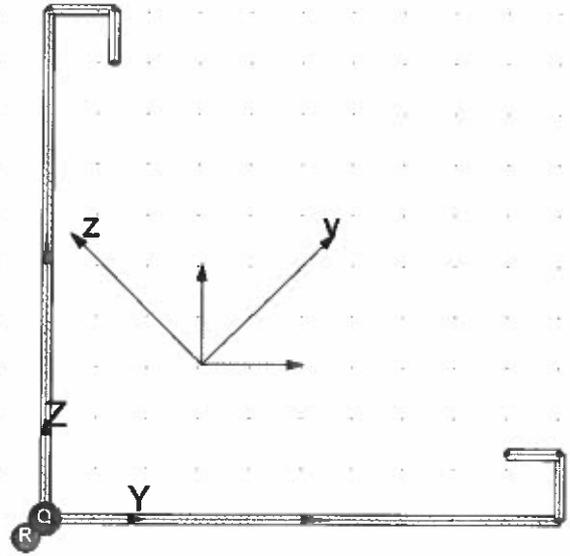
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 19.84 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 6.1 \text{ cm}$
 $Z_c = 6.1 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -0.7 \text{ cm}$
 $Z_r = -0.7 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = 45.0 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 1.03 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1678.66 \text{ cm}^4$
 $I_z = 471.91 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 5091.73 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = -66.87 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -18.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 9.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	148,33 MPa	-324,66 MPa	0,00 MPa	0,00 MPa
Y lokal	0,00 cm	2,60 cm	0,00 cm	18,00 cm
Z lokal	0,00 cm	20,10 cm	20,10 cm	2,60 cm

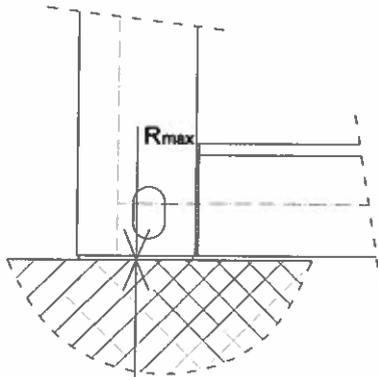
3.4. AUFLAGERKRÄFTE

Die Aufstellung der Containerauflager soll auf den Fundamentblöcken erfolgen.

Die Fundamentabmessungen sind von der Bodentragfähigkeit und Etagenanzahl der Container abhängig.

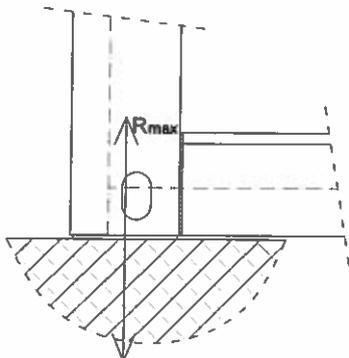
3.4.1. CONTAINER 1 x 1

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{max}(R3) = 34,81 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{min}(R3) = -4,42 \text{ kN}$$

$$H = 10,81 \text{ kN}$$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 4,42 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,09)$$

Querkrafttragfähigkeit:

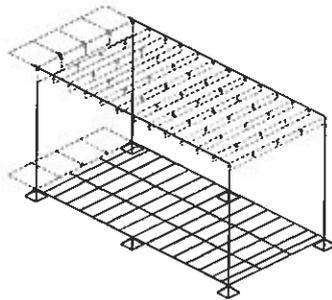
$$F_{v,Ed} = 10,81 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,34)$$

Fundamentblockabmessungen :

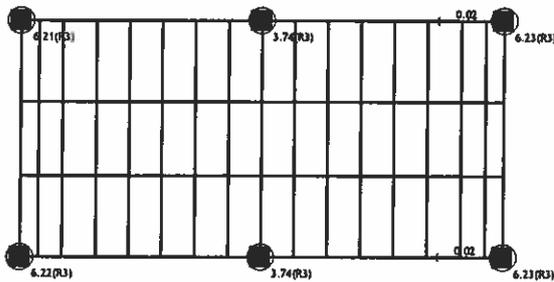
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

Statische Berechnung

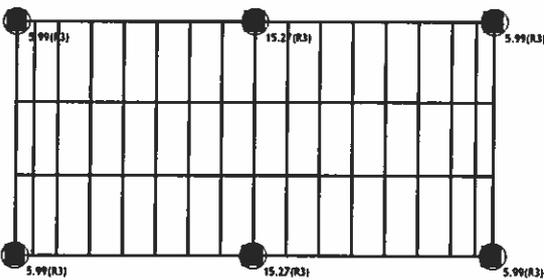
Belastung 5: Windlasten 0



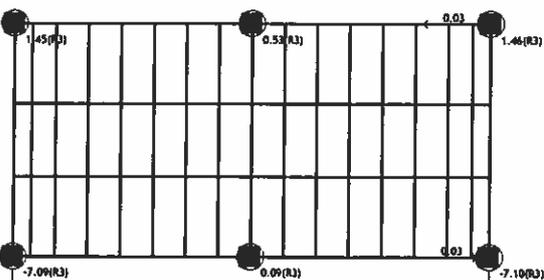
Isometrie
Belastung 23: I+II



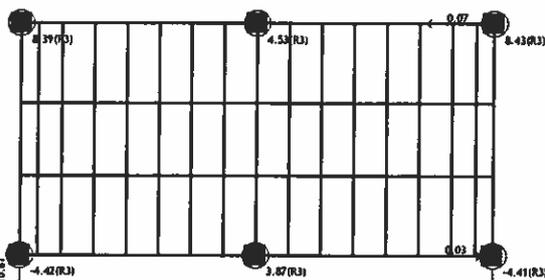
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 0

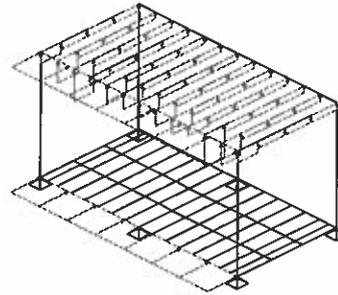


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xVI

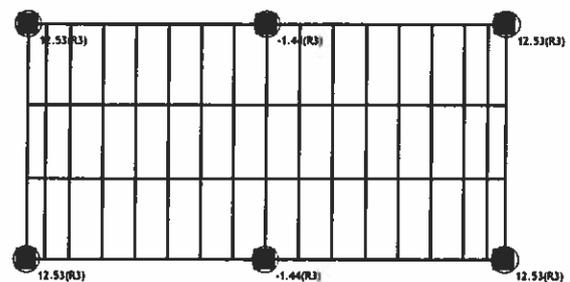


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

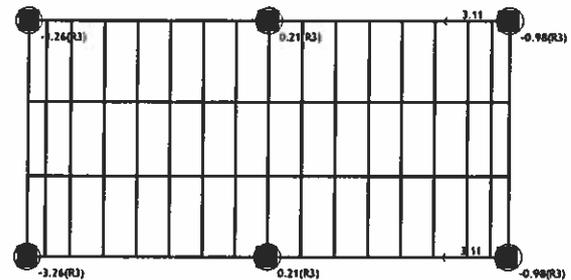
Belastung 6: Windlasten 90



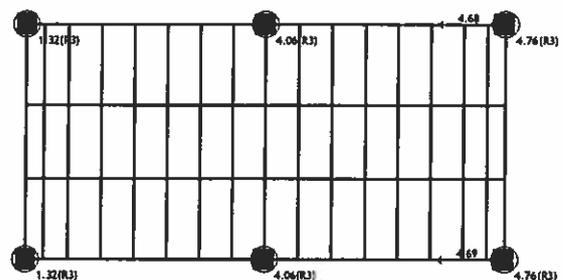
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



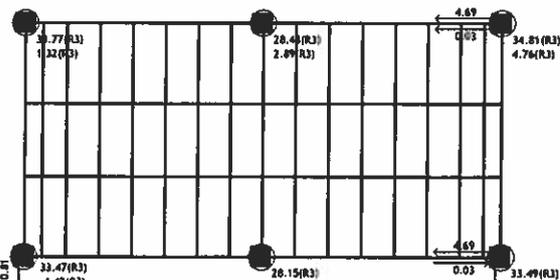
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



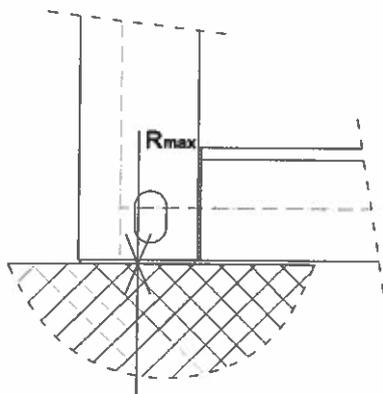
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

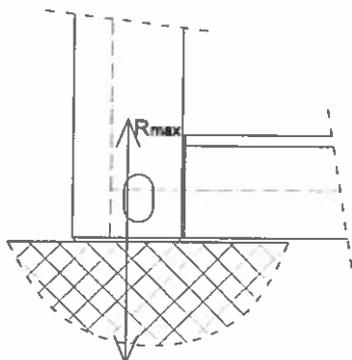
3.4.2. CONTAINER 2 x 2

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{\max}(R3) = 58,03 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{\min}(R3) = - 1,89 \text{ kN}$$

$$H = 10,83 \text{ kN}$$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 1,89 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,04)$$

Querkrafttragfähigkeit:

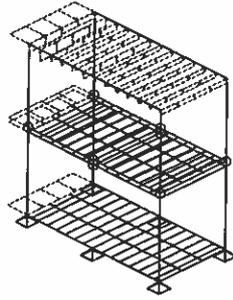
$$F_{v,Ed} = 10,83 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,34)$$

Fundamentblockabmessungen :

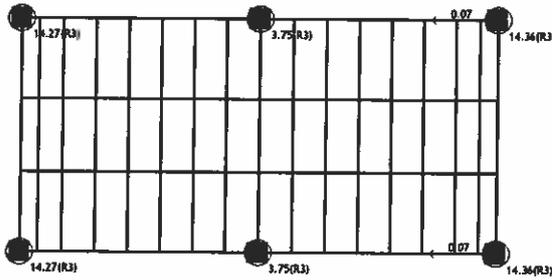
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

Statische Berechnung

Belastung 5: Windlasten 0

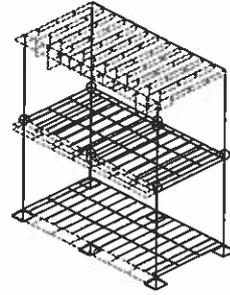


Isometrie
Belastung 23: I+II

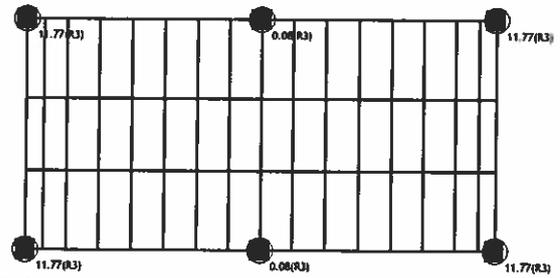


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten

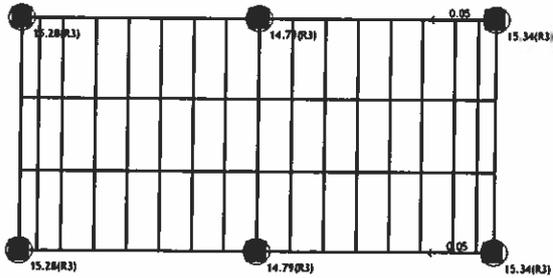
Belastung 6: Windlasten 90



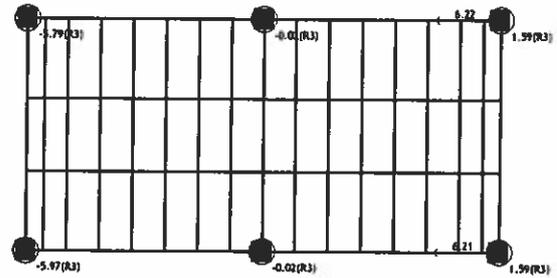
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



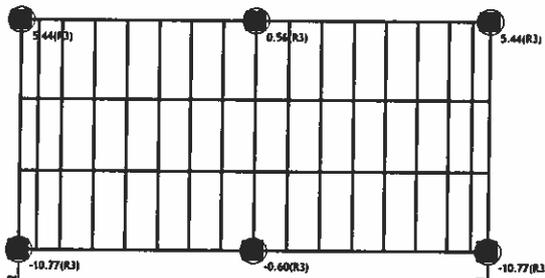
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



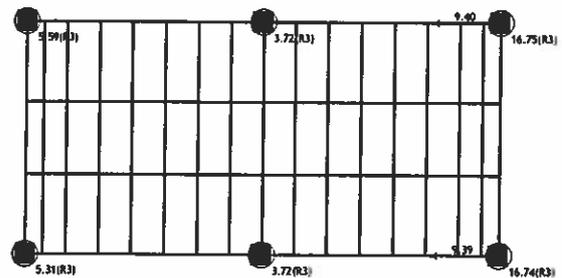
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90



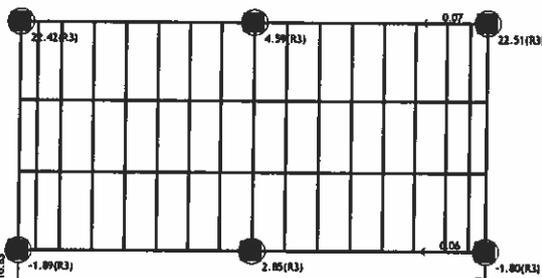
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



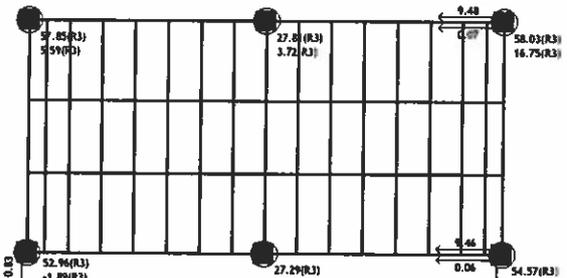
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xV



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



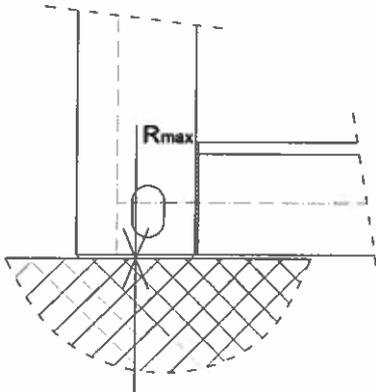
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

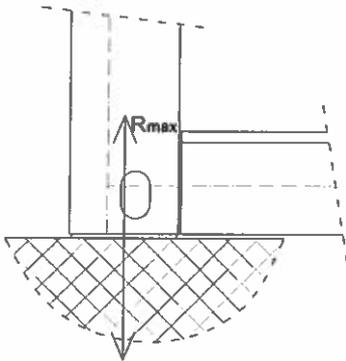
3.4.3. CONTAINER 3 x 3

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{\max}(R3) = 85,42 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{\min}(R3) = - 2,33 \text{ kN}$$

$$H = 12,11 \text{ kN}$$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 2,33 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,05)$$

Querkrafttragfähigkeit:

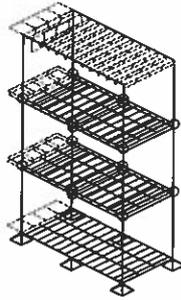
$$F_{v,Ed} = 12,11 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,38)$$

Fundamentblockabmessungen :

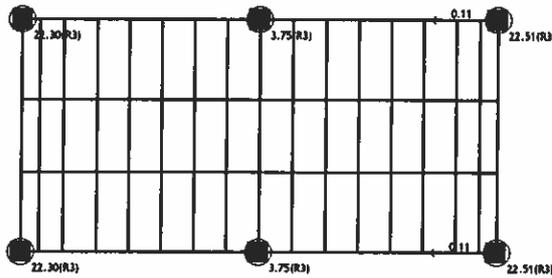
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

Statische Berechnung

Belastung 5: Windlasten 0

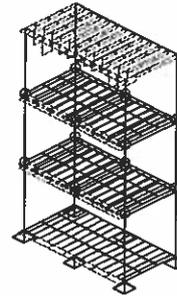


Isometrie
Belastung 23: I+II

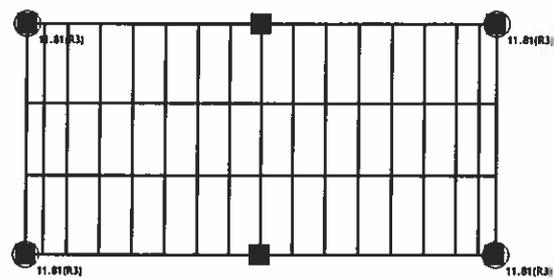


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten

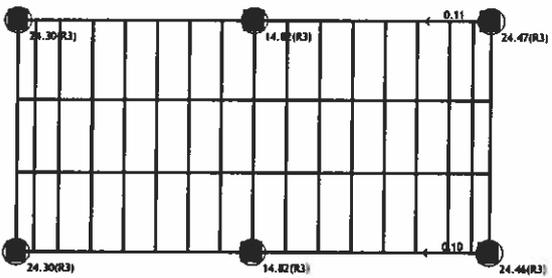
Belastung 6: Windlasten 90



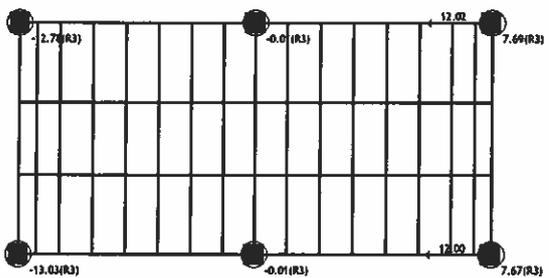
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



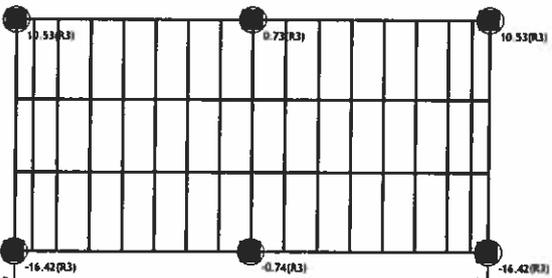
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



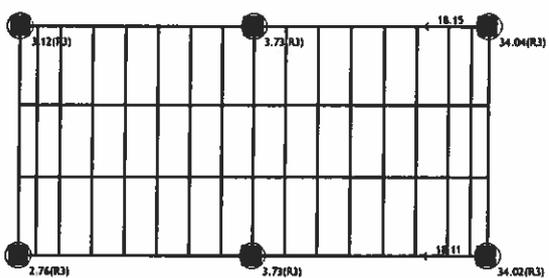
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90



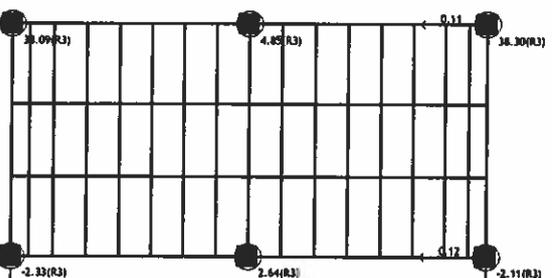
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



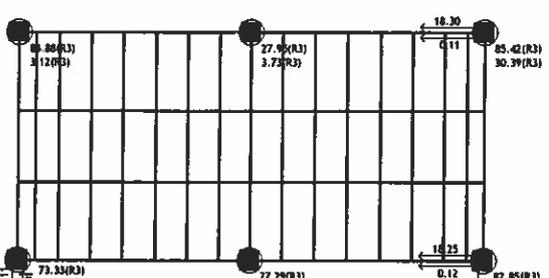
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xV



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

4. CONTAINERANLAGE IN DER WINDLASTZONE 4

4.1. EINWIRKUNGEN

A. (1) EIGENGEWICHT DER KONSTRUKTION (von Programm intern ermittelt)

B. (2) STÄNDIGE LASTEN

G. DECKE :

- Stahl-Trapezblech 40/183 verzinkt 0,75 mm:		= 0,08 kN/m ²
- PU Schaum (40 kg/m ³) 100 mm:	0,10 x 0,40	= 0,04 kN/m ²
- Systempaneel MW 60mm:		= 0,19 kN/m ²
		= 0,31 kN/m²

H. BODEN:

- Bodenbelag PVC 2,5 mm:		= 0,04 kN/m ²
- Zementgebundene Spanplatte 22 mm:	0,022 x 13,50	= 0,30 kN/m ²
- Dampfsperre		= 0,01 kN/m ²
- PU Schaum (40 kg/m ³) 180 mm:	0,18 x 0,40	= 0,07 kN/m ²
- Profiliertes Abschlussblech 0,55 mm:	<u>5,5x10⁻⁴</u> x 78,5	= 0,04 kN/m ²
		= 0,46 kN/m²

I. WÄNDE:

- Paneele PU 50 mm		= 0,12 kN/m²
--------------------	--	--------------------------------

C. (3) SCHNEELASTEN

Schneelastzone 3: $s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$

$s_k = 1,10 \text{ kN/m}^2$; $\mu_1 = 0,8$

$s = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,10 = 0,88 \text{ kN/m}^2 < 1,50 \text{ kN/m}^2$

Vorgabe Auftraggeber: Dachlast $s = 1,50 \text{ kN/m}^2$

D. (4) NUTZLASTEN

Nutzlast auf dem Boden des Raummodules im Erdgeschoss: $q = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Nutzlast auf dem Boden des Raummodules im 1. und 2. Obergeschoss: $q = 2,00 \text{ kN/m}^2$

E. (5) WINDLASTEN

Windlastzone 4, Geländekategorie I

Basiswindgeschwindigkeit: $v_{b,0} = 29,90 \text{ m/s}$

$v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,0 \times 1,0 \times 29,90 = 29,90 \text{ m/s}$

Bezugsstaudruck : $q_p(z) = C_e(z) \times q_p$

$q_p = 1/2 \times \rho \times v_b^2 = 1/2 \times 1,25/1000 \times 29,90^2 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

$q_p(z) = 2,3 \times q_p \times (z / 10)^{0,27}$ für $4 \text{ m} < z \leq 50 \text{ m}$

$z = 2 \times 3,14 = 6,28 \text{ m}$

$q_p(z) = 2,3 \times 0,56 \times (6,28 / 10)^{0,27} = 2,03 \times 0,56 = 1,14 \text{ kN/m}^2$

Windlast:

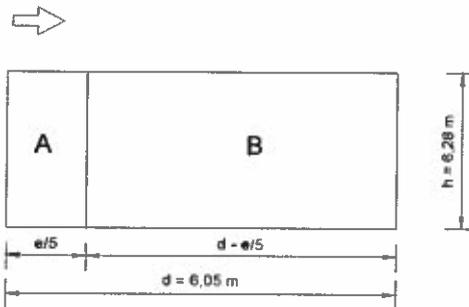
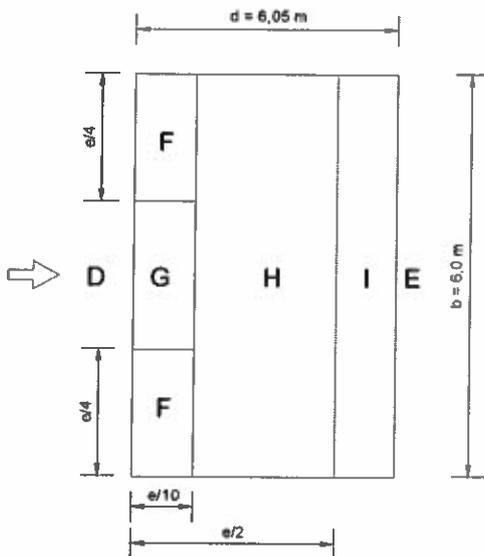
Für Außenflächen: $w_e = q_p(z) \times C_{pe}$

Windlast auf die Innenflächen ist nicht im Betracht genommen.

Wind $\theta = 0^\circ$

Die Koeffizienten für die äußere Oberfläche: $h/d = h/d = 6,28 / 6,05 = 1,04$

$b_{min} = 2 \times 3,0 = 6,0 \text{ m}$ $e = \min \left\{ \begin{array}{l} b = 6,00 \text{ m} \\ 2h = 2 \times 6,28 = 12,56 \text{ m} \end{array} \right.$
 $d_{min} = 6,05 \text{ m}$
 $h = 2 \times 3,14 = 6,28 \text{ m}$
 $e = d$



Flachdächer:

- F: $C_{pe}(F) = - 2,50$
- G: $C_{pe}(G) = - 1,80$
- H: $C_{pe}(H) = - 0,70$
- I: $C_{pe}(I) = - 0,60$

Vertikale Wände:

- $C_{pe}(A) = - 1,20$
- $C_{pe}(B) = - 0,80$
- $C_{pe}(D) = + 0,80$
- $C_{pe}(E) = - 0,50$

Windlast:

Flachdächer:

$$w_e(-F) = - 2,50 \times 1,14 = - 2,85 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(-G) = - 1,80 \times 1,14 = - 2,05 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(-H) = - 0,70 \times 1,14 = - 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(-I) = - 0,60 \times 1,14 = - 0,68 \text{ kN/m}^2$$

Vertikale Wände:

$$w_e(A) = - 1,20 \times 1,14 = - 1,37 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(B) = - 0,80 \times 1,14 = - 0,91 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(D) = + 0,80 \times 1,14 = + 0,91 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e(E) = - 0,50 \times 1,14 = - 0,57 \text{ kN/m}^2$$

Bemerkung:

Bei der Berechnung der Konstruktionstragfähigkeit ist die Windsogwirkung vernachlässigt (günstige Einwirkung) – Punkt 4.2.

Bei der Berechnung der Auflagerkräfte und Verankerung ist die Windsogwirkung in Betracht genommen - Punkt 4.4.

F. (6) IMPERFEKTION

$$\Phi = \Phi_0 \times \alpha_h \times \alpha_m$$

$$\Phi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 2 / \sqrt{h} = 2 / \sqrt{6,28} = 0,798$$

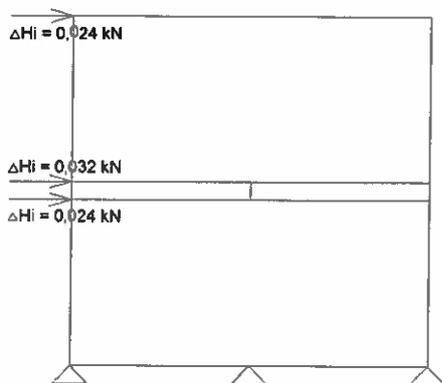
$$2/3 \geq \alpha_h \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{(0,5 \times (1 + 1/m))} = \sqrt{(0,5 \times (1 + 1/2))} = 0,86$$

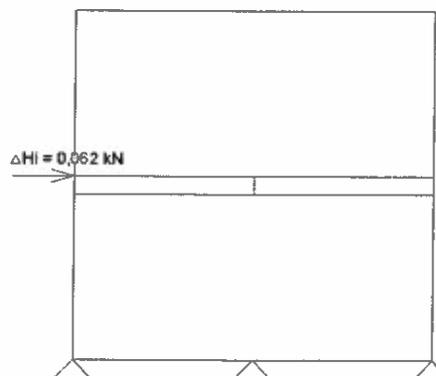
$$\Phi = 1/200 \times 0,798 \times 0,86 = 1 / 291$$

Gleichwertige Horizontalkraft: $\Delta H_i = \Phi \times \Delta N_i$ (kN)

G



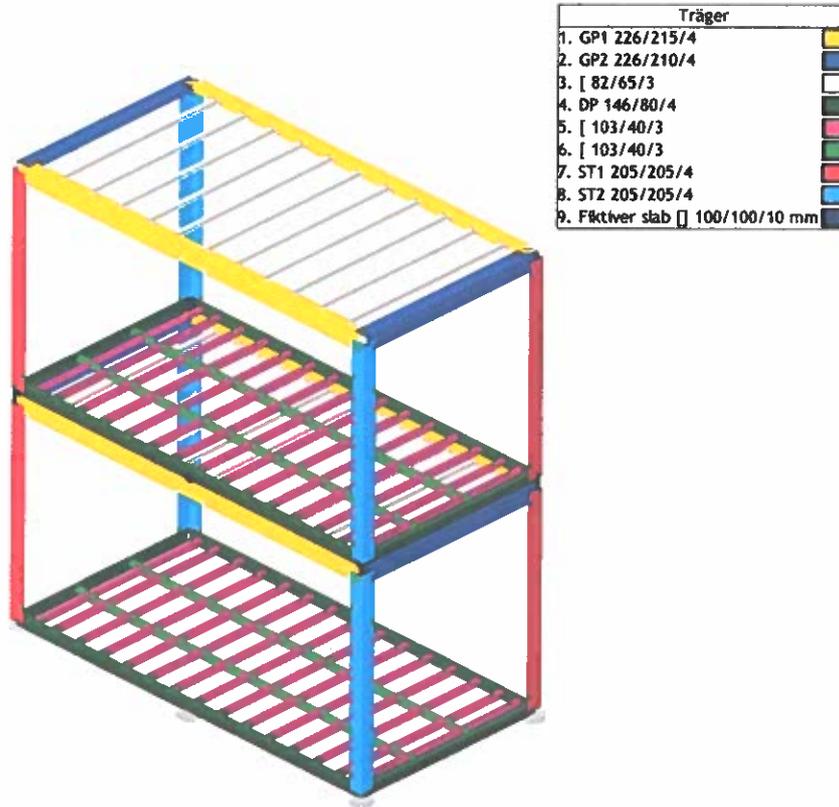
Q



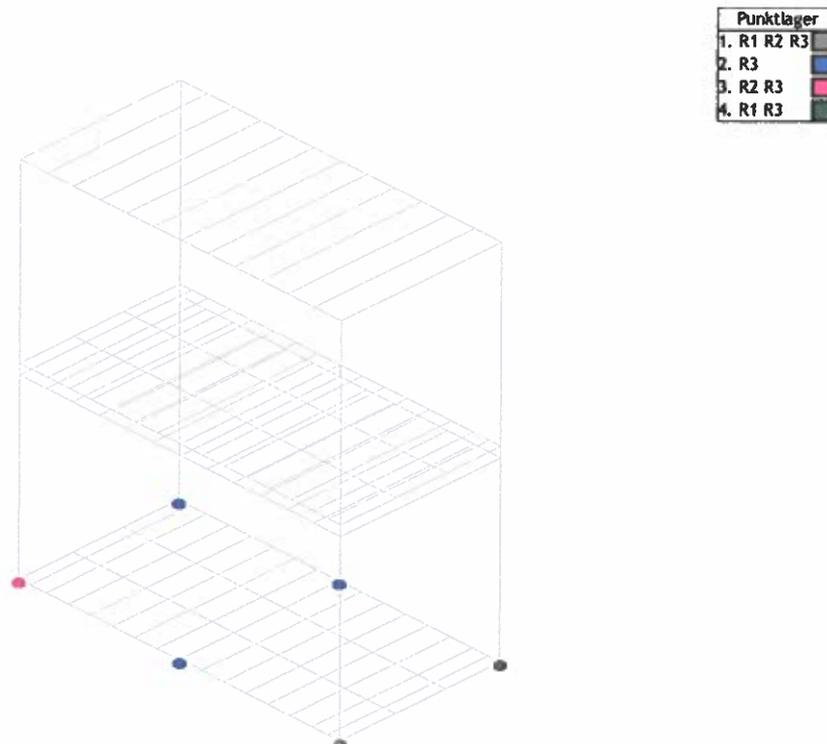
4.2. MODELL DER TRAGENDEN KONSTRUKTION

Eingabedaten – Tragwerk

Die geometrischen Daten des Tragwerkmodells sind gleich wie bei Punkt 2.2. (Seite 16)



Satz der numerischen Daten
Träger (1-9)



Satz der numerischen Daten
Punktlager (1-4)

Eingabedaten - Belastung

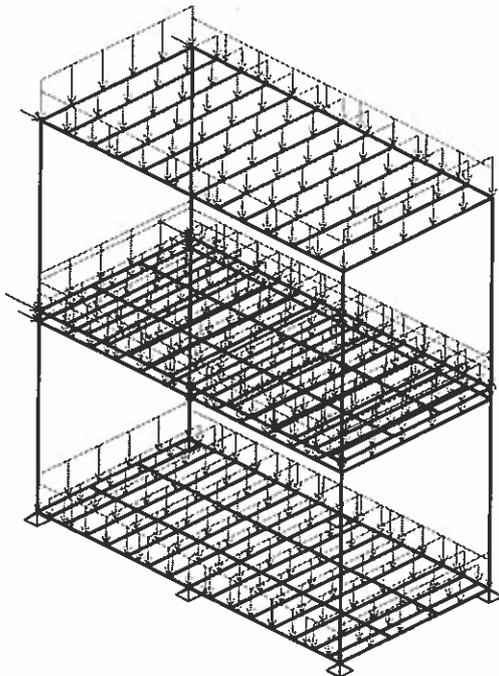
Lastfallliste

No	Titel	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Eigengewicht (g)	0.00	0.00	-23.31
2	Ständige Lasten	0.14	0.00	-41.62
3	Schneelasten	0.00	0.00	-27.25
4	Nutzlasten	0.12	0.00	-90.82
5	Windlasten 0	27.92	0.00	0.00
6	Windlasten 90	0.00	28.18	0.00
7	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII	0.19	0.00	-87.66
8	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII	0.19	0.00	-128.53
9	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV	0.32	0.00	-223.89
10	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV+0.9xV	25.45	0.00	-223.89
11	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.05xIV+0.9xVI	0.32	25.36	-223.89
12	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV	0.38	0.00	-223.89
13	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.9xV	25.51	0.00	-223.89
14	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+0.9xV	25.51	0.00	-244.33
15	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+	0.38	25.36	-223.89

	+1.5xIV+0.9xVI			
16	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.5xIV+0.9xVI	0.38	25.36	-244.33
17	LFKomb.: I+II+1.5xV	42.03	0.00	-64.93
18	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xV	42.08	0.00	-87.66
19	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xV	42.21	0.00	-203.46
20	LFKomb.: I+II+1.5xVI	0.14	42.27	-64.93
21	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xVI	0.19	42.27	-87.66
22	LFKomb.: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xVI	0.32	42.27	-203.46
23	LFKomb.: I+II	0.14	0.00	-64.93
24	LFKomb.: I+II+III	0.14	0.00	-92.18
25	LFKomb.: I+II+III+0.7xIV+0.6xV	16.98	0.00	-155.76
26	LFKomb.: I+II+III+0.7xIV+0.6xVI	0.23	16.91	-155.76
27	LFKomb.: I+II+0.5xIII+IV+0.6xV	17.02	0.00	-169.38
28	LFKomb.: I+II+0.5xIII+IV+0.6xVI	0.27	16.91	-169.38
29	LFKomb.: I+II+0.5xIII+0.7xIV+V	28.15	0.00	-142.13
30	LFKomb.: I+II+0.5xIII+0.7xIV+VI	0.23	28.18	-142.13

Belastung 2: Ständige lasten

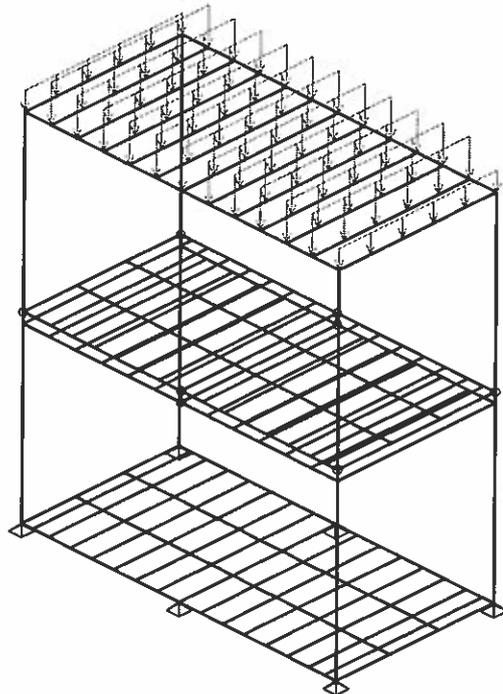
Decke: 0,31 kN/m²
 Boden: 0,46 kN/m²
 Wände: 0,12 kN/m²



Isometrie

Belastung 3: Schneelasten

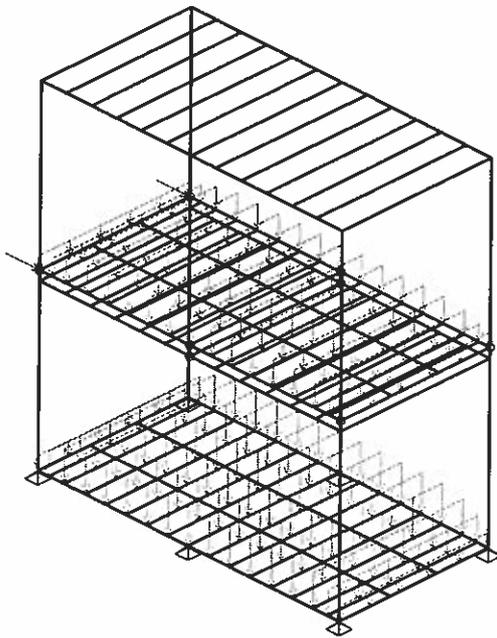
s = 1,50 kN/m²



Isometrie

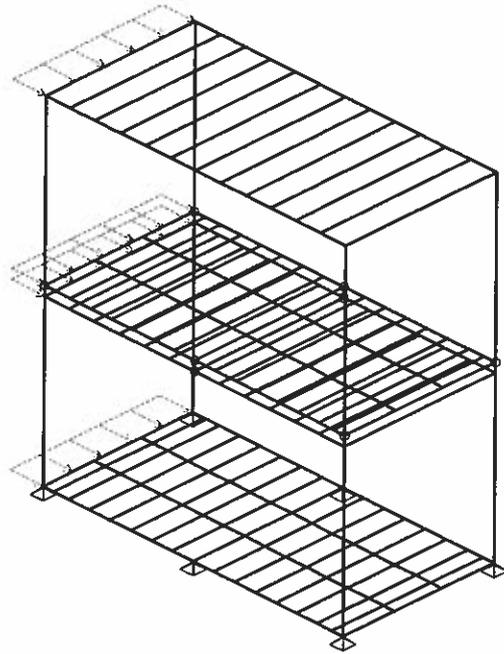
Belastung 4: Nutzlasten

EG: 3,00 kN/m²
OG: 2,00 kN/m²



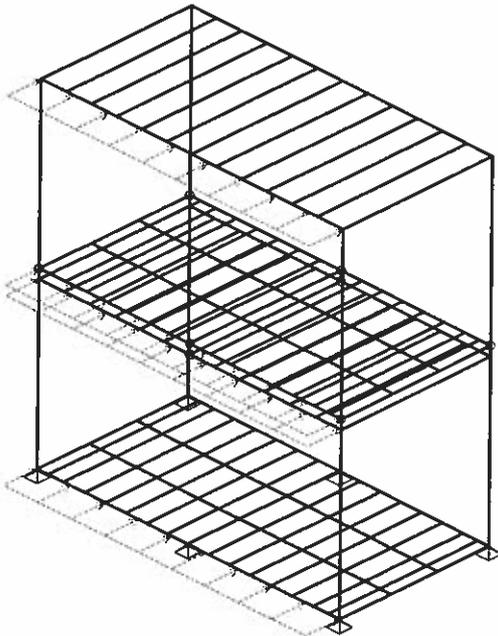
Belastung 5: Windlasten 0

$$wD+E = (0,8 + 0,5) \times (2,03 \times 0,56) = 1,48 \text{ kN/m}^2$$



Isometrie
Belastung 6: Windlasten 90

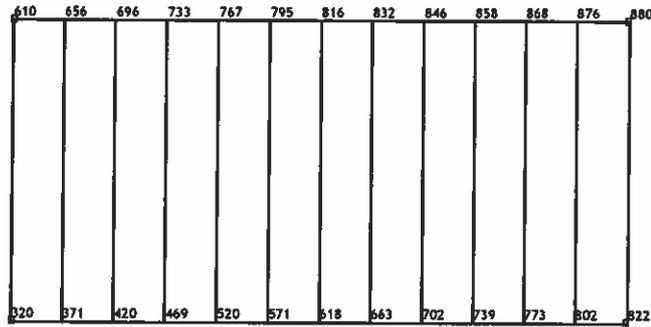
$$wD+E = (0,8 + 0,5) \times (2,03 \times 0,56) / 2 = 0,74 \text{ kN/m}^2$$



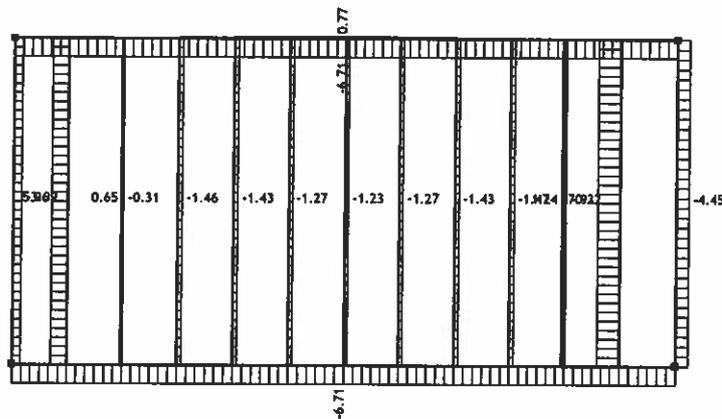
Isometrie

Isometrie

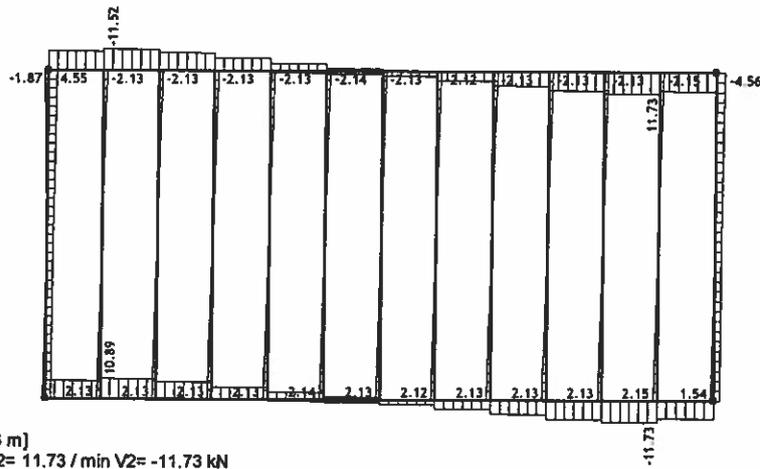
Statische Berechnung



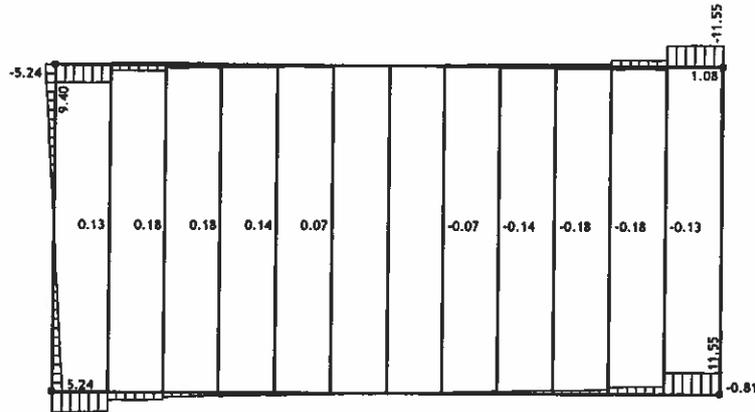
Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max N1= 7.92 / min N1= -6.71 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

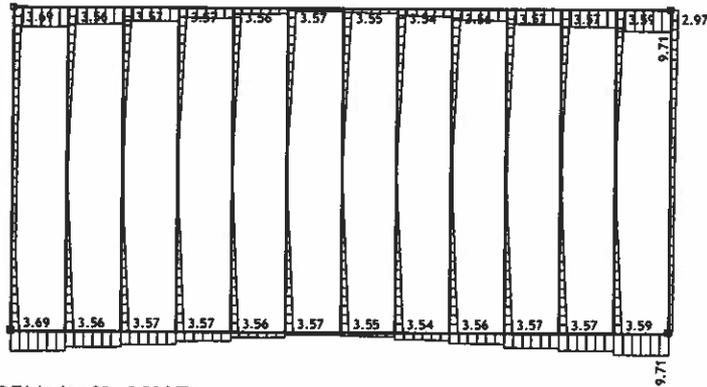


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 11.73 / min V2= -11.73 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

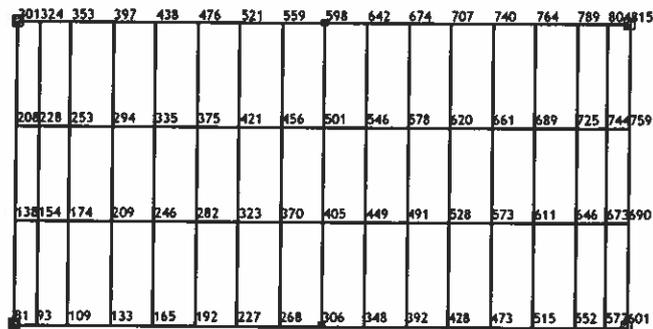


Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 11.55 / min V3= -11.55 kNm

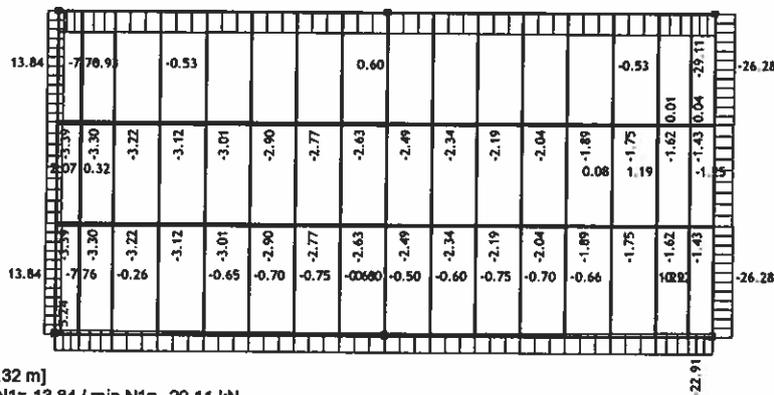
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



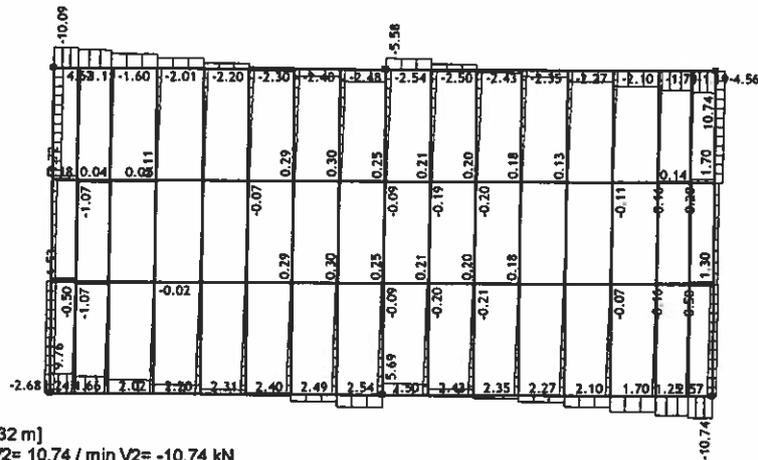
Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max τ_{23} = 9.71 / min τ_{23} = 0.00 MPa



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

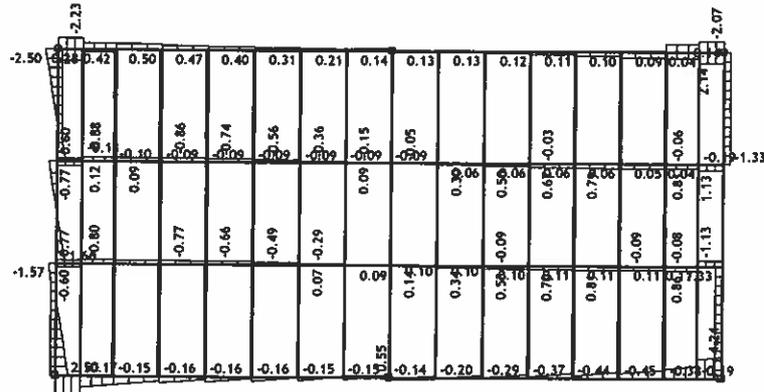


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max N_1 = 13.84 / min N_1 = -29.11 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

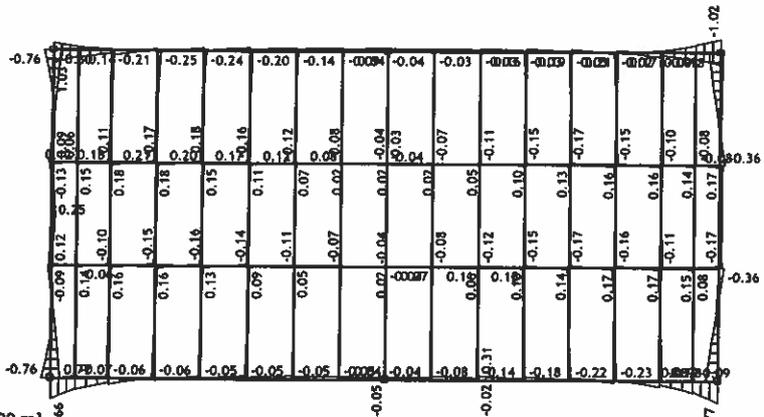


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max V_2 = 10.74 / min V_2 = -10.74 kN

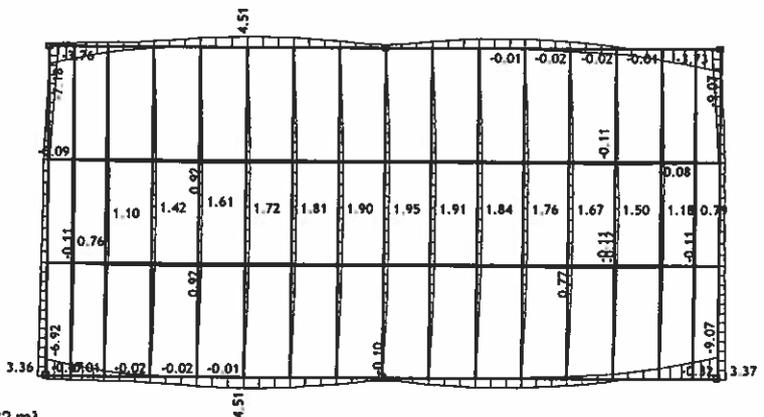
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



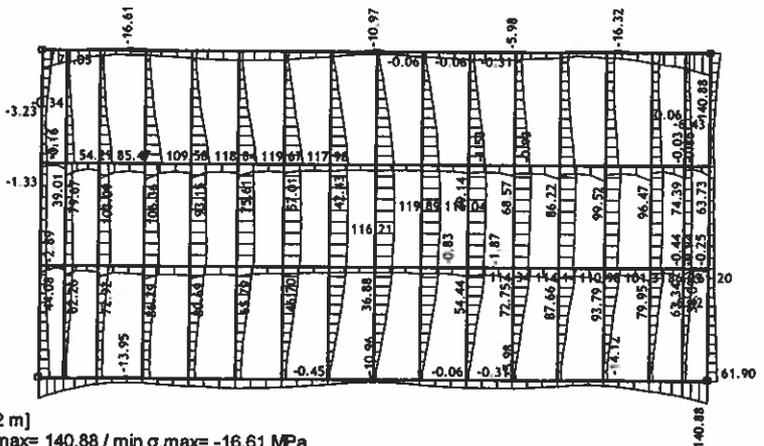
Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 4.24 / min V3= -3.76 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 1.03 / min M2= -1.77 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

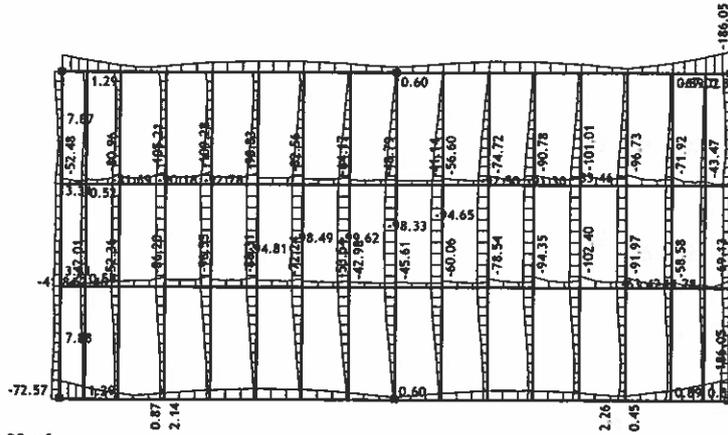


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 4.51 / min M3= -9.07 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

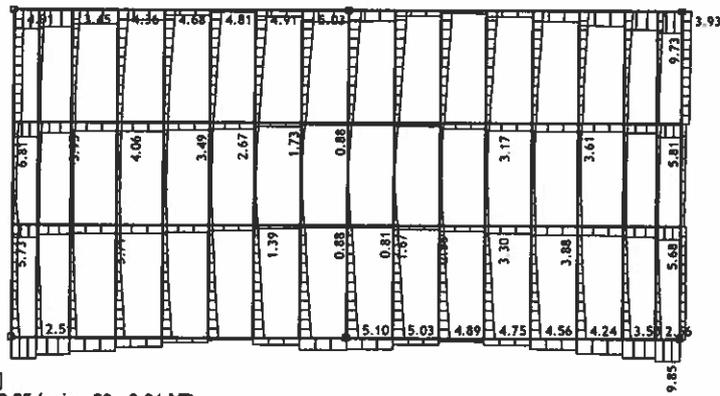


Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max sigma,max= 140.88 / min sigma,max= -16.61 MPa

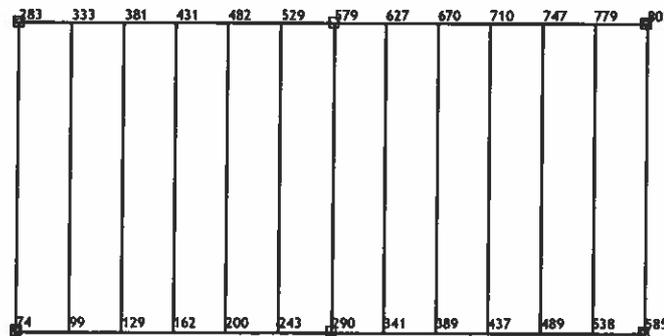
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



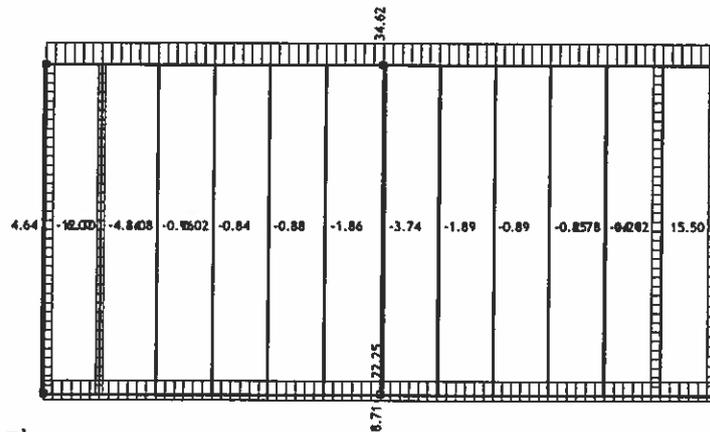
Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max σ , min = 7,88 / min σ , min = -186,05 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max r_{23} = 9,85 / min r_{23} = 0,01 MPa

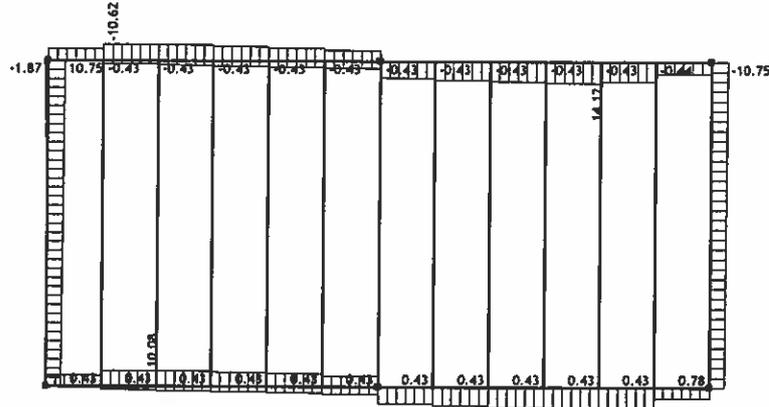


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

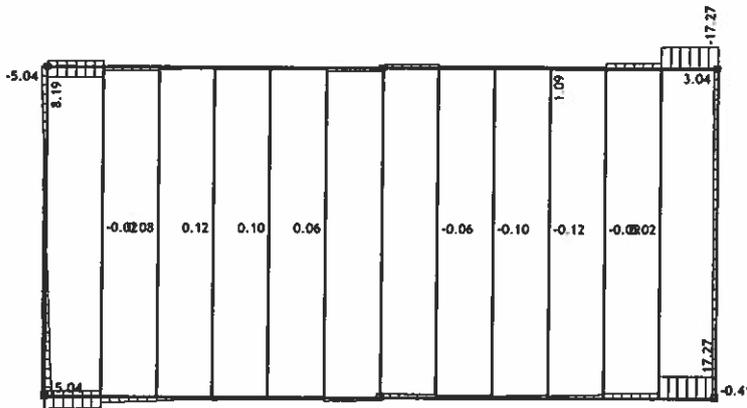


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max N_1 = 34,62 / min N_1 = -12,30 kN

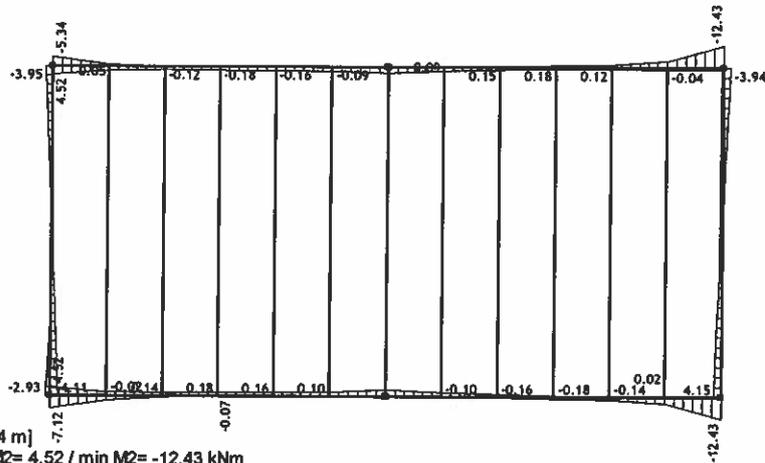
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



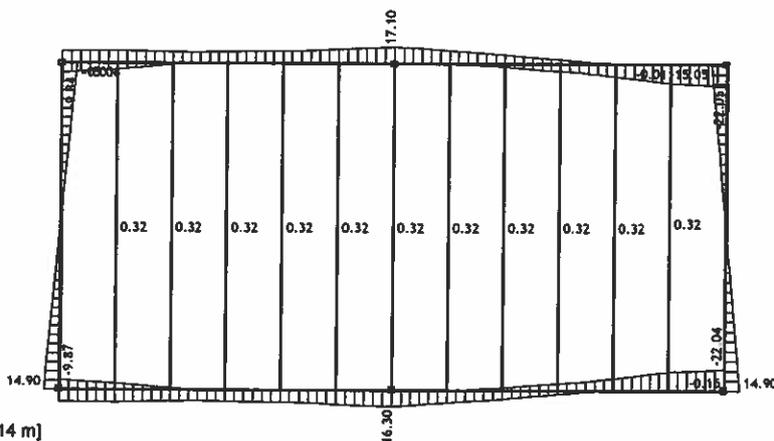
Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 14.12 / min V2= -14.12 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 17.27 / min V3= -17.27 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

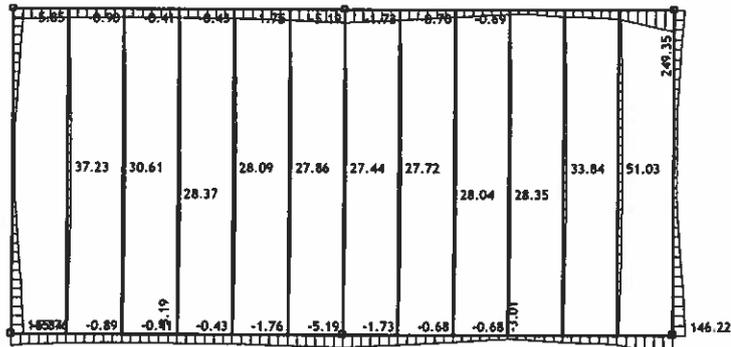


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 4.52 / min M2= -12.43 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

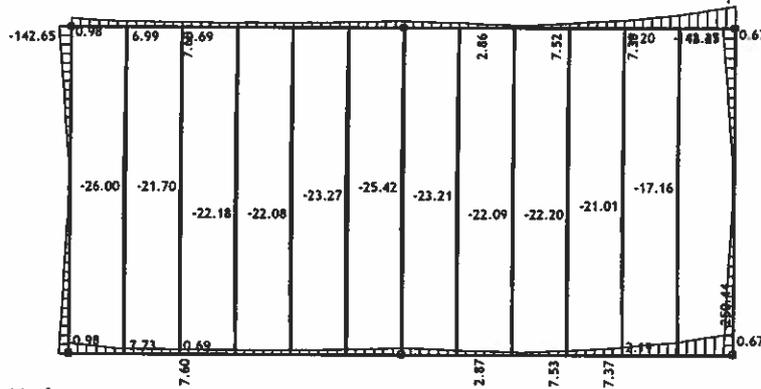


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max M3= 17.10 / min M3= -22.05 kNm

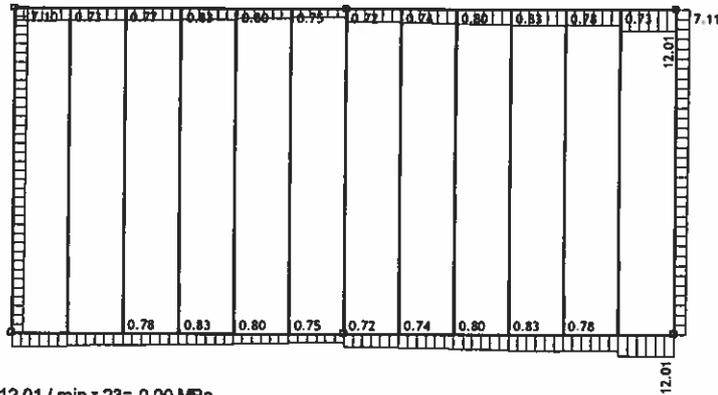
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



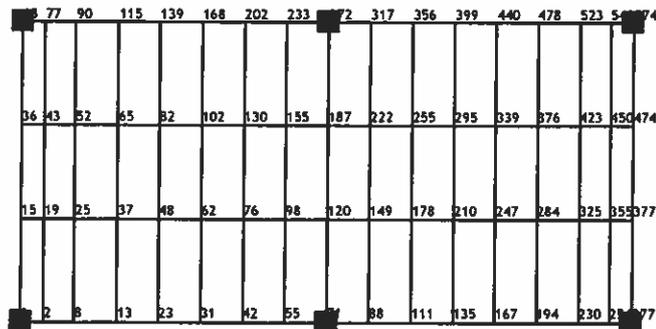
Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max σ , max = 249.35 / min σ , max = -5.85 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max σ , min = 18.25 / min σ , min = -250.47 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

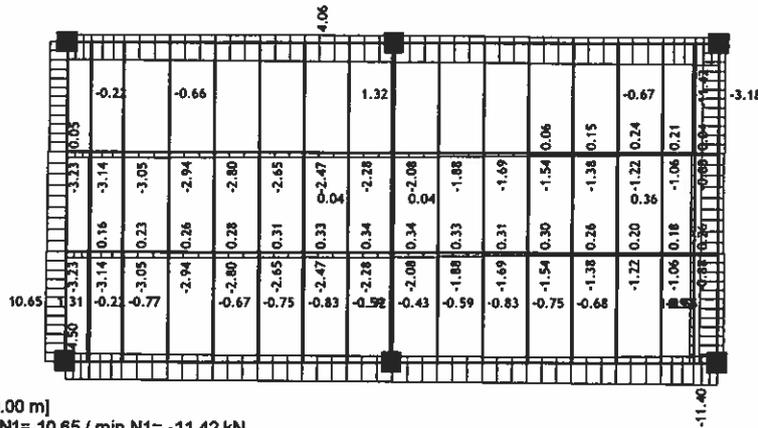


Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max τ , 23 = 12.01 / min τ , 23 = 0.00 MPa

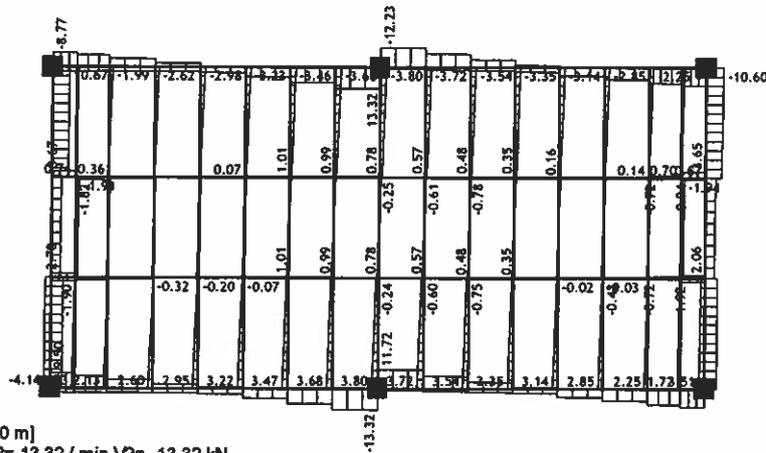


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerübersicht

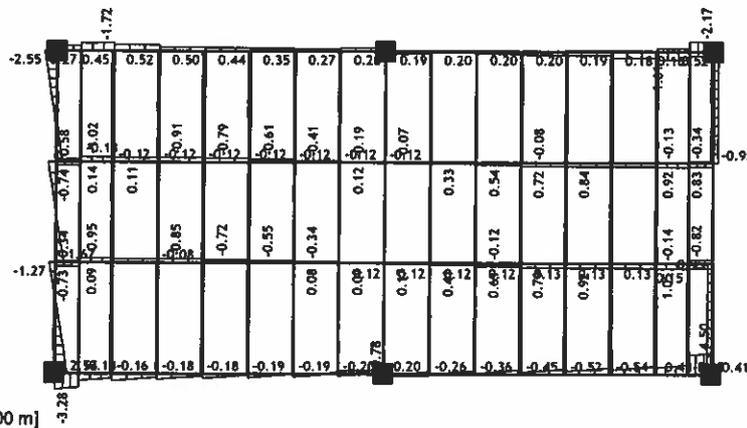
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



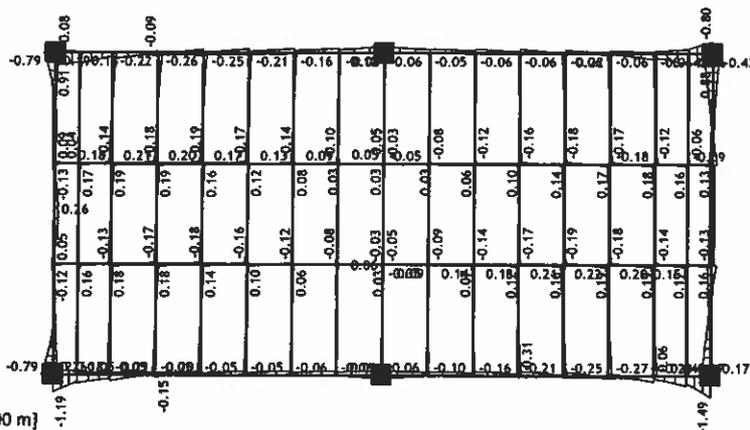
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max N1= 10.65 / min N1= -11.42 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max V2= 13.32 / min V2= -13.32 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

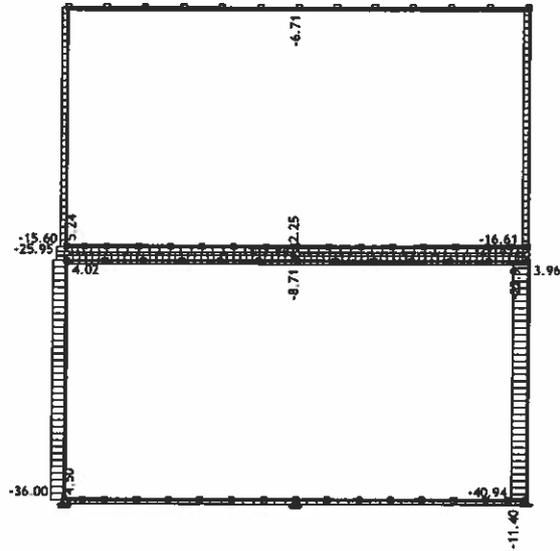
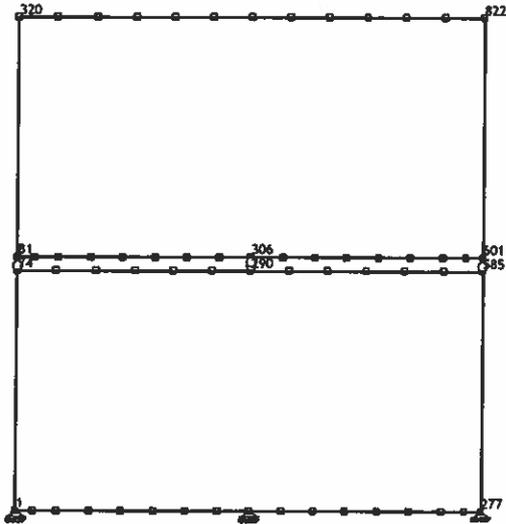


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max V3= 4.50 / min V3= -3.28 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



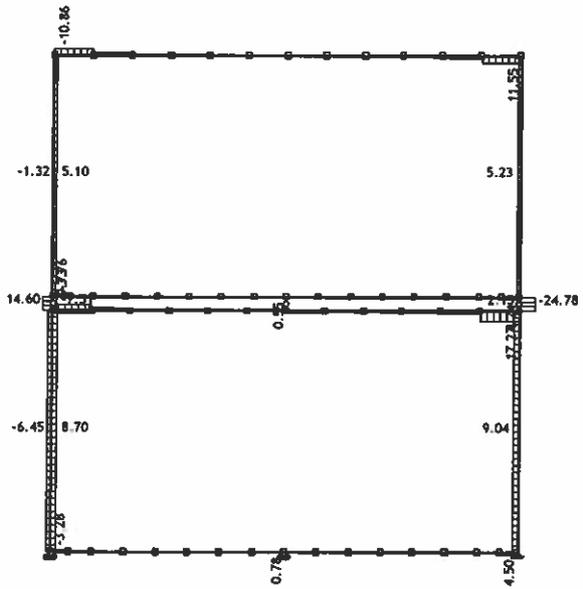
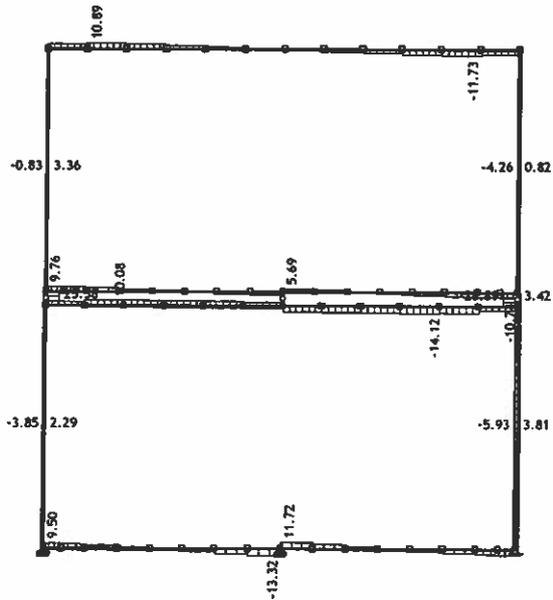
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max M2= 0.91 / min M2= -1.49 kNm

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_1
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max N1= 22.25 / min N1= -40.94 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

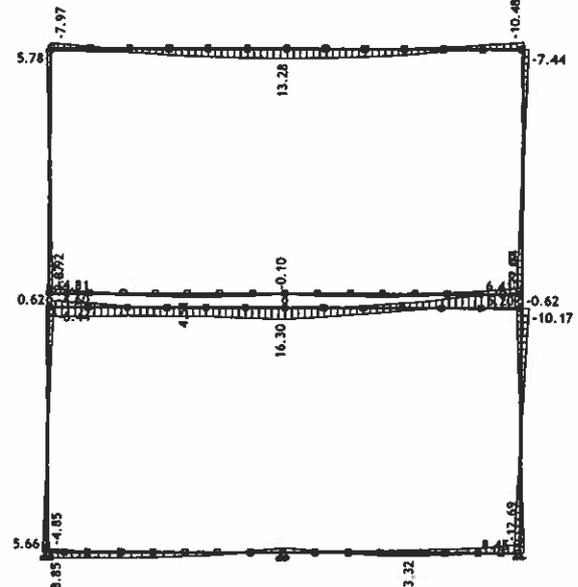
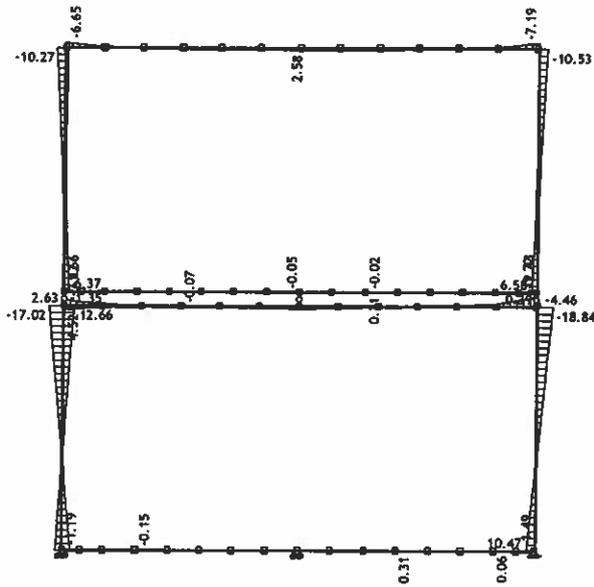


Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max V2= 25.58 / min V2= -28.89 kN

Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max V3= 17.27 / min V3= -24.78 kN

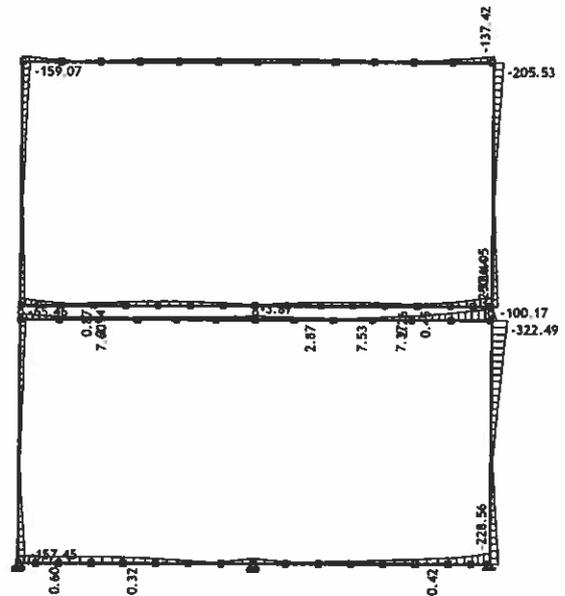
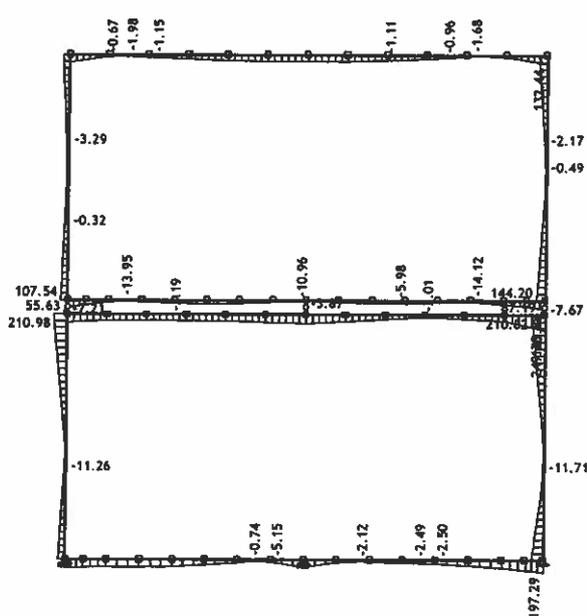
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max M2= 12.66 / min M2= -18.84 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

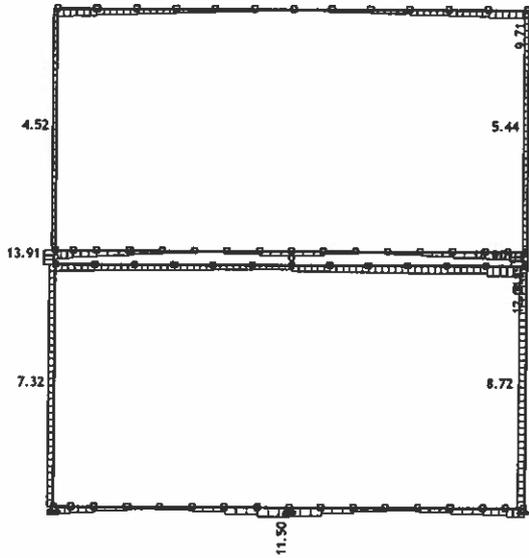
Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max M3= 16.30 / min M3= -22.04 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



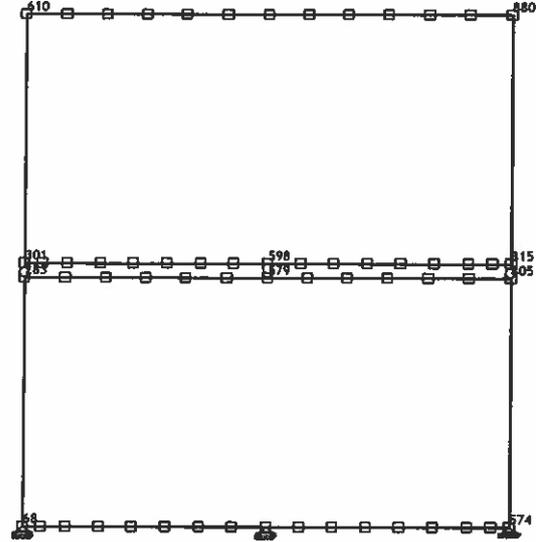
Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max σ , max= 249.33 / min σ , max= -14.12 MPa

Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max σ , min= 7.60 / min σ , min= -322.49 MPa

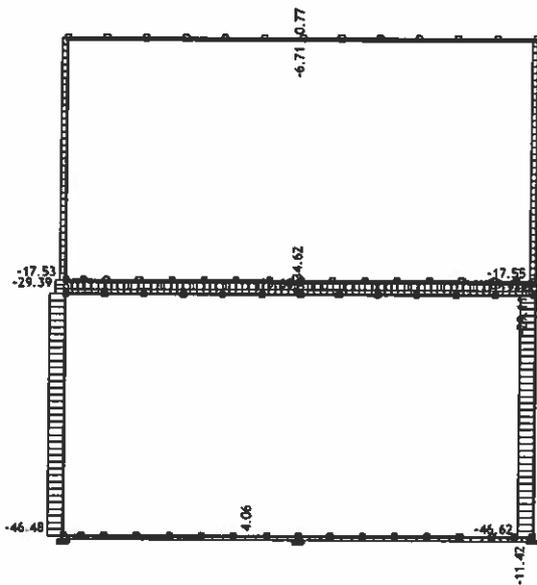
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



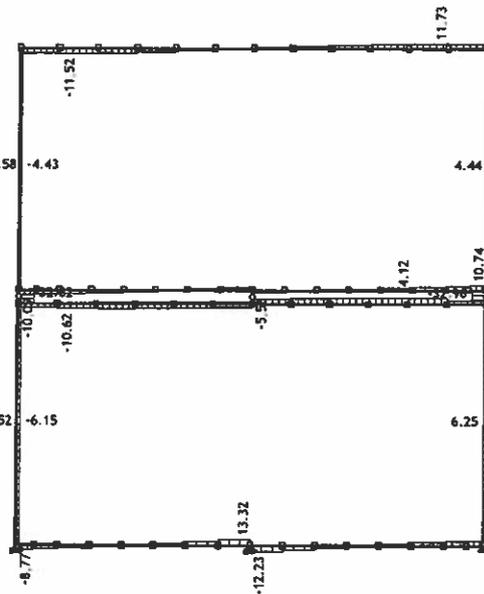
Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max τ_{23} = 18.90 / min τ_{23} = 0.00 MPa
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_2
Trägerübersicht
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



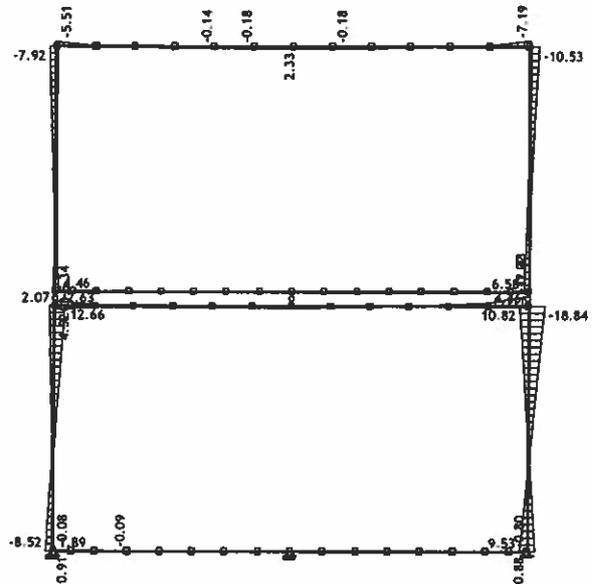
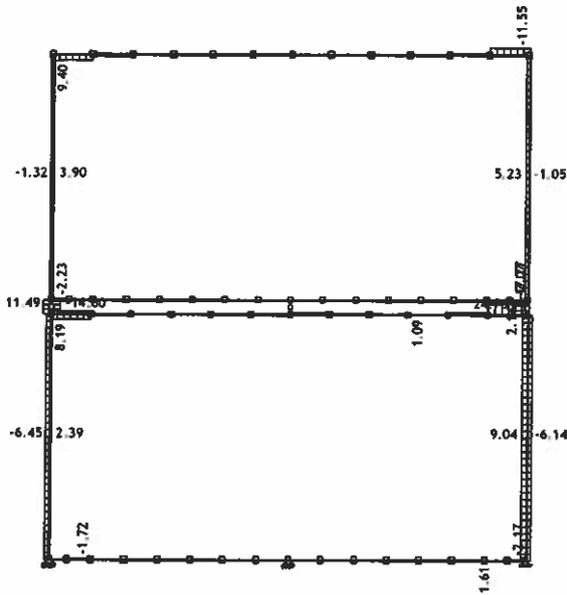
Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max N1= 34.62 / min N1= -46.62 kN



Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max V2= 32.82 / min V2= -32.96 kN

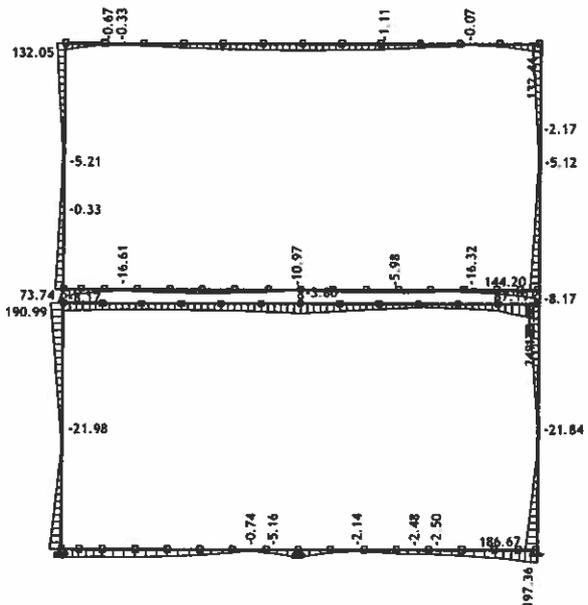
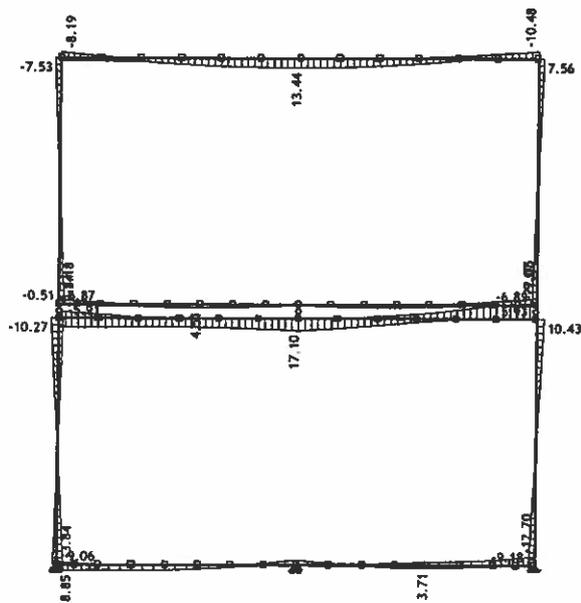
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max V3= 24.78 / min V3= -17.27 kN
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max M2= 12.66 / min M2= -18.84 kNm
Belastung 31: [Anv 1] 7-22

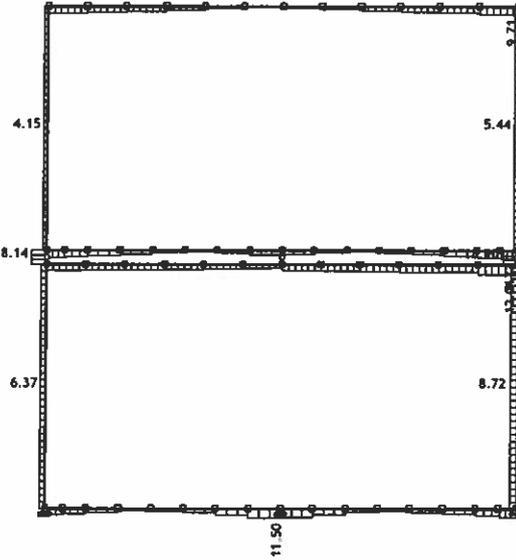
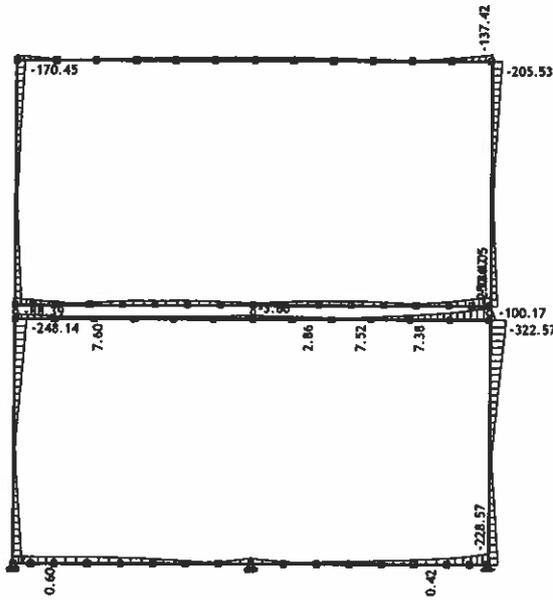


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max M3= 17.10 / min M3= -22.05 kNm

Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max σ , max= 249.35 / min σ , max= -21.98 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

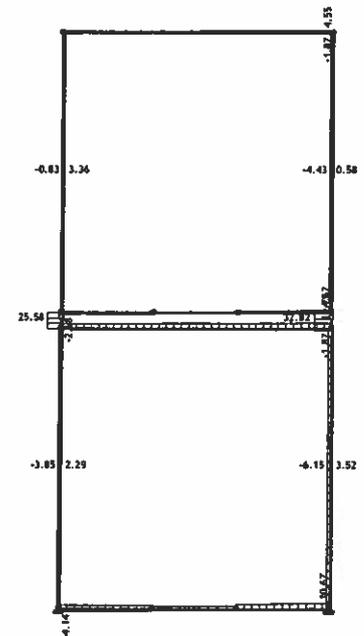
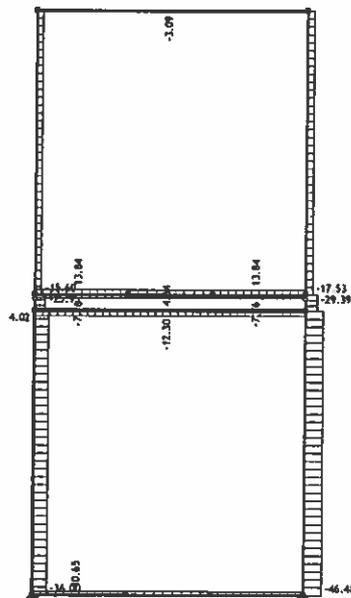
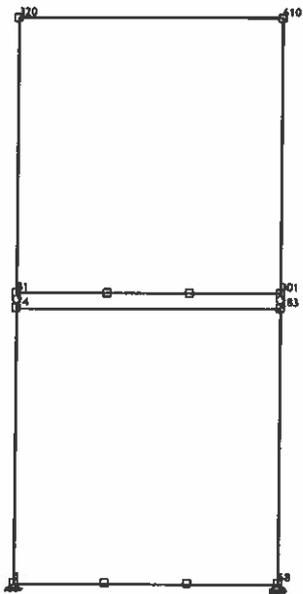


Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max σ , min= 7.60 / min σ , min= -322.57 MPa

Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max τ , 23= 18.90 / min τ , 23= 0.00 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

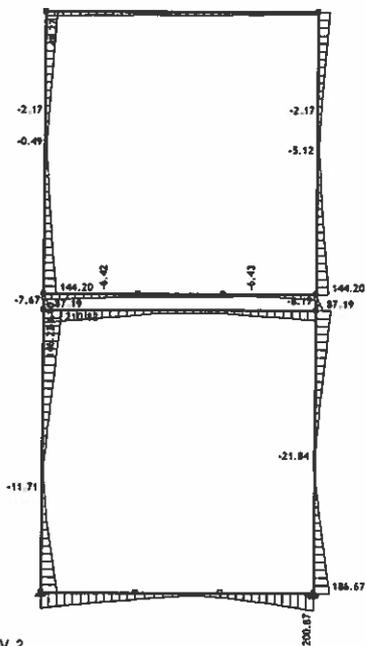


Rahmen: V_1
Trägerübersicht

Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max N1= 13.84 / min N1= -46.48 kN

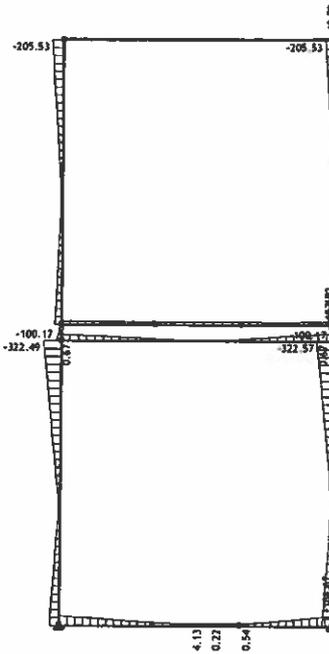
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max V2= 32.82 / min V2= -6.15 kN

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



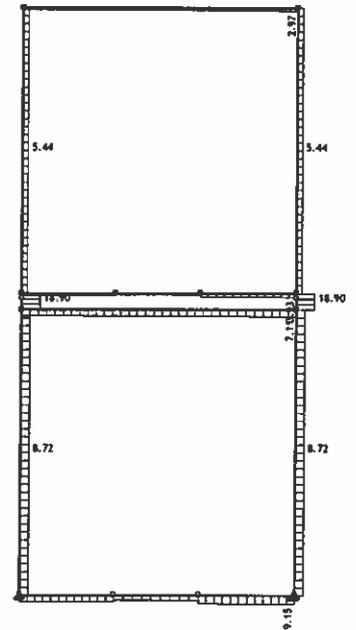
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max σ , max= 210.82 / min σ , max= -21.84 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



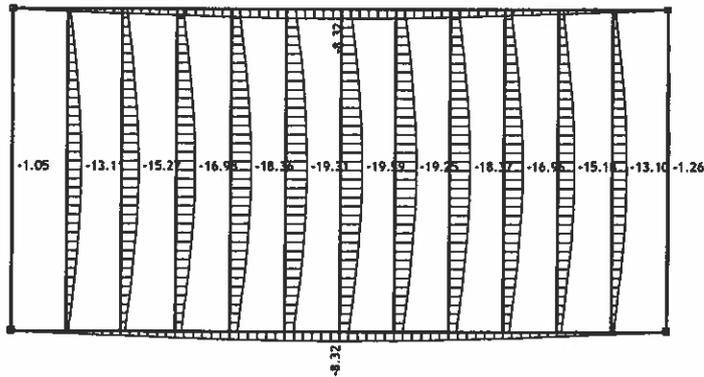
Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max σ , min= 4.13 / min σ , min= -322.57 MPa

Belastung 31: [Anv 1] 7-22

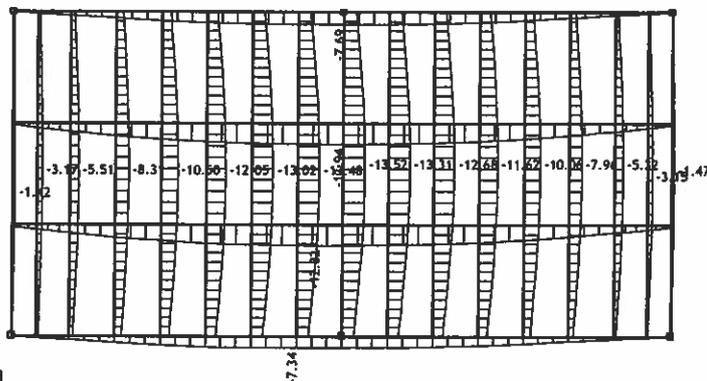


Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max τ , 23= 18.90 / min τ , 23= 0.01 MPa

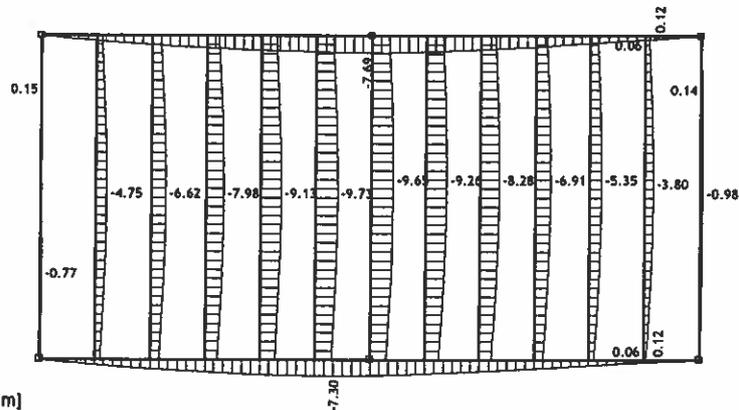
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



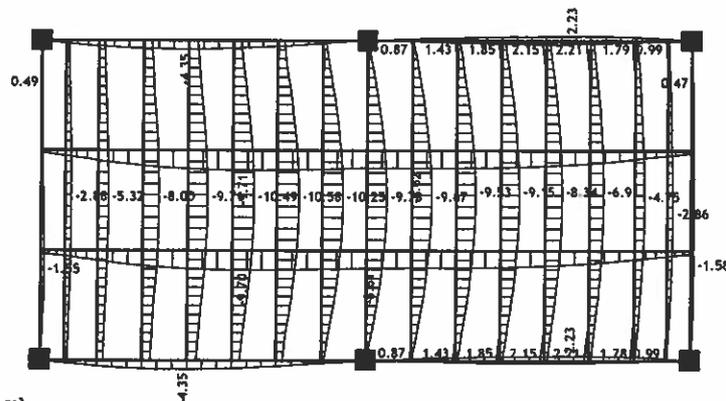
Niveau: Dachträgerrost 2 [6.46 m]
Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.12 / min Zp= -19.59 m / 1000
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



Niveau: Bodenträgerrost 2 [3.32 m]
Trägerbeanspruchung: max Zp= -0.09 / min Zp= -13.52 m / 1000
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



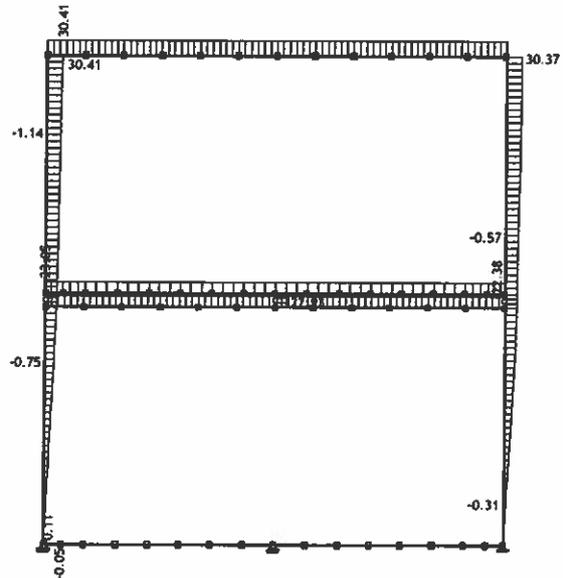
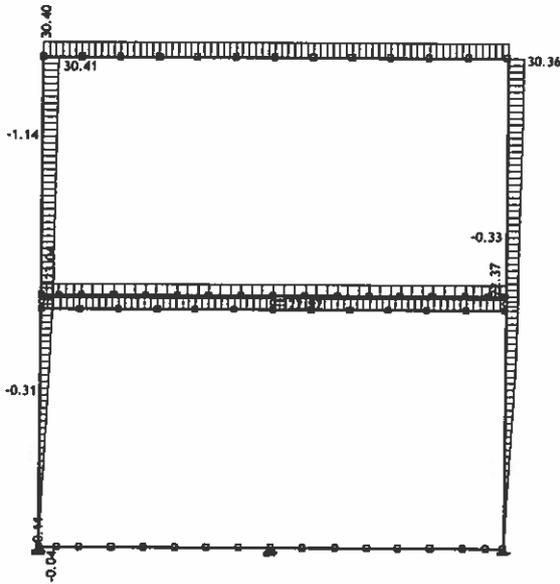
Niveau: Dachträgerrost 1 [3.14 m]
Trägerbeanspruchung: max Zp= 0.15 / min Zp= -9.73 m / 1000
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Trägerbeanspruchung: max Zp= 2.23 / min Zp= -10.58 m / 1000

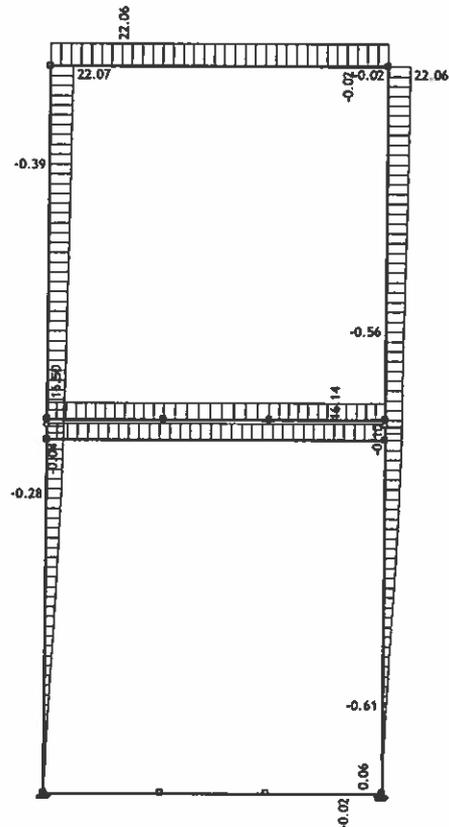
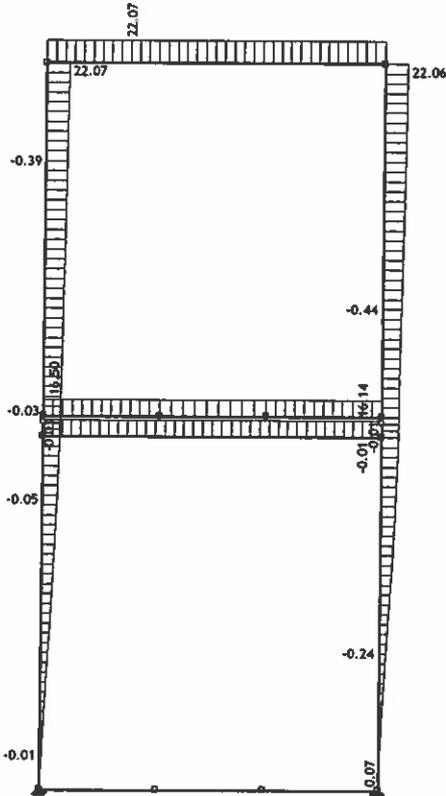
Belastung 32: [Anv 2] 23-30

Belastung 32: [Anv 2] 23-30



Rahmen: H_1
Trägerbeanspruchung: max Xp= 30.41 / min Xp= -1.14 m / 1000
Belastung 32: [Anv 2] 23-30

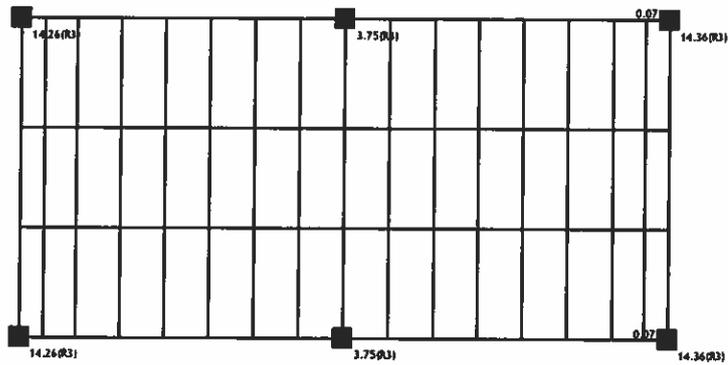
Rahmen: H_2
Trägerbeanspruchung: max Xp= 30.41 / min Xp= -1.14 m / 1000
Belastung 32: [Anv 2] 23-30



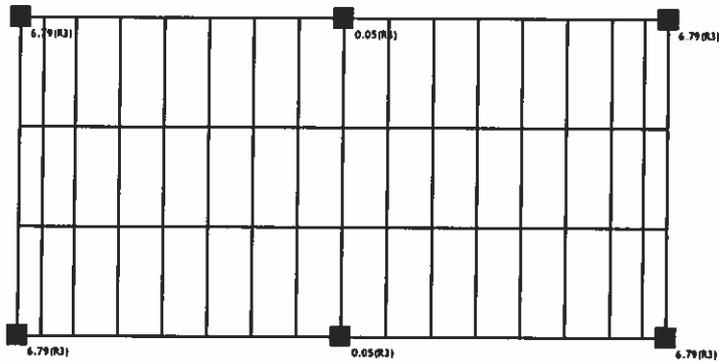
Rahmen: V_1
Trägerbeanspruchung: max Yp= 22.07 / min Yp= -0.44 m / 1000

Rahmen: V_2
Trägerbeanspruchung: max Yp= 22.07 / min Yp= -0.61 m / 1000

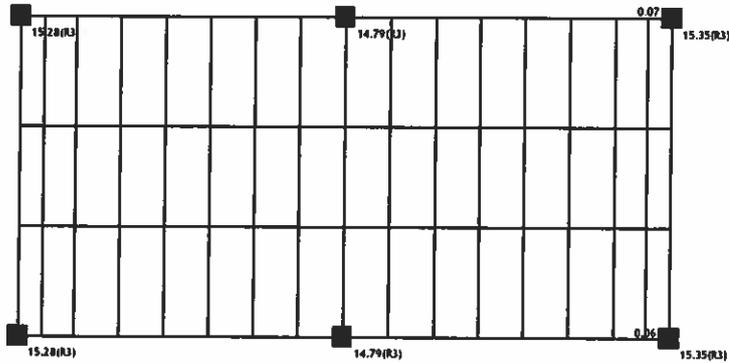
Belastung 23: H-II



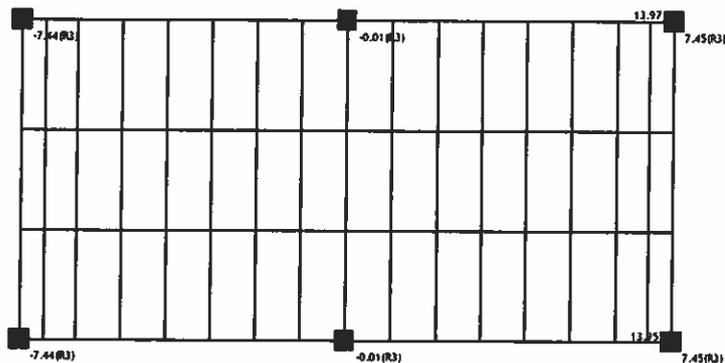
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 3: Schneelasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten

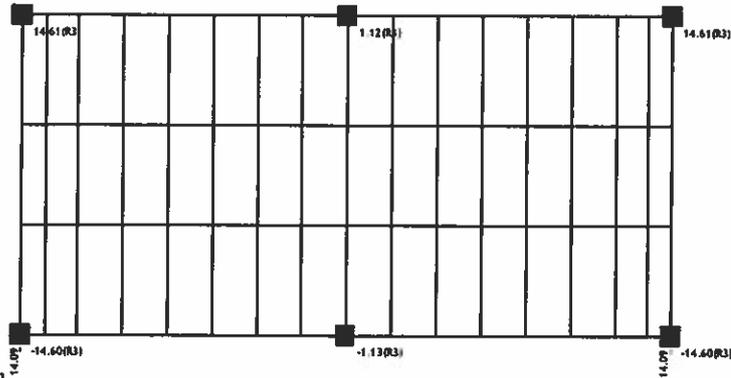


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0

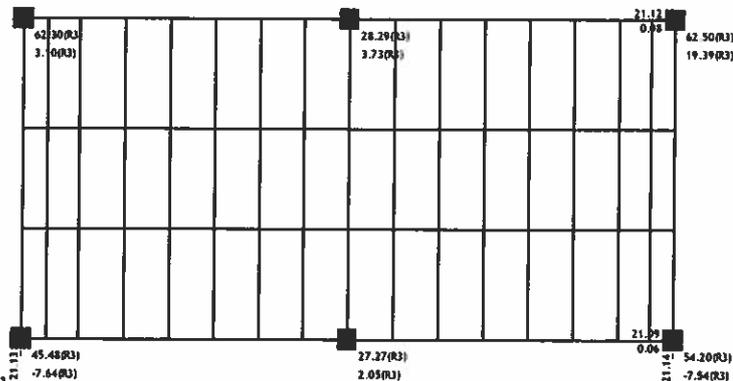


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

Belastung 6: Windlasten 90



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

Punktiager Auswirkungen - Belastung: 31. [Anv 1] 7-22

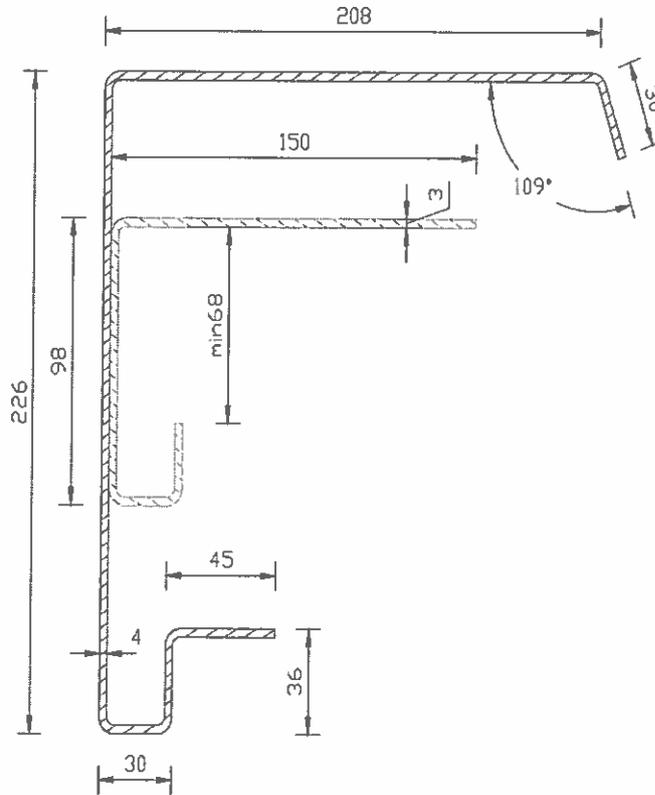
Bezeichnung	Lastfall	R1 [kN]	R2 [kN]	R3 [kN]
1	U+	*	0.00	45.48
	U-	*	-21.13	-7.64
68	U+	*	*	62.30
	U-	*	*	3.10
71	U+	*	*	27.27
	U-	*	*	2.05
272	U+	*	*	28.29
	U-	*	*	3.73
277	U+	-0.06	0.06	54.20
	U-	-21.09	-21.09	-7.54
574	U+	-0.08	*	62.50
	U-	-21.12	*	19.39

4.3. SPANNUNGSKONTROLLE

4.3.1. REGEL DECKENRAHMEN 4 mm

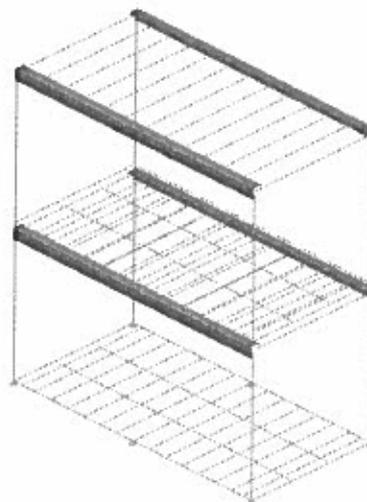
Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

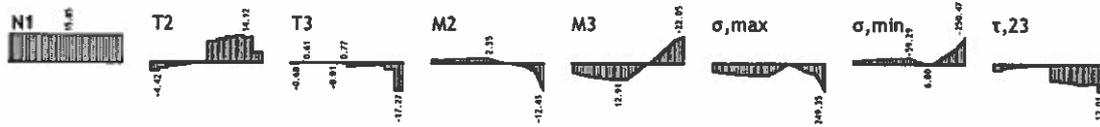
Träger
1. GP1 226/215/4



Satz der numerischen Daten
Träger (1)

Innere Kräfte und Momente:

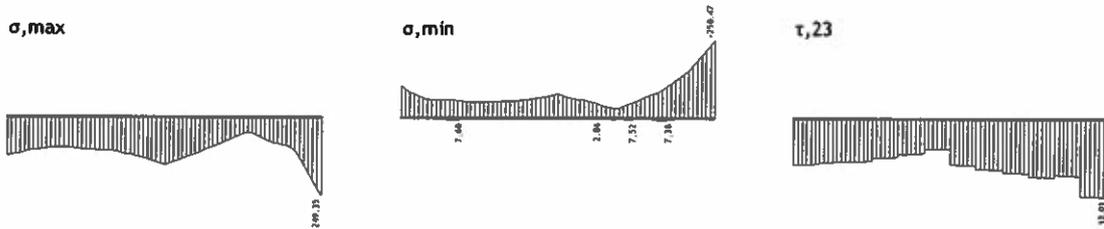
Belastung 19: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xV



Trägerbeanspruchung: (283-805)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (283-805)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$$\sigma_{max} = \sqrt{(250,47^2 + 3 \times 12,01^2)} = 251,33 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,65)$$

SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche

$A = 22.17 \text{ cm}^2$

Schwerpunkt

$Y_c = 5.32 \text{ cm}$

$Z_c = 13.94 \text{ cm}$

Schubmittelpunkt

$Y_r = -2.59 \text{ cm}$

$Z_r = 21.28 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel

$\alpha = -32.5 \text{ Deg}$

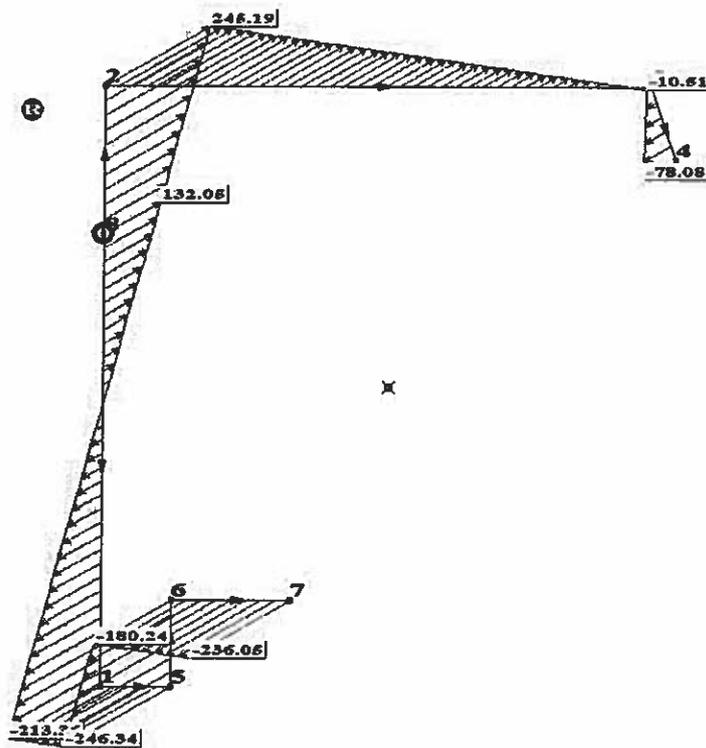
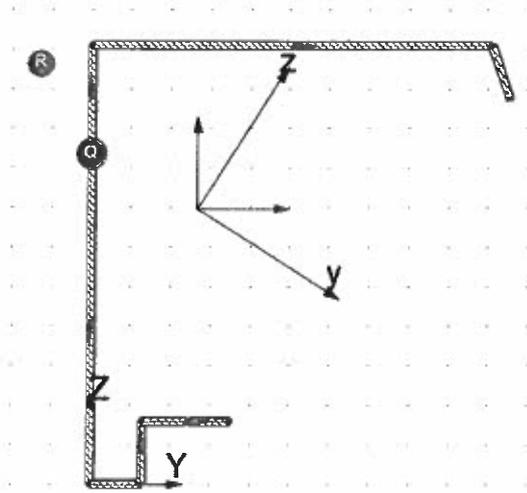
Trägheitsmomente

$I_x = 1.14 \text{ cm}^4$

$I_y = 2077.74 \text{ cm}^4$

$I_z = 570.39 \text{ cm}^4$

$I_{om} = 16804.70 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 15.85 \text{ kN}$

$M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$F_y = 0.00 \text{ kN}$

$M_y = 22.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$F_z = 0.00 \text{ kN}$

$M_z = 12.43 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

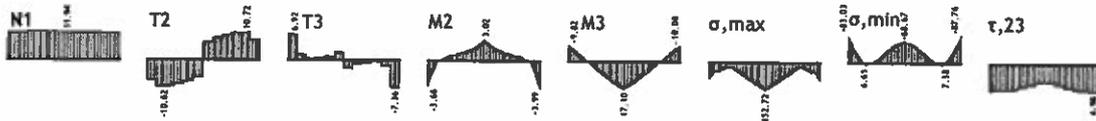
Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	245.19 MPa	-246.34 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	2.60 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	22.20 cm	0.00 cm	16.72 cm	22.20 cm

QUERSCHNITTSKONTROLLE – DRUCKSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH (FELD)

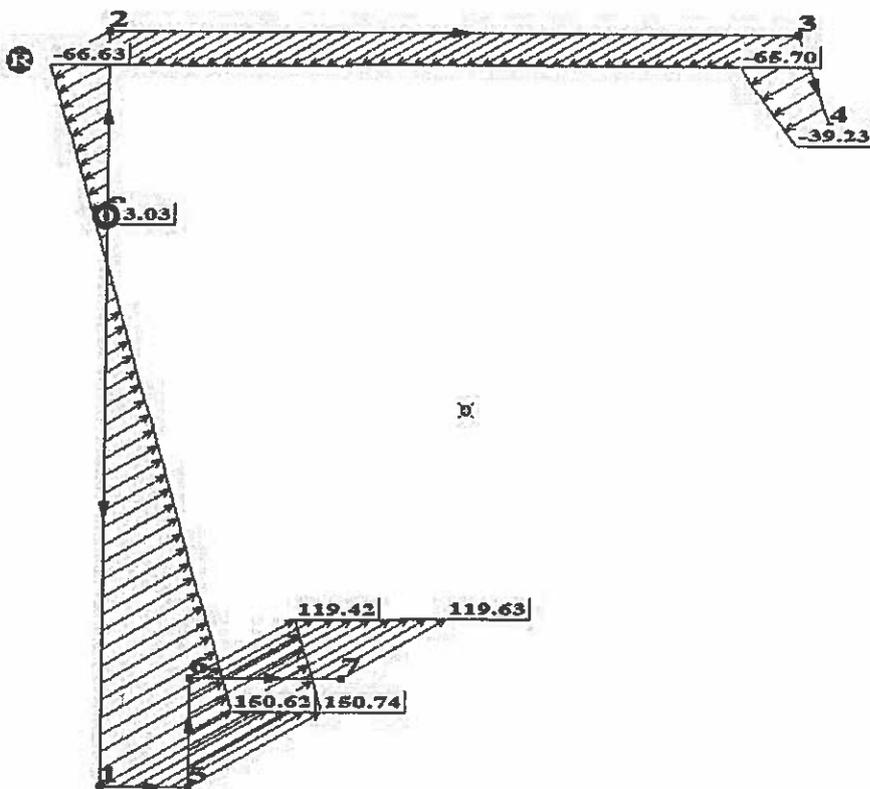
Innere Kräfte und Momente:

Belastung 15: 1.35xI+1.35xII+1.5xIV+0.9xVI



Trägerbeanspruchung: (283-805)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = 31.94 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -17.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = -3.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	150.74 MPa	-66.63 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm
Z lokal	0.0 cm	16.72 cm	16.72 cm	22.20 cm

Effektive Breite des oberen Flansches:

$$b_p = 202 \text{ mm}, t = 4 \text{ mm}; \quad \varepsilon = \sqrt{(235 / 387,7)} = 0,78; \quad \psi = -65,70 / -66,63 = 0,98$$

$$k_\sigma = 8,2 / (1,05 + \psi) = 4,04$$

Relative Schlankheit:

$$\bar{\lambda}_p = (b_p / t) / (28,4 \times \varepsilon \times \sqrt{k_\sigma}) = (202 / 4) / (28,4 \times 0,78 \times \sqrt{4,04}) = 1,13$$

$$\bar{\lambda}_p = 1,13 > 0,5 + \sqrt{(0,085 - 0,055\psi)} = 0,676$$

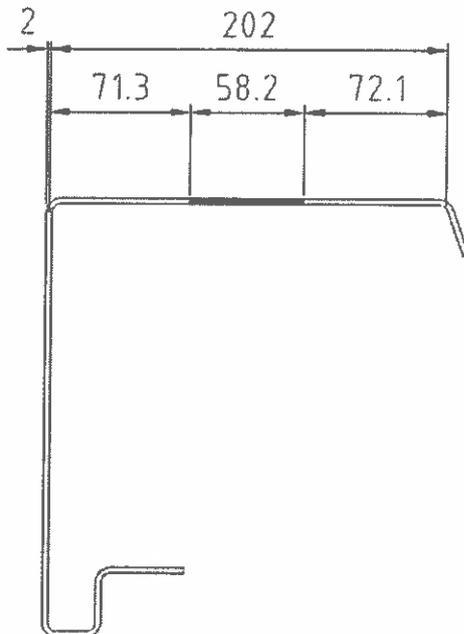
Reduktion, Klasse 4

$$\rho = (1,13 - 0,055 \times (3 + 0,98)) / 1,13^2 = 0,71 < 1,0$$

$$b_{\text{eff}} = \rho \times b_p = 0,71 \times 202 = 143,4 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 2 / (5 - 0,98) \times 143,4 = 71,3 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 143,4 - 71,3 = 72,1 \text{ mm}$$



Bereich: A : 19.3807 cm²

Trägheitsradius: i_y: 8.5232 cm

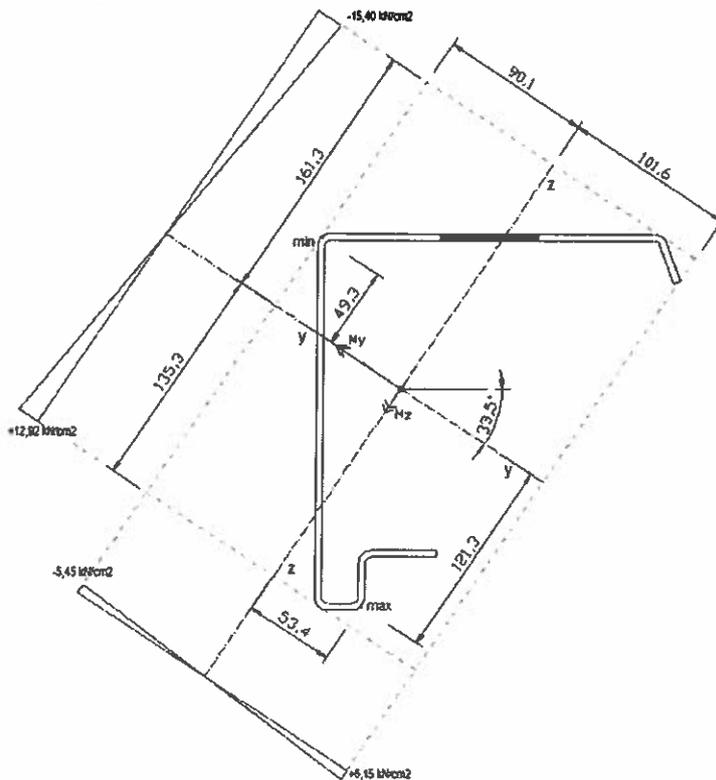
i_z: 6.9089 cm

Hauptmomente und YZ-Richtung um Schwerpunkt:

I_{z,min}: 548.4641 cm⁴ [0.5520 0.8338]

I_{y,max}: 1784.5545 cm⁴ [0.8338 -0.5520] => φ = - 33,51°

Spannungskontrolle:



Momente um die Hauptachse:

$$M_{y'} = 17,10 \times \cos(33,51 - 32,5) - 3,02 \times \sin(33,51 - 32,5) = 17,04 \text{ kNm}$$

$$M_{z'} = 17,10 \times \sin(33,51 - 32,5) + 3,02 \times \cos(33,51 - 32,5) = 3,32 \text{ kNm}$$

Widerstandsmoment um die Hauptachse:

$$W_{y,g} = 1784,55 / 16,13 = 110,64 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,d} = 1784,55 / 13,53 = 131,89 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,l} = 548,46 / 9,01 = 60,87 \text{ cm}^3$$

$$W_{z,d} = 548,46 / 10,16 = 53,98 \text{ cm}^3$$

Längskraft:

$$\sigma_{N,Ed} = + 31,94 / 19,38 = + 1,65 \text{ kN/cm}^2$$

Maximale und minimale Belastung auf den Hauptachsen:

$$\sigma_{y,g} = 1704 / 110,64 = - 15,40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{y,d} = 1704 / 131,89 = + 12,92 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,l} = 332 / 60,87 = - 5,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,d} = 332 / 53,98 = + 6,15 \text{ kN/cm}^2$$

Kombinierte Längskraft und Biegung:

- Druck – min:

$$\sigma_{y,Ed} / f_y + \sigma_{z,Ed} / f_y - \sigma_{N,Ed} / \sigma_{N,Rd} \leq 1,0$$

$$\sigma_{y,Ed} = 1704 \times 4,93 / 1784,55 = - 4,71 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{z,Ed} = 332 \times 9,01 / 548,46 = - 5,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$4,71 / 38,77 + 5,45 / 38,77 - 1,65 / 38,77 = 0,121 + 0,141 - 0,043 = 0,22 < 1,0$$

- Zug – max:

$$\sigma_{N,Ed} / \sigma_{N,Rd} + \sigma_{y,Ed} / f_y + \sigma_{z,Ed} / f_y \leq 1,0$$

$$\sigma_{y,Ed} = 1704 \times 12,13 / 1784,55 = 11,58 \text{ kN/cm}^2$$

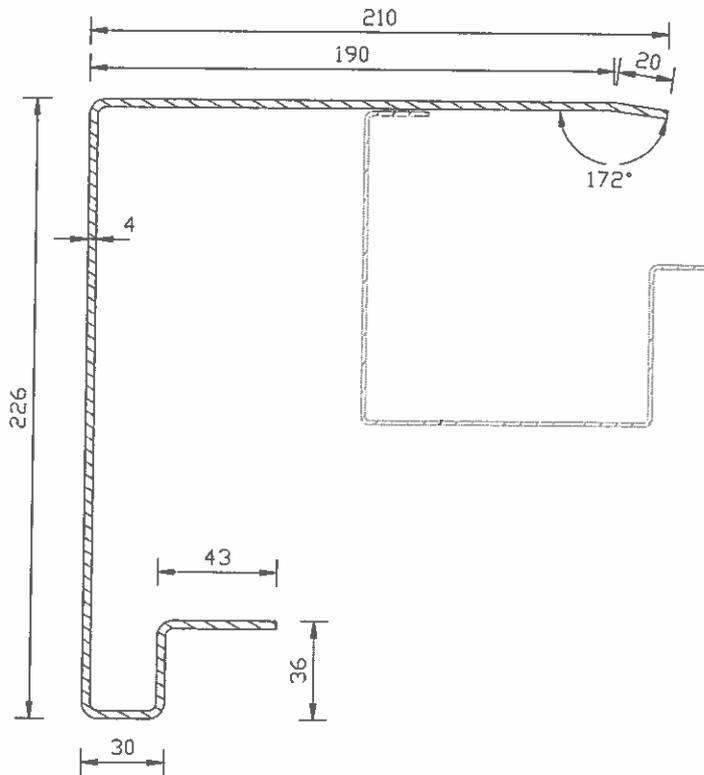
$$\sigma_{z,Ed} = 332 \times 5,34 / 548,46 = 3,23 \text{ kN/cm}^2$$

$$1,65 / 38,77 + 11,58 / 38,77 + 3,23 / 38,77 = 0,043 + 0,299 + 0,083 = 0,45 < 1,0$$

3.3.2. REGEL DECKENRAHMEN 4 mm

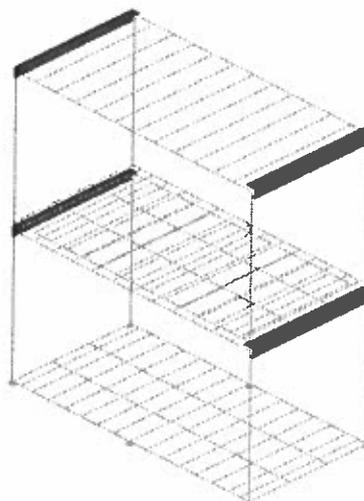
Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

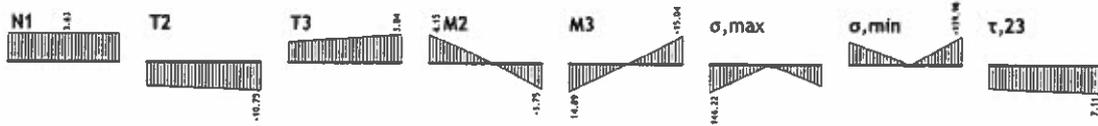
Träger
2. GP2 226/210/4



Satz der numerischen Daten
Träger (2)

Innere Kräfte und Momente:

Belastung 22: $1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xIV+1.5xVI$



Trägerbeanspruchung: (585-805)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

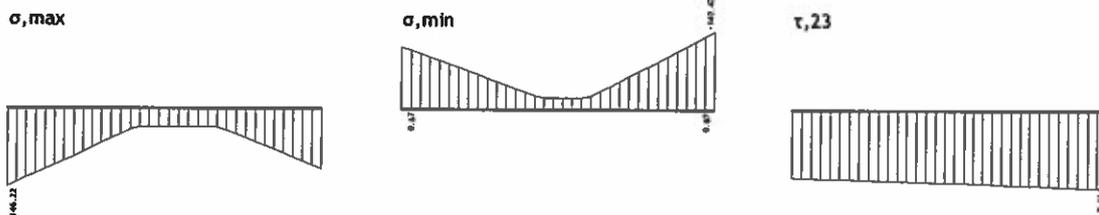
Belastung 20: $I+II+1.5xVI$



Trägerbeanspruchung: (585-805)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (585-805)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

FALL 1: ZUGSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH

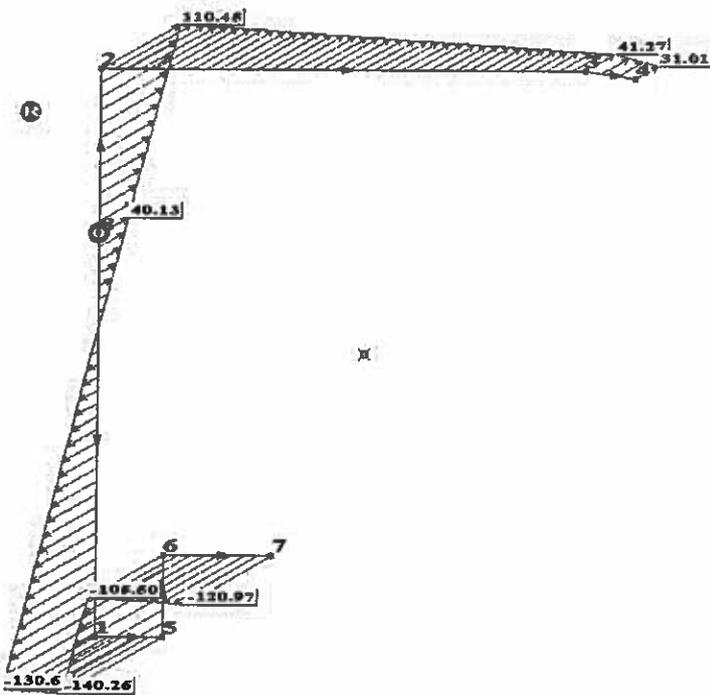
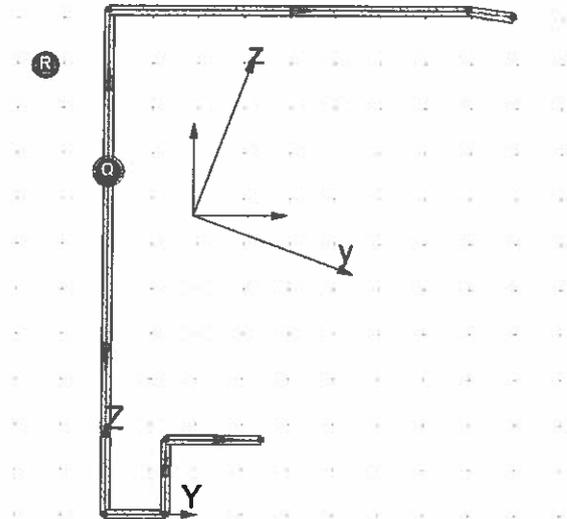
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 21.19 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 4.67 \text{ cm}$
 $Z_c = 13.70 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -2.68 \text{ cm}$
 $Z_r = 20.48 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -27.8 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 1.09 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1902.50 \text{ cm}^4$
 $I_z = 473.59 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 13657.47 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

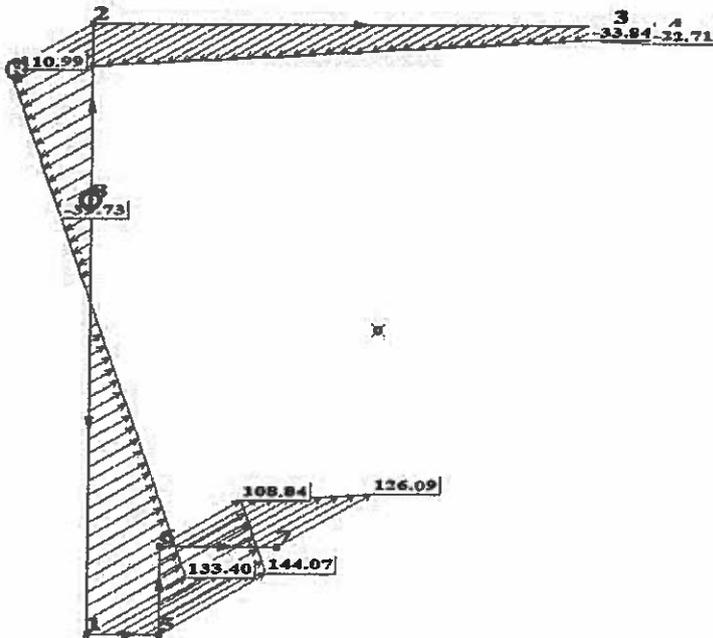
$F_x = 2.05 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = 15.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 3.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$\sigma_x \text{ max}$	$\sigma_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	110.45 MPa	-140.26 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	2.60 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	22.20 cm	0.00 cm	15.73 cm	22.20 cm

FALL 2: DRUCKSPANNUNG IM OBEREN FLANSCH

Der obere Flansch ist wie nicht ausgesteift betrachtet.



Der wirksame Querschnitt :

Effektive Breite des nicht ausgesteiften Teils :

$$d_p = 210 - 4/2 = 208 \text{ mm}, \quad t = 4 \text{ mm}; \quad \epsilon = \sqrt{(235 / 387,7)} = 0,78; \quad \psi = -22,71/-110,99 = 0,20$$

$$k_\sigma = 0,578 / (\psi + 0,34) = 1,07$$

Relative Schlankheit:

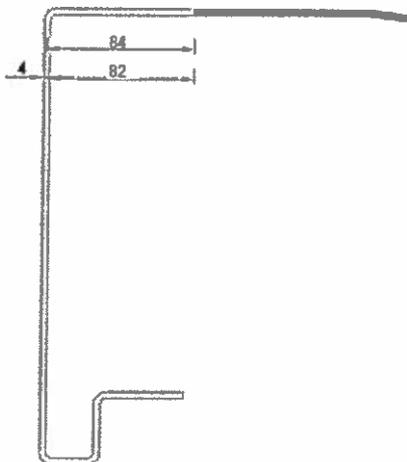
$$\bar{\lambda}_p = (d_p / t) / (28,4 \times \epsilon \times \sqrt{k_\sigma}) = (208 / 4) / (28,4 \times 0,78 \times \sqrt{1,07}) = 2,27$$

$$\bar{\lambda}_p = 2,27 > 0,748$$

Reduktion

$$\rho = (2,27 - 0,188) / 2,11^2 = 0,404 < 1,0$$

$$b_{\text{eff}} = \rho \times b_c = 0,404 \times 208 = 84 \text{ mm}$$

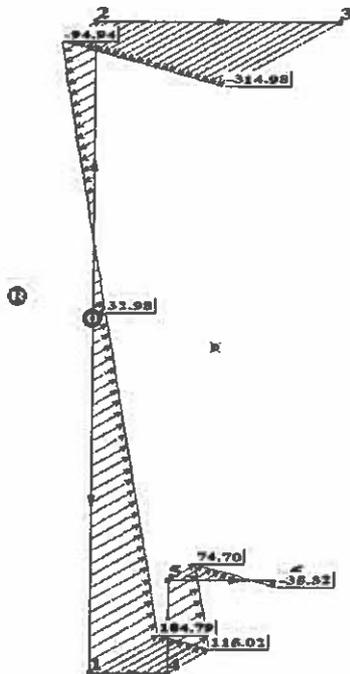
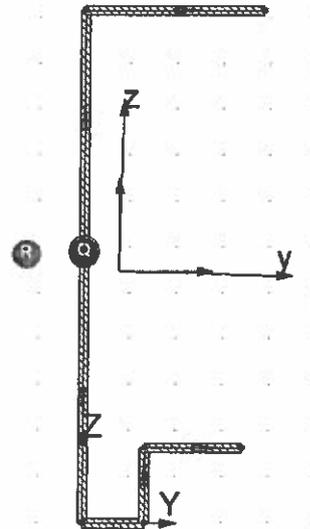


Ergebnisse allgemein

Fläche A = 16.12 cm²
 Schwerpunkt Yc = 1.60 cm
 Zc = 11.08 cm
 Schubmittelpunkt Yr = -2.55 cm
 Zr = 12.81 cm

Hauptsystem

Winkel alpha = -2.36 Deg
 Trägheitsmomente Ix = 0.83 cm⁴
 Iy = 1117.78 cm⁴
 Iz = 79.49 cm⁴
 Trägheitsmomente des Querschnitts Iom = 7722.98 cm⁶



Kraftangriff im Querschnitt

$M_y' = 14,89 \times \cos(27,8 - 2,36) + 4,15 \times \sin(27,8 - 2,36) = 15,23 \text{ kNm}$
 $M_z' = -14,89 \times \sin(27,8 - 2,36) + 4,15 \times \cos(27,8 - 2,36) = -2,65 \text{ kNm}$

Kraftangriff im Querschnitt

Fx = 3.63 kN Mx = 0.00 kN*m
 Fy = 0.00 kN My = -15.23 kN*m
 Fz = 0.00 kN Mz = 2.65 kN*m
 Bx = 0.00 kN*m²

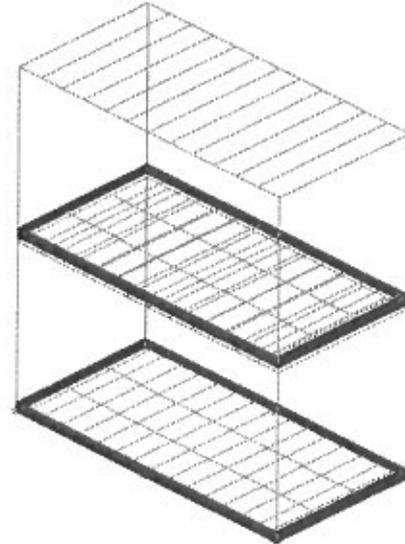
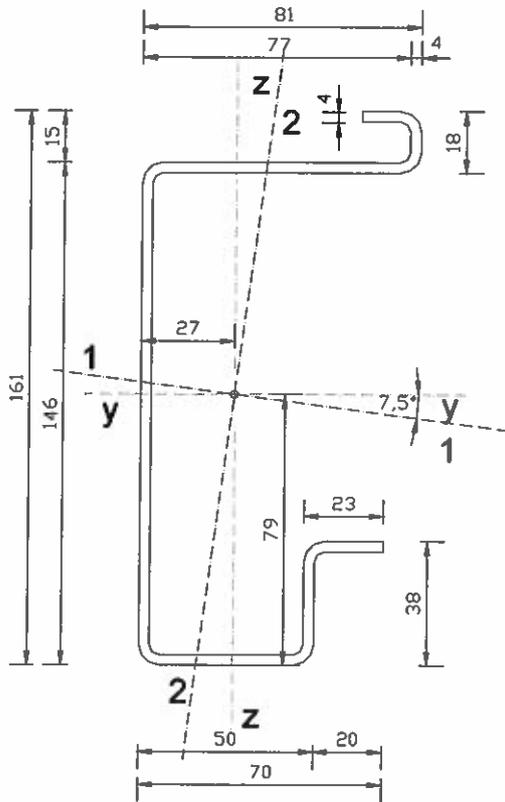
Extreme Spannungen im Querschnitt

	sx max	sx min	t max	t min
Spannungen	184.79 MPa	-314.98 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	0.00 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	0.00 cm	22.20 cm	12.05 cm	22.20 cm

$\sigma_{max} = 314,98 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,81)$

4.3.3. REGEL BODENRAHMEN 4 mm

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Innere Kräfte und Momente:

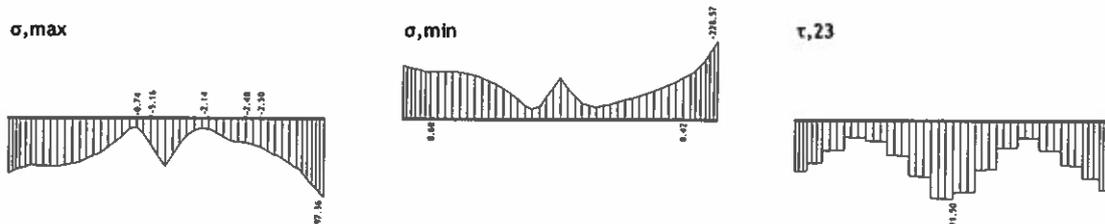
Belastung 19: $1.35xI + 1.35xII + 0.75xIII + 1.05xIV + 1.5xV$



Trägerbeanspruchung: (68-574)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (68-574)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$$\sigma_{max} = \sqrt{(228,57^2 + 3 \times 11,00^2)} = 229,35 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,59)$$

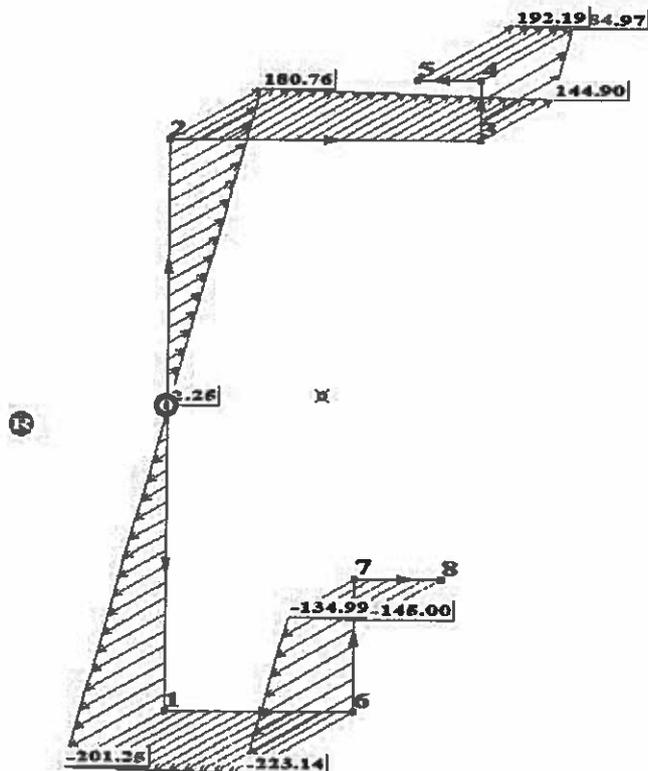
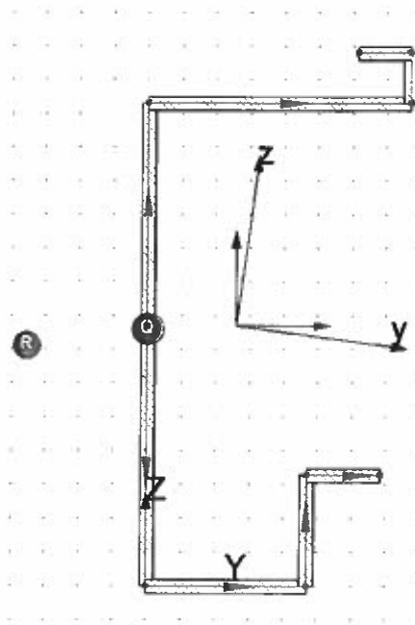
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 14.08 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 2.6 \text{ cm}$
 $Z_c = 7.7 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -3.6 \text{ cm}$
 $Z_r = 7.1 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = -7.7 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 0.71 \text{ cm}^4$
 $I_y = 491.44 \text{ cm}^4$
 $I_z = 97.36 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 4676.57 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = -9.69 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = 12.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 0.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

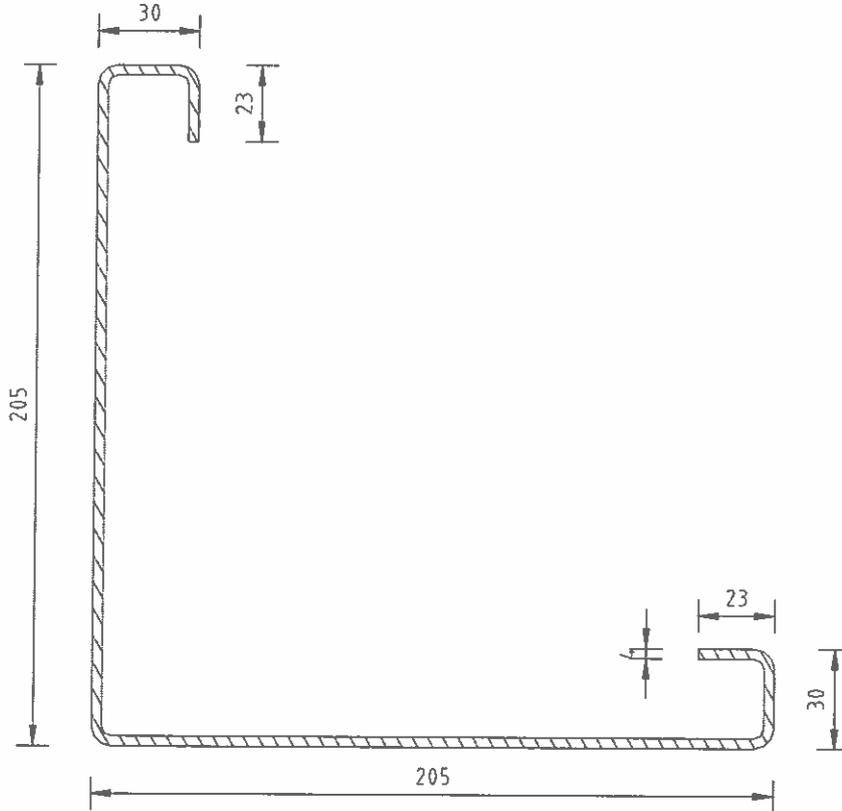
Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	192.19 MPa	-223.14 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	7.70 cm	4.70 cm	0.00 cm	0.00 cm
Z lokal	15.80 cm	0.00 cm	7.62 cm	14.30 cm

4.3.4. STÜTZE 4 mm

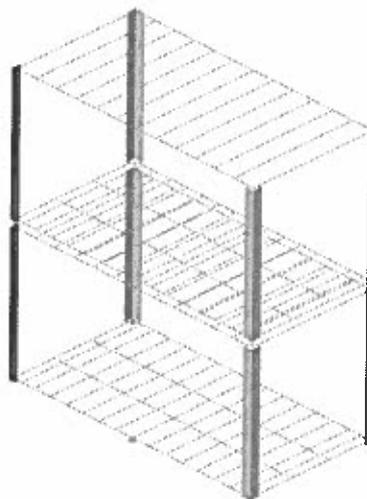
Querschnittsdimension:

t = 4 mm



Material: Stahl S 350 GD, t = 4 mm $f_y = 387,7 \text{ N/mm}^2$, $f_u = 470,9 \text{ N/mm}^2$, $E = 210\,000 \text{ MPa}$

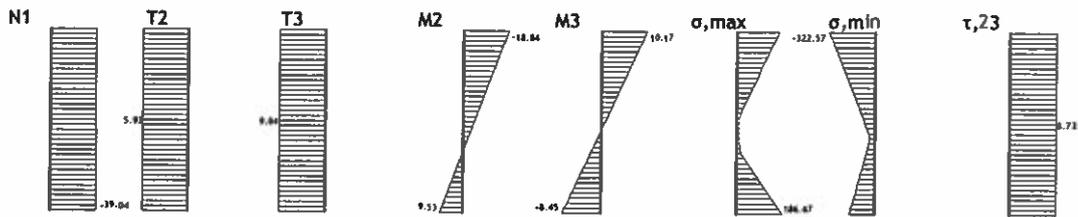
Träger	
7.	ST1 205/205/4
8.	ST2 205/205/4



Satz der numerischen Daten
Träger (7,8)

Innere Kräfte und Momente:

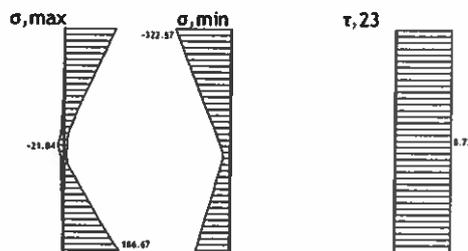
Belastung 18: 1.35xI+1.35xII+0.75xIII+1.05xV+1.5xV



Trägerbeanspruchung: (574-805)
N1 [kN], V2 [kN], V3 [kN], M2 [kNm], M3 [kNm], σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

Spannungskontrolle:

Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Trägerbeanspruchung: (574-805)
 σ_{max} [MPa], σ_{min} [MPa], τ_{23} [MPa]

$\sigma_{max} = 322,57 \text{ MPa} < f_{yd} = 387,7 \text{ MPa} \quad (0,83)$

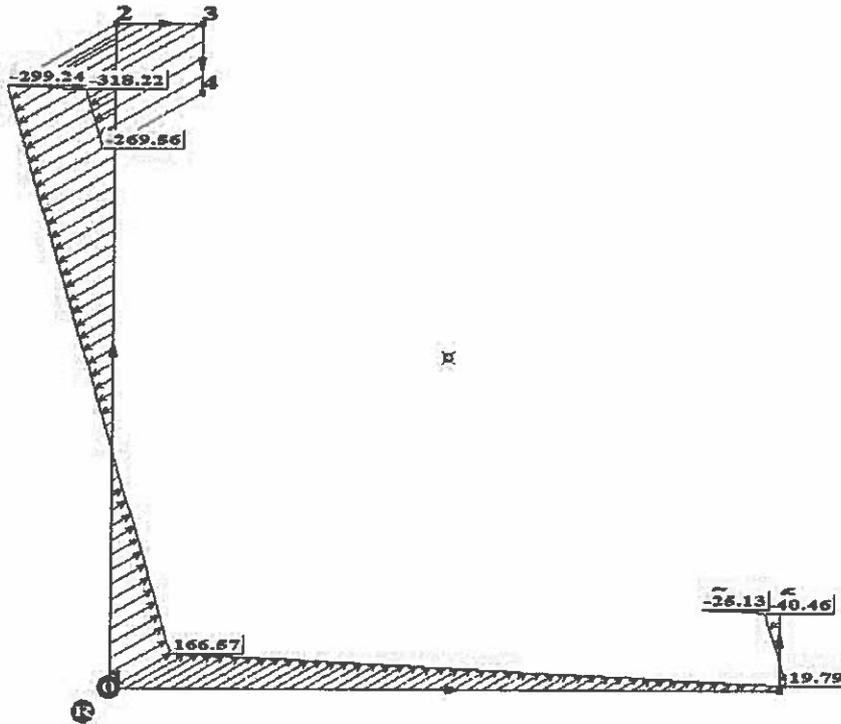
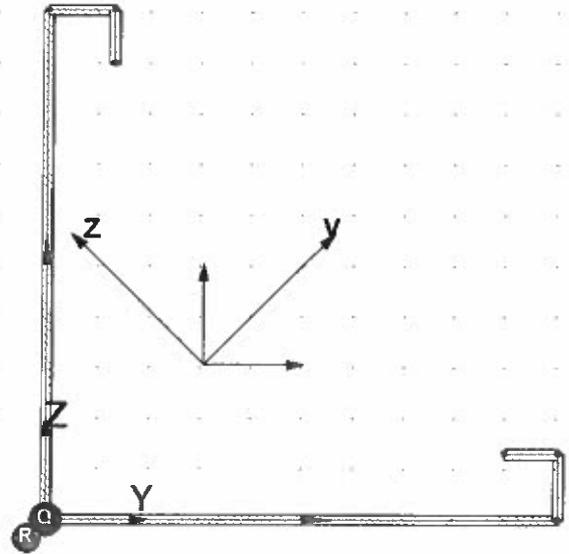
SPANNUNGSANALYSE IM STAB

Ergebnisse allgemein

Fläche $A = 19.84 \text{ cm}^2$
 Schwerpunkt $Y_c = 6.11 \text{ cm}$
 $Z_c = 6.11 \text{ cm}$
 Schubmittelpunkt $Y_r = -0.75 \text{ cm}$
 $Z_r = -0.75 \text{ cm}$

Hauptsystem

Winkel $\alpha = 45.0 \text{ Deg}$
 Trägheitsmomente $I_x = 1.03 \text{ cm}^4$
 $I_y = 1678.66 \text{ cm}^4$
 $I_z = 471.91 \text{ cm}^4$
 $I_{om} = 5091.73 \text{ cm}^6$



Kraftangriff im Querschnitt

$F_x = -39.04 \text{ kN}$ $M_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_y = 0.00 \text{ kN}$ $M_y = -18.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $F_z = 0.00 \text{ kN}$ $M_z = 10.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $B_x = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Extreme Spannungen im Querschnitt

	$s_x \text{ max}$	$s_x \text{ min}$	$ t \text{ max}$	$ t \text{ min}$
Spannungen	166.57 MPa	-318.22 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokal	0.00 cm	2.60 cm	0.00 cm	18.00 cm
Z lokal	0.00 cm	20.10 cm	20.10 cm	2.60 cm

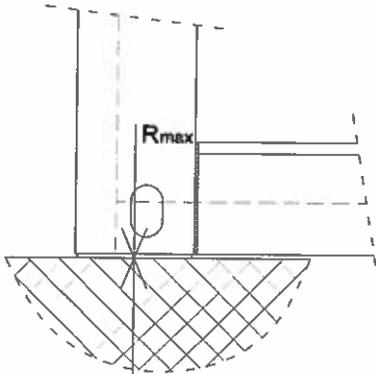
4.4. AUFLAGERKRÄFTE

Die Aufstellung der Containerauflager soll auf den Fundamentblöcken erfolgen.

Die Fundamentabmessungen sind von der Bodentragfähigkeit und Etagenanzahl der Container abhängig.

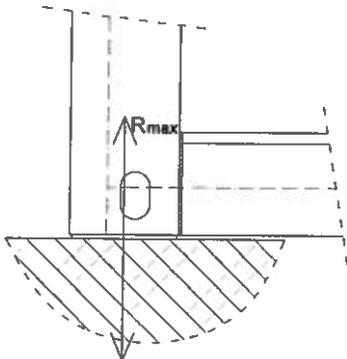
4.4.1. CONTAINER 1 x 1

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{max}(R3) = 28,88 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{min}(R3) = -14,46 \text{ kN}$$

$$H = 21,15 \text{ kN}$$

Ankerbolzen :

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 14,46 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,30)$$

Querkrafttragfähigkeit:

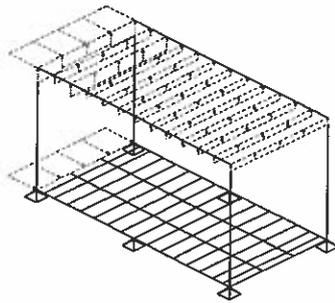
$$F_{v,Ed} = 21,15 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,65)$$

Fundamentblockabmessungen:

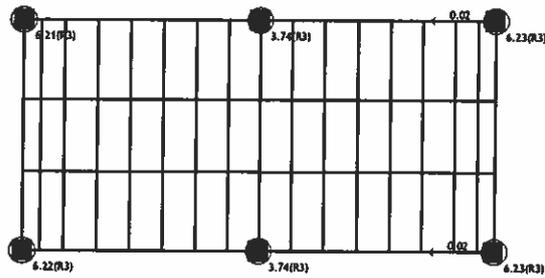
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

Statische Berechnung

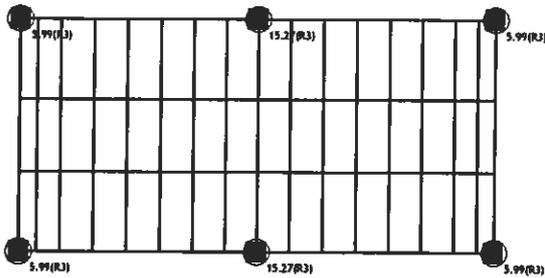
Belastung 5: Windlasten 0



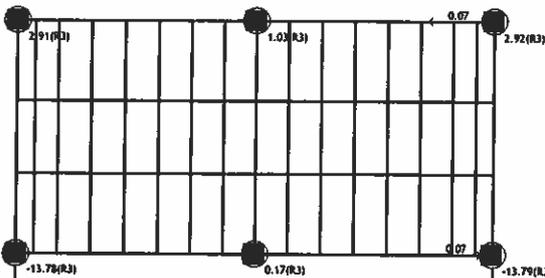
Isometrie
Belastung 23: I+II



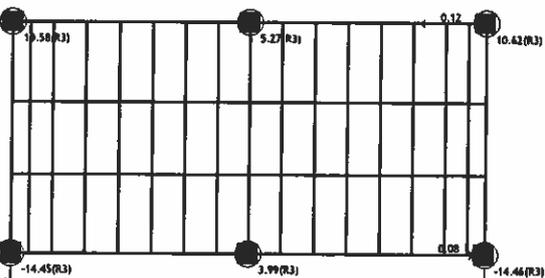
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 6: Windlasten 90

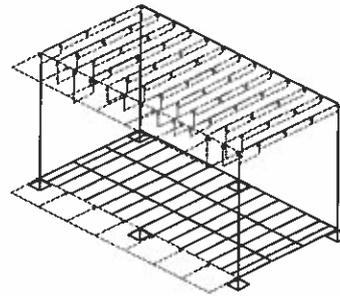


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xVl

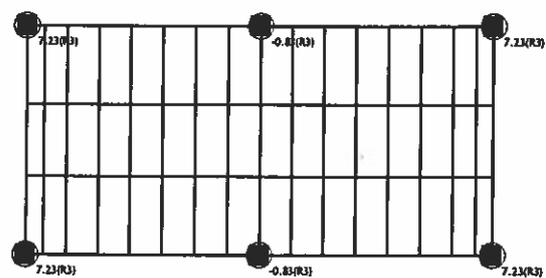


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen

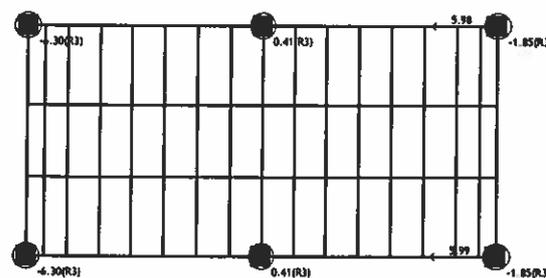
Belastung 6: Windlasten 90



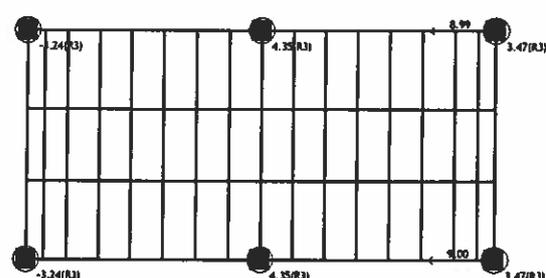
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



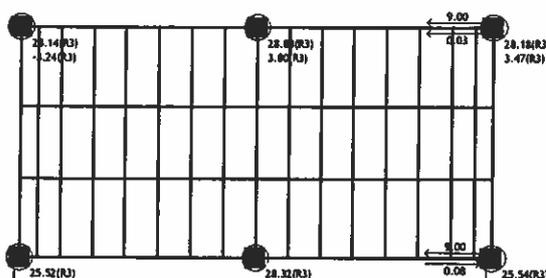
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



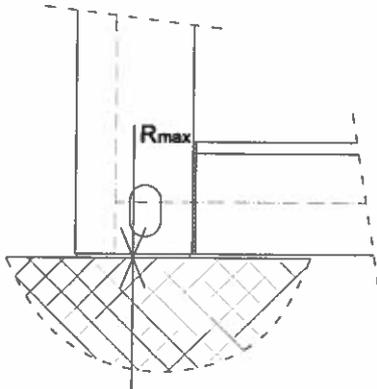
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

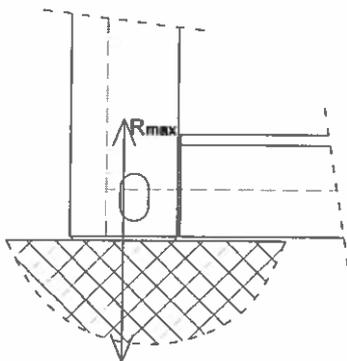
4.4.2 CONTAINER 2 x 2

MAXIMALE DRUCKKRAFT



$$R_{max}(R3) = 57,12 \text{ kN}$$

MAXIMALE ZUGKRAFT



$$R_{min}(R3) = - 17,12 \text{ kN}$$

$$H = 21,13 \text{ kN}$$

Ankerbolzen:

M 12 k.v. 8,8; $A_s = 0,843 \text{ cm}^2$, $A = 1,13 \text{ cm}^2$, $f_u = 80,0 \text{ kN/cm}^2$

Zugtragfähigkeit:

$$F_{t,Ed} = 17,12 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 0,9 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,9 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 48,55 \text{ kN} \quad (0,35)$$

Querkrafttragfähigkeit:

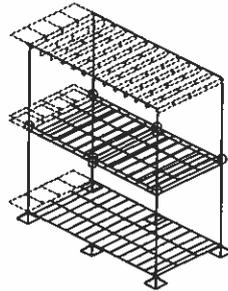
$$F_{v,Ed} = 21,13 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 0,6 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{Mb} = 0,6 \times 80 \times 0,843 / 1,25 = 32,37 \text{ kN} \quad (0,65)$$

Fundamentblockabmessungen:

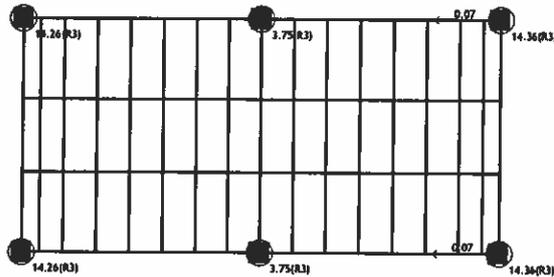
- Beton C 25/30, XC2, Stahl: B 500 B

Statische Berechnung

Belastung 5: Windlasten 0

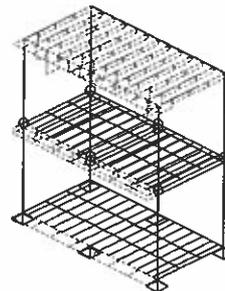


Isometrie
Belastung 23: I+II

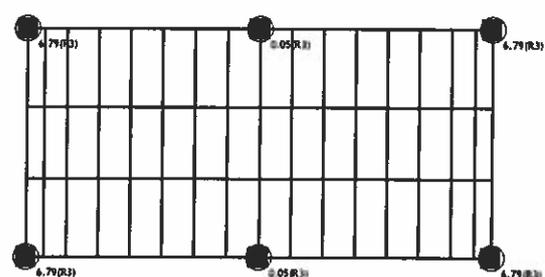


Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 4: Nutzlasten

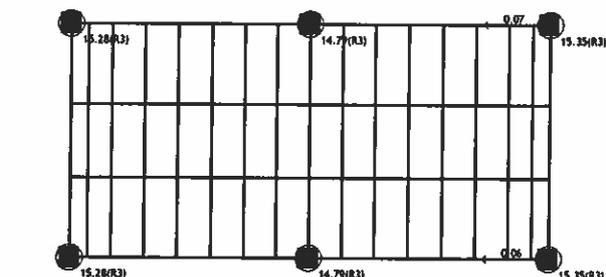
Belastung 6: Windlasten 90



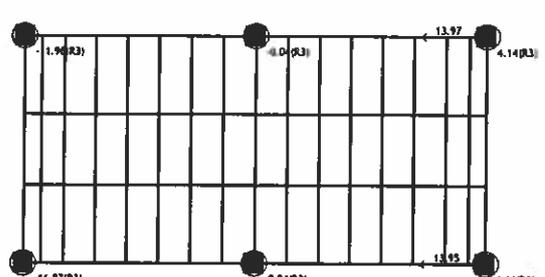
Isometrie
Belastung 3: Schneelasten



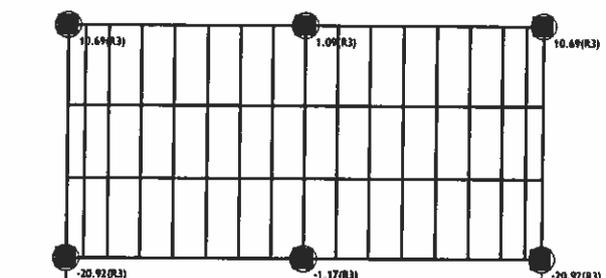
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 5: Windlasten 0



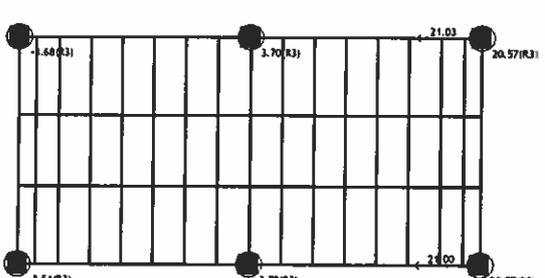
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 8: Windlasten 90



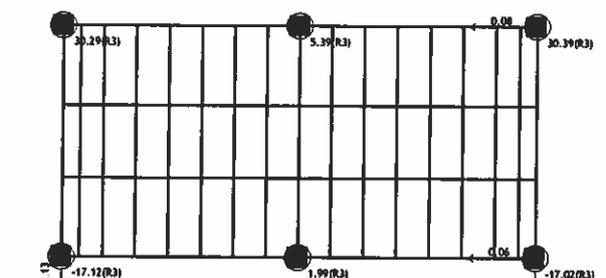
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 17: I+II+1.5xV



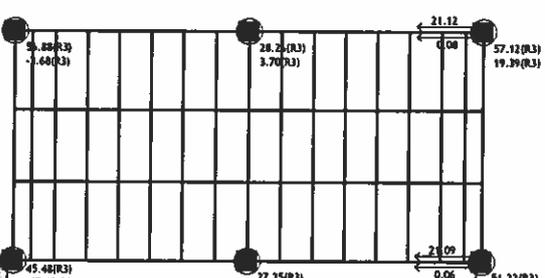
Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 20: I+II+1.5xV



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen
Belastung 31: [Anv 1] 7-22



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen



Niveau: Bodenträgerrost 1 [0.00 m]
Auflagerreaktionen (Min/Max)

5. TRAGFÄHIGKEITSKONTROLLE DER SEKUNDÄREN KONSTRUKTION

5.1. CETRIS ZEMENTGEBUNDENE SPANPLATTEN 22mm

- Bodenbelastungen:**

Ständige Lasten; Eigengewicht der Platte + Bodenbelag: $g = 0,04 + 0,30 = 0,34 \text{ kN/m}^2$

Nutzlasten: $q = 2,5 \text{ kN/m}^2$

$$q_{Ed} = 0,34 + 2,50 = 2,84 \text{ kN/m}^2$$

Abstand der Bodenträger: $a = L = 417 \text{ mm} = 0,417 \text{ m}$

- Materialeigenschaften:**

Biegezugfestigkeit: $\sigma = \text{min. } 9 \text{ Nmm}^{-2}$

Elastizitätsmodul $E = \text{min. } 4500 \text{ Nmm}^{-2}$

$$f_{md} = 0,65 \times 9,00 / 1,30 = 4,50 \text{ N/mm}^2$$

- Kontrolle laut Herstellertabellen:**

Laut Herstellerangaben zulässige Belastung bei Spannweite $L = 450 \text{ mm}$ ist :

$$q = 10,91 \text{ kN/m}^2 > 2,84 \text{ kN/m}^2$$

- Zusatzkontrolle (für Plattenbreite 1 m):**

Spannungskontrolle:

$$q_{Ed} = 1,35 \times 0,34 + 1,5 \times 2,50 = 4,21 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 4,21 \times 0,42^2/8 = 0,093 \text{ kNm} = 9,30 \text{ kNcm}$$

Platte 22 mm dick, 1,0 m breit: $I_y = 100 \times 2,2^3/12 = 88,73 \text{ cm}^4$, $W_y = 100 \times 2,2^2 / 6 = 80,67 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{max} = 9,30 / 80,67 = 0,115 \text{ kN/cm}^2 < 0,45 \text{ kN/cm}^2 \quad (0,26)$$

Durchbiegungskontrolle:

$$q_{Ed} = 0,34 + 2,50 = 2,84 \text{ kN/m}^2, \quad M_{Ed} = 2,84 \times 0,42^2/8 = 0,063 \text{ kNm} = 6,30 \text{ kNcm}$$

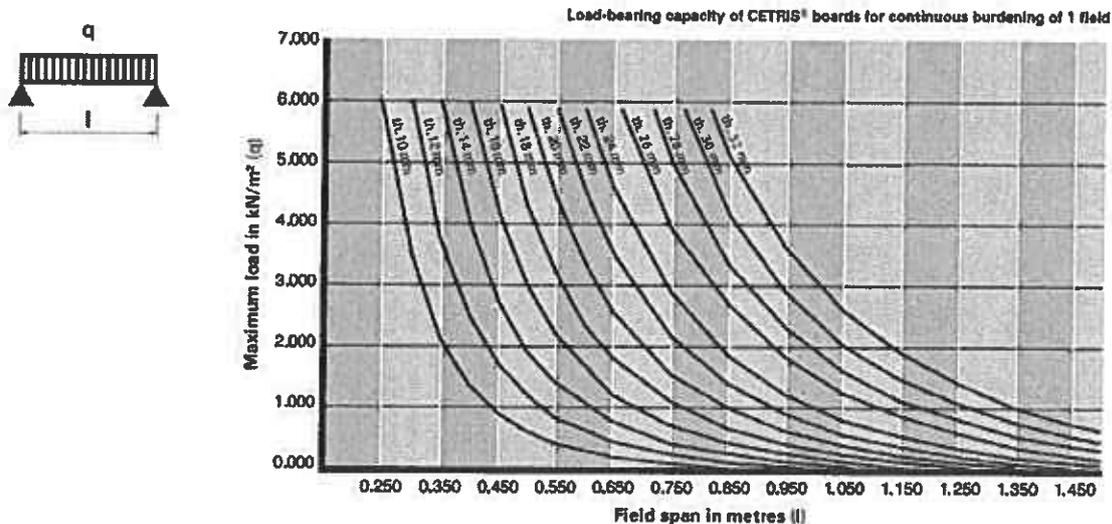
$$f_{max} = 5/48 \times M_{Ed} \times L^2 / (E \times I_y) = 5/48 \times 6,30 \times 42^2 / (450 \times 88,73) = 0,029 \text{ cm}$$

$$L/300 = 42 / 300 = 0,14 \text{ cm} > 0,029 \text{ cm} \quad (0,21)$$

TABLE OF OF CETRIS	IC PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES EMENT BONDED PART CLEBOARD	STANDARD VALUES	MEAN VALUES ACTUALLY ACHIEVED
Bulk density pursuant to EN 323		min. 1.000 kg/m ³	1.350 kg/m ³
Tensile bondline strength pursuant to EN 319		min. 9.0 N/mm ²	min. 11.5 N/mm ²
Elasticity modulus pursuant to EN 310		min. 4.500 N/mm ²	min. 6.800 N/mm ²
Tensile strength parallel perpendicular to the board plane pursuant to EN 319		min. 4.5 N/mm ²	min. 6.8 N/mm ²
Mass balance moisture at 20 °C and relative humidity 50 % pursuant to EN 834.1		0 ± 3 %	0.5 %
Linear expansion by air humidity change from 30 to 65 % at 23 °C pursuant to EN 13 009			max. 0.122 %
Thermal expansion coefficient pursuant to EN 13 471			10 × 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Board absorption rate after immersion into water for 24 hours			max. 38 %
Thickness swelling after immersion into water for 24 hours		max. 1.5 %	max. 0.28 %
Thermal conductivity coefficient pursuant to EN 12 064			th. 8 mm – 0.200 W/mK th. 22 mm – 0.261 W/mK th. 40 mm – 0.267 W/mK
Airborne sound transmission loss pursuant to ČSN 73 0513			th. 8 mm – 30 dB th. 24 mm – 34 dB th. 40 mm – 35 dB
Diffusion resistance factor pursuant to EN ISO 12 572			th. 8 mm – 5.0 th. 40 mm – 69.2
Weight activity R _w		150 kg/m ²	22.8 kg/m ²
Weight activity index		I = 0.5	I = 0.21
Tensile strength after cycling in humid environment pursuant to EN 321		min. 0.3 N/mm ²	min. 0.41 N/mm ²
Thickness swelling after cycling in humid environment pursuant to EN 321		max. 1.5 %	max. 0.31 %
Frost resistance in 100 cycle test pursuant to EN 1328		R _f > 0.7	R _f = 0.87
Surface resistance to water and chemical defrosting agents (ČSN 73 1326)		Waste after 100 cycles max. 800 g/m ² (method A) Waste after 75 cycles max. 800 g/m ² (method C)	Waste after 100 cycles max. 20.4 g/m ² (method A) Waste after 75 cycles max. 47.8 g/m ² (method C)
Resistance to arc discharge of high voltage and low intensity pursuant to EN 61 621			th. 10 mm – min. 143 sec
Board pH-value			12.5

Load Table for CETRIS® – continuous load – 1 field beam
(applies for example for specification of thickness of a board used as permanent formwork)

Beam span (l [m])	Maximum load q [kN/m ²]												
	th. 10	th. 12	th. 14	th. 16	th. 18	th. 20	th. 22	th. 24	th. 26	th. 28	th. 30	th. 32	
200	11.860	17.112	32.324	30.496	38.628								
250	8.004	19.444	18.852	19.437	24.551	30.440							
300	3.416	5.876	9.560	13.429	17.928	21.053	26.505	30.384					
350	2.089	3.701	5.948	8.387	12.434	16.353	18.657	22.334	26.124	30.320			
400	1.380	2.424	3.920	5.920	8.498	11.720	14.212	16.944	19.916	23.128	26.580	30.272	
450	0.913	1.583	2.695	4.051	5.857	8.148	10.510	13.317	16.560	19.192	22.911	27.525	
500	0.628	1.189	1.911	2.922	4.227	5.864	7.870	10.281	12.615	14.661	16.860	19.215	
550	0.450	0.829	1.381	2.136	3.113	4.336	6.036	7.841	9.778	12.048	13.861	16.001	
600	0.304	0.600	1.024	1.596	2.340	3.276	4.424	5.608	7.448	9.364	11.500	13.205	
650	0.210	0.436	0.763	1.208	1.787	2.517	3.414	4.498	5.760	7.361	9.014	11.007	
700	0.140	0.316	0.672	0.922	1.380	1.989	2.672	3.533	4.555	5.752	7.137	8.723	
750	0.098	0.223	0.478	0.708	1.076	1.580	2.175	2.810	3.635	4.605	5.726	7.009	
800	0.048	0.158	0.319	0.544	0.842	1.220	1.689	2.256	2.932	3.724	4.643	5.696	
850	0.038	0.102	0.233	0.416	0.660	0.971	1.356	1.825	2.383	3.040	3.801	4.674	
900	0.028	0.060	0.165	0.316	0.616	0.773	1.094	1.484	1.951	2.499	3.136	3.867	
950		0.048	0.111	0.226	0.401	0.516	0.766	1.012	1.364	1.760	2.263	2.821	
1,000			0.067	0.169	0.308	0.488	0.714	0.991	1.323	1.715	2.172	2.698	
1,050			0.042	0.116	0.232	0.391	0.576	0.810	1.094	1.428	1.819	2.289	
1,100			0.002	0.071	0.169	0.297	0.460	0.661	0.904	1.191	1.527	1.918	
1,150				0.035	0.116	0.225	0.389	0.557	0.785	1.064	1.394	1.750	
1,200				0.004	0.072	0.164	0.284	0.432	0.612	0.828	1.080	1.372	



• Nachweis der zementgebundenen Spanplatte mit der Einzellast (50 x 50 mm)

Der Nachweis ist durchgeführt mit der Einzellast $Q_k = 2,00$ kN, verteilt auf die Fläche 50×50 mm, ohne Kombination mit gleichmäßig verteilter Last.

Verteilungsbreite bis zu Neutralachse ist: $b = 50 + 2 \times (2,5) + 2 \times 22/2 = 77$ mm

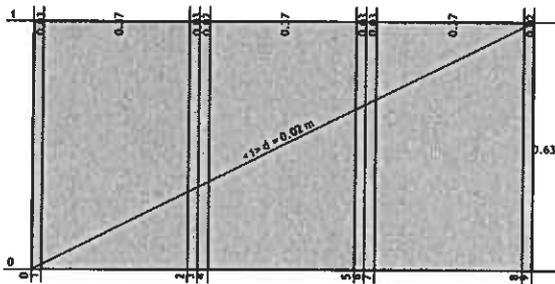
Oberflächenbelastung von Punktlast ist: $2,00 / 0,077^2 = 337,33$ kN/m²

Plattenabmessungen:

$t = 22$ mm, $B = 625$ mm, $L = 1250$ mm, Abstand der Bodenquertäger: $a = 417$ mm, $a_0 = 417 - 40 = 377$ mm

$\max Q_h = 2,0 \times 4,50 / 5,67 = 1,58$ kN

Vor Ort ist ein gut einsehbares Hinweisschild mit Einschränkung auf $Q_h = 1,58$ kN aufzuhängen!



Materialliste

No	Material	E[kN/m ²]	ν	γ [kN/m ³]	α [1/C]	E_m [kN/m ²]	μ_m
1	Cetris cement board	4.500e+6	0,20	13,5	1.000e-6	4.500e+6	0,20

Platte Sätze

No	d[m]	s[m]	Material	Art der Berechnung	Orthotropie	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0,022	0,011	1	Dünne Platte	Isotrop			

Flächenlager Sätze

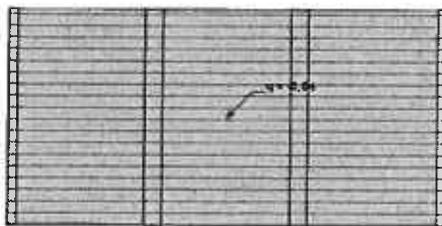
Satz	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10

Lastfallliste

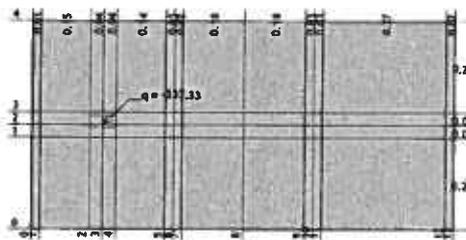
No	Titel	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Eigengewicht (g)	0,00	0,00	-0,23
2	Ständige Last	0,00	0,00	-0,03
3	Nutzlast 1	0,00	0,00	-2,00
4	Nutzlast 2	0,00	0,00	-2,00
5	Nutzlast 3	0,00	0,00	-2,00
8	LFKomb. 1.35xI+1.35xII+1.5xV	0,00	0,00	-3,36
9	LFKomb. 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xIV	0,00	0,00	-6,36
10	LFKomb. I+II+III	0,00	0,00	-2,26
11	LFKomb. I+II+IV	0,00	0,00	-2,26
12	LFKomb. I+II+V	0,00	0,00	-2,26
13	LFKomb. I+II+III+V	0,00	0,00	-4,28

Belastung 2: Ständige last

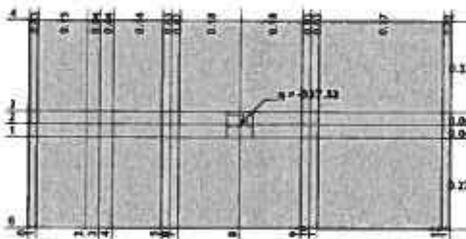
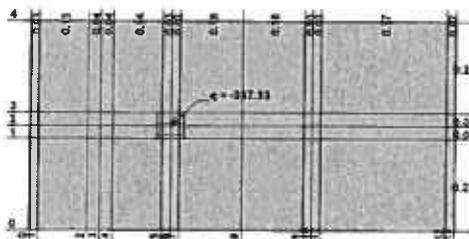
Belastung 3: Nutzlast 1



Belastung 4: Nutzlast 2

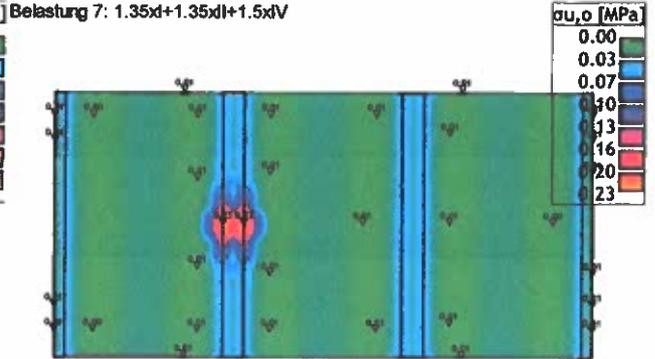
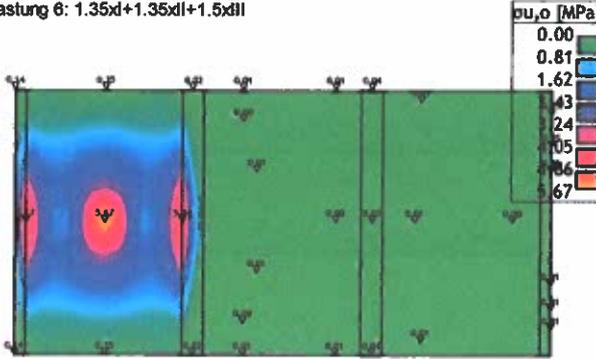


Belastung 5: Nutzlast 3

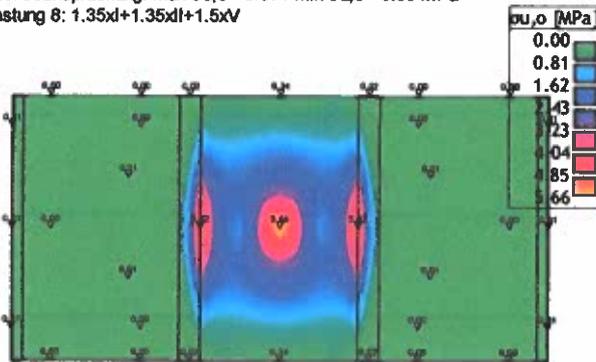


Statische Berechnung

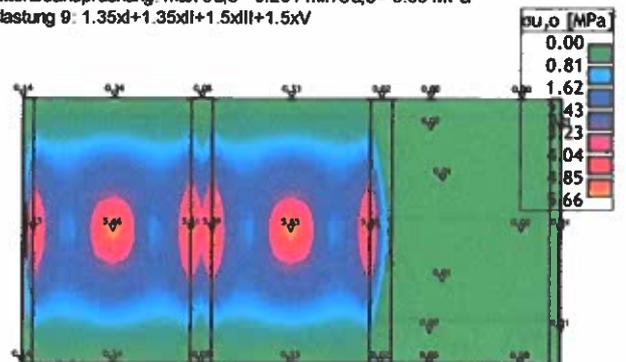
Belastung 6: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII



Plattenbeanspruchung: max $\sigma_{x,0}$ = 5.67 / min $\sigma_{x,0}$ = 0.00 MPa
Belastung 8: 1.35xI+1.35xII+1.5xV



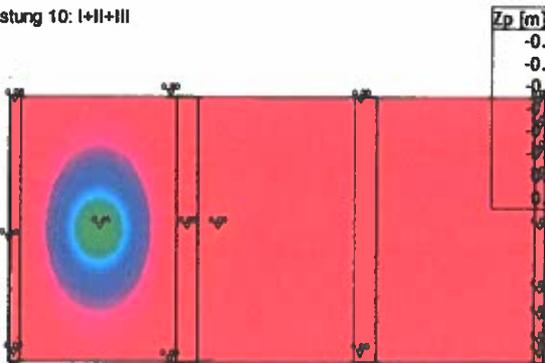
Plattenbeanspruchung: max $\sigma_{x,0}$ = 0.23 / min $\sigma_{x,0}$ = 0.00 MPa
Belastung 9: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII+1.5xV



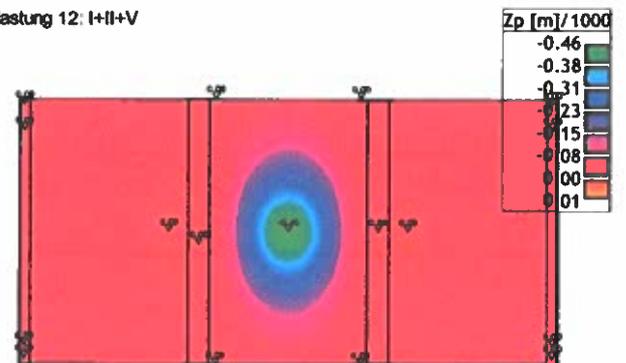
Plattenbeanspruchung: max $\sigma_{x,0}$ = 5.66 / min $\sigma_{x,0}$ = 0.00 MPa

Plattenbeanspruchung: max $\sigma_{x,0}$ = 5.66 / min $\sigma_{x,0}$ = 0.00 MPa

Belastung 10: I+II+III



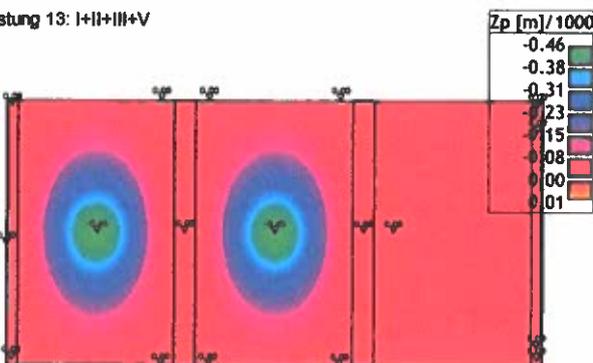
Belastung 12: I+II+V



Plattenbeanspruchung: max Z_p = 0.00 / min Z_p = -0.46 m / 1000

Plattenbeanspruchung: max Z_p = 0.00 / min Z_p = -0.46 m / 1000

Belastung 13: I+II+III+V



Plattenbeanspruchung: max Z_p = 0.00 / min Z_p = -0.46 m / 1000

nies



Finnentrop, den 23. September 2019

Aufsteller:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alexander Nies'.





Vorbemerkungen:

Diese statische Berechnung enthält die Nachweise der Gründung einer 3-geschossigen Raumzellen-Konstruktion.

Die Auflagerlasten der Containeranlage wurden der Statik S. 142 ff. entnommen.

Die Anlage kann gemäß Skizze nächste Seite auf Einzelfundamenten gegründet werden. Die Fundamente sind auf tragfähigem Boden zu gründen.

Baustoffe:

Beton der Güteklasse C25/30, XC2, XF1
Betonstahl B 500 A

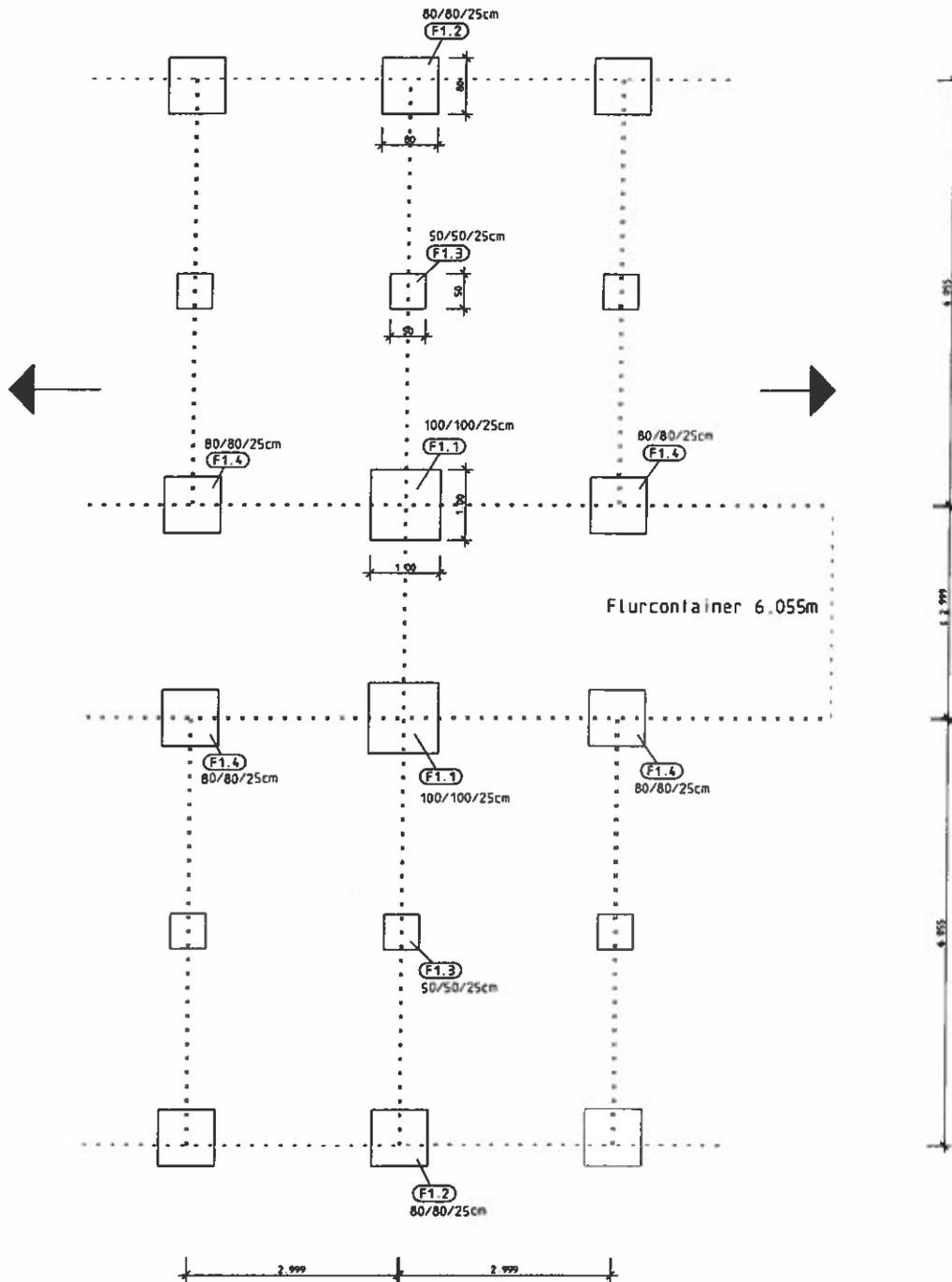
Bodenpressungen:

Es muss von der Bauleitung örtlich verantwortlich beurteilt werden, ob die größte rechnerische Bodenpressung von 240 kN/m² dem vorhandenen Baugrund zugemutet werden kann.

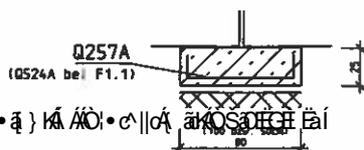
Sonstiges:

Die gesamte Baumaßnahme ist örtlich von einem Fachbauleiter eigenverantwortlich zu überwachen.

Prinzipskizze Gründung max. 3-geschossige Anlage



Schnitt Fundament



Pos. F Gründung:

max. 3-geschossige Anlage:

Pos. F1.1: Einzelfundament Mitte

-Last aus 4 Eckpunkten:

aus Statik S. 142:

$$V_d = 4 \times 80,8 \text{ kN} = 323,2 \text{ kN}$$

-aus Wind:

$$H_d = 16,5 / 4 \text{ (Auflager hintereinander)} \times 2 \text{ (Ecken)} = 8,25 \text{ kN}$$

E.D.V

$$\sigma = 335,8 / 1,4 = 239,9 \text{ kN/m}^2$$

gew.: L/B/H = 100/100/25cm

Bew.: Q524A unten

Pos. F1.2: Einzelfundament Rand

-Last aus 2 Eckpunkten:

aus Statik S. 142:

$$V_d = 2 \times 80,8 \text{ kN} = 161,6 \text{ kN}$$

-aus Wind:

$$H_d = 16,5 / 4 \text{ (Auflager hintereinander)} \times 2 \text{ (Ecken)} = 8,25 \text{ kN}$$

E.D.V

$$\sigma = 269,3 / 1,4 = 192,4 \text{ kN/m}^2$$

gew.: L/B/H = 80/80/25cm

Bew.: Q257A unten

Pos. F1.3: Mittelunterstützung Bodenriegel

-Last aus 2 Bodenlängsriegeln:

aus Statik S. 143:

$$V_d = 2 \times 27,9 \text{ kN} = 55,8 \text{ kN}$$

E.D.V

$$\sigma = 231,6 / 1,4 = 165,4 \text{ kN/m}^2$$

gew.: L/B/H = 50/50/25cm
Bew.: Q257A unten

Pos. F1.4: Einzelfundament 2 Mitte

-Last aus 2 Eckpunkten + 1x Bodenlängsriegel:

aus Statik S. 142:

$$V_d = 2 \times 80,8 + 1 \times 27,9 = 189,5 \text{ kN}$$

-aus Wind:

$$H_d = 16,5 / 4 \text{ (Auflager hintereinander)} \times 2 \text{ (Ecken)} = 8,25 \text{ kN}$$

E.D.V

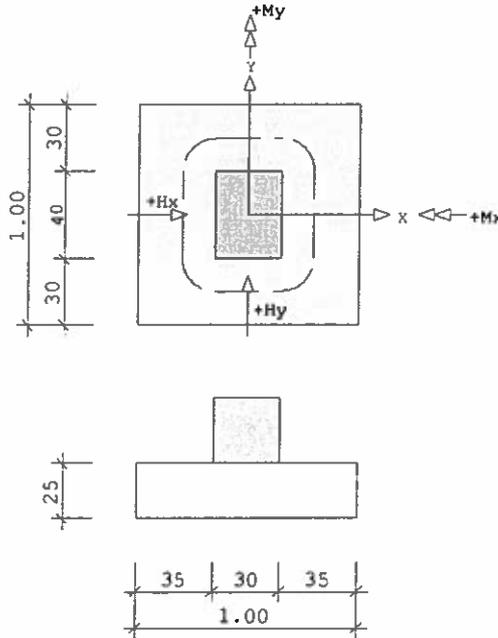
$$\sigma = 312,8 / 1,4 = 223,4 \text{ kN/m}^2$$

gew.: L/B/H = 80/80/25cm
Bew.: Q257A unten

6. Position: F1.1

Fundament FD 02/2012/Q (Frilo R-2018-2)

Maßstab 1:33



ABMESSUNGEN	Seitenlängen		Höhe
Fundament	$b_x = 1.00 \text{ m}$	$b_y = 1.00 \text{ m}$	$d = 0.25 \text{ m}$
Stütze	$c_x = 0.30 \text{ m}$	$c_y = 0.40 \text{ m}$	

Lagesicherheit EQU für Einzellastfälle: bei $\gamma = 0.50$
 $\eta = 2.1 \text{ kNm} / 164.4 \text{ kNm} = 0.01$

BELASTUNG ERGEBNIS-LF		mit 1-achsiger Ausmitte	
Alle Lasteingaben dieses Lastfalles sind bereits		γ -fach !	
Gesamtfundament ohne Sockel $G_k = 6.25 \text{ kN}$ (für Bemessung $\gamma_F = 1.35$)			
Weitere Lasten bereits γ -fach eingegeben			
HKraft I. Ord	$H_{yI} = 8.25 \text{ kN}$	für Prssng (DIN1054) u. kl. Fuge	
HKraft II. Ord	$H_{yII} = 8.25 \text{ kN}$	für Bmssng + Prfg ob kl.Fuge zul	
Vertikalkräfte: Lastausmitten			
Stütze	$N = 323.20 \text{ kN}$	$a_x = 0.00 \text{ m}$	$a_y = 0.00 \text{ m}$
γ -fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
γ -fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
Sohldruck γ -fach und klaffende Fuge 1,0-fach.			
Gesamtlast	ges. N = 237.11 kN	$e_x = 0.00 \text{ m}$	$e_y = 0.01 \text{ m}$

Sohldruck ohne klaffende Fuge (aus II.Ord.) zul.Sigma Rd= 350 kN/m2

γ -fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 γ -fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 Sohldruck γ -fach und klaffende Fuge 1,0-fach.

Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 335.81 \text{ kN/m}^2$ aus I.Ord.
 (Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)
 Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 335.81 \text{ kN/m}^2$ aus II.Ord.
 (Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)
 für γ -fache Lasten zur Berechnung der Bemessungsmomente:

Kantenpressungen : max p = 344.01 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
unter der Stützenmitte min p = 319.26 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
p = 331.64 kN/m² aus II.Ord f. Bem.

Gleitsicherheit nach DIN EN 1997-1 :(Phi = 32 Grad)
Rtd = Rtk/1.1 = 134.69 kN > Td = 8.25 kN

Bemessungsmomente für γ-fache Lasten
Bemessungsmoment MxEd = 25.27 kNm (um die x-Achse)
Bemessungsmoment MyEd = 28.28 kNm (um die y-Achse)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff XF1/W0
Bewehrungskorrosion XC2
Mindestbetonklasse C 25/30
Längsbewehrung ds,l = 14 mm
Vorhaltemaß ΔCdev = 15 mm
reduziertes cmin >= C 16/20
Längsbewehrung cmin,l = 15 mm
Betondeckung cnom,l = 30 mm
Verlegemaß Bügel Cv,b = 30 mm
zul. Rissbreite Wmax = 0.30 mm

BEMESSUNG :		C 25/30	B 500 A	nach DIN EN 1992-1-1
Ohne Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 Punkt 9.2.1.1 (1) !				
LF	1	(um x) MxEd = 25.27 kNm	erf. As = 2.77 cm ²	
		(um y) MyEd = 28.28 kNm	erf. As = 3.03 cm ²	

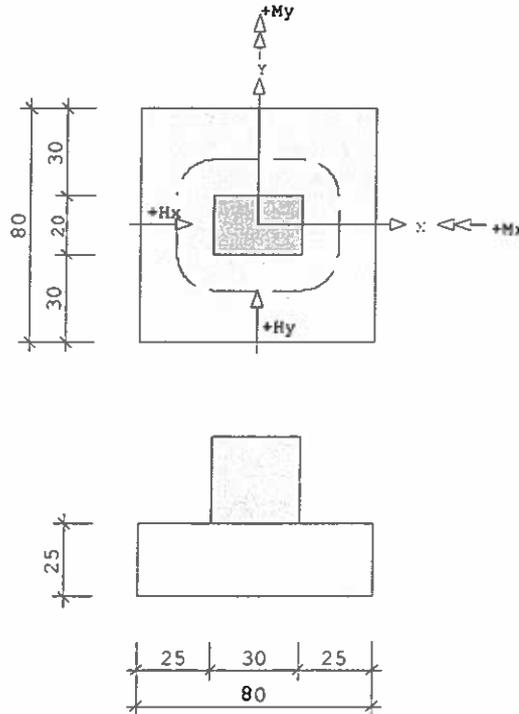
BIEGEBEWehrung :		C 25/30	B 500 A	nach DIN EN 1992-1-1
Bewehrung unter der Stütze nach Heft 240 T. 2.10 verteilen.				
y-Richtung :	Nutzhöhe	dy =	0.21 m	
	Bewehrung unten	ges As =	2.77 cm ²	6 o 8
	Verteilung	bx/8	bx/8	bx/8
	(cm ²)	0.25	0.30	0.39
	(cm ² /m)	1.99	2.44	3.10
				0.44
				3.55
x-Richtung :	Nutzhöhe	dx =	0.21 m	
	Bewehrung unten	ges As =	3.03 cm ²	7 o 8
	Verteilung	by/8	by/8	by/8
	(cm ²)	0.38	0.38	0.38
	(cm ² /m)	3.03	3.03	3.03

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1	
rk =	0.70 * dm = 0.15 m
u_crit	= 2.31 m
A_crit	= 0.39 m ²
vorh mittleres Rho	= 0.14 % < 0.21 % min Rho nach 10.5.6
Lasterhöhungsfaktor	= 1.00
red VEd (ohne Beta)	= 197.27 kN
Beta	= 1.10
vEd (Beta berücksichtigt)	= 0.452 N/mm ²
vRd,c	= 1.395 N/mm ² > vEd
Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.	

7. Position: F1.2

Fundament FD 02/2012/Q (Frilo R-2018-2)

Maßstab 1 : 25



ABMESSUNGEN	Seitenlängen		Höhe
Fundament	$b_x = 0.80 \text{ m}$	$b_y = 0.80 \text{ m}$	$d = 0.25 \text{ m}$
Stütze	$c_x = 0.30 \text{ m}$	$c_y = 0.20 \text{ m}$	

Lagesicherheit EQU für Einzellastfälle: bei $\gamma = 0.40$
 $\eta = 2.1 \text{ kNm} / 66.1 \text{ kNm} = 0.03$

BELASTUNG ERGEBNIS-LF		mit 1-achsiger Ausmitte	
Alle Lasteingaben dieses Lastfalles sind bereits		y-fach I	
Gesamtfundament ohne Sockel $G_k = 4.00 \text{ kN}$ (für Bemessung $\gamma_F = 1.35$)			
Weitere Lasten bereits y-fach eingegeben			
HKraft I. Ord	$H_{yI} = 8.25 \text{ kN}$	für Prssng (DIN1054) u. kl. Fuge	
HKraft II. Ord	$H_{yII} = 8.25 \text{ kN}$	für Brssng + Prfg ob kl. Fuge zul	
Vertikalkräfte: Lastausmitte			
Stütze	$N = 161.60 \text{ kN}$	$a_x = 0.00 \text{ m}$	$a_y = 0.00 \text{ m}$
y-fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
y-fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
Sohldruck y-fach und klaffende Fuge 1,0-fach.			
Gesamtlast ges. N	$= 119.43 \text{ kN}$	$e_x = 0.00 \text{ m}$	$e_y = 0.01 \text{ m}$

Sohldruck ohne klaffende Fuge (aus II.Ord.) zul. Sigma Rd= 350 kN/m2

y-fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 y-fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 Sohldruck y-fach und klaffende Fuge 1,0-fach.

Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 269.25 \text{ kN/m2}$ aus I.Ord.
 (Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)

Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 269.25$ kN/m² aus II.Ord.
(Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)

für γ -fache Lasten zur Berechnung der Bemessungsmomente:

Kantenpressungen : max p = 285.11 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
min p = 236.77 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
unter der Stützenmitte p = 260.94 kN/m² aus II.Ord f. Bem.

Gleitsicherheit nach DIN EN 1997-1 :(Phi = 32 Grad)
Rtd = Rtk/1.1 = 67.84 kN > Td = 8.25 kN

Bemessungsmomente für γ -fache Lasten

Bemessungsmoment MxEd = 13.15 kNm (um die x-Achse)
Bemessungsmoment MyEd = 10.10 kNm (um die y-Achse)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff XF1/W0
Bewehrungskorrosion XC2
Mindestbetonklasse C 25/30
Längsbewehrung ds,l = 14 mm
Vorhaltemaß $\Delta C_{dev} = 15$ mm
reduziertes cmin $\geq C 16/20$
Längsbewehrung cmin,l = 15 mm
Betondeckung cnom,l = 30 mm
Verlegemaß Bügel Cv,b = 30 mm
zul. Rissbreite Wmax = 0.30 mm

BEMESSUNG :		C 25/30	B 500 A	nach DIN EN 1992-1-1
Ohne Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 Punkt 9.2.1.1 (1) !				
LF 1	(um x) MxEd =	13.15 kNm	erf. As =	1.43 cm ²
	(um y) MyEd =	10.10 kNm	erf. As =	1.07 cm ²

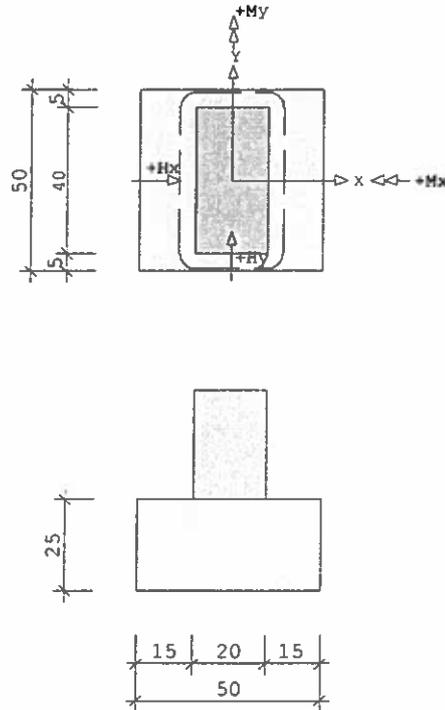
BIEGEBEWehrUNG :		C 25/30	B 500 A	nach DIN EN 1992-1-1
Bewehrung unter der Stütze nach Heft 240 T. 2.10 verteilen.				
y-Richtung :	Nutzhöhe	dy =	0.21 m	
	Bewehrung unten	ges As =	1.43 cm ²	3 o 8
	Verteilung	bx/8	bx/8	bx/8
	(cm ²)	0.18	0.18	0.18
	(cm ² /m)	1.79	1.79	1.79
x-Richtung :	Nutzhöhe	dx =	0.21 m	
	Bewehrung unten	ges As =	1.07 cm ²	2 o 8
	Verteilung	by/8	by/8	by/8
	(cm ²)	0.10	0.12	0.15
	(cm ² /m)	0.96	1.18	1.50

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1	
rk =	0.60 * dm = 0.12 m
u_crit	= 1.78 m
A_crit	= 0.23 m ²
vorh mittleres Rho	= 0.07 % < 0.10 % min Rho nach 10.5.6
Lasterhöhungsfaktor	= 1.00
red VEd (ohne Beta)	= 102.72 kN
Beta	= 1.10
vEd (Beta berücksichtigt)	= 0.306 N/mm ²
vRd,c	= 1.627 N/mm ² > vEd
Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.	

8. Position: F1.3

Fundament FD 02/2012/Q (Frilo R-2018-2)

Maßstab 1 : 20



ABMESSUNGEN	Seitenlängen		Höhe
Fundament	$b_x = 0.50 \text{ m}$	$b_y = 0.50 \text{ m}$	$d = 0.25 \text{ m}$
Stütze	$c_x = 0.20 \text{ m}$	$c_y = 0.40 \text{ m}$	

BELASTUNG ERGEBNIS-LF mit zentrischer Belastung			
Alle Lasteingaben dieses Lastfalles sind bereits		y-fach !	
Gesamtfundament ohne Sockel $G_k = 1.56 \text{ kN}$ (für Bemessung $\gamma_F = 1.35$)			
Weitere Lasten bereits y-fach eingegeben			
Vertikalkräfte :		Lastausmitten	
Stütze	$N = 55.80 \text{ kN}$	$a_x = 0.00 \text{ m}$	$a_y = 0.00 \text{ m}$
y-fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
y-fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
Sohldruck y-fach und klaffende Fuge 1,0-fach.			
Gesamtlast	ges. N = 41.42 kN	$e_x = 0.00 \text{ m}$	$e_y = 0.00 \text{ m}$

Sohldruck ohne klaffende Fuge (aus II.Ord.) zul. Sigma Rd= 350 kN/m2

y-fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
y-fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
Sohldruck y-fach und klaffende Fuge 1,0-fach.

zentrischer Sohldruck $\sigma = 231.64 \text{ kN/m}^2$ (nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4)(I.Ord)
(Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)
zentrischer Sohldruck $\sigma = 231.64 \text{ kN/m}^2$ Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 (II.Ord)
(Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)

Bemessungsmomente für γ -fache Lasten

Bemessungsmoment $M_{xEd} = 0.70$ kNm (um die x-Achse)
Bemessungsmoment $M_{yEd} = 2.09$ kNm (um die y-Achse)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff XF1/WO
Bewehrungskorrosion XC2
Mindestbetonklasse C 25/30
Längsbewehrung $d_{s,l} = 14$ mm
Vorhaltemaß $\Delta C_{dev} = 15$ mm
reduziertes c_{min} $\geq C 16/20$
Längsbewehrung $c_{min,l} = 15$ mm
Betondeckung $c_{nom,l} = 30$ mm
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} = 30$ mm
zul. Rissbreite $w_{max} = 0.30$ mm

BEMESSUNG : C 25/30 B 500 A nach DIN EN 1992-1-1

Ohne Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 Punkt 9.2.1.1 (1) !

LF 1 (um x) $M_{xEd} = 0.70$ kNm erf. As = 0.07 cm²
(um y) $M_{yEd} = 2.09$ kNm erf. As = 0.22 cm²

BIEGEBEWehrUNG : C 25/30 B 500 A nach DIN EN 1992-1-1

Bewehrung unter der Stütze nach Heft 240 T. 2.10 verteilen.

y-Richtung : Nutzhöhe $d_y = 0.21$ m
Bewehrung unten ges As = 0.07 cm² 2 o 6
Verteilung $b_x/8$ $b_x/8$ $b_x/8$ $b_x/8$
(cm²) 0.01 0.01 0.01 0.01
(cm²/m) 0.15 0.15 0.15 0.15

x-Richtung : Nutzhöhe $d_x = 0.21$ m
Bewehrung unten ges As = 0.22 cm² 2 o 6
Verteilung $b_y/8$ $b_y/8$ $b_y/8$ $b_y/8$
(cm²) 0.03 0.03 0.03 0.03
(cm²/m) 0.44 0.44 0.44 0.44

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1

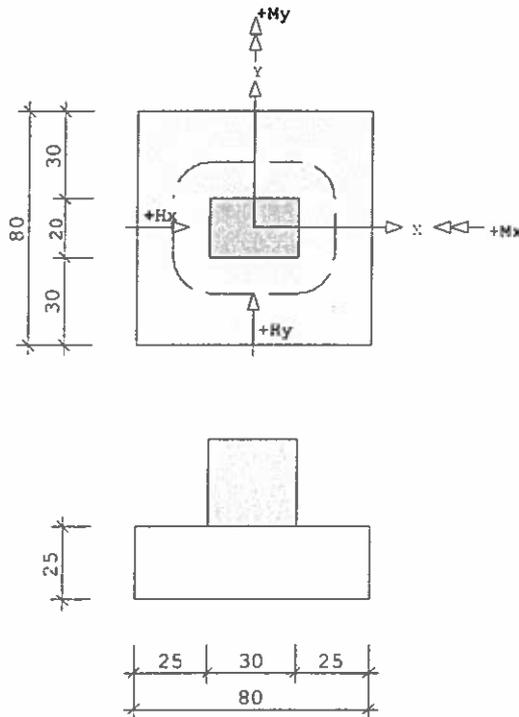
$r_k = 0.20 \cdot d_m = 0.04$ m
 $u_{crit} = 1.46$ m
 $A_{crit} = 0.14$ m²
vorh mittleres Rho = 0.01 % < 0.04 % min Rho nach 10.5.6
Lasterhöhungsfaktor = 1.00
red VEd (ohne Beta) = 25.62 kN
Beta = 1.10
vEd (Beta berücksichtigt) = 0.093 N/mm²
vRd,c = 4.882 N/mm² > vEd

Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.

9. Position: F1.4

Fundament FD 02/2012/Q (Frilo R-2018-2)

Maßstab 1 : 25



ABMESSUNGEN	Seitenlängen		Höhe
Fundament	$b_x = 0.80 \text{ m}$	$b_y = 0.80 \text{ m}$	$d = 0.25 \text{ m}$
Stütze	$c_x = 0.30 \text{ m}$	$c_y = 0.20 \text{ m}$	

Lagesicherheit EQU für Einzellastfälle: bei $\gamma = 0.40$
 $\eta = 2.1 \text{ kNm} / 77.2 \text{ kNm} = 0.03$

BELASTUNG ERGEBNIS-LF mit 1-achsiger Ausmitte			
Alle Lasteingaben dieses Lastfalles sind bereits			γ -fach !
Gesamtfundament ohne Sockel $G_{kz} = 4.00 \text{ kN}$ (für Bemessung $\gamma_F = 1.35$)			
Weitere Lasten bereits γ -fach eingegeben			
HKraft I. Ord	$H_{yI} = 8.25 \text{ kN}$	für Prssng (DIN1054) u. kl. Fuge	
HKraft II. Ord	$H_{yII} = 8.25 \text{ kN}$	für Brssng + Prfg ob kl. Fuge zul	
Vertikalkräfte : Lastausmitten			
Stütze	$N = 189.50 \text{ kN}$	$a_x = 0.00 \text{ m}$	$a_y = 0.00 \text{ m}$
γ -fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
γ -fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor:		1.40 dividiert.	
Sohldruck γ -fach und klaffende Fuge 1,0-fach.			
Gesamtlast	ges. N = 139.36 kN	$e_x = 0.00 \text{ m}$	$e_y = 0.01 \text{ m}$

Sohldruck ohne klaffende Fuge (aus II.Ord.) zul. Sigma Rd= 350 kN/m2

γ -fache Stützenlast durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 γ -fache übrige Lasten durch Reduktionsfaktor: 1.40 dividiert.
 Sohldruck γ -fach und klaffende Fuge 1,0-fach.

Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 312.81 \text{ kN/m}^2$ aus I.Ord.
 (Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)

Sohldruck nach DIN EN 1997-1 6.5.2.4 $\sigma = 312.81 \text{ kN/m}^2$ aus II.Ord.

(Allgemein anerkanntes Verfahren : DIN 1054:2010)

für γ -fache Lasten zur Berechnung der Bemessungsmomente:

Kantenpressungen : max p = 328.70 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
min p = 280.36 kN/m² aus II.Ord f. Bem.
unter der Stützenmitte $\rho = 304.53 \text{ kN/m}^2$ aus II.Ord f. Bem.

Gleitsicherheit nach DIN EN 1997-1 : ($\Phi = 32 \text{ Grad}$)
Rtd = Rtk/1.1 = 79.16 kN > Td = 8.25 kN

Bemessungsmomente für γ -fache Lasten

Bemessungsmoment MxEd = 15.24 kNm (um die x-Achse)
Bemessungsmoment MyEd = 11.84 kNm (um die y-Achse)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff XF1/W0
Bewehrungskorrosion XC2
Mindestbetonklasse C 25/30
Längsbewehrung $d_{s,i} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß $\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes cmin $\geq C 16/20$
Längsbewehrung $c_{min,l} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung $c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel $c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite $w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

BEMESSUNG : C 25/30 B 500 A nach DIN EN 1992-1-1

Ohne Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 Punkt 9.2.1.1 (1) !

LF 1 (um x) MxEd = 15.24 kNm erf. As = 1.66 cm²
(um y) MyEd = 11.84 kNm erf. As = 1.26 cm²

BIEGEBEWehrUNG : C 25/30 B 500 A nach DIN EN 1992-1-1

Bewehrung unter der Stütze nach Heft 240 T. 2.10 verteilen.

y-Richtung : Nutzhöhe $d_y = 0.21 \text{ m}$
Bewehrung unten ges As = 1.66 cm² 4 o 8
Verteilung bx/8 bx/8 bx/8 bx/8
(cm²) 0.21 0.21 0.21 0.21
(cm²/m) 2.08 2.08 2.08 2.08

x-Richtung : Nutzhöhe $d_x = 0.21 \text{ m}$
Bewehrung unten ges As = 1.26 cm² 2 o 8
Verteilung by/8 by/8 by/8 by/8
(cm²) 0.11 0.14 0.18 0.20
(cm²/m) 1.13 1.38 1.76 2.01

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1

rk = 0.60 * dm = 0.12 m
u_crit = 1.78 m
A_crit = 0.23 m²
vorh mittleres Rho = 0.09 % < 0.12 % min Rho nach 10.5.6
Lasterhöhungsfaktor = 1.00
red VEd (ohne Beta) = 120.45 kN
Beta = 1.10
vEd (Beta berücksichtigt) = 0.358 N/mm²
vRd,c = 1.627 N/mm² > vEd

Keine zusätzliche Stanzbewehrung erforderlich.



Finntrop, den 13. November 2019

Aufsteller:



12.16.2 Nachweis der Standsicherheit Pförtnerhaus

Der Nachweis der Standsicherheit des Pförtnerhauses wird nachgereicht.

12.16.3 Nachweis der Standsicherheit Bestandshalle

Der Nachweis der Standsicherheit für die Kapitel 12.12.0 beschriebenen baulichen Maßnahmen innerhalb der Bestandshalle werden nachgereicht.

12.16.4 Nachweis der Standsicherheit Löschwasservorhaltung und Löschwasserrückhaltung

Der Nachweis der Standsicherheit für die Löschwasservorhaltung und Löschwasserrückhaltung wird nachgereicht.



Brandschutzkonzept

BK-EPS-06-24-00

Objekt:	Rohstoffwerk Weser Umbau und Nutzungsänderung einer bestehenden Stahlbauhalle zum Recyclingbetrieb Kap-Horn-Straße 30, 28237 Bremen
Aktenzeichen:	Noch nicht bekannt
Gebäudeklassen:	1, 3, Sonderbau
Auftraggeber:	Nehlsen AG Wilhelm-Karmann-Str. 5, 28237 Bremen
Verfasser:	EPS BRANDSCHUTZ Konzepte·Planung·Technik·Gutachten Dipl.-Ing. Volker Gutsch Am Mönchshof 18, 28717 Bremen
Auftrags-Nr.:	9500042042
Index:	0 vom 22.01.2024

Dieses Brandschutzkonzept umfasst 30 Seiten und 4 Anlagen

Der Auftraggeber darf dieses Brandschutzkonzept für deren Zwecke vollumfänglich benutzen, an Dritte weitergeben und vervielfältigen. Eine Übertragung auf andere Bauvorhaben ist ausgeschlossen.

Inhalt

1. Allgemeine Angaben	4
1.1 Anlass und Auftrag	4
1.2 Bearbeitungsunterlagen	4
1.3 Lage, Aufbau und Nutzung des Objekts	5
1.4 Umbaumaßnahmen	6
1.5 Stahlbauhalle	7
1.6 Nieder (NS)-und Mittelspannungsanlage (MS), Transformatorenanlagen	7
1.7 Lagerflächen und Sammelboxen in der Halle	7
1.8 Bürogebäude	7
1.9 Lagerung im Freien	8
1.10 Eigenbedarfstankstelle	9
1.11 Umkleide-Containeranlage	9
1.12 Pförtner- u. Wiegehäuschen	9
2. Baurechtliche Grundlagen	10
2.1 Verwendete Vorschriften und Richtlinien	10
2.2 Baurechtliche Einordnung des Objekts	10
2.2.1 Einstufung nach Landesbauordnung	10
2.2.2 Einstufung nach Industriebaurichtlinie	12
2.2.3 Einstufung nach Kunststofflager-Richtlinie KLR	12
3. Brandrisiko- und Schutzzielbetrachtung	12
3.1 Brandrisiko	12
3.2 Schutzziele	13
4. Brandschutztechnisches Gesamtkonzept	14
4.1 Baulicher Brandschutz	14
4.1.1 Zugänglichkeit des Objekts	14
4.1.2 Abstände	15
4.1.3 Nachweis der zulässigen Fläche der Stahlbauhalle	15
4.1.4 Feuerwiderstanddauer der Bauteile, Bauteilanforderungen	17
4.1.5 Außenwände / Fassaden	17
4.1.6 Trennwände - Nutzungseinheiten	17
4.1.6 Einbauten	18
4.1.7 Hallendach	18
4.1.8 Brandwände	18
4.1.9 Feuerüberschlag	18
4.1.10 Flucht- und Rettungswege	18
4.1.11 Lüftungsanlagen	20
4.1.12 Feuerungsanlagen	20
4.1.13 Leitungsanlage, Installationsschächte und -kanäle	20

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

4.1.14	Rauchabzug im Treppenraum.....	20
4.2	Anlagentechnischer Brandschutz	21
4.2.1	Brandmelde- und Alarmierungsanlage	21
4.2.2	Automatische Löschanlagen	21
4.2.3	Rauchableitung	21
4.2.4	Wärmeabzug.....	22
4.3	Organisatorischer (betrieblicher) Brandschutz.....	22
4.3.1	Betriebsvorschriften und Pflichten des Betreibers.....	22
4.3.2	Löschwassereinrichtungen und Geräte zur Brandbekämpfung	23
4.3.3	Prüfungen von sicherheitstechnisch relevanten Einbauten und Anlagen	23
4.3.4	Brandschutzordnung.....	24
4.3.5	Notfallplan	24
4.3.6	Feuerwehrpläne.....	24
4.4	Abwehrender Brandschutz.....	25
4.4.1	Löschwasserversorgung	25
4.4.2	Löschwasserrückhaltung	27
4.4.3	Einsatz von Schaummitteln	27
4.4.4	Abschaltung von elektrischen Anlagen	28
5.	Abweichungen und Kompensationsmaßnahmen	28
6.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	30

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lageplan.....	5
Abbildung 2	Modellansicht Bürogebäude im Bestand	8
Abbildung 3	Lagerung im Freien	8
Abbildung 4	Neubau Umkleide-Containeranlage.....	9
Abbildung 5	Gebäudeklasse 3.....	11
Abbildung 6	Zulässige Brandabschnittsflächen in m ² nach MIndBauRL	15
Abbildung 7	Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, Bauteilanforderungen.....	17
Abbildung 8	Fluchtweglängen.....	20
Abbildung 9	Anforderungen Rauchableitung.....	22
Abbildung 10	Wärmebildkamera (Handgerät).....	23
Abbildung 11	Löschwasserversorgung im Bestand	25
Abbildung 12	Planstand Löschwasserversorgung	26
Abbildung 13	Löschwasserbedarf	26

Anhang

- Brandschutzplan Halle
Zeichnungsnummer: EPS-830-001-00 vom 19.01.2022
- Brandschutzplan Umkleide-Containeranlage
Zeichnungsnummer: EPS-830-003-00 vom 19.01.2022
- Brandschutzlageplan
Zeichnungsnummer: EPS-830-004-00 vom 19.01.2022
- Brandschutzplan Bürogebäude
Zeichnungsnummer: EPS-830-002-00 vom 19.01.2022
Dieser Brandschutzplan wird nachgereicht, weil zum Zeitpunkt der Erstellung des Brandschutzkonzeptes noch keine endgültigen Schnittzeichnungen und Informationen zu geplanten Raumnutzungen vorlagen.

1. Allgemeine Angaben

1.1 Anlass und Auftrag

Die Nehlsen AG plant am Standort Kap-Horn-Str. 30 in Bremen die Errichtung eines neuen Rohstoffwerks zur Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen (EBS), Sortierung von Eisen- und Nichteisenmetallen sowie eine Altholzauflagerungsanlage. Hierbei handelt es sich um ein trimodal erschlossenes Grundstück im Hafengebiet. Das Ingenieurbüro EPS Brandschutz wurde mit der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes auf Grundlage der BremLBO sowie den geltenden Sonderbauvorschriften und -richtlinien beauftragt. Der zuständige Sachversicherer ist während der Planungsphase beteiligt, um eventuell höhere brandschutztechnische Forderungen zum Sachschutz bei der Bauausführung zu berücksichtigen. Das vorliegende Brandschutzkonzept dient als Nachweis im Baugenehmigungsverfahren, dass alle Schutzziele des vorbeugenden Brandschutzes erreicht und ggf. auftretende Abweichungen angemessen kompensiert werden.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Konzeptes lagen dem Unterzeichner folgende zur Beurteilung relevante Unterlagen vor:

- | | | |
|---|--|------------|
| • Lageplan Verkehr | 222110-4-2001_00, 19.01.2024 | IGNW |
| • Grundriss Halle | 222110-4-2102_00_BW_GR_Draft, 19.01.2024 | IGNW |
| • Schnitte Halle | 222110-4-2105_00_BW_SN_1-6, 19.01.2024 | IGNW |
| • Ansicht Halle | 222101-4-2104_00_BW_AN, 19.01.2024 | IGNW |
| • Grundrisse Büro | KHS_VP_IGNW_20220812_Grundriss_Büro, 19.01.2024 | IGNW |
| • Grundverfahren | EBS Aufbereitung und Betriebsplanung, 25.03.2022 | Nehlsen AG |
| • Beschreibungen der zum Betrieb erforderlichen technischen Einrichtungen | | Nehlsen AG |
| • Baugenehmigung | Stahlbauhalle (A 57/89 vom 01.02.1991)_Bauordnungsamt Bremen | |

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Der Nachweis bezieht sich ausschließlich auf die zur Verfügung gestellten, vorgenannten Planunterlagen, die zum Zeitpunkt der Erstellung des Brandschutznachweises zum Teil noch der Leistungsphase 2 (Vorplanung) entsprachen.

1.3 Lage, Aufbau und Nutzung des Objekts



Abbildung 1 Lageplan

Das Betriebsgelände mit bestehender Stahlbauhalle und angrenzendem Bürogebäude wurde ehemals von der BLG für den Stahlumschlag erbaut und genutzt und zum 01.02.2022 von der Nehlsen AG erworben. Hierbei handelt es sich um ein trimodal erschlossenes Grundstück im Hafengebiet mit Gleis- und Kajenanlage mit einer Gesamtfläche von 43.000 m². Die dort seit 1989 befindliche Halle weist eine Gesamtgröße von 12.380 m² auf und wurde bisher für den Umschlag und die Bearbeitung von Rohstählen genutzt. Die Gleisanlage führt durch die Halle zum Freigelände. Der Eisenbahnbetrieb wird durch den Eisenbahnbetriebsleiter (EBL) überwacht und ist in Bezug auf den sicheren Eisenbahnbetrieb weisungsfrei von der Geschäftsführung. Er beaufsichtigt und berät das Unternehmen hinsichtlich des Eisenbahnbetriebs und der dafür eingesetzten Personen in allen Angelegenheiten, die für die Sicherheit der Eisenbahn bedeutsam sein können. Antragsgegenstand ist die Errichtung und der Betrieb eines Sekundärrohstoffzentrums bestehend aus vier Bereichen, dass der Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen, der Vorbehandlungsanlage nach GewAbfV, der Aufbereitung von Altholz sowie dem Schrotturnschlag und Behandlung dient. Zusätzlich finden die Zwischenlagerung und der Umschlag von Abfällen statt.

1.5 Stahlbauhalle

Die im Bestand vorhandene Halle ist in Stahlbauweise errichtet und hat folgende Abmessungen:

Länge:	199,00 m
Breite östl. Giebel:	50,00 m
Breite westl. Giebel:	70,00 m
Höhe:	17,58 m
Grundfläche:	12.380 m ²

Die Baugenehmigung der Stahlbauhalle (Az 57/89 vom 01.02.1991) bezieht sich auf den Stahlumschlag und auf die Bearbeitung von Rohstählen mit geringen Brandlasten und niedrigen Brandrisiken.

1.6 Nieder (NS)-und Mittelspannungsanlage (MS), Transformatorenanlagen

Die Einhausungen bzw. Trennungen dieser Anlagenkomponenten erfolgt in der Halle nach dem Raum in Raum Konzept, d.h. mit brandschutztechnisch qualifizierter Abtrennung (feuerbeständig).

1.7 Lagerflächen und Sammelboxen in der Halle

Es werden Fraktionen mit Kunststoffanteilen und Holz getrennt gelagert. Die Trennung erfolgt mittels feuerbeständigen 80 cm starken Betonrasterblöcken. Die Lagerguthöhe beträgt bei Schüttung maximal 5 m, bei Blocklagerung maximal 4 m. Die Wände aus Betonrasterblöcken werden 1 m über die Lagerguthöhe geführt.

1.8 Bürogebäude

Das im Bestand vorhandene zweigeschossige Büro- und Dispositionsgebäude (Grundfläche 263 m²) bleibt bestehen, in einigen Räumen sind Sanierungsarbeiten und Anpassungen geplant. Im Erdgeschoss befinden sich Mittelspannungsraum und zwei Transformatorzellen, die nach dem Raum in Raum Konzept brandschutztechnisch qualifiziert getrennt sind (feuerbeständig). Das zweigeschossige Gebäude besteht aus nichtbrennbaren Bauprodukten, schließt direkt an die Außenwand der Halle an und ist hier durch eine feuerbeständige massive Wand (KS 24 cm) brandschutztechnisch getrennt.

1.10 Eigenbedarfstankstelle

Die neue Eigenbedarfstankstelle ist eine Tankstelle für betriebseigene Fahrzeuge und Geräte, die nur vom Betreiber bzw. von beschäftigten Personen genutzt wird. Gelagert werden maximal 10.000 l Dieselmotorkraftstoff, gemäß AwSV in doppelwandigen Tanks.

1.11 Umkleide-Containeranlage

Der geplante Neubau wird in Modulbauweise mit vorgefertigten Containern errichtet. Das zweigeschossige Gebäude besteht aus nichtbrennbaren Bauprodukten und hat eine Grundfläche von 130 m². Die Anordnung der Umkleide- und Waschräume erfolgt nach dem Schwarz-Weiß-Prinzip. D.h. die Mitarbeiter kommen direkt durch einen separaten Eingang mit Straßenkleidung in die Umkleidekabine weiß, hängen die Straßenkleidung in die Spinde und gehen dann durch die Waschräume in die Umkleidekabine schwarz, wo sie aus den Spinden die Arbeitskleidung entnehmen und anziehen. Nach Beendigung der Arbeit verläuft der Weg rückwärts. Zuerst kommen sie in den Umkleideraum schwarz, wo die Arbeitskleidung abgelegt und in einer Spinde verstaut wird.

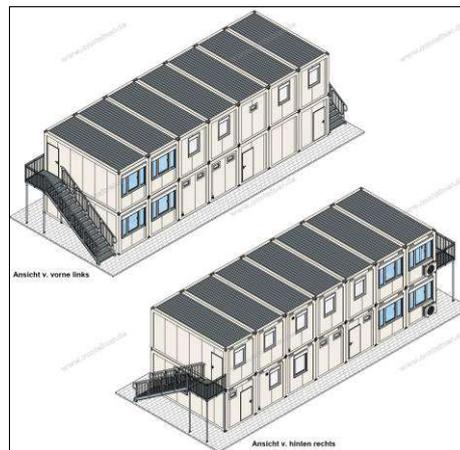


Abbildung 4 Neubau Umkleide-Containeranlage

1.12 Pförtner- u. Wiegehäuschen

Der geplante Neubau wird in Modulbauweise mit vorgefertigten Containern errichtet. Das Gebäude besteht aus nichtbrennbaren Bauprodukten und hat eine Grundfläche von ca. 40 m².

2. Baurechtliche Grundlagen

2.1 Verwendete Vorschriften und Richtlinien

Zur Beurteilung des Objektes wurden insbesondere nachfolgende Rechtsvorschriften, Normen und Richtlinien verwandt:

BremLBO	Bremische Landesbauordnung, zuletzt geändert 22.09.2020
MIndBauRL	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau 2019
DVGW W405	Arbeitsblatt W 405, Bereitstellung von Löschwasser 2008
MLAR	Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen, Ausgabe 3_30.04.2021
MLüAR	Richtlinien über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen, Ausgabe 2_30.04.2021
DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 14462	Löschwassereinrichtungen 2012
DIN 18232	Rauch- und Wärmefreihaltung Februar 2020
DIN 14675	Brandmeldeanlagen, Stand 01.01.2020
AltholzV	Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz, Anhang III
KLR	Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von sekundären Rohstoffen aus Kunststoff, Stand März 2023
BremAnlPrüV	Prüfung von sicherheitstechnischen Anlagen nach Bauordnungsrecht 2016
BremVVTB	Bremische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen - Bremen vom 10. September 2018
EltBauVO	Muster einer Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen, Stand 26.05.2021
AwSV	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Stand 2017
DIN 14096	Brandschutzordnung 2014
MRIW	Musterrichtlinie über Flächen für die Feuerwehr

2.2 Baurechtliche Einordnung des Objekts

Der Betrieb unterliegt grundsätzlich den Anforderungen der Bremischen Landesbauordnung (BremLBO).

2.2.1 Einstufung nach Landesbauordnung

Stahlbauhalle

Das Gebäude (Gebäudeklasse 1) wird gemäß § 2 Abs. 4 (3, 19) der BremLBO als Sonderbau eingestuft. Zusätzlich zur BremLBO werden aufgrund der Nutzung des Gebäudes die MIndBauRL und die KLR als Beurteilungsgrundlage herangezogen.

Nieder (NS)-und Mittelspannungsanlage (MS), Transformatorenanlagen

Das Gebäude (Gebäudeklasse 1) wird gemäß § 2 Abs. 4 Nr. 20 BremLBO als Sonderbau im Sinne des § 51 BremLBO eingestuft und als Raum in Raum Konstruktion in der Halle errichtet.

Bürogebäude

Bei dem im Bestand vorhandenem Bürogebäude handelt es sich gemäß § 2 Abs. 3 BremLBO um ein Gebäude der Gebäudeklasse 3, da die Oberkante des fertigen Fußbodens des höchstgelegenen Aufenthaltsraumes weniger als 7 m über Oberkante Gelände liegt. Das 2-geschossige Bürogebäude mit Kellergeschoss hat eine Grundfläche von 312 m². Die tragenden und aussteifenden Bauteile sind gemäß § 27 Abs. 1 BremLBO feuerhemmend ausgeführt und seinerzeit durch den Tragwerksplaner nachgewiesen.

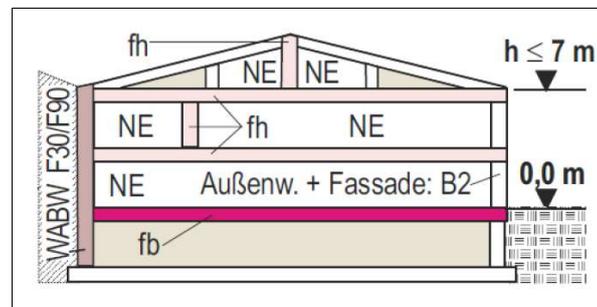


Abbildung 5 Gebäudeklasse 3

Lagerungen im Freien

Die ebenerdigen Lagerflächen werden als Anlage besonderer Art und Nutzung nach § 2 Abs. 4 Nr. 20 BremLBO als Sonderbauten eingestuft.

Eigenbedarfstankstelle

Die Eigenbedarfstankstelle wird als Anlage besonderer Art und Nutzung nach § 2 Abs. 4 Nr. 19 BremLBO als Sonderbau im Sinne des § 51 BremLBO eingestuft. Die Eigenbedarfstankstelle ist eine Tankstelle für betriebseigene Fahrzeuge und Geräte, die nur vom Betreiber bzw. von beschäftigten Personen betrieben wird. Da die Lagermenge < 10.000 l Dieselkraftstoff ist, bestehen keine weiteren Anforderungen.

Umkleide-Containeranlage

Gebäudeklasse 1, freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m².

Pförtner- u. Wiegehäuschen

Gebäudeklasse 1, freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m².

2.2.2 Einstufung nach Industriebaurichtlinie

Industriebauten sind Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen. Der beurteilungsrelevante Industriebau ist ein erdgeschossiger Industriebau gemäß Ziffer 3.10 MIndBauRL mit Einstufung in die Sicherheitskategorie K4 gemäß Ziffer 3.12 für Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte mit selbsttätiger Feuerlöschanlage. Im Rahmen der brandschutzorientierten Zielplanung wird für den Nachweis des vorliegenden Industriebaus nach Abschnitt 6 MIndBauRL verfahren. Gemäß Ziffer 6.4.1 MIndBauRL sind Lagerflächen ohne selbsttätige Feuerlöschanlage bis 1.200 m² zulässig.

2.2.3 Einstufung nach Kunststofflager-Richtlinie KLR

Diese Richtlinie gilt für die Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff oder mit Kunststoffanteilen in Lagermengen von mehr als 200 m³ in Form von Mono- oder Mischfraktionen in kompakter Form oder als Schüttgut, lose, in ortsfesten und ortsbeweglichen Behältern, in Lagergebäuden und im Freien. Aufgrund der geplanten Lagerung von sekundären Rohstoffen mit Kunststoffanteilen in Lagermengen von mehr als 200 m³ sind die hier relevanten Lagerungen (Kunststoffanteil > 5 Vol. %, Quelle VdS CEA 4001) in den Geltungsbereich der Kunststofflager-Richtlinie einzustufen. Die Begrenzung der Brand- und Lagerabschnitte erfolgt gemäß Abs. 1.2 KLR durch Wände oder Freiflächen.

EBS Lagerung Halle: Nach Abs. 4 KLR, Lagerung von Stoffen in Gebäuden

EBS Lagerung Freigelände: Nach Abs. 5 KLR, Lagerung von Stoffen im Freien

Auf dem Betriebsgelände werden 2 Auslagerungs- und Ablöschflächen mit je ca. 400 m² eingerichtet, freigehalten und im Feuerwehrplan dargestellt.

3. Brandrisiko- und Schutzzielbetrachtung

3.1 Brandrisiko

Das Brandrisiko wird bei diesem Objekt als hoch eingestuft. Als mögliche Brandursachen gelten für das Sekundärrohstoffwerk insbesondere:

- Hohe Außentemperaturen. Brände in Recyclingbetrieben entstehen häufig in Sommermonaten,
- Funken, die bei Wartungs- oder Schweißarbeiten entstehen,
- Selbstentzündung des Lagerguts,
- Entzündung durch vorhandene Glasreste, dem sogenannten Brennglaseffekt,
- Vorhandenen Mengen organischer und anorganischer Stoffgemische bergen durch Gärungsprozesse ein erhebliches Brandrisiko. Im Zusammenspiel mit z.B. enthaltenen Lithium-Ionen Batterien, nicht restentleerten Behältern mit brennbaren Flüssigkeiten oder Spraydosen steigt das Entzündungspotenzial des Recyclingguts um ein Vielfaches,
- Funken, heiße Partikel oder Glutnester in den Be- und Verarbeitungsmaschinen,

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

- Entzündung brennbarer Flüssigkeiten an heißen Oberflächen,
- Schaltfunken, z.B. beim Öffnen und Schließen elektrischer Kontakte,
- Chemische Energie, z.B. Selbstentzündung infolge Oxidation und Zerfallreaktion. Die Selbstentzündung durch Oxidation kann nur eintreten, wenn sowohl der brennbare Stoff bei normaler Temperatur merklich oxidiert als auch bei der Oxidation erzeugte Wärme gestaut bleibt.

3.2 Schutzziele

Die grundsätzlichen Schutzziele dieses Brandschutzkonzepts lauten:

- Die Sicherstellung der Rettungswege für die Beschäftigten.
- Der Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen.
- Die Brandübertragung auf weitere Gebäude verhindern und wirksame Löscharbeiten ermöglichen.

Um diese Schutzziele zu erreichen, werden materielle Anforderungen an:

- die Baustoffklasse der Baustoffe
- die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile
- die Dichtheit der Verschlüsse von Öffnungen in abschnittsbegrenzenden- oder raumabschließenden Bauteilen und
- die Anordnung der Rettungswege gestellt.

Gegenüber der Baugenehmigungsbehörde gilt es nachzuweisen, dass die öffentlich-rechtlichen Belange des § 14 und § 85 BremLBO mit den im nachfolgenden schutzzielorientierten Brandschutzkonzept vorgegebenen Maßnahmen eingehalten werden.

- dem vorbeugenden baulichen Brandschutz,
- dem anlagentechnischen Brandschutz,
- dem organisatorischen (betrieblichen) Brandschutz und dem
- abwehrenden Brandschutz.

Unter Berücksichtigung der Nutzung, des Brandrisikos und des zu erwartenden Schadensausmaßes werden die Verknüpfungen der Einzelkomponenten in Hinblick auf die Schutzziele beschrieben. Erforderliche Abweichungen zu den baurechtlichen Vorschriften werden zum Schluss zusammengefasst und die jeweiligen Kompensationen mit ihren erforderlichen Brandschutzmaßnahmen aufgeführt.

4. Brandschutztechnisches Gesamtkonzept

4.1 Baulicher Brandschutz

4.1.1 Zugänglichkeit des Objekts

Das Objekt ist von der Kap-Horn-Straße erschlossen. Das Feuerwehr-Schlüsseldepot befindet sich außen an der Toranlage. Die Zufahrt ist dafür ausgelegt, dass die Feuerwehr mit ihren Feuerwehrfahrzeugen das Grundstück erreichen kann. BMZ, Feuerwehr-Anzeigetableau und RWA Auslösung befinden sich im Eingangsbereich des Bürogebäudes in einem feuerbeständigen separaten Raum. Das Objekt verfügt über ausreichende Aufstell- und Bewegungsflächen, die im Lageplan als befahrbare Bereiche gekennzeichnet sind. Die Zufahrten für die Feuerwehr, Aufstell- und Bewegungsflächen sind so bemessen, dass sie von Feuerwehrfahrzeugen mit einer Achslast bis zu 10 t und einem zulässigen Gesamtgewicht bis zu 16 t befahren werden können. Die Feuerwehrezufahrt ist durch Hinweisschilder nach DIN 4066 [38] mit der Aufschrift „Feuerwehrezufahrt“ zu kennzeichnen. Die Hinweisschilder sind in einer Mindestgröße von 210 mm x 594 mm herzustellen und so anzubringen, dass sie von der öffentlichen Verkehrsfläche aus erkennbar sind. Die Stahlbauhalle ist für die Feuerwehr dreiseitig anfahrbar.

Eine komplette Umfahrt der Halle ist aufgrund der angrenzenden Gleisanlage an der Nordseite nicht vorhanden. Dadurch ergibt sich eine **Abweichung (1)** nach Ziffer 5.2.2 MIndBauRL, die im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes beantragt wird. Gemäß Ziffer 5.2.2 MIndBauRL müssen freistehende sowie aneinandergebaute Industriebauten mit einer Grundfläche von insgesamt mehr als 5.000 m² eine für Feuerwehrfahrzeuge befahrbare Umfahrt haben.

Begründung

Eine für Feuerwehrfahrzeuge befahrbare Umfahrt an der Nordseite lässt sich aufgrund der direkt angrenzenden Gleisanlage mit Eisenbahnbetrieb im Hafengebiet nicht herstellen.

Kompensationsmaßnahmen

- Ergänzend zur genehmigten Bestandssituation wird in der Zaunanlage an der Nordseite ein Zugangstor mit Feuerweherschließung vorgesehen, sodass ein Löschangriff über Löschfahrzeuge mit Feuerlöschpumpe und vorhandenen Überflurhydranten von der Kap-Horn Straße aus möglich ist.
- Die automatische und flächendeckende Sprinkleranlage wird bei einem Brand bereits in Betrieb sein, bevor die Feuerwehr eintrifft. Durch die hohe Wasserbeaufschlagung der Sprinkleranlage (17,5 l/min m²) wird der Brandherd schnell abgekühlt und i.d.R. durch Öffnen von wenigen Sprinklerköpfen gelöscht.

Hinsichtlich des Schutzzieles bestehen aus Sicht des Konzepterstellers bei dieser Abweichung keine brandschutztechnischen Bedenken.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

4.1.2 Abstände

Erforderlicher Abstände (2,5 m) zu Grundstücksgrenzen von benachbarten Unternehmen sind vorhanden. Erforderliche Abstände zwischen Feuerlöschpumpenhaus und Bürogebäude bzw. zwischen Feuerlöschpumpenhaus und Halle sind nicht relevant, weil das Feuerlöschpumpenhaus feuerbeständig hergestellt wird.

4.1.3 Nachweis der zulässigen Fläche der Stahlbauhalle

Der Nachweis der zulässigen Brandabschnittsausdehnung wird nach Abschnitt 6 der MIndBauRL Tabelle 2 geführt.

Tabelle 2: Zulässige Größe der Brandabschnittsflächen in m²

Sicherheitskategorie	Anzahl der oberirdischen Geschosse								
	erdgeschossig	2geschossig			3geschossig		4geschossig	5geschossig	
	Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden und aussteifenden Bauteile								
	aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerhemmend	Feuerhemmend	Hochfeuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Hochfeuerhemmend und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen	Feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen
K 1	1.800 ¹⁾	3.000	800 ^{2) 3)}	1.600 ²⁾	2.400	1.200 ^{2) 3)}	1.800	1.500	1.200
K 2	2.700 ^{1) 4)}	4.500 ⁴⁾	1.200 ^{2) 3)}	2.400 ²⁾	3.600	1.800 ²⁾	2.700	2.300	1.800
K 3.1	3.200 ¹⁾	5.400	1.400 ^{2) 3)}	2.900 ²⁾	4.300	2.100 ²⁾	3.200	2.700	2.200
K 3.2	3.600 ¹⁾	6.000	1.600 ²⁾	3.200 ²⁾	4.800	2.400 ²⁾	3.600	3.000	2.400
K 3.3	4.200 ¹⁾	7.000	1.800 ²⁾	3.600 ²⁾	5.500	2.800 ²⁾	4.100	3.500	2.800
K 3.4	4.500 ¹⁾	7.500	2.000 ²⁾	4.000 ²⁾	6.000	3.000 ²⁾	4.500	3.800	3.000
K 4	10.000	10.000	8.500	8.500	8.500	6.500	6.500	5.000	4.000

Abbildung 6 Zulässige Brandabschnittsflächen in m² nach MIndBauRL

Die im Bestand vorhandene Halle ist in Stahlbauweise errichtet und hat folgende Abmessungen:

- Länge: 199,00 m
- Breite östl. Giebel: 50,00 m
- Breite westl. Giebel: 70,00 m
- Höhe: 17,58 m
- Grundfläche: 12.380 m²

Halle und Bürogebäude-Brandabschnitt 1 (BA 1)

- Grundfläche Halle: 12.380 m²
- Grundfläche Bürogebäude: 263 m²
- Vorhandene Brandabschnittsfläche BA 1 12.643 m²
- Sicherheitskategorie: K4
- Zulässige Fläche je Geschoss: zul. AB = 10.000 m²
- Abweichung: ja

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Durch die Überschreitung (26 %) der zulässigen Brandabschnittsfläche ergibt sich eine **Abweichung (2)** nach Ziffer 6.2 MIndBauRL, die im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes beantragt wird.

Begründung

Nach ausführlichen Betrachtungen und umfangreichen Entwurfsvarianten wurde festgestellt, dass in der Halle die Herstellung von 2 Brandabschnittsflächen durch Errichtung einer Brandwand bautechnisch nicht möglich ist, weil:

- Ein regelkonformer Dachanschluss lässt sich bei Führung einer Brandwand über Dach an dem bestehenden Tragwerk nicht herstellen.
- Die Führung einer Brandwand durch die komplexe Anlagentechnik ist nicht möglich.
- Brandschutztechnische Abschlüsse können für die Durchdringungen der umfangreichen Fördertechnik sowie für vorhandene Anlagenkomponenten nicht regelkonform hergestellt werden. Eine Brandausbreitung könnte nicht verhindert werden.
- Die vorhandene Grundfläche ist für die Anlagentechnik mit der dazugehörigen Peripherie erforderlich.
- Das Führen des Schienenverkehrs durch die Brandwand ist problematisch, weil ein automatisch schließendes Feuerschutztor im Brandfall und bei Täuschungsalarmen weitere Gefahren mit sich bringen würde, insbesondere hinsichtlich geparkter Waggons, Beschädigung der Rangierlok (mit 2.000 l Dieseltank) und hinsichtlich eines sicheren Eisenbahnbetriebs.
- Die Stahlbauhalle besitzt keinen Feuerwiderstand (F0), sodass es bei einem Großbrand in jedem Fall, also auch mit Brandwand, zu einem Totalverlust der Stahlbauhalle kommen wird.
- Aufwand und Kosten für die Errichtung einer Brandwand sind unverhältnismäßig hoch.

Kompensationsmaßnahmen

- Es wird in der Halle (Nordseite) eine zusammenhängende Freifläche von ca. 2.300 m² hergestellt, in der weder Lagerungen noch Produktion stattfinden.
- Im Übergangsbereich zur Freifläche wird ein verdichteter Sprinklerschutz installiert.
- Es wird eine flächendeckende Sprinkleranlage mit einer hohen Wasserbeaufschlagung (17,5 l/min m²) installiert. Zusätzlich zum Deckenschutz werden Sprinkler unter wasserundurchlässigen Plattformen, Podesten, Leitungskanälen, Laufgängen und anderen Sprühbehinderungen vorgesehen.
- Es werden automatische Sprühwasserlöschanlagen für Anlagenkomponenten mit hohem Brandrisiko (Förderbrücken, Pressen, Bunker, Siebtrommel etc.) installiert, sodass Entstehungsbrände sofort detektiert und abgelöscht werden.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Hinsichtlich des Schutzzieles bestehen aus Sicht des Konzepterstellers bei dieser Abweichung keine brandschutztechnischen Bedenken. Die Überschreitung der zulässigen Brandabschnittsfläche wurde im Vorfeld mit der Feuerwehr Bremen (Herr Kunde, Herr Mogalle am 09.01.2024) und dem Assekuranzmakler (Herr Ramsay am 12.01.2024) besprochen. Unter Berücksichtigung und Umsetzung der genannten Kompensationsmaßnahmen wird mit einer Zustimmung von beiden Seiten gerechnet.

Breite des Industriebaus

Gemäß MIndBauRL Abschnitt 6, Tabelle 2, Sicherheitskategorie K4 gibt es aufgrund der vorhandenen Sprinkleranlage keine Begrenzung der Breite.

4.1.4 Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, Bauteilanforderungen

Die baulichen Anforderungen des Brandschutzes an das Gebäude ergeben sich aus MIndBauRL und BremLBO.

Bauteil	Anforderung	Vorschrift	Ausführung	Abweichung
Halle				
Tragende und aussteifende Bauteile	nichtbrennbar	Ziffer 6.2 MIndBauRL	nichtbrennbar	nein
Bürogebäude				
Tragende und aussteifende Bauteile	feuerhemmend	§ 27 Abs. 1 (3) BremLBO	feuerhemmend	nein
Umkleide-Containeranlage				
Tragende und aussteifende Bauteile	nichtbrennbar	§ 27 Abs. 1 BremLBO	nichtbrennbar	nein

Abbildung 7 Feuerwiderstandsdauer der Bauteile, Bauteilanforderungen

4.1.5 Außenwände / Fassaden

Die Außenwände und Außenwandteile bestehen aus nichtbrennbaren Materialien.

4.1.6 Trennwände - Nutzungseinheiten

Das Bauordnungsrecht (BremLBO § 29) fordert die brandschutztechnisch qualifizierte Abtrennung bei unterschiedlich genutzten Bereichen und den Abschluss von Räumen mit erhöhter Brand- und Betriebsgefahr.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Die brandschutztechnische Unterteilung durch Trennwände in der Feuerwiderstandsklasse F90-A gilt für folgende Bereiche mit entsprechender Qualität der Türen:

- Elektrische Betriebsräume für die anlagentechnische Stromversorgung (F90/T30),
- Elektrische Betriebsräume für die allgemeine Stromversorgung (F90/T30),
- Elektrische Betriebsräume für die Sicherheitsstromversorgung (F90/T90),
- Elektrische Schaltanlagenräume mit Nennspannungen > 1kV (F90/T30),

Anlagen zur sicherheitstechnischen Versorgung sind grundsätzlich von allgemein technischen Anlagen räumlich zu trennen. Eine brandschutztechnisch qualifizierte Abtrennung gilt bei diesem Objekt für Niederspannungs- und Transformatorenraum, Feuerlöschzentralen, Feuerlöschpumpenhaus, angrenzendes Bürogebäude und Lagerflächen.

4.1.6 Einbauten

In Abhängigkeit der Sicherheitskategorie K4 gemäß 5.5 Tabelle 1 der MIndBauRL sind in der Halle Einbauten mit einer maximalen Grundfläche von 1.400 m² zulässig. Nach Planstand hat die begehbare Ebene (+ 7 m) der Anlagentechnik in Summe eine Grundfläche von ca. 350 m².

4.1.7 Hallendach

Das Hallendach entspricht einer harten Bedachung gemäß §31 der BremLBO, d.h., widerstandsfähig gegen Flugfeuer und strahlende Wärme.

4.1.8 Brandwände

Im baurechtlichen Sinne ist keine Brandwand vorhanden.

4.1.9 Feuerüberschlag

Es sind nach 5.9 MIndBauRL keine versetzt übereinander angeordnete Brandabschnitte vorhanden.

4.1.10 Flucht- und Rettungswege

Zu den Rettungswegen in Industriebauten gehören insbesondere die Hauptgänge in den Produktions- und Lagerräumen, die Ausgänge aus diesen Räumen, die notwendigen Flure, die notwendigen Treppen und die Ausgänge ins Freie. Für Industriebauten mit einer Grundfläche von mehr als 1.600 m² müssen in jedem Geschoss mindestens zwei möglichst entgegengesetzt liegende bauliche Rettungswege vorhanden sein. Dies gilt für Ebenen oder Einbauten mit einer Grundfläche von jeweils mehr als 200 m² entsprechend. Jeder Raum mit einer Grundfläche von mehr als 200 m² muss mindestens zwei Ausgänge haben.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Nach 5.6.5 MIndBauRL ist bei Vorhandensein einer Brandmeldeanlage für Hallenbereiche mit lichten Raumhöhen von mindestens 5,0 m so zu planen, dass Ausgänge ins Freie in 50 m Entfernung und von mindestens 10,0 m so zu planen, dass Ausgänge ins Freie in 70 m Entfernung - gemessen in Luftlinie - erreichbar sind. Bei mittleren lichten Höhen zwischen 5,0 und 10,0 m darf zur Ermittlung der zulässigen Entfernung zwischen den vorstehenden Werten interpoliert werden.

Hauptgänge

Von jeder Stelle eines Produktions- oder Lagerraumes soll mindestens ein Hauptgang nach höchstens 15 m Lauflänge erreichbar sein. Hauptgänge müssen mindestens 2 m breit sein; sie sollen geradlinig auf kurzem Wege zu Ausgängen ins Freie, zu notwendigen Treppenräumen, zu Außentreppen, zu Treppen von Ebenen und Einbauten, zu offenen Gängen, über begehbare Dächer auf das Grundstück, zu anderen Brandabschnitten oder zu anderen Brandbekämpfungsabschnitten führen. Diese anderen Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte müssen Ausgänge unmittelbar ins Freie oder zu notwendigen Treppenräumen mit einem sicheren Ausgang ins Freie haben.

Nach aktuellem Planstand sind von allen Standorten Hauptgänge nach höchstens 15 m Lauflänge erreichbar. Das betrifft auch Standorte, an denen Kontroll- und Wartungsarbeiten durchgeführt werden.

Einbauten und Ebenen

Bei Einbauten und Ebenen mit einer maximalen Grundfläche nach 5.5 Tabelle 1 der MIndBauRL dürfen die Rettungswege über notwendige Treppen ohne notwendigen Treppenraum geführt werden, wenn sie in eine unmittelbar darunterliegende Ebene oder ein unmittelbar darunterliegendes Geschoss führen, sofern diese Ebene oder dieses Geschoss Ausgänge in mindestens zwei sichere Bereiche hat und ein Ausgang in Entfernung nach 5.6.5 MIndBauRL erreicht wird.

Die Lauflänge auf dem Einbau oder der Ebene bis zu einer Treppe darf in diesen Fällen höchstens

- bei Brandbelastung in Brandbekämpfungsabschnitten $< 15 \text{ kWh/m}^2$, 50 m
- bei Vorhandensein einer Alarmierungseinrichtung für die Nutzer, deren Auslösung über eine automatische Brandmeldeanlage oder eine selbsttätige Feuerlöschanlage mit zusätzlicher Handauslösung der Alarmierungseinrichtung, 35 m
- im Übrigen 25 m betragen.

Entfernungen und Lauflängen

Die Entfernung wird in der Luftlinie, jedoch nicht durch Bauteile gemessen. Die tatsächliche Lauflänge darf jedoch nicht mehr als das 1,5-fache der jeweiligen Entfernung betragen. Liegt eine Stelle des Produktions- oder Lagerraumes nicht auf der Höhe des Ausgangs oder Zugangs, so ist von der zulässigen Lauflänge das Doppelte der Höhendifferenz abzuziehen. Bei der Ermittlung der Entfernung bleibt diese Höhendifferenz unberücksichtigt.

Fluchtweglängen

Bereich	Anlagen-Technik	Raumhöhe (m)	Luftlinie zulässig (m)	Laufweg zulässig (m)	Tatsächlicher Laufweg (m)	Abweichung
Halle BA 1 Einbau +7 m	BMA SPR	17,6	70	105	68	nein
Halle BA 1 Nordseite Achse D/8	BMA SPR	17,6	70	105	103 längster Laufweg	nein

Abbildung 8 Fluchtweglängen

Hallendach

Das Hallendach ist nur von außen mittels Steiger zu erreichen und wird nur gelegentlich für Wartungsarbeiten an der RWA bzw. Blitzschutzanlage begangen. Während Wartungsarbeiten verbleibt der Steiger in Position.

Kennzeichnung

Die Flucht- und Rettungswege und die Notausgänge sind mit Hinweisschildern gemäß ASR A1.3 zu kennzeichnen. Für Ausgänge sind hinterleuchtete oder beleuchtete Kennzeichen zu verwenden, die batteriegepuffert sind.

4.1.11 Lüftungsanlagen

Es sind keine Lüftungsanlagen im Sinne des Baurechts vorhanden.

4.1.12 Feuerungsanlagen

Feuerungsanlagen im Sinne von § 42 der BremLBO sind in der Halle nicht vorhanden. Umkleide-Containeranlage und Wiegehäuschen werden elektrisch beheizt. Das bestehende Bürogebäude hatte ursprünglich eine Ölheizung im Kellergeschoss. Angaben zur Ertüchtigung, Heizungsart und Heizmedium lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des Brandschutzkonzeptes noch nicht vor.

4.1.13 Leitungsanlage, Installationsschächte und -kanäle

Leitungen dürfen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lange nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind. Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken sind gemäß Leitungsanlagenrichtlinie brandschutztechnisch zu verschließen.

4.1.14 Rauchabzug im Treppenraum

In der Halle sind keine Treppenräume vorhanden.

4.2 Anlagentechnischer Brandschutz

4.2.1 Brandmelde- und Alarmierungsanlage

Die Brandmeldeanlage mit automatischen und nichtautomatischen Meldern entspricht der DIN 14675 der Kategorie 1 (Vollschutz). In der Stahlbauhalle gilt die Kategorie 1 nicht für den Anlagenstahlbau mit Wartungsgängen auf mehreren Ebenen.

Folgende Normen werden angewendet:

DIN 14675:	Brandmeldeanlagen - Aufbau und Betrieb
DIN VDE 0833 Teil 2:	Gefahrenmeldeanlagen für den Brand, Einbruch und Überfall
DIN EN 54 Teil 2:	Bestandteile automatischer Brandmeldeanlagen

Die Brandmeldeanlage ist mit Alarmierungseinrichtungen (optisch und akustisch) errichtet. Eine Brandmeldung wird unmittelbar zur zuständigen Feuerwehralarmierungsstelle übertragen. Die Brandmeldezentrale wird in einem eigenen, für andere Zwecke nicht genutzten feuerbeständigen Raum untergebracht.

4.2.2 Automatische Löschanlagen

In der Halle wird eine flächendeckende Sprinkleranlage installiert. Geplant ist eine Trockenanlage mit 2 Sprinklergruppen und einer Wasserbeaufschlagung von 17,5 mm/min. Planung und Einbau erfolgen nach Kap. K.11.2 VdS CEA 4001: 2018-01. Die Sprinkleranlage fällt unter das Baurecht und unterliegt der BremPrüfAnVO.

Es werden weitere automatische Löschanlagen installiert, u.a. Sprühwasserlöschanlagen für Objekte mit hohem Brandrisiko, die jedoch bauordnungsrechtlich nicht gefordert sind und dem Sachschutz gelten. Hinsichtlich einsatztaktischer Belange der Feuerwehr und hinsichtlich der Löschwasserrückhaltung werden diese automatischen Löschanlagen mit aufgeführt und im Brandschutzplan dargestellt.

4.2.3 Rauchableitung

Die MIndBauRL fordert in Ziffer 5.7, dass Produktions-, Lagerräume und Ebenen mit jeweils mehr als 200 m² Grundfläche zur Unterstützung der Brandbekämpfung entrauchet werden können. Nach Ziffer 5.7.1.1. MIndBauRL muss die aerodynamisch wirksame Fläche der Rauchabzugsgeräte insgesamt mindestens 1,5 m² je 400 m² Grundfläche betragen. In Gebäuden, die mit Sprinklerschutz ausgestattet sind, sollten nur manuell auszulösende Rauchabzugsanlagen installiert werden. Eine automatische Auslösung der RA über BMA würde dazu führen, dass die Auslöseampullen in den Sprinklerköpfen aufgrund des fehlenden Wärmepolsters unter dem Dach nicht platzen.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Bereich	Grundfläche m ²	Anforderung RA m ²	Ausführung	Abweichung
BA 1 Halle	12.380	/400 x 1,5 = 46,4	über Rauchabzugsanlagen im Dach	nein
Umkleide Containeranlage	130		über Fenster und Türen	nein
Bürotrakt	263		über Fenster und Türen	nein

Abbildung 9 Anforderungen Rauchableitung

Im Bestand sind Rauchabzugsanlagen im Dach mit Auslösegruppen je 1.600 m² vorhanden. Im Rahmen der Ausführung werden Zustand und Funktion der vorhandenen RA durch einen Prüfsachverständigen geprüft und bei Abweichungen entsprechend ertüchtigt.

4.2.4 Wärmeabzug

Aufgrund der flächendeckenden Sprinkleranlage ist nach Abs. 6.2 Tabelle 2 MIndBauRL kein Nachweis erforderlich.

4.3 Organisatorischer (betrieblicher) Brandschutz

4.3.1 Betriebsvorschriften und Pflichten des Betreibers

- Sensibilisierung der Mitarbeiter*innen zum Thema Brandvermeidung.
- Regelmäßige Schulungen und Löschübungen mit mobilen Löschgeräten.
- Die Betriebsangehörigen sind bei Beginn des Arbeitsverhältnisses und danach in Abständen von höchstens einem Jahr über die Lage und die Bedienung der Feuerlöschgeräte zu belehren.
- Für die Durchführung von Schweiß-, Brenn-schneid-, Trennschleif- und sonstigen Arbeiten mit offener Flamme (zum Beispiel auch Dachreparaturarbeiten) oder Funkenbildung ist verbindlich ein schriftliches Verfahren zur Genehmigung von feuergefährlichen Arbeiten einzuführen. In einem Erlaubnisschein für feuergefährliche Arbeiten werden die Bedingungen und Sicherheitsvorkehrungen für die Durchführung der Feuerarbeiten bezogen auf die vor Ort bestehenden Brandentstehungs- und Ausbreitungsgefahren verbindlich festgelegt.
- Es ist das Rauchen und das Benutzen von offenem Feuer und Licht ausdrücklich zu untersagen und durch Hinweisschilder nach DIN kenntlich zu machen.
- Es sind geeignete Maßnahmen gegen Einbruch und Brandstiftung zu treffen.
- Regelmäßige Überprüfung (z.B. jeden Freitag) der elektrischen Schaltanlagen mittels Wärmebildkamera durch Betriebspersonal. U.a. Erkennung von überlasteten Relais, heißen Schaltkontakten und Kabeln sowie überhitzte Anlagenteile in der Antriebs- und Fördertechnik.



Abbildung 10 Wärmebildkamera (Handgerät)

4.3.2 Löschwassereinrichtungen und Geräte zur Brandbekämpfung

Feuerlöscher

Gemäß ArbStättV § 13 und MIndBauRL Abschnitt 5.12 sind abhängig von der Art oder Nutzung des Betriebes geeignete Feuerlöscher anzuordnen. Es sind ausreichend Feuerlöscher an gut sichtbarer und leicht zugänglicher Stelle anzubringen. Diese müssen der DIN EN 3 entsprechen. Durch den Ausrüster sind konkrete Festlegungen zur Art, Anzahl und den Anbringungsorten zu treffen. Die Umsetzung der Sicherheitsregel BGR 133 (sowie ASR A13/1,2; A2.2) ist hier Grundlage.

Anmerkung:

In der Recyclingbranche haben sich mobile Löschergeräte bewährt, wie z.B. der POLY TROLLEY SL-50 mit STHAMEX - Foamtec AFFF 1% F (bis -20°C), geeignet für die direkte Brandbekämpfung von Feststoff- und Flüssigkeitsbränden sowie für präventiven Schutz von brandgefährdeten Objekten.

Wandhydranten

Gemäß 5.14.1 MIndBauRL müssen in Industriebauten geeignete Feuerlöscher und in Räumen, die einzeln eine Grundfläche von mehr als 1.600 m² haben, Wandhydranten für die Feuerwehr (Typ F) in ausreichender Zahl vorhanden sowie gut sichtbar und leicht zugänglich angeordnet sein. In den Brandabschnitten 1 und 2 werden Wandhydranten (Typ F, faltbarer C-Schlauch, Gleichzeitigkeit 3, 600 l/min) installiert, aufgrund der Frostgefahr ist ein nass/trocken System gemäß DIN 14462 geplant. Es darf keine Verbindung zur Trinkwasserinstallation geben. Die Versorgung der neuen Wandhydranten erfolgt von dem neuen Löschwasserbehälter mit Pumpenanlage.

4.3.3 Prüfungen von sicherheitstechnisch relevanten Einbauten und Anlagen

Ein wichtiger Punkt zur Verhinderung von Bränden und deren Folgen ist die Prüfung von technischen Einrichtungen auf ihre Sicherheit und Funktionsfähigkeit. Die elektrischen Betriebsmittel und Anlagen sind entsprechend der UVV „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“, DGUV Vorschrift 3 zu prüfen. Geräte, die offensichtliche Beschädigungen aufweisen, sind der Nutzung zu entziehen und müssen entweder repariert oder entsorgt werden.

Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung oder Beseitigung von Gefahren müssen regelmäßig gewartet und auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft werden. Dies betrifft hier Einrichtungen und Mittel zur Brandfrüherkennung. Diese Prüfungen müssen bei Sicherheitseinrichtungen, ausgenommen bei Feuerlöschern, mindestens jährlich und bei Feuerlöschern mindestens alle zwei Jahre durchgeführt werden.

4.3.4 Brandschutzordnung

Im Rahmen der Ausführung wird eine neue Brandschutzordnung erstellt. Brandschutzordnungen enthalten auf das Unternehmen zugeschnittene Handlungsanweisungen und Regeln zur Brandverhütung, Brandbekämpfung und zum Verhalten bei Unfällen, Bränden oder sonstigen Schadensfällen. In der DIN 14 096 "Brandschutzordnung" wird eine Aufteilung in 3 Teile vorgenommen: Teil A, Teil B und Teil C.

Der **Teil A** der Brandschutzordnung richtet sich an alle Beschäftigten und Besucher, die sich in dem betreffenden Unternehmensbereich aufhalten. In diesem Teil sind die wichtigsten Verhaltensregeln in schriftlicher Form mitzuteilen. Die Brandschutzordnung ist an markanten Stellen gut sichtbar auszuhängen.

Der **Teil B** der Brandschutzordnung richtet sich vornehmlich an die eigenen Beschäftigten des Unternehmens. Dieser Teil besteht aus schriftlich abgefassten Hinweisen und Verhaltensregeln zur Verhinderung von Rauchausbreitung, Freihaltung der Flucht- und Rettungswege und Hinweisen zum Verhalten im Brandfall und anderen Gefahren. Eine Ausfertigung dieses Teils der Brandschutzordnung wird den Beschäftigten gegen Unterschrift ausgehändigt. Jährliche Unterweisungen über die Inhalte der Brandschutzordnung werden durchgeführt.

Der **Teil C** der Brandschutzordnung richtet sich an Beschäftigte mit besonderen Brandschutzaufgaben. Dieser Personenkreis ist in der Regel verantwortlich tätig und verfügt über besondere Betriebskenntnisse. Der Teil C ist spezifisch auf den Betrieb zugeschnitten.

4.3.5 Notfallplan

Im Rahmen der Ausführung wird ein neuer Notfallplan (Betriebsanweisung Störfall) erstellt.

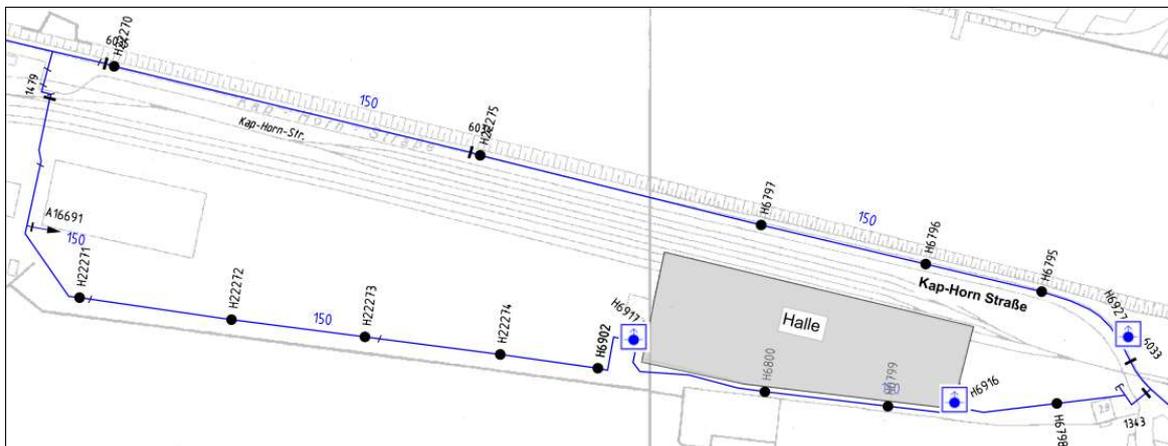
4.3.6 Feuerwehrpläne

Im Einvernehmen mit der Brandschutzdienststelle sind für Industriebauten mit einer Summe der Grundflächen der Geschosse aller Brandabschnitte bzw. aller Brandbekämpfungs-Abschnittsflächen von insgesamt mehr als 2.000 m² Feuerwehrpläne anzufertigen und fortzuschreiben. Die Feuerwehrpläne sind der Feuerwehr zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen der Ausführung werden neue Feuerwehrpläne erstellt.

4.4 Abwehrender Brandschutz

4.4.1 Löschwasserversorgung

Gemäß Ziffer 5.1 MIndBauRL ist für Industriebauten der Löschwasserbedarf im Benehmen mit der für den vorbeugenden Brandschutz zuständigen Dienststelle unter Berücksichtigung der Flächen der Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte sowie der Brandlasten festzulegen. Hierbei ist auszugehen von einem Löschwasserbedarf über einen Zeitraum von zwei Stunden von mindestens 192 m³/h bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m². Die Löschwasserversorgung wird bei diesem Bestandsbau durch 2 Überflurhydranten (je > 1.600 l/min, 96 m³/h) der öffentlichen Versorgung auf dem Betriebsgelände und 1 Überflurhydrant an der Kap-Horn Straße sichergestellt.



Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

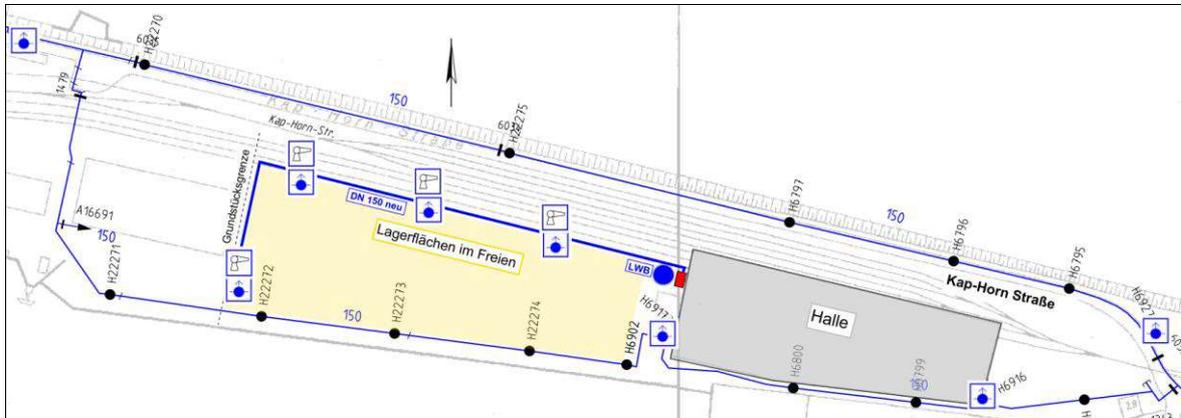


Abbildung 12 Planstand neue Löschwasserversorgung

Löschwasserbedarf

Zur Bevorratung des Löschwassers wird ein neuer Löschwasserbehälter mit Pumpenanlage errichtet. Am Löschwasserbehälter ist eine Feuerwehreinspeisung (3 x Storz B) vorhanden, um in Notfällen ggf. Wasser aus Weser oder Hafenbecken einzuspeisen. Unter Berücksichtigung von Single Risk, Gleichzeitigkeit und Worst Case ergeben sich folgende Löschwassermengen:

	Löschwassermenge		Betriebszeit	Bevorratung
Überflurhydranten	3.200 l/min	192 m ³ / h	2 h	384 m ³
Wandhydranten	600 l/min	36 m ³ / h	2 h	72 m ³
Sprinkleranlage Trockensystem	7.962 l/min	478 m ³ / h	1,5 h	717 m ³
Sprühwasser Objekte	2.500 l/min	150 m ³ / h	0,5 h	75 m ³
Gesamt Worst Case				1.248 m³
4 Wasserwerfer Freilager	9.600 l/min	576 m ³ / h	1 h	576 m ³

Abbildung 13 Löschwasserbedarf

Löschwasserbehälter

Es wird ein neuer Löschwasserbehälter mit einem Nutzvolumen von $\geq 1.238 \text{ m}^3$ errichtet.

Feuerlöschpumpen

Es wird ein Feuerlöschpumpenhaus errichtet, nach Planstand mit folgenden Pumpen: E-Pumpe (100 %), D-Pumpe (100 %), E-Pumpe und D-Pumpe für Hydranten und Druckhaltepumpe.

4.4.2 Löschwasserrückhaltung

Es ist nicht erkennbar, dass vorgegebene Mengenschwellen von wassergefährdeten Stoffen überschritten werden und somit Maßnahmen für die Löschwasser-Rückhaltung erforderlich wären. Dieselkraftstoff (10.000 l) der Eigenbedarfstankstelle wird gemäß AwSV im doppelwandigen Tank gelagert. Dennoch besteht die Möglichkeit bzw. kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Brandfall freiwerdende Substanzen zur Kontaminierung des Löschwassers führen.

Als Ansatz zur Ermittlung eines Mindest-Rückhaltevolumens werden Löschwassermengen der Wasserlöschanlagen und des Feuerwehreinsatzes berücksichtigt.

Automatische Wasserlöschanlagen

Bei einer zu erwarteten Betriebszeit von 30 min und Löschwassermengen von 478 m³/h und 150 m³/h ergibt sich ein Volumen von 314 m³. In der Literatur wird üblicherweise von einer Verdampfungsrate von 50% ausgegangen, demnach ist das Rückhaltevolumen für die Löschanlagen V_{RHV} 157 m³.

Feuerwehreinsatz

Beim Einsatz von 2 x B-Schlauch bzw. 4 x C-Schlauch ergeben sich ca. 1200-1600 l/min (72-96 m³/h) Löschwasser. Mit Verdampfungsrate und Aufschlag für Starkregen ergibt sich ein Mindestvolumen an Löschwasserrückhaltung von

$$V_{RHV} = 96 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ h} \times 0,5 \times 1,35 = 130 \text{ m}^3.$$

Daraus ergibt sich ein Mindest-Löschwasserrückhaltevolumen von

$$V_{RHV} : 157 \text{ m}^3 + 130 \text{ m}^3 = \mathbf{287 \text{ m}^3}.$$

Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung

Es ist ein Rückhaltevolumen von ca. 400 m³ vorhanden, dass die ermittelte Löschwassermenge aufnehmen kann. Nach Abschluss der Löschmaßnahmen ist das Wasser zu beproben und entweder nach Freigabe in das öffentliche Abwassernetz abzulassen oder mittels Saugwagen zu entsorgen. Die hanseWasser Bremen ist während eines Einsatzes zu informieren. Zum Planstand gibt es keine Abweichungen.

4.4.3 Einsatz von Schaummitteln

Werden Schaummittel für stationäre Objektschutzanlagen, z.B. Schaum-/Wasserwerfer eingesetzt oder für den mobilen Einsatz gelagert, ist die Kompatibilität zum eingesetzten Schaummittel der Feuerwehr Bremen zu prüfen und zu bestätigen. Der Lieferant von Schaummittel hat zu bestätigen, dass die Grenzwerte hinsichtlich der Fluor- und Perfluoroktansäure (PVOA) Anteile eingehalten werden.

Hinweis: Grundsätzlich unterscheidet man bei Verbindungen des Elementes Fluor zwischen sogenannten anorganischen Verbindungen und organischen Verbindungen. Zurzeit sind organische Fluorverbindungen (PFAS) Gegenstand der gesetzlichen Regulierung durch bestehende und noch in Vorbereitung befindliche europäische Gesetze.

In welchem Umfang Schaumzumischungen für die hier vorhandenen Sprühwasserlöschanlagen, Sprinkleranlage und Wasserwerfer erfolgen, wurde noch nicht entschieden. Hinsichtlich Schaummittel, Zumischrate, Kompatibilität und gesetzlichen Regulierungen bedarf es weiterer Abstimmungen mit der Feuerwehr Bremen und der Versicherungswirtschaft.

4.4.4 Abschaltung von elektrischen Anlagen

Während eines Feuerwehreinsatzes besteht die Notwendigkeit, elektrische Anlagen stromlos zu schalten. Im Feuerwehreinsatzplan mit Objektbeschreibung sind eindeutige Angaben (Nieder-, Mittel- und Hochspannung) und Abläufe und Befugnisse zur Abschaltung darzustellen.

5. Abweichungen und Kompensationsmaßnahmen

Abweichung 1

Eine komplette Umfahrt der Halle ist aufgrund der anschließenden Gleisanlage an der Nordseite nicht vorhanden. Dadurch ergibt sich eine Abweichung nach Ziffer 5.2.2 MIndBauRL, die im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes beantragt wird.

Begründung

Eine für Feuerwehrfahrzeuge befahrbare Umfahrt an der Nordseite lässt sich aufgrund der direkt angrenzenden Gleisanlage mit Eisenbahnbetrieb im Hafengebiet nicht herstellen.

Kompensationsmaßnahmen

- Ergänzend zur genehmigten Bestandssituation wird in der Zaunanlage an der Nordseite ein Zugangstor mit Feuerweherschließung vorgesehen, sodass ein Löschangriff über Löschfahrzeuge mit Feuerlöschpumpe und vorhandenen Überflurhydranten von der Kap-Horn Straße aus möglich ist.
- Die automatische und flächendeckende Sprinkleranlage wird bei einem Brand bereits in Betrieb sein, bevor die Feuerwehr eintrifft. Durch die hohe Wasserbeaufschlagung der Sprinkleranlage (17,5 l/min m²) wird der Brandherd schnell abgekühlt und i.d.R. durch Öffnen von wenigen Sprinklerköpfen gelöscht.

Hinsichtlich des Schutzzieles bestehen aus Sicht des Konzepterstellers bei dieser Abweichung keine brandschutztechnischen Bedenken.

Abweichung 2

Durch die Überschreitung (26 %) der zulässigen Brandabschnittsfläche ergibt sich eine Abweichung nach Ziffer 6.2 MIndBauRL, die im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes beantragt wird.

Brandschutzkonzept BK-EPS-06-24-00, RWW Rohstoffwerk Weser, Bremen, Nehlsen AG

Begründung

Nach ausführlichen Betrachtungen und umfangreichen Entwurfsvarianten wurde festgestellt, dass in der Halle die Herstellung von 2 Brandabschnittsflächen durch Errichtung einer Brandwand bautechnisch nicht möglich ist, weil:

- Ein regelkonformer Dachanschluss lässt sich bei Führung einer Brandwand über Dach an dem bestehenden Tragwerk nicht herstellen.
- Die Führung einer Brandwand durch die komplexe Anlagentechnik ist nicht möglich.
- Brandschutztechnische Abschlüsse können für die Durchdringungen der umfangreichen Fördertechnik sowie für vorhandene Anlagenkomponenten nicht regelkonform hergestellt werden. Eine Brandausbreitung könnte nicht verhindert werden.
- Die vorhandene Grundfläche ist für die komplexe Anlagentechnik mit der dazugehörigen Peripherie erforderlich.
- Das Führen des Schienenverkehrs durch die Brandwand ist problematisch, weil ein automatisch schließendes Feuerschutztor im Brandfall und bei Täuschungsalarmen weitere Gefahren mit sich bringen würde, insbesondere hinsichtlich geparkter Waggons, Beschädigung der Rangierlok (mit 2.000 l Dieselkraftstoff) und hinsichtlich eines sicheren Eisenbahnbetriebs.
- Die Stahlbauhalle besitzt keinen Feuerwiderstand (F0), sodass es bei einem Großbrand in jedem Fall, also auch mit Brandwand, zu einem Totalverlust der Stahlbauhalle kommen würde.
- Aufwand und Kosten für die Errichtung einer Brandwand sind unverhältnismäßig hoch.

Kompensationsmaßnahmen

- Es wird in der Halle (Nordseite) eine zusammenhängende Freifläche von ca. 2.300 m² hergestellt, in der weder Lagerungen noch Produktion stattfinden.
- Im Übergangsbereich zur Freifläche wird ein verdichteter Sprinklerschutz installiert.
- Es wird eine flächendeckende Sprinkleranlage mit einer hohen Wasserbeaufschlagung (17,5 l/min m²) installiert. Zusätzlich zum Deckenschutz werden Sprinkler unter wasserundurchlässigen Plattformen, Podesten, Leitungskanälen, Laufgängen und anderen Sprühbehinderungen vorgesehen.
- Es werden automatische Sprühwasserlöschanlagen für Anlagenkomponenten mit hohem Brandrisiko (Förderbrücken, Pressen, Bunker, Siebtrommel etc.) installiert, sodass Entstehungsbrände sofort detektiert und abgelöscht werden.

Hinsichtlich des Schutzzieles bestehen aus Sicht des Konzepterstellers bei dieser Abweichung keine brandschutztechnischen Bedenken. Die Überschreitung der zulässigen Brandabschnittsfläche wurde im Vorfeld mit der Feuerwehr Bremen (Herr Kunde, Herr Mogalle am 09.01.2024) und dem Assekuranzmakler (Herr Ramsay am 12.01.2024) besprochen. Unter Berücksichtigung und Umsetzung der genannten Kompensationsmaßnahmen wird mit einer Zustimmung von beiden Seiten gerechnet.

6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In Kombination der BremLBO und der MIndBauRL wurde in diesem Brandschutzkonzept nachgewiesen, dass die Schutzziele nach Umsetzung der aufgeführten Maßnahmen im Sinne des Baurechts erfüllt werden. Der Nachweis des Brandschutzes gemäß § 11 BremBauVorlV wurde, soweit hier zutreffend, erbracht. In Gesamtbetrachtung und Umsetzung des brandschutztechnischen Gutachtens sieht der Konzeptersteller keine Bedenken wegen des Brandschutzes bei diesem Objekt. Dieser Nachweis wurde nach bestem Wissen und Gewissen, nach den entsprechenden Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien des Bundeslandes Bremen erstellt.

Bremen, 22.01.2024



Dipl.-Ing. Volker Gutsch



Entwurfsplanung

Anlagentechnischer Brandschutz

EPS-06-24-00

Objekt:	Rohstoffwerk Weser Umbau und Nutzungsänderung einer bestehenden Stahlbauhalle zum Recyclingbetrieb Kap-Horn-Straße 30, 28237 Bremen
Aktenzeichen:	A00885BZ2024
Gebäudeklassen:	1, 3, Sonderbau
Auftraggeber:	Nehlsen AG Wilhelm-Karmann-Str. 5, 28237 Bremen
Verfasser:	EPS BRANDSCHUTZ Konzepte·Planung·Technik·Gutachten Dipl.-Ing. Volker Gutsch Am Mönchshof 18, 28717 Bremen
Auftrags-Nr.:	9500065283
Index:	0 vom 18.11.2024

Diese Entwurfsplanung umfasst 19 Seiten und 1 Anlage

Der Auftraggeber darf dieses Brandschutzkonzept für deren Zwecke vollumfänglich benutzen, an Dritte weitergeben und vervielfältigen. Eine Übertragung auf andere Bauvorhaben ist ausgeschlossen.

Inhalt

A)	Allgemeine Angaben.....	4
1.	Löschwasserversorgung.....	5
2.	Löschwasserbedarf Feuerlöschsysteme.....	6
3.	Löschwasserbehälter	7
4.	Feuerlöschpumpen.....	8
5.	Hydrantensystem	9
5.1	Überflurhydranten.....	9
5.2	Wandhydrantensystem „Trocken“.....	9
6.	Sprinkleranlage.....	10
6.1	Sprinklerparameter.....	11
6.2	Sprinklerverteiler	12
6.3	Material SPR Rohrleitungen	13
7.	Sprühwasserlöschanlagen für Objekte	14
7.1	Parameter	14
7.2	Sprühwasserverteiler	14
7.3	Material Sprühwasser Rohrleitungen	15
8.	Löschmonitore Freilager.....	15
9.	Gleichzeitigkeit	17
10.	Rauch- und Wärmeableitung	17
11.	Brandmeldeanlage	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lageplan	4
Abbildung 2	Stahlbauhalle Grundriss	5
Abbildung 3	Löschwasserversorgung	6
Abbildung 4	Löschwasserbedarf.....	6
Abbildung 5	Löschwasserbehälter und Sprinklerzentrale.....	7
Abbildung 6	Anordnung Feuerlöschpumpen.....	8
Abbildung 7	Elektropumpenaggregat mit integrierter Jockey Pumpe.....	9
Abbildung 8	Dieselpumpenaggregat	9
Abbildung 9	Wandhydrant auf Standkonsole.....	10
Abbildung 10	Verteiler Wandhydranten	10
Abbildung 11	Halle im Bestand	10
Abbildung 12	SPR Wasserbeaufschlagung.....	11
Abbildung 13	SPR Verteiler 1-1	12

Abbildung 14	SPR Verteiler 2-1	12
Abbildung 15	Beispiel Sprinklerverteiler mit 4 SPR Gruppen	12
Abbildung 16	SPR Deckenschutz	13
Abbildung 17	SPR Ebenen und SPR Objekte	13
Abbildung 18	Sprühwasserventil und Düse	14
Abbildung 19	Sprühwasserverteiler 2-2	14
Abbildung 20	Beispiel Sprühwasserlöschanlage Bänder	15
Abbildung 21	Beispiel Löschmonitor	15
Abbildung 22	Reichweiten.....	16
Abbildung 23	Parameter Löschmonitor.....	16
Abbildung 24	Rauchableitung	17
Abbildung 25	Brandfallsteuerung RWW.....	18
Abbildung 26	IR Melder.....	18
Abbildung 27	Rauchansaugsystem.....	19

Anhang

1. RWW Feuerlöschsystem R&I Schema_EPS-830-010-00

A) Allgemeine Angaben

Die Nehlsen AG plant am Standort Kap-Horn-Str. 30 in Bremen die Errichtung eines neuen Rohstoffwerks zur Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen (EBS), zur Sortierung von Eisen- und Nichteisenmetallen und zur Altholzaufbereitung. Hierbei handelt es sich um ein trimodal erschlossenes Grundstück im Hafengebiet. Das Ingenieurbüro EPS Brandschutz wurde mit der Erstellung der Entwurfsplanung für den anlagentechnischen Brandschutz auf Grundlage der geltenden Sonderbauvorschriften und -richtlinien beauftragt. Der zuständige Sachversicherer ist während der Planungsphase beteiligt, um eventuell höhere brandschutztechnische Forderungen zum Sachschutz bei der Bauausführung zu berücksichtigen.



Abbildung 1 Lageplan

Das Betriebsgelände mit bestehender Stahlbauhalle und angrenzendem Bürogebäude wurde ehemals von der BLG für den Stahlumschlag erbaut und genutzt und zum 01.02.2022 von der Nehlsen AG erworben. Hierbei handelt es sich um ein trimodal erschlossenes Grundstück im Hafengebiet mit Gleis- und Kajenanlage mit einer Gesamtfläche von 43.000 m². Die dort seit 1989 befindliche Halle weist eine Gesamtgröße von 12.380 m² auf und wurde bisher für den Umschlag und die Bearbeitung von Rohstählen genutzt. Die Gleisanlage führt durch die Halle zum Freigelände. Antragsgegenstand ist die Errichtung und der Betrieb eines Rohstoffwerks, das der Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen (EBS), der Sortierung von Eisen- und Nichteisenmetallen und der Altholzaufbereitung dient. Zusätzlich finden Zwischenlagerungen und Umschlag von Abfällen statt.

Die Gesamtdurchsatzkapazität aller Anlagenteile soll ca. 350.000 Mg/a betragen. Hierbei sind ca. 150.000 Mg/a für die EBS-Aufbereitung, weitere ca. 100.000 Mg/a für die Altholzaufbereitung und ca. 100.000 Mg/a für die Vorbehandlung von Schrott, wie auch Umschlag auf dem Gelände geplant. Dabei werden auch gefährliche Abfälle, ca. 35.880 Mg/a im Batchbetrieb verarbeitet oder umgeschlagen, hierfür stehen Lagerflächen auf dem Gelände in den einzelnen Anlagenteilen zur Verfügung.

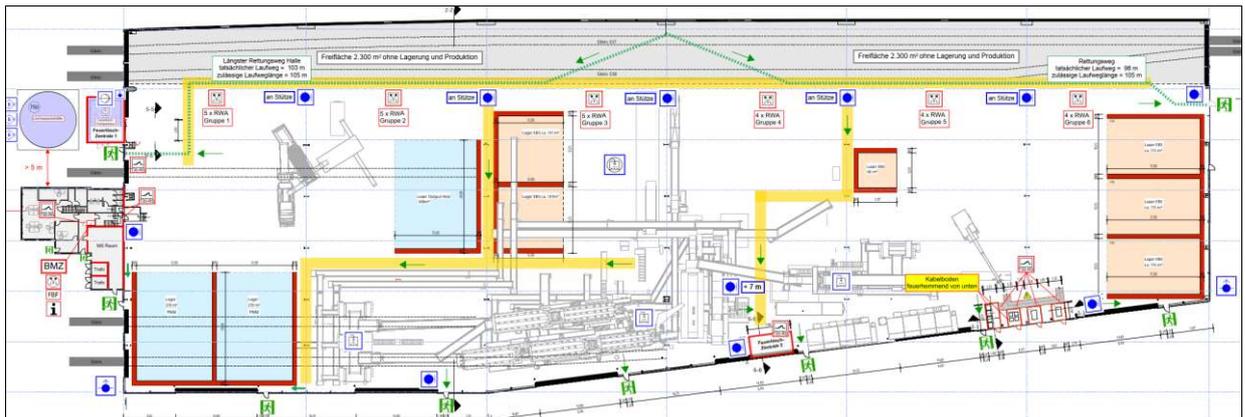


Abbildung 2 Stahlbauhalle Grundriss

Stahlbauhalle:

Länge:	199,00 m
Breite östl. Giebel:	50,00 m
Breite westl. Giebel:	70,00 m
Höhe:	17,58 m
Grundfläche:	12.380 m ²

1. Löschwasserversorgung

Gemäß Ziffer 5.1 MIndBauRL ist für Industriebauten der Löschwasserbedarf unter Berücksichtigung der Flächen der Brandabschnitte oder Brandbekämpfungsabschnitte sowie der Brandlasten festzulegen. Hierbei ist auszugehen von einem Löschwasserbedarf über einen Zeitraum von zwei Stunden von mindestens 192 m³/h bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m². Die Löschwasserversorgung wird bei diesem Bestandsbau durch 2 Überflurhydranten (3.200 l/min, 192 m³/h) der öffentlichen Versorgung auf dem Betriebsgelände und 1 Überflurhydrant an der Kap-Horn Straße sichergestellt. Der Eigentümer und Antragssteller möchte hinsichtlich des hohen Brandrisikos die vorhandenen 2 Überflurhydranten der öffentlichen Versorgung in Betrieb lassen, unabhängig von der Errichtung der neuen Löschwasserversorgung.

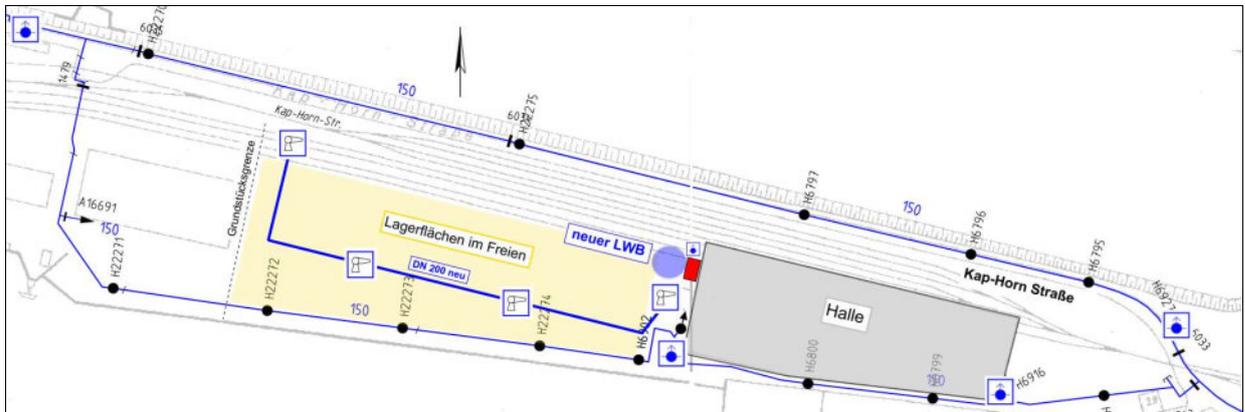


Abbildung 3 Löschwasserversorgung

2. Löschwasserbedarf Feuerlöschsysteme

Zur Versorgung der neuen Feuerlöschsysteme wird ein neuer Löschwasserbehälter mit Pumpenanlage errichtet. Die Pumpenanlage und Wasserverteiler bilden die neue Feuerlöschzentrale 1 (FLZ-1), die neben dem neuen Löschwasserbehälter errichtet wird. Eine weitere Feuerlöschzentrale (FLZ-2) wird in der Halle an der Südostseite errichtet, hier befinden sich weitere Wasserverteiler für Wasserlöschanlagen. Unter Berücksichtigung der Vorgaben aus der Versicherungswirtschaft, wird eine zusätzliche Löschwassermenge von 384 m³ bevorratet, die an der Entnahmestelle FLZ 1 zur Verfügung steht. Am Löschwasserbehälter ist eine Feuerwehreinspeisung (3 x Storz B) vorhanden, um in Notfällen ggf. Wasser aus Weser oder Hafenbecken einzuspeisen. Unter Berücksichtigung von Single Risk Szenario, Gleichzeitigkeit und Worst Case ergeben sich folgende Löschwassermengen:

	Löschwassermenge		Betriebszeit	Bevorratung
Entnahme an FLZ 1	3.200 l/min	192 m ³ / h	2 h	384 m ³
Wandhydranten	600 l/min	36 m ³ / h	2 h	72 m ³
Sprinkleranlage Trockensystem	7.962 l/min	478 m ³ / h	1,5 h	717 m ³
Sprühwasser Objekte	2.500 l/min	150 m ³ / h	0,5 h	75 m ³
Gesamt Worst Case				1.248 m³
4 Wasserwerfer Freilager	9.600 l/min	576 m ³ / h	1 h	576 m ³

Abbildung 4 Löschwasserbedarf

3. Löschwasserbehälter

Es wird ein neuer Löschwasserbehälter mit einem Nutzvolumen von 1.248 m³ errichtet.

Nutz-Volumen:	1.248 m ³
zgl. Eisschicht:	0,00 m
zzgl. Totwasser:	0,25 m
zzgl. Freibord/Überlauf:	0,35 m
Brutto-Volumen:	1.320 m³
Durchmesser innen:	11,0 m (außen ca. 11,5 m)
Zylindrische Höhe innen:	13,9 m (außen ca. 14,5 m)

Der Behälter besteht aus einzelnen, gestanzten und im entsprechenden Tankradius gewalzten Stahlplatten in statisch erforderlicher Stärke. Die Konstruktion ist dauerhaft flüssigkeitsdicht verschraubt unter Verwendung einer witterungsbeständigen Dichtungsmasse. Verankerung des Bodenwinkels im Beton mit Dübeln. Platten/Schrauben/Winkel: Stahl verzinkt. Dichtungsmasse: Sikaflex, Ausführungsnormung: ehem. VdS Kl.1, Stahlsorten: S280; S320; S355, none seismic zone. Mit Isolierung, Heizelemente und allen erforderlichen Anschlüssen.

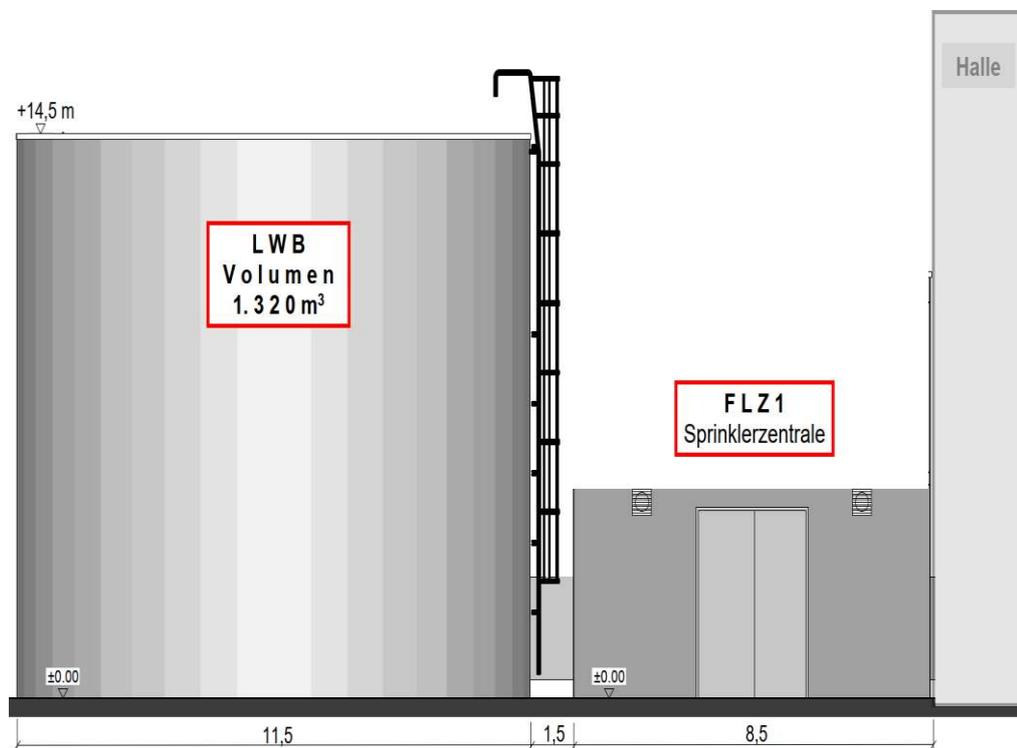


Abbildung 5 Löschwasserbehälter und Sprinklerzentrale

4. Feuerlöschpumpen

Die Feuerlöschpumpen befinden sich in der neuen Feuerlöschzentrale 1.

- Versorgung Sprinkler- und Sprühwasserlöschanlagen oder Löschmonitore
E-Pumpe (100 %, 9.600 l/min@10,5 bar)
D-Pumpe (100 %, 9.600 l/min@10,5 bar)
- DEA Wandhydranten und Löschwasserentnahme Storz B, E-Pumpe 1.600 l/min@6 bar
- Druckhaltepumpe (Jockey Pumpe), E-Pumpe 150 l/min@10,5 bar

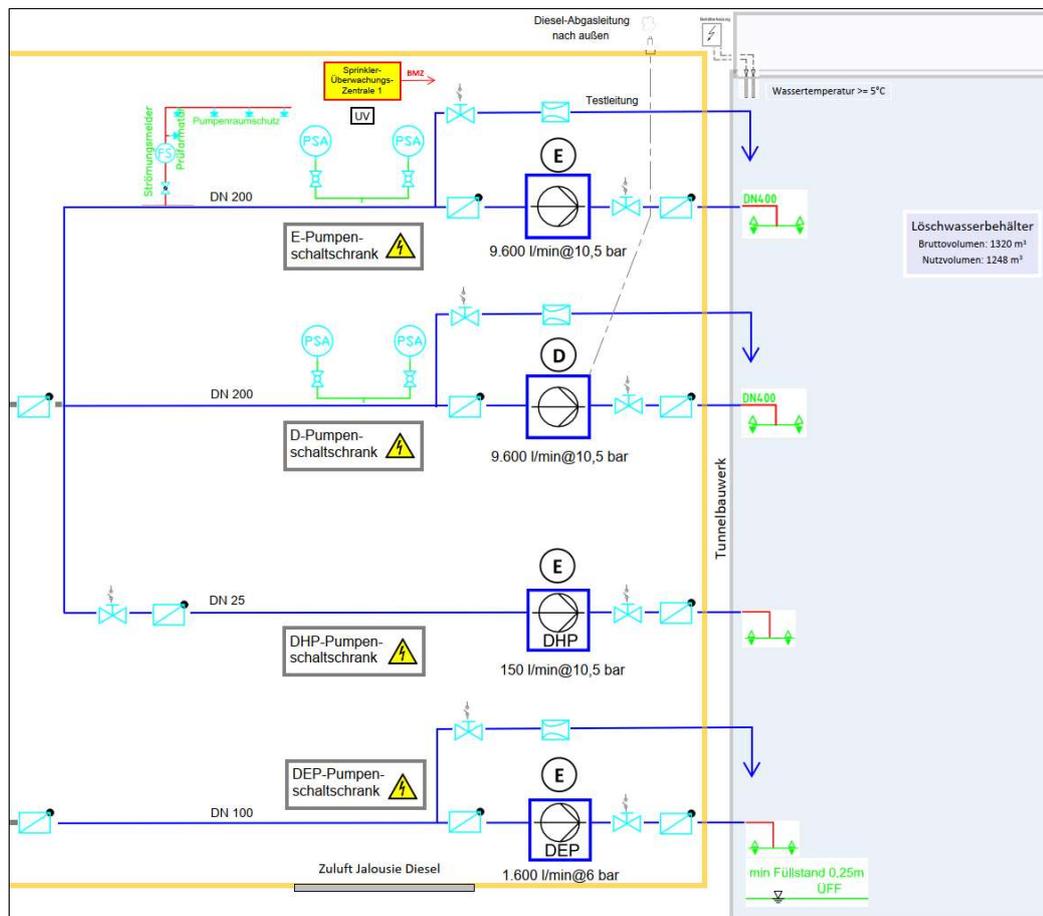


Abbildung 6 Anordnung Feuerlöschpumpen



Abbildung 7 Elektropumpenaggregat mit integrierter Jockey Pumpe



Abbildung 8 Dieselpumpenaggregat

5. Hydrantensystem

5.1 Überflurhydranten

Die Löschwasserversorgung wird durch 2 Überflurhydranten (3.200 l/min, 192 m³/h) der öffentlichen Versorgung auf dem Betriebsgelände und 1 Überflurhydrant an der Kap-Horn Straße sichergestellt. Zusätzlich wird eine neue Löschwasserentnahme (Storz B) auf der Nordseite der neuen FLZ 1 vorgesehen. Die Ausführung, ob als Überflurhydrant oder Wandanschluss, wird mit der Feuerwehr Bremen zeitnah abgestimmt.

5.2 Wandhydrantensystem „Trocken“

In der Halle werden 11 Wandhydranten (Typ F, faltbarer C-Schlauch) installiert. Die Versorgung erfolgt aus dem neuen Löschwasserbehälter mit DEA Pumpe. Planung und Ausführung entsprechen der DIN 14462 Wandhydrantenanlage „Trocken“.



Abbildung 9 Wandhydrant auf Standkonsole

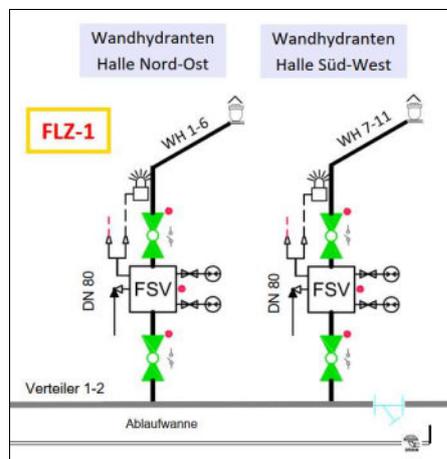


Abbildung 10 Verteiler Wandhydranten

6. Sprinkleranlage

In der Halle wird eine flächendeckende Sprinkleranlage installiert. Geplant ist eine Trockenanlage mit 8 Sprinklergruppen für Decken-, Ebenen- und Objektschutz. Planung und Einbau erfolgen nach Kap. K.11.2 VdS CEA 4001: 2024-01. Die Sprinkleranlage fällt unter das Bauordnungsrecht und unterliegt der BremPrüfAnlVO.



Abbildung 11 Halle im Bestand

Anlagentechnischer Brandschutz, RWW Rohstoffwerk Weser, Kap-Horn-Straße 30, Bremen, Nehlsen AG

Nach ersten Einschätzungen des Statikers wäre die Installation eines Sprinklerrohrnetzes unterhalb der Hallendecke möglich.

6.1 Sprinklerparameter

Auszug Kap. K.11.2 VdS CEA 4001 2024-01:

Wasserbeaufschlagung (keine HHS-Zuordnung möglich)	17,5 mm/min ¹⁾
Wirkläche	260 m ² Nassanlage 325 m ² Trockenanlage
Ansprechempfindlichkeit der Sprinkler	"Schnell"

SPR Durchflussmenge Deckenschutz: $17,5 \text{ mm/min} \times 325 \text{ m}^2 \times 1,4 \text{ (UF)} = 7.962 \text{ l/min}$

SPR Wasserbeaufschlagung Ebenen: 10 mm/min

SPR Wasserbeaufschlagung Objekte: 5-8 mm/min

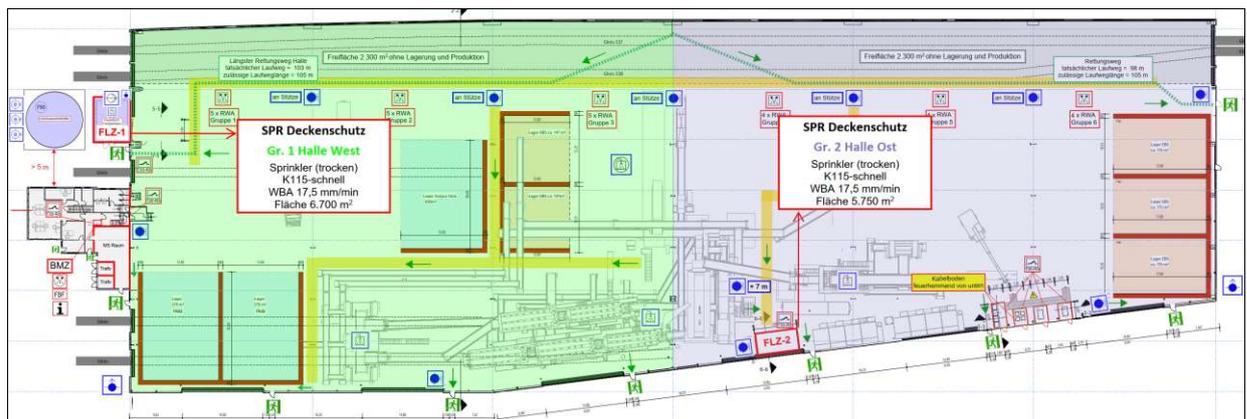


Abbildung 12 SPR Wasserbeaufschlagung

7. Sprühwasserlöschanlagen für Objekte

7.1 Parameter

Planung und Einbau gemäß VdS 2109 : 2024-01 (07), VdS-Richtlinien für Sprühwasser-Löschanlagen.

Objekte: Siebtrommel, Bänder, Bunker, Schredder, Presse

min. Wasserbeaufschlagung	10 mm/min
min. Betriebszeit	30 min
Ungleichförmigkeit	20 %
K-Faktor	40
min. Druck an der Düse	0,5 bar
Zuleitung	DN 65/50



Abbildung 18 Sprühwasserventil und Düse

7.2 Sprühwasserverteiler

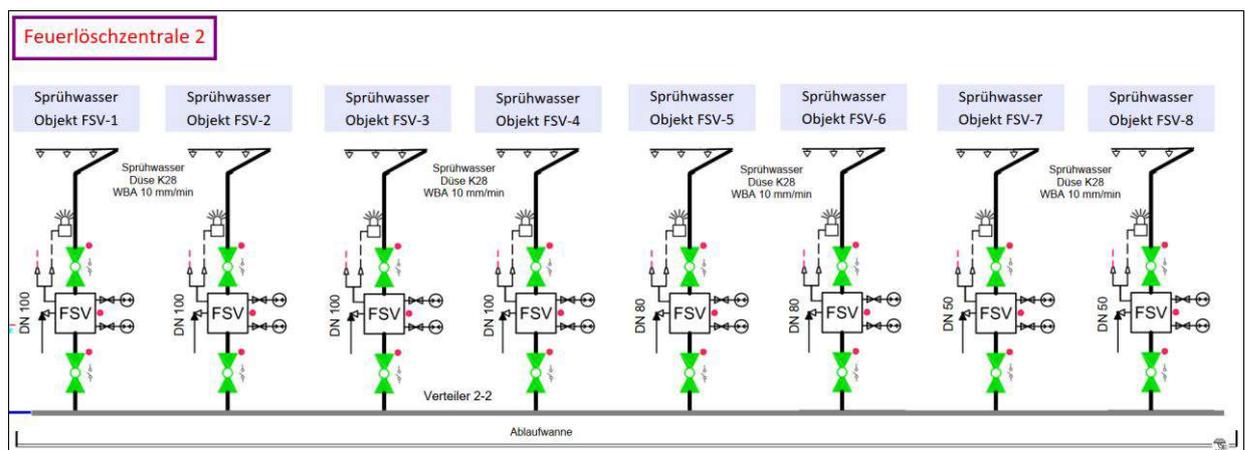


Abbildung 19 Sprühwasserverteiler 2-2

7.3 Material Sprühwasser Rohrleitungen

Verz. Rohrleitung aus Stahlrohr nach DIN 2440 oder DIN 2458, Verbindungen gekuppelt oder geschraubt. Rohr, Kupplungen und Verbindungsstücke verzinkt.



Abbildung 20 Beispiel Sprühwasserlöschanlage Bänder

8. Löschmonitore Freilager

Löschmonitore in der Recyclingindustrie haben sich bewährt und durchgesetzt. Geplant ist eine möglichst flächendeckende Abdeckung des Freilagers mit Löschwasser, u.a. um Entstehungsbrände sofort ablöschen zu können und eine Brandausbreitung Richtung Halle zu vermeiden. Es werden 4 Löschmonitore (je 2.400 l/min@9 bar) strategisch im Außengelände positioniert, wobei sich der Löschmonitor 1 (LM-1) auf dem Bürogebäude befindet und u.a. auch zum Aufbau einer Wasserwand (Wasserschleier) zwischen Freilager und Halle genutzt werden kann. Die Löschwasserversorgung erfolgt aus der FLZ-1 und führt über eine Trockenleitung DN 200 zu den Löschmonitoren, Auslösung und Bedienung sind manuell. Bei Windstille, Süd-, West- oder Ostwind kann die Reichweite eines Löschmonitors ≥ 60 m betragen, bei starkem Nordwind ist mit Einschränkungen zu rechnen.



Abbildung 21 Beispiel Löschmonitor

Anlagentechnischer Brandschutz, RWW Rohstoffwerk Weser, Kap-Horn-Straße 30, Bremen, Nehlsen AG

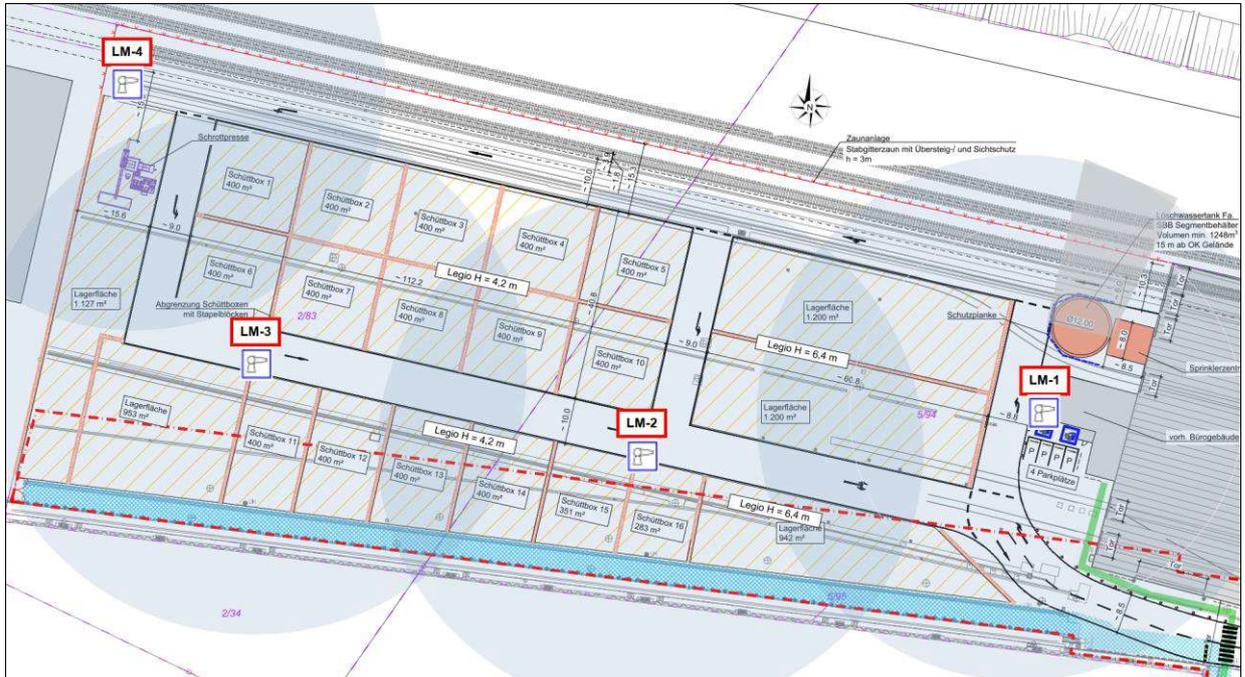


Abbildung 22 Reichweiten

MONITOR: M2

Monitor mit einem maximalen Löschmittelstrom von bis zu 2500 l/min. Verststellung von Hand oder elektrisch möglich.

DÜSE: MPN

Mehrzweckdüse zur Abgabe von Wasser oder Premix mit niedriger Verschäumung. Stufenlose Verststellung zwischen Hohlstrahl und Sprühstrahl möglich.

WINKEL: 30°



MEDIUM

Wasser Schaum

Löschmittelstrom 1800 l/min

Druck 9 bar

Monitorhöhe 1 m

60,9 m Reichweite

13,2 m Wurfhöhe

34,3 m Entfernung höchster Punkt

1,3 kN Rückstoßkraft

2,9 m Durchmesser der Auftrefffläche

Die Reichweitenmessung erfolgt vom Auswurfpoint am Löschmonitor bis zum Mittelpunkt der Auftrefffläche bei nahezu Windstille.

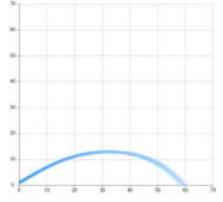


Abbildung 23 Parameter Löschmonitor

9. Gleichzeitigkeit

Case 1: Feuer Halle

Sprinkler- und Sprühwasserlöschanlagen, Wandhydranten und Entnahme Storz B

Case 2: Feuer Freilager

Löschmonitore LM-1-4

10. Rauch- und Wärmeableitung

Nach Ziffer 5.7.1.1. MIndBauRL muss die aerodynamisch wirksame Fläche der Rauchabzugsgeräte insgesamt mindestens $1,5 \text{ m}^2$ je 400 m^2 Grundfläche betragen.

Im Bestand sind Rauchabzugsanlagen im Dach mit Auslösegruppen je 1.600 m^2 vorhanden. Im Rahmen der Ausführung werden Zustand und Funktion der vorhandenen RA durch einen Prüfsachverständigen geprüft und bei Abweichungen entsprechend ertüchtigt.

Bereich	Grundfläche m^2	Anforderung RA m^2	Ausführung	Abweichung
BA 1 Halle	12.380	$/400 \times 1,5 = 46,4$	über Rauchabzugsanlagen im Dach	nein
Umkleide Containeranlage	130		über Fenster und Türen	nein
Bürotrakt, Treppenraum (TR)	263	1 m^2 im TR (LBO)	1 m^2 Öffnung in TR Decke	nein

Abbildung 24 Rauchableitung

Hinweis: Werden Sprinkleranlagen in Räumen und Gebäuden installiert, in denen sich auch Rauch- und Wärmeabzugsanlagen befinden, so ist wichtig, dass die Funktion der Sprinkleranlage nicht beeinträchtigt wird. Erfolgt die Auslösung der Rauch- und Wärmeabzugsanlagen über Rauchmelder, kann die frühzeitige Wärmeableitung das Auslösen der Sprinkleranlage verzögern oder ggf. verhindern, die Glasampulle im Sprinklerkopf reagiert nur auf Wärme.

11. Brandmeldeanlage

Geplant ist die flächendeckende Überwachung der Halle und des Bürogebäudes. In der Halle werden Rauchansaugsysteme, IR und UV-Melder und Handmelder installiert, im Bürogebäude Rauchmelder und Handmelder. Gemäß DIN 14675 werden flächendeckend Alarmmittel vorgesehen, die direkt von der BMA aktiviert werden. Die Einrichtungen für die Feuerwehr (u.a. FAT, FBF) und der Hauptmelder zur Weiterleitung befinden sich im BMZ-Raum im Bürogebäude, das Feuerwehr-Schlüsseldepot ist außen an der Toranlage.

Weitere Bereiche mit erhöhtem Risiko (Siebtrommel, Bänder, Bunker, Schredder, Presse) werden jeweils mit zwei IR-Meldern überwacht, die im Brandfall über eine 2-Melderabhängigkeit die Sprühwasserlöschanlage (Objektschutz) auslösen. Die Löschanlagen können auch durch einen Druckknopfmelder manuell aktiviert werden.

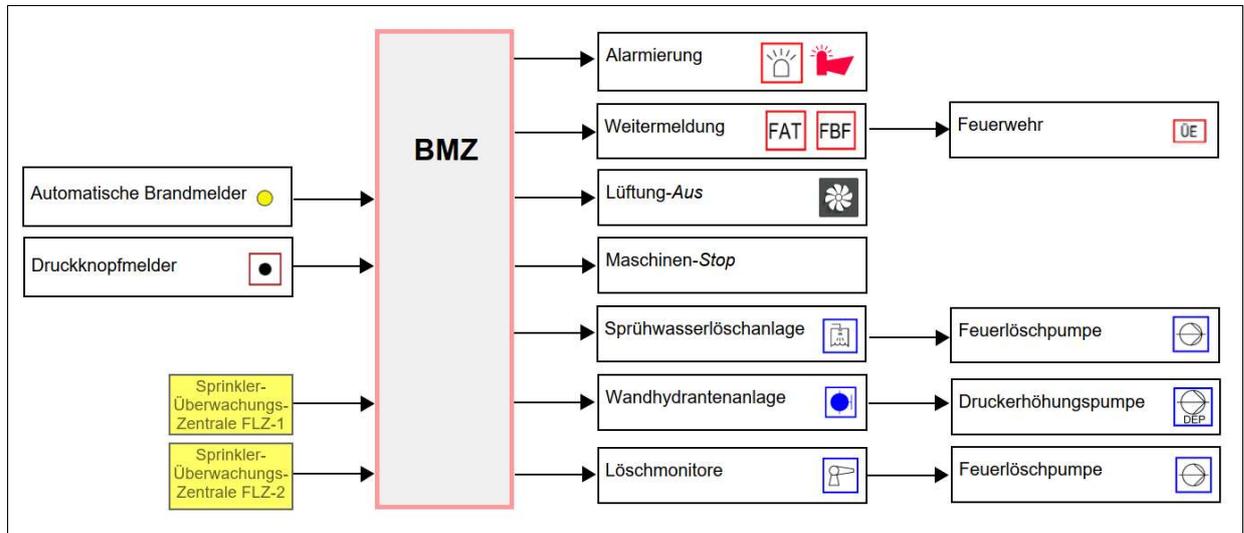


Abbildung 25 Brandfallsteuerung RWW

IR- und UV Flammenmelder:

Ein 3-Kanal Infrarot Flammenmelder erkennt offene Flammen besonders schnell und zuverlässig. Eine spezielle Sensorkombination und eine intelligente Auswertung blenden industrietypische Störgrößen wie heiße Oberflächen von Maschinen oder Schweißarbeiten aus. Gleichzeitig erkennt der Melder schon sehr kleine Flammen eines entstehenden Feuers sicher.

Der UV Flammenmelder reagiert auf optische Strahlung im ultravioletten Bereich. Er überwacht Bereiche, in denen bei Brandausbruch mit einer raschen Entwicklung von offenen Flammen zu rechnen ist. Das bedeutet ein Zusammenspiel von Früherkennung, hoher Empfindlichkeit, Zuverlässigkeit und hohe Täuschungssicherheit gegenüber Störgrößen.



Abbildung 26 IR Melder

Rauchansaugsystem

In der Halle werden Ansaugrauchmelder nach DIN EN 54-20, Klasse A mit einer max. Überwachungsfläche von 1.600 m² installiert.

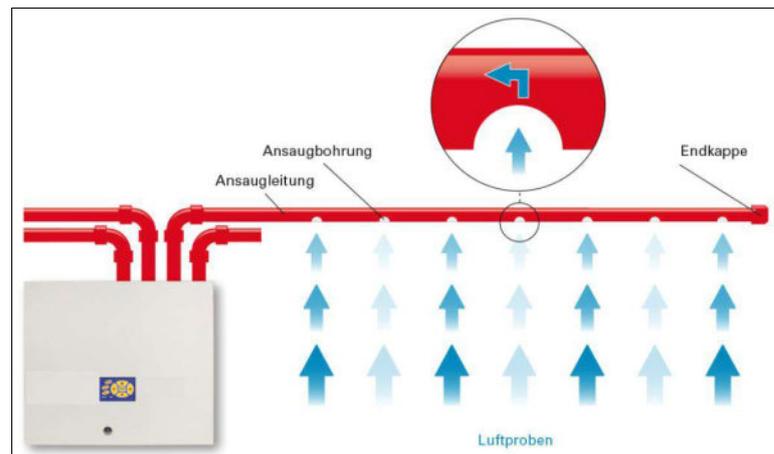
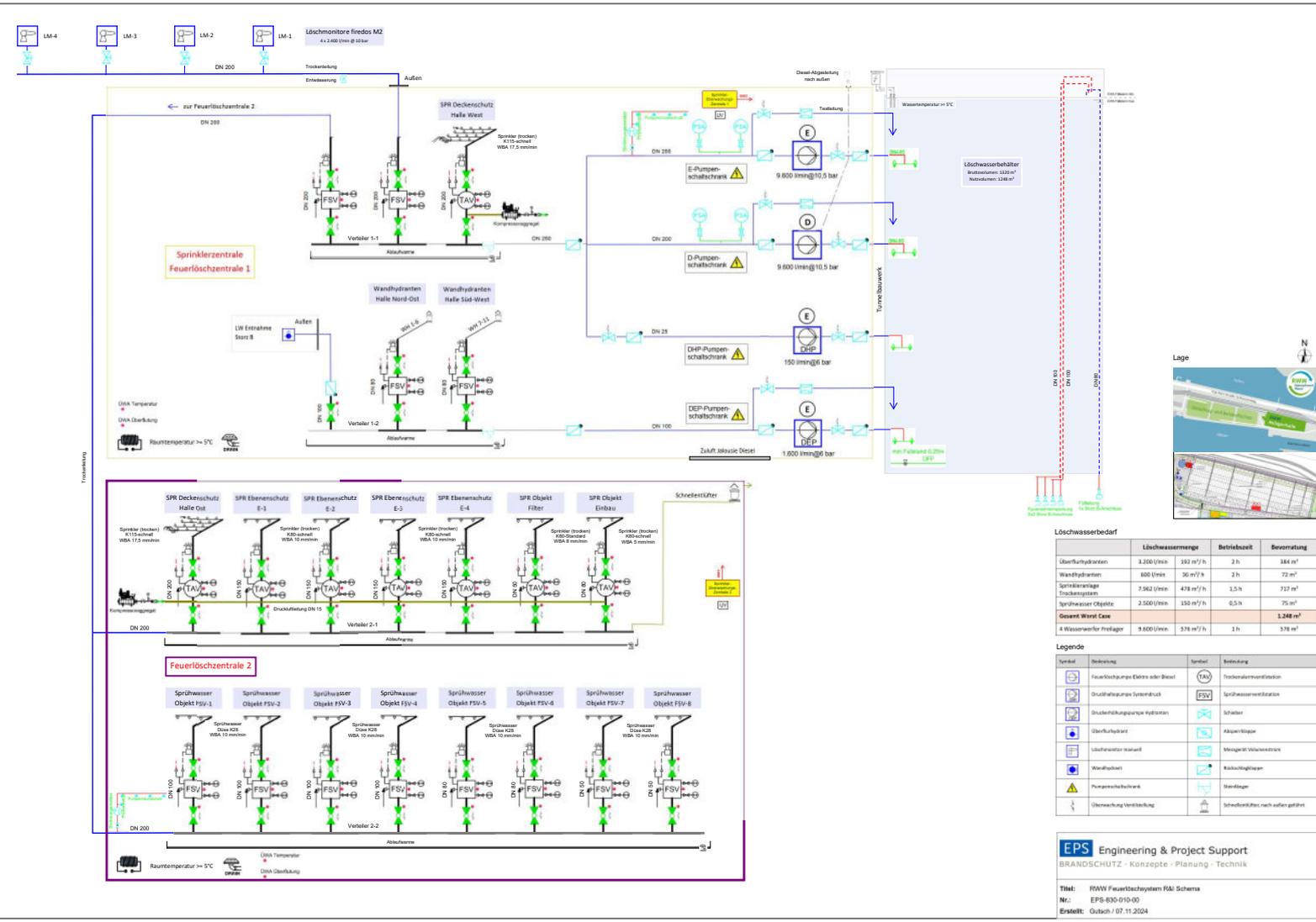


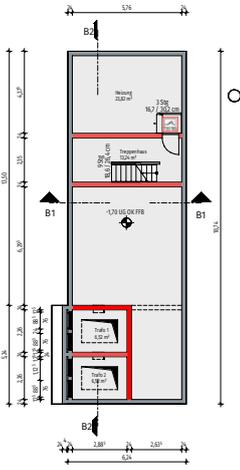
Abbildung 27 Rauchansaugsystem

Anhang

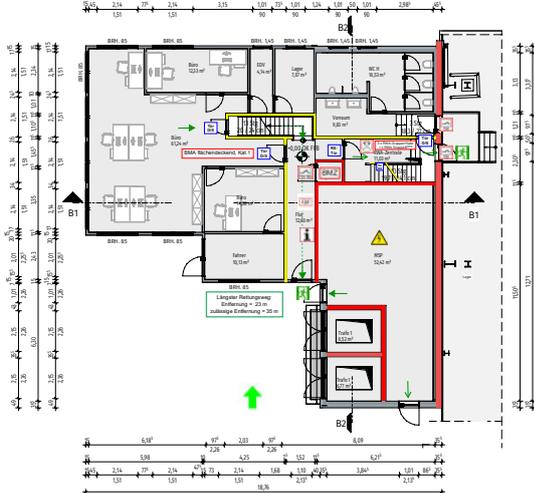
1. RWW Feuerlöschsystem R&I Schema_EPS-830-010-00



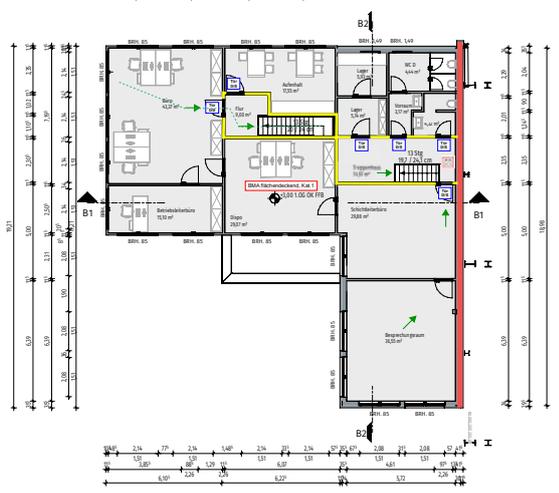
Untergeschoss
M 1:100



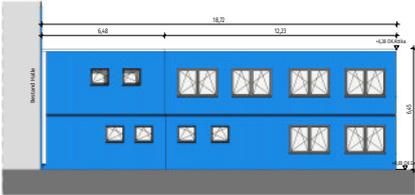
Erdgeschoss
M 1:100



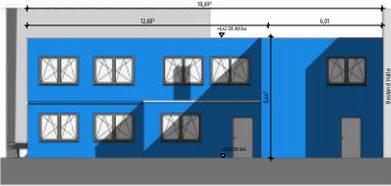
1. Obergeschoss
M 1:100



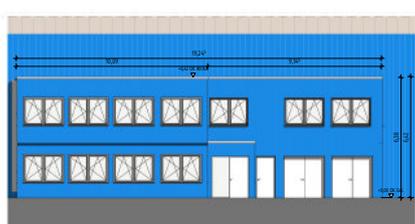
Nord-Ansicht Büro
M 1:100



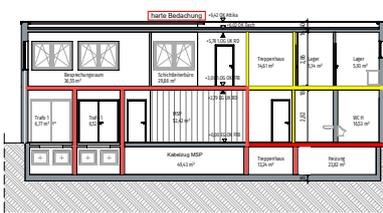
Süd-Ansicht Büro
M 1:100



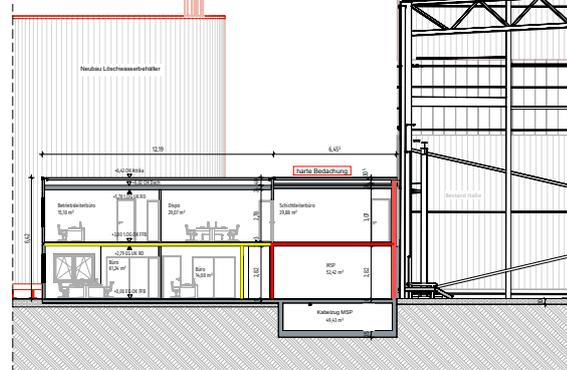
West-Ansicht Büro
M 1:100



Schnitt B2-B2
M 1:100



Schnitt B1-B1
M 1:100



Hinweis:
Die Flure im Erd- u. Obergeschoss werden nicht als notwendige Flure im Sinne des Baurechts betrachtet, weil gemäß BremLBO § 36 Abs. 1 (4) innerhalb von Nutzungseinheiten mit nicht mehr als 400 m² Grundfläche, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen, notwendige Flure nicht erforderlich sind. Der MSP-Raum ist feuerbestandig von den Büros getrennt.

Farbe	Kurzbes.	Bedeutung	Symbol	Bedeutung
Rot	fb	Feuerbeständig F 90 AB / (REI) 90	➔	Hauptzufahrt Feuerwehr
Gelb	fh	Feuerbeständig F 30 B / (REI) 30	➔	Brandmelderzone
Blau	rb	Nichtbrennbar Baustoffklasse A1 oder A2	➔	Brandmeldeanlage
Grün	1. RW	Erster Rettungsweg	➔	Brandstutzwand T 50
Grün	2. RW	Zweiter oder weiterer Rettungsweg	➔	Brandstutzwand T 30 (R), rauchdicht, selbstschließend
Grün		Rettungswegklappen	➔	FBF
			➔	Feuerwehrbediensteter
			➔	Rauch- und Wärme-Abgasabsicherung
			➔	Informationen Feuerwehr
			➔	Bedienstete für Rauchabzug
			➔	Mittelspannung

EPS Engineering & Project Support
BRANDSCHUTZ - Konzepte - Planung - Technik

Titel: RWW Brandschutzplan Bürogebäude
Nr.: EPS-830-002-00
Erstellt: Gutsch / 11.09.2024

Nr.	Änderung	Änderung	Änderung	Änderung

Höhen können nach Außenkanalplanung variieren.

Entwurfsplanung

BAUVORHABEN:
Projekt: Rohbauwerk Weser
Kap-Horn-Strasse 30, 28227 Bremen

Diese Zeichnung ist unser Eigentum. Jede Vervielfältigung, Vervielfachung oder Weitergabe an Dritte Personen ist untersagt.

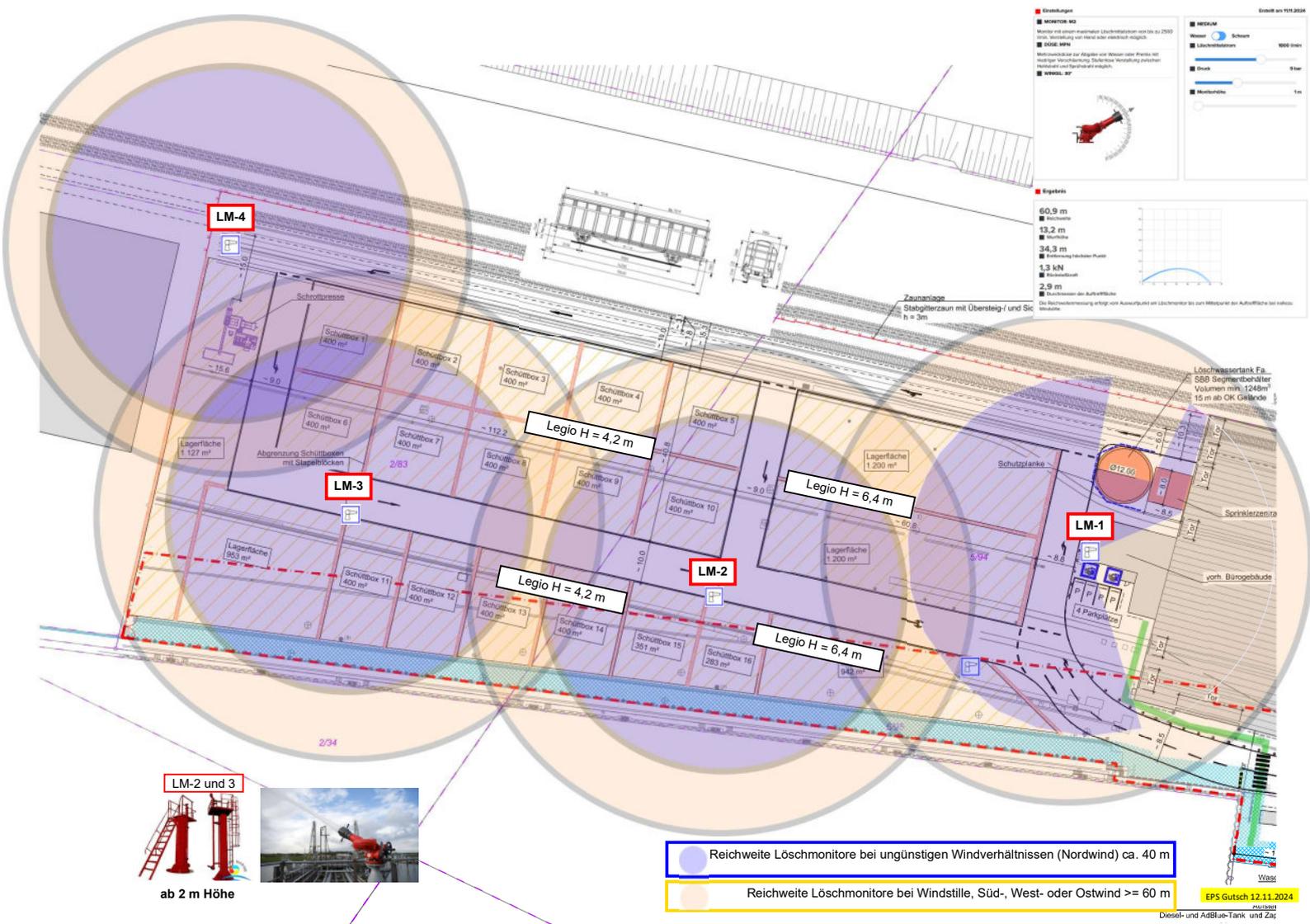
Bauherr: Mathias AG
Wilhelm-Kapmann-Str. 5
28227 Bremen

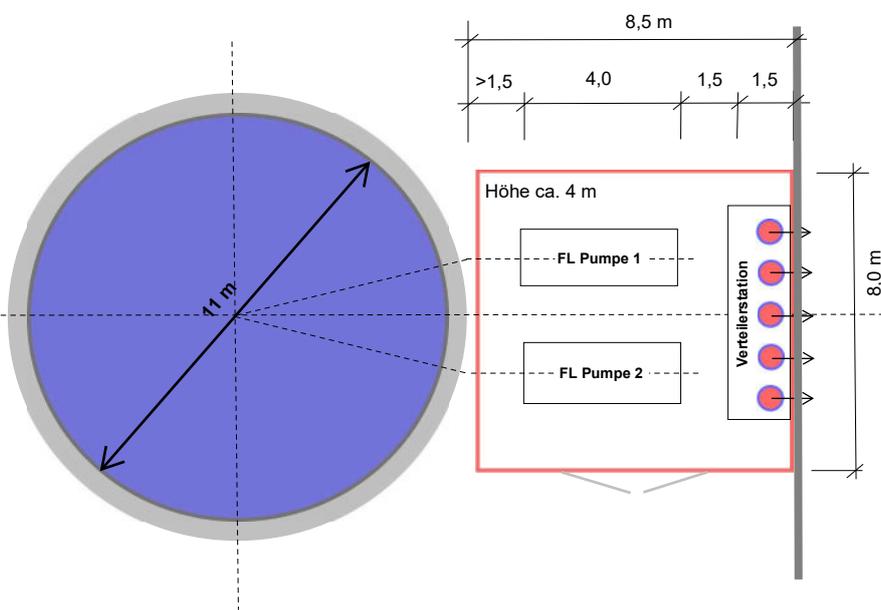
Entwurfsverfasser:

Der Bauherr:

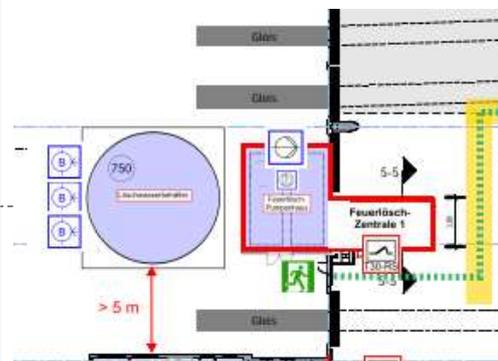
Der Entwurfsverfasser:

Legende:
Objektname: KAP_HORN_STRASSE_30
Maßstab: Stadtgröße
Datum: 10/09/2024
Entwurfsverfasser: EP





RWW_Vor-Entwurf Sprinklerzentrale
 EPS Gutsch 23.06.2023



RWW_Auszug Brandschutzkonzept
 25.01.2024, Prüfvorlage für Behörde / Dr. Vischer

Dipl.-Ing. Alexander Nies
Beratender Ingenieur
Mitglied im BDB, VDI und der IK Bau NW
Qualifizierter Tragwerksplaner
Staatl. anerkannter Sachverständiger
für Schall- und Wärmeschutz

Alte Serkenroder Straße 56
57413 Finnentrop
Telefon: + 49 (0) 27 21 / 97 93 80
e-mail: info@ing-nies.de
www.ing-nies.de

Auftrags-Nr.: 18 / 8041a



Wärmeschutznachweis

gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023

hier: Einzelbauteilnachweis für Nutzungsdauer ≤ 5 Jahre

Bauvorhaben: Container Typ C24T
Dachaufbau: 90 mm PUR + 60mm-Mineralwoll-Paneel

Herstellung: ELA Container Sales GmbH
Im Industriepark 20 - Eurohafen
49733 Haren (Ems)

ela[container]

Dieser Nachweis enthält die Seiten 1 - 15.



Vorbemerkungen:

Diese Wärmeschutznachweisberechnung enthält den Nachweis des baulichen Wärmeschutzes gemäß DIN 4108-2:2013-02.

Bei einem Gebäude, das für eine Nutzungsdauer von höchstens 5 Jahren bestimmt und aus Raumzellen von jeweils bis zu 50 Quadratmetern Nutzfläche zusammengesetzt ist, gelten gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023 § 104 Satz 2 die Anforderungen des § 10 Absatz 2 als erfüllt, wenn die für den Fall des erstmaligen Einbaus anzuwendenden Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der Außenbauteile nach § 48 eingehalten werden. Nach § 48 Satz 1 dürfen die Wärmedurchgangskoeffizienten der Anlage 7 (Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen bei Änderungen an bestehenden Gebäuden) nicht überschritten werden.

Folgende Werte dürfen nicht überschritten werden:

Dachflächen gegen Außenluft (5a)	U_{\max}	=	0,24 W/(m ² K)
Außenwände (1a)	U_{\max}	=	0,24 W/(m ² K)
Decken nach unten zur Außenluft (6d)	U_{\max}	=	0,24 W/(m ² K)

In den nachfolgenden Berechnungen wurden folgende U - Werte ermittelt:

Containerdach	U	=	0,197 W/(m ² K)
Containeraußenwand	U	=	0,232 W/(m ² K)
Containerboden	U	=	0,239 W/(m ² K)

Des Weiteren dürfen die Fenster den maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten $U_{\max} = 1,3$ W/(m²K) (2a), die Außentüren $U_{\max} = 1,8$ W/(m²K) (4) nicht überschreiten.

Finnentrop, den 02. Mai 2023

Aufsteller:

Planung:

Bauherr:





Bauteil: **Fenster**

Bauart: Wärmeschutzverglasung

• U-Wert Verglasung (max.):	$U_g =$	1,1 W/m ² K
• U-Wert Rahmen (max.):	$U_f =$	1,5 W/m ² K

Art der Verglasung:	Zweischeibenverglasung
Rahmenanteil:	30% max.

Korrekturwerte ΔU_{BW} für:

- Verglasung mit werkseigener Kontrolle und Fremdüberwachung 0,0
nach DIN 4108 Teil 4, Anhang B
 - kein wärmetechnisch verbesserter Randverbund des Glases 0,0
nach DIN 4108 Teil 4, Anhang C
 - Sprossen 0,0
-

Energiedurchlassgrad	g	\leq	0,58
----------------------	-----	--------	------

U-Wert Fenster nach DIN 4108 Teil 4	U_w	$=$	1,30 W/m ² K
	$= U_{max}$	$=$	1,30 W/m ² K

Anforderung gemäß GEG 2023, Anlage 7, Nummer 2a erfüllt!

(c) ROWA-Soft GmbH (SNr96900A)

Einzelbauteilnachweis (Wärmedurchgangs- und Dampfdiffusionsberechnung)
 gem. DIN 4108 und DIN EN ISO 6946

02. Mai 2023

Projekt Kurzbeschreibung: 18/8041a ELA Container Typ C24

Bauvorhaben : 18/8041a ELA: Container Typ C24
 Dachaufbau mit 60mm-Paneel mit Mineralwollkern

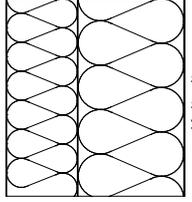
Bearbeiter : Dipl.-Ing. Alexander Nies

Baujahr 2023

Objektstandort
 Straße/Hausnr. :
 Plz/Ort :
 Gemarkung :

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
 Name/Firma : Herstellung: ELA Container Sales GmbH
 Straße/Hausnr. : Im Industriepark 20 - Eurohafen
 Plz/Ort : 49733 Haren (Ems)
 Telefon / Fax :

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R_{si} 0.10						
1 Blech Paneel	7800.0	0.60	50.000	0.000	100	Warmseite Kaltseite
2 Mineralwolle 045	120.0	60.00	0.045	1.333	1	
3 Blech Paneel	7800.0	0.50	50.000	0.000	100	
4 Polyurethan Hartschaum 025	30.0	90.00	0.025	3.600	40 / 200	
5 Trapezblechprofil D-durchl	D 7850.0	0.75	1.059	0.001	100	
Luftübergang Kaltseite R_{se} 0.04						
Dicke = 151.85 mm		Fl.-Gewicht = 24.4 kg/m²		R = 4.93 m²K/W		U-Wert = 0.197 W/m²K

Kommentar zum Bauteil
 ELA Containerdach Typ C24
 PUR-Hartschaum: Vollausschäumung in der Sicking 100mm/80mm (i.M. 90mm)
 darunter Paneel 60mm mit Mineralwollkern

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:
 Wärmedurchlaßwiderstand R 4.93 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 5.07 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.20 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

Entstehung von Oberflächenkondensat

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 51.5%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 97.0 % Raumluftfeuchte auf.

18/8041a ELA Container Typ C24

Ergebnis der Oberflächengrenzwertberechnung

maximale rel. Luftfeuchte der Warmseite zu verschiedenen Warm- und Kaltseitentemperaturen, oberhalb der Oberflächenkondensat anfällt.

		Warmseite									
Temp.		10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C
K a l t s e i t e	4°C	99.2%	99.0%	98.7%	98.5%	98.3%	98.1%	97.9%	97.7%	97.5%	97.3%
	2°C	98.9%	98.7%	98.5%	98.3%	98.0%	97.8%	97.6%	97.4%	97.2%	97.1%
	0°C	98.7%	98.5%	98.2%	98.0%	97.8%	97.6%	97.4%	97.2%	97.0%	96.8%
	-2°C	98.4%	98.2%	98.0%	97.8%	97.6%	97.4%	97.2%	97.0%	96.8%	96.6%
	-4°C	98.2%	97.9%	97.7%	97.5%	97.3%	97.1%	96.9%	96.7%	96.6%	96.4%
	-6°C	97.9%	97.7%	97.5%	97.3%	97.1%	96.9%	96.7%	96.5%	96.3%	96.2%
	-8°C	97.6%	97.4%	97.2%	97.0%	96.8%	96.6%	96.5%	96.3%	96.1%	95.9%
	-10°C	97.4%	97.2%	97.0%	96.8%	96.6%	96.4%	96.2%	96.1%	95.9%	95.7%
	-12°C	97.1%	96.9%	96.7%	96.5%	96.3%	96.2%	96.0%	95.8%	95.7%	95.5%
	-14°C	96.9%	96.7%	96.5%	96.3%	96.1%	95.9%	95.8%	95.6%	95.4%	95.3%

Mindestwärmeschutz

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 24.4 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 4.934 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite		Kaltseite
Tauperiode:			
Lufttemperatur	20.0 °C		-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %		80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden		
Verdunstungsperiode:			
Dampfdruck	1200 Pa		1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		2000 Pa	
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden		

das Bauteil wird als Dach berechnet.

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

μ*d an den Schichtgrenzen:

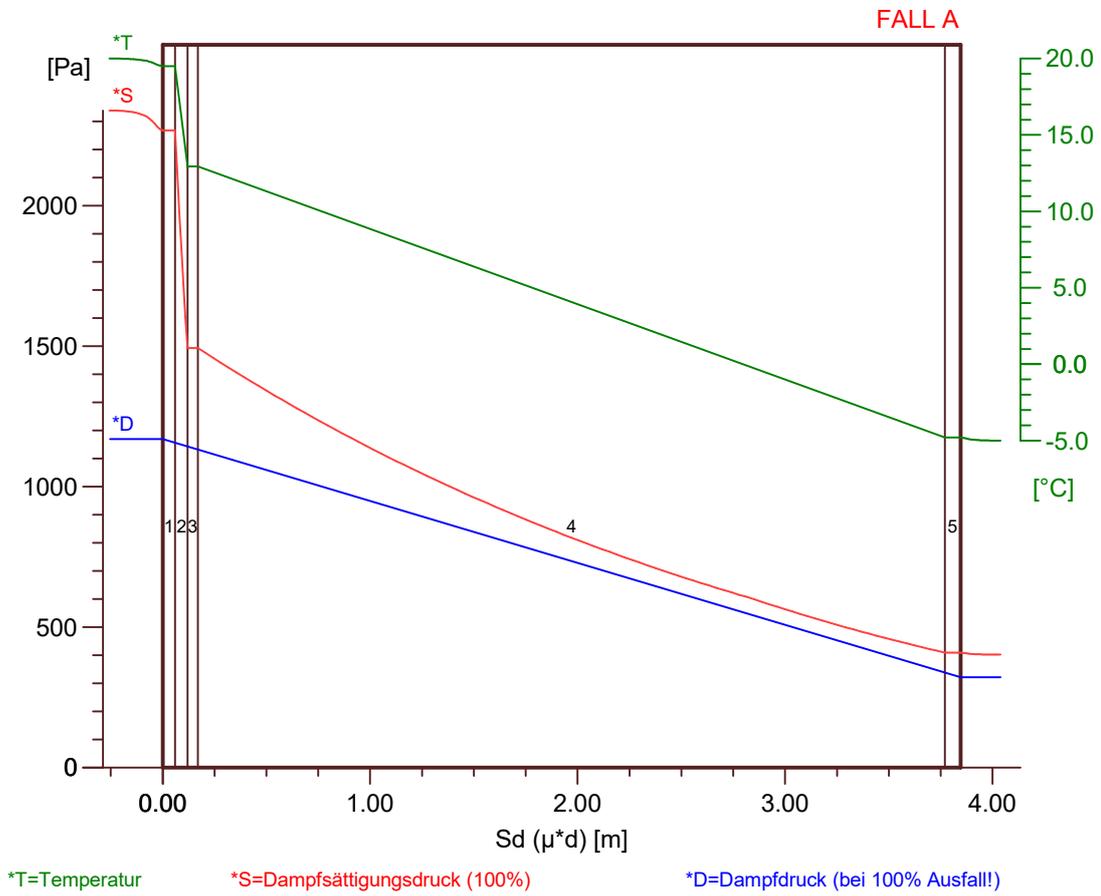
Nr.	Material	DIN	μ1/μ2	μ	μ*d [m]	Summe μ*s
1	Blech Paneel		μ1	100	0.060	0.060
2	Mineralwolle 045		μ1	1	0.060	0.120
3	Blech Paneel		μ1	100	0.050	0.170
4	Polyurethan Hartschaum 025		μ1	40	3.600	3.770
5	Trapezblechprofil D-durchl	D	μ1	100	0.075	3.845

18/8041a ELA Container Typ C24

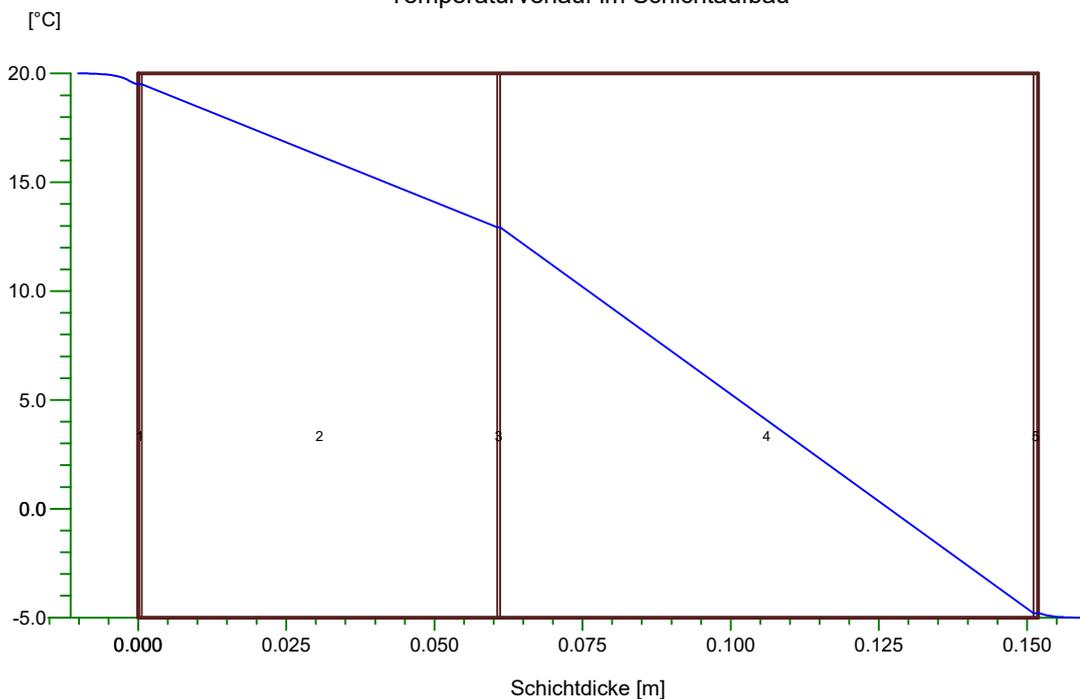
Temperatur - Dampfsättigungsdruckverlauf an den Schichtgrenzen

Grenzschicht	Tauperiode Temperatur [°C]	Tauperiode Dampfdruck [Pa]	Verdunstungsperiode Temperatur [°C]	Verdunstungsperiode Dampfdruck [Pa]
Warmseite	20.0	2338	12.0	1404
1	19.5	2268	12.2	1419
1/2	19.5	2268	12.2	1419
2/3	12.9	1493	14.3	1629
3/4	12.9	1493	14.3	1629
4/5	-4.8	409	20.0	2338
5	-4.8	409	20.0	2338
Kaltseite	-5.0	402	12.0	1404

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser



Temperaturverlauf im Schichtaufbau



(c) ROWA-Soft GmbH (SNr96900A)

Einzelbauteilnachweis (Wärmedurchgangs- und Dampfdiffusionsberechnung)
 gem. DIN 4108 und DIN EN ISO 6946

02. Mai 2023

Projekt Kurzbeschreibung: 18/8041a ELA Container Typ C24

Bauvorhaben : 18/8041a ELA: Container Typ C24
 Dachaufbau mit 60mm-Paneel mit Mineralwollkern

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Alexander Nies

Baujahr 2023

Objektstandort
 Straße/Hausnr. :
 Plz/Ort :
 Gemarkung :

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
 Name/Firma : Herstellung: ELA Container Sales GmbH
 Straße/Hausnr. : Im Industriepark 20 - Eurohafen
 Plz/Ort : 49733 Haren (Ems)
 Telefon / Fax :

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R_{si} 0.13						
1 Blech Paneel	7800.0	0.50	50.000	0.000	100	
2 Polyurethan Hartschaum 029	30.0	120.00	0.029	4.138	40 / 200	
3 Blech Paneel	7800.0	0.60	50.000	0.000	100	
Luftübergang Kaltseite R_{se} 0.04						
Dicke = 121.10 mm		Fl.-Gewicht = 12.2 kg/m²		R = 4.14 m²K/W		U-Wert = 0.232 W/m²K

Kommentar zum Bauteil
 ELA Containeraußenwand Typ C24
 Paneel 120mm

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:
 Wärmedurchlaßwiderstand R 4.14 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 4.31 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.23 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

Entstehung von Oberflächenkondensat

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 52.4%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 95.4 % Raumluftfeuchte auf.

18/8041a ELA Container Typ C24

Ergebnis der Oberflächengrenzwertberechnung

maximale rel. Luftfeuchte der Warmseite zu verschiedenen Warm- und Kaltseitentemperaturen, oberhalb der Oberflächenkondensat anfällt.

		Warmseite									
Temp.		10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C
K a l t s e i t e	4°C	98.8%	98.4%	98.1%	97.7%	97.4%	97.1%	96.7%	96.4%	96.1%	95.9%
	2°C	98.4%	98.0%	97.7%	97.3%	97.0%	96.7%	96.4%	96.1%	95.8%	95.5%
	0°C	98.0%	97.6%	97.3%	97.0%	96.6%	96.3%	96.0%	95.7%	95.5%	95.2%
	-2°C	97.6%	97.3%	96.9%	96.6%	96.3%	96.0%	95.7%	95.4%	95.1%	94.9%
	-4°C	97.2%	96.9%	96.5%	96.2%	95.9%	95.6%	95.3%	95.0%	94.8%	94.5%
	-6°C	96.8%	96.5%	96.2%	95.8%	95.5%	95.3%	95.0%	94.7%	94.4%	94.2%
	-8°C	96.4%	96.1%	95.8%	95.5%	95.2%	94.9%	94.6%	94.4%	94.1%	93.8%
	-10°C	96.0%	95.7%	95.4%	95.1%	94.8%	94.5%	94.3%	94.0%	93.8%	93.5%
	-12°C	95.6%	95.3%	95.0%	94.7%	94.5%	94.2%	93.9%	93.7%	93.4%	93.2%
	-14°C	95.3%	94.9%	94.7%	94.4%	94.1%	93.8%	93.6%	93.3%	93.1%	92.9%

Mindestwärmeschutz

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 leichte Bauteile (<100kg/m²):

der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 12.2 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 4.138 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Dampfdruck	1200 Pa	1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		1700 Pa
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	

das Bauteil wird als Wand berechnet.

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

μ*d an den Schichtgrenzen:

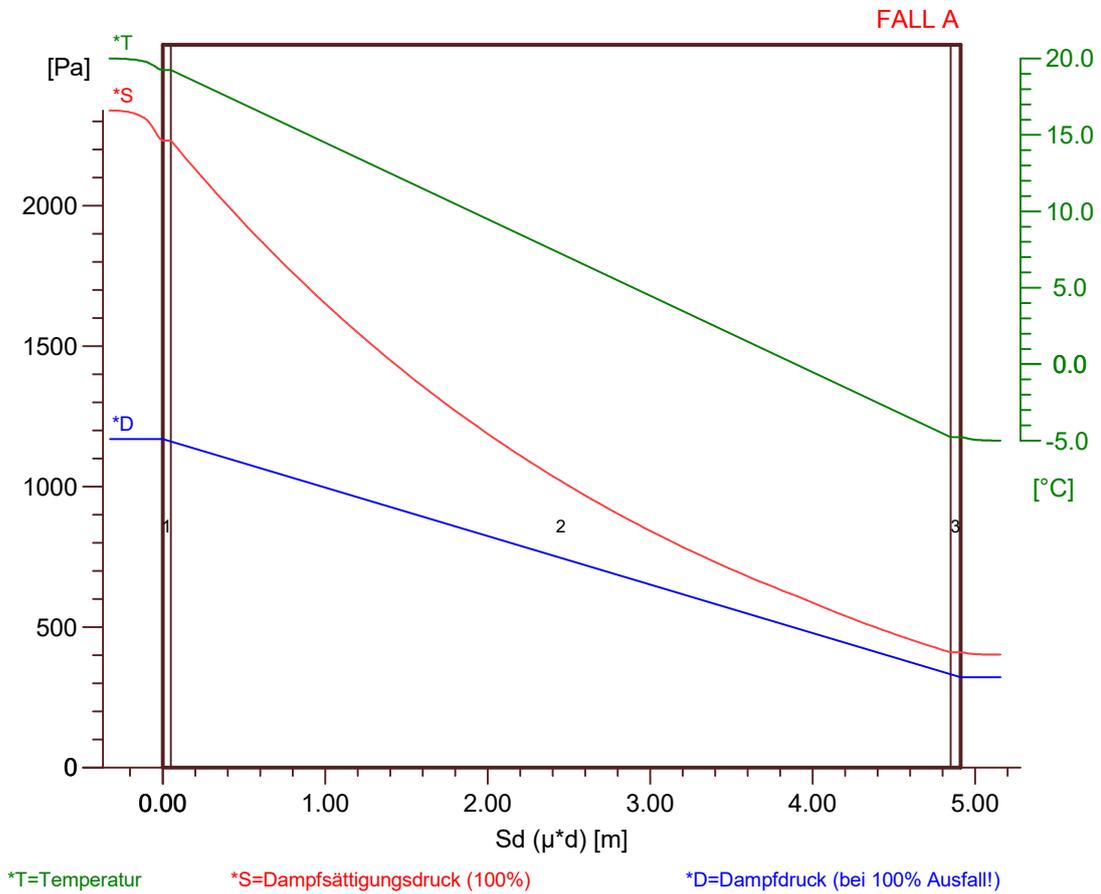
Nr.	Material	DIN	μ1/μ2	μ	μ*d [m]	Summe μ*s
1	Blech Paneel		μ1	100	0.050	0.050
2	Polyurethan Hartschaum 029		μ1	40	4.800	4.850
3	Blech Paneel		μ1	100	0.060	4.910

18/8041a ELA Container Typ C24

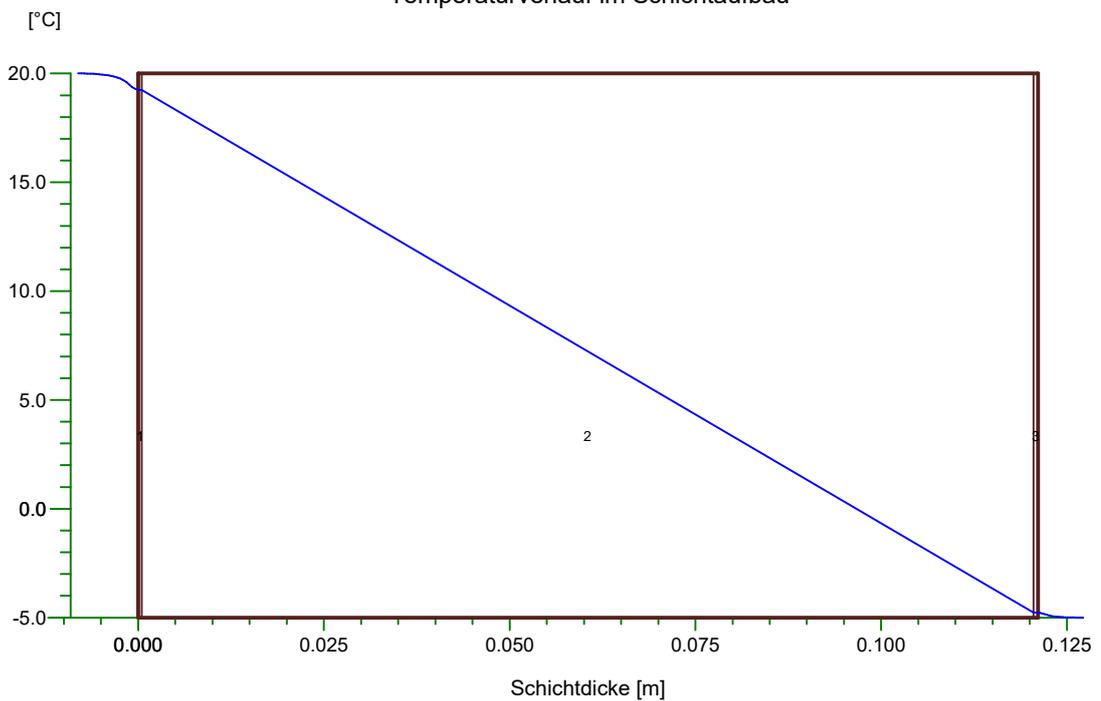
Temperatur - Dampfsättigungsdruckverlauf an den Schichtgrenzen

Grenzschicht	Tauperiode Temperatur [°C]	Tauperiode Dampfdruck [Pa]	Verdunstungsperiode Temperatur [°C]	Verdunstungsperiode Dampfdruck [Pa]
Warmseite	20.0	2338	12.0	1404
1	19.2	2231	12.0	1404
1/2	19.2	2231	12.0	1404
2/3	-4.8	410	12.0	1404
3	-4.8	410	12.0	1404
Kaltseite	-5.0	402	12.0	1404

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser



Temperaturverlauf im Schichtaufbau



(c) ROWA-Soft GmbH (SNr96900A)

Einzelbauteilnachweis (Wärmedurchgangs- und Dampfdiffusionsberechnung)
 gem. DIN 4108 und DIN EN ISO 6946

02. Mai 2023

Projekt Kurzbeschreibung: 18/8041a ELA Container Typ C24

Bauvorhaben : 18/8041a ELA: Container Typ C24
 Dachaufbau mit 60mm-Paneel mit Mineralwollkern

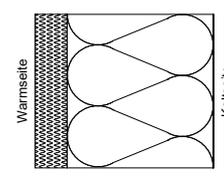
Bearbeiter : Dipl.-Ing. Alexander Nies

Baujahr 2023

Objektstandort
 Straße/Hausnr. :
 Plz/Ort :
 Gemarkung :

Flurstücknummer: -----

Hauseigentümer/Bauherr
 Name/Firma : Herstellung: ELA Container Sales GmbH
 Straße/Hausnr. : Im Industriepark 20 - Eurohafen
 Plz/Ort : 49733 Haren (Ems)
 Telefon / Fax :

Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R_{si} 0.17						
1 Spanplatte zementgebunden	D 1200.0	22.00	0.230	0.096	30 / 50	
2 Polyurethan Hartschaum 026	30.0	100.00	0.026	3.846	40 / 200	
3 Blechblindboden D-durchl	7850.0	0.55	1.059	0.001	100	
Luftübergang Kaltseite R_{se} 0.08						
Dicke = 122.55 mm		Fl.-Gewicht = 33.7 kg/m²		R = 3.94 m²K/W		U-Wert = 0.239 W/m²K

Kommentar zum Bauteil
 ELA Containerboden Typ C24

Wärmedurchgangsberechnung

Berechnete Daten:
 Wärmedurchlaßwiderstand R 3.94 [m²K/W]
 Wärmedurchgangswiderstand R_T 4.19 [m²K/W]

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0.24 [W/m²K]
-----------------------------------	--------------

Entstehung von Oberflächenkondensat

Bei den derzeitigen Randbedingungen beträgt die rel. Luftfeuchte an der Oberfläche Warmseite: 53.2%

Bei gegebener Temperatur von 20.0 °C auf der Warmseite tritt Oberflächenkondensat ab: 93.9 % Raumluftfeuchte auf.

18/8041a ELA Container Typ C24

Ergebnis der Oberflächengrenzwertberechnung

maximale rel. Luftfeuchte der Warmseite zu verschiedenen Warm- und Kaltseitentemperaturen, oberhalb der Oberflächenkondensat anfällt.

		Warmseite									
Temp.		10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	28°C
K a l t s e i t e	4°C	98.4%	97.9%	97.4%	96.9%	96.5%	96.1%	95.6%	95.2%	94.9%	94.5%
	2°C	97.8%	97.4%	96.9%	96.4%	96.0%	95.6%	95.2%	94.8%	94.4%	94.0%
	0°C	97.3%	96.8%	96.4%	95.9%	95.5%	95.1%	94.7%	94.3%	93.9%	93.6%
	-2°C	96.8%	96.3%	95.9%	95.4%	95.0%	94.6%	94.2%	93.9%	93.5%	93.1%
	-4°C	96.3%	95.8%	95.4%	94.9%	94.5%	94.1%	93.8%	93.4%	93.0%	92.7%
	-6°C	95.7%	95.3%	94.9%	94.5%	94.1%	93.7%	93.3%	92.9%	92.6%	92.3%
	-8°C	95.2%	94.8%	94.4%	94.0%	93.6%	93.2%	92.8%	92.5%	92.1%	91.8%
	-10°C	94.7%	94.3%	93.9%	93.5%	93.1%	92.7%	92.4%	92.0%	91.7%	91.4%
	-12°C	94.2%	93.8%	93.4%	93.0%	92.6%	92.3%	91.9%	91.6%	91.3%	90.9%
	-14°C	93.7%	93.3%	92.9%	92.5%	92.1%	91.8%	91.5%	91.1%	90.8%	90.5%

Mindestwärmeschutz

Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-2 Tabelle 3, normale Bauteile ($\geq 100\text{kg/m}^2$):

Einsatzart: aufgeständerter Fußboden
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 33.7 kg/m²
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.942 m²K/W
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2013-2 erfüllt

Randbedingungen der Dampfdiffusion

	Warmseite	Kaltseite
Tauperiode:		
Lufttemperatur	20.0 °C	-5.0 °C
relative Feuchte	50.0 %	80.0 %
Dauer der Tauperiode	2160 Stunden	
Verdunstungsperiode:		
Dampfdruck	1200 Pa	1200 Pa
Dampfdruck Ausfallstelle		2000 Pa
Dauer der Verdunstungsperiode	2160 Stunden	

das Bauteil wird als Decke berechnet.

Falluntersuchung nach DIN 4108 ergab: FALL A

Aufbau ist OK. Kein Tauwasserausfall

μ^*d an den Schichtgrenzen:

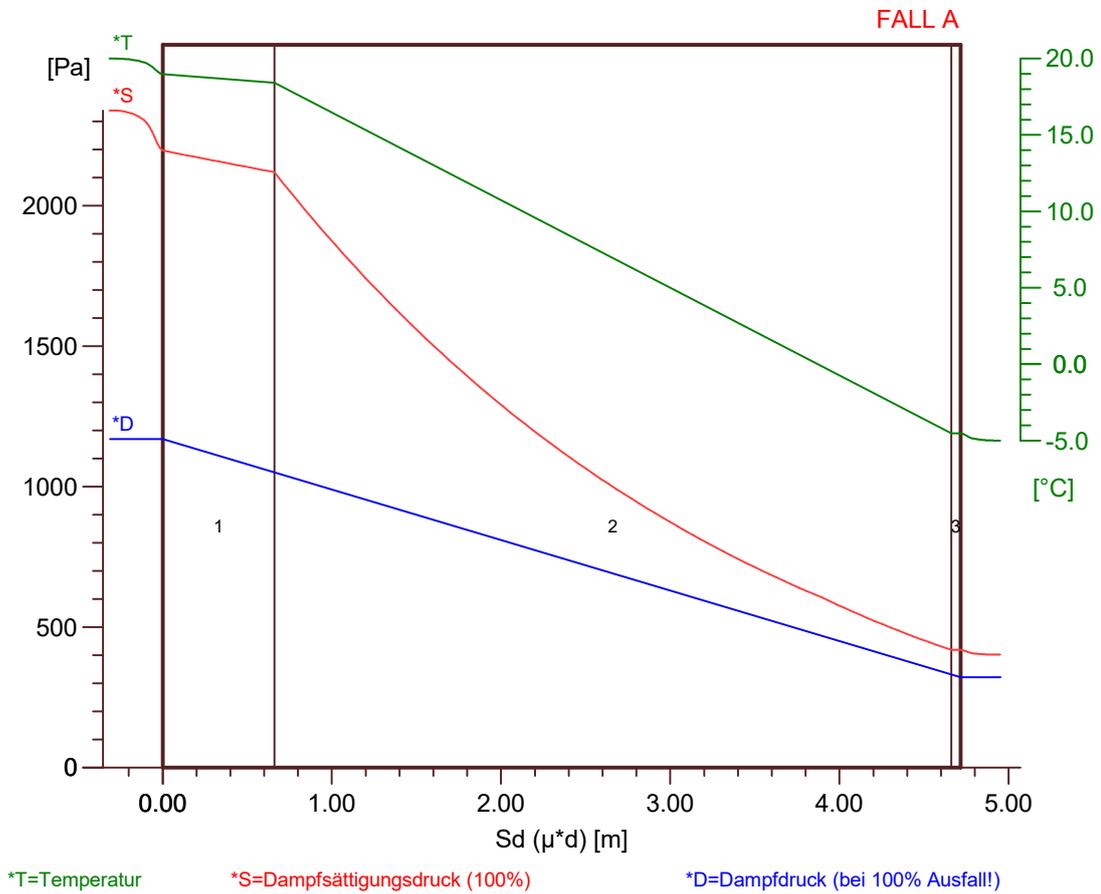
Nr.	Material	DIN	μ_1/μ_2	μ	μ^*d [m]	Summe μ^*s
1	Spanplatte zementgebunden	D	μ_1	30	0.660	0.660
2	Polyurethan Hartschaum 026		μ_1	40	4.000	4.660
3	Blechblindboden D-durchl		μ_1	100	0.055	4.715

18/8041a ELA Container Typ C24

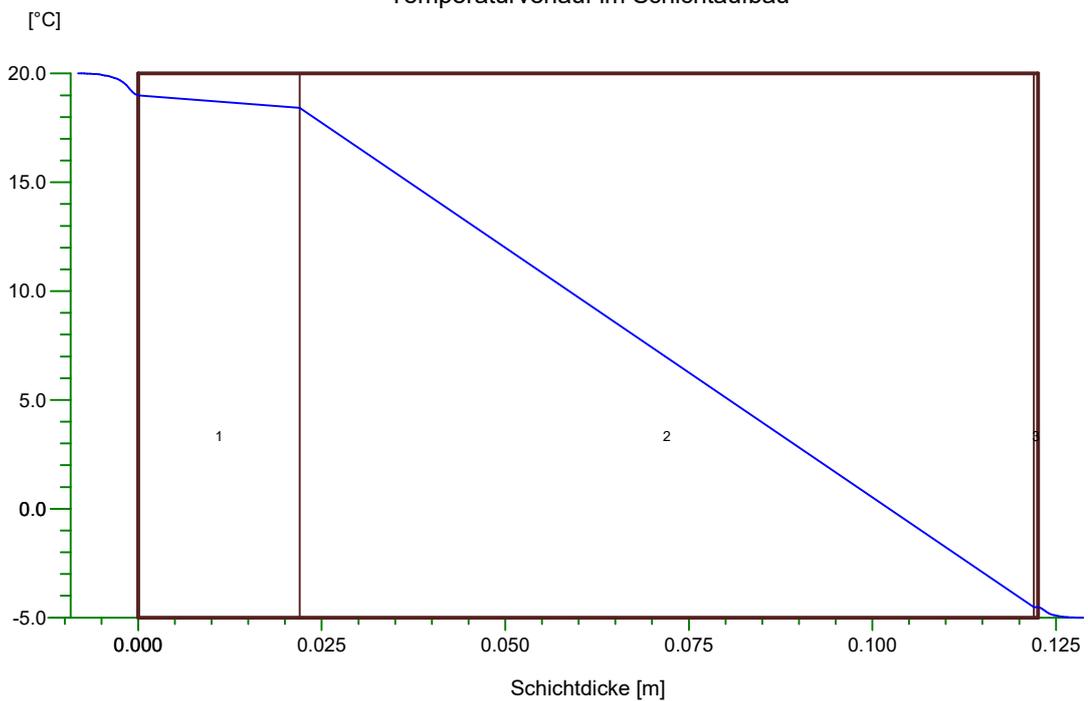
Temperatur - Dampfsättigungsdruckverlauf an den Schichtgrenzen

Grenzschicht	Tauperiode Temperatur [°C]	Tauperiode Dampfdruck [Pa]	Verdunstungsperiode Temperatur [°C]	Verdunstungsperiode Dampfdruck [Pa]
Warmseite	20.0	2338	12.0	1404
1	19.0	2196	12.0	1404
1/2	18.4	2119	12.0	1404
2/3	-4.5	419	12.0	1404
3	-4.5	419	12.0	1404
Kaltseite	-5.0	402	12.0	1404

Dampfdruckverlauf der Tauperiode nach Glaser



Temperaturverlauf im Schichtaufbau



12.18.2 GEG-Nachweis Pförtnerhaus

12.18.2 GEG-Nachweis Pförtnerhaus

Wärmeschutznachweis

nach GEG 2023 Anlage 7

Bauvorhaben

**Rohstoffwerk Weser
Kap-Horn-Straße 30
28237 Bremen**

Bauherr

**Bremer Recycling Kontor GmbH & Co.KG
Riespot 6
28237 Bremen**

Leistungsphase	4_Genehmigungsplanung	Projekt-Nr.	222110
Dokumentenumfang	Seite 1 bis 15	Revision	00
Dokumenten-Nummer	KHS_IGNW_2024.01_GEG-Nachweis_Pförtnerhaus	Datum	22.01.2024

Aufsteller	Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH Beratende Ingenieure Frieslandstraße 2, 26125 Oldenburg Telefon: 0441/96193-0 Telefax: 0441/96193-18	info@ing-nordwest.de www.ing-nordwest.de	
Bearbeiter*In	Herr Dipl.-Ing. Thomas Gaefke Telefon: 030/457992-17 E-Mail: thomas.gaefke@ing-nordwest.de Niederl.: Berlin		
	 _____ Unterschrift		

mb-Viewer Version 2021 - Copyright 2020 - mb AEG Software GmbH

PROJEKT-INFORMATIONEN

Revisionsindex

Index	Datum	Beschreibung	erstellt	geprüft
00	22.01.2024	Dokument erstellt	Gk	Saa
01				
02				
03				

Projektbeteiligte

Auftraggeber Nehlsen AG
 Wilhelm-Karmann-Straße 5
 28237 Bremen

Objektplaner Ingenieurgesellschaft Nordwest mbH
 Frieslandstraße 2
 26125 Oldenburg

Bodengutachter -

Brandschutzgutachter EPS
 Am Mönchshof 18
 28717 Bremen

TGA-Planer bdkplan
 Mörsenbroicher Weg 200
 40470 Düsseldorf

Beteiligter
Tragwerksplaner -

INHALTSVERZEICHNIS

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
INFO	Projekt - Informationen	2
	Inhalt	3
<u>ALLGEMEINES</u>		4
03-001	Vorbemerkungen und Grundlagen	4
03-002	Zusammenfassung und Einhaltung der Normen	6
<u>NACHWEISE</u>		7
03-101.1	Grundriss	7
03-101.2	Schnitt	8
03-102	Übersicht Bauteile	9
03-103	Aufbau Bauteile	10
03-104	Mindestwärmeschutz	14
03-105	Sommerlicher Wärmeschutz	15

ALLGEMEINES

Pos. 03-001 Vorbemerkungen und Grundlagen

Nachfolgend werden alle erforderlichen Nachweise gem. Gebäudeenergiegesetz 2024 (GEG 2024) erbracht.

Es handelt sich um ein Wiegebüro mit Waage und einer Bruttofläche von ca. 15 m². Damit ist es ein kleines Gebäude und § 104 des GEG trifft zu. Es werden die Nachweise des Einhalt der Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten gem. Anlage 7 GEG erbracht.

Zu dem Bauvorhaben gehört der Innenumbau einer Bestandshalle, welche für eine Raumtemperatur von < 12°C ausgelegt ist. Damit entfällt die Anwendungspflicht nach § 2 GEG 2024. Weiterhin ist der Innenumbau eines beheizten Bürogebäudes geplant. § 48 GEG 2024 kommt nicht zur Anwendung und löst somit keine Anwendungspflicht aus.

1.1 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

- [1] Die Genehmigungsplanung vom 04.08.2021 des Büros Gewinner Architekten und Ingenieure, Bremen.

1.2 GESETZE, VERORDNUNGEN UND NORMEN

Ausgabedatum	Bezeichnung
2023-10	Gebäudeenergiegesetz (GEG 2024)
2016-01	DIN 277-1 Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen, Teil Hochbau
2013-02	DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
2018-10	DIN 4108-3 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Klimabedingter Feuchteschutz
2020-11	DIN V 4108-4 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
2011-01	DIN 4108-7 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Luftdichtheit von Gebäuden
2015-12	DIN 4108-10 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe

2019-06	DIN 4108 Beiblatt 2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
2018-09	DIN V 18599-1 Energetische Bewertung von Gebäuden, Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
2018-09	DIN V 18599-2 Energetische Bewertung von Gebäuden, Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
2018-09	DIN V 18599-3 Energetische Bewertung von Gebäuden, Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
2018-09	DIN V 18599-4 Energetische Bewertung von Gebäuden, Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
2018-09	DIN V 18599-5 Energetische Bewertung von Gebäuden, Endenergiebedarf von Heizsystemen
2018-09	DIN V 18599-6 Energetische Bewertung von Gebäuden, Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
2018-09	DIN V 18599-7 Energetische Bewertung von Gebäuden, Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
2018-09	DIN V 18599-88 Energetische Bewertung von Gebäuden, Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
2018-09	DIN V 18599-9 Energetische Bewertung von Gebäuden, End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
2018-09	DIN V 18599-10 Energetische Bewertung von Gebäuden, Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
2018-09	DIN V 18599-11 Energetische Bewertung von Gebäuden, Gebäudeautomation
2018-03	DIN EN ISO 6946 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient
2020-02	DIN EN ISO 10077-1 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen, Allgemeines
2020-02	DIN EN ISO 10077-2 Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen, Numerischer Verfahren für Rahmen

1.4 EDV

mb Worksuite 2021
 mb AEC Software GmbH

GEG-PRO Nichtwohnbau X2
 Visionworld GmbH

Pos. 03-002 Zusammenfassung und Einhaltung der Normen

2.1 GEG 2023

2.1.1 Höchstwerte Wärmedurchgangskoeffizienten gem. Anlage 7

Bauteile im Heizfall 19°C

Außenwand	vorh $u = 0,23 < \text{zul } u = 0,24$ in $W/(m^2K)$
Dach	vorh $u = 0,23 < \text{zul } u = 0,24$ in $W/(m^2K)$
Boden	vorh $u = 0,34 > \text{zul } u = 0,30$ in $W/(m^2K)$
Fenster	vorh $u = 1,28 < \text{zul } u = 1,30$ in $W/(m^2K)$

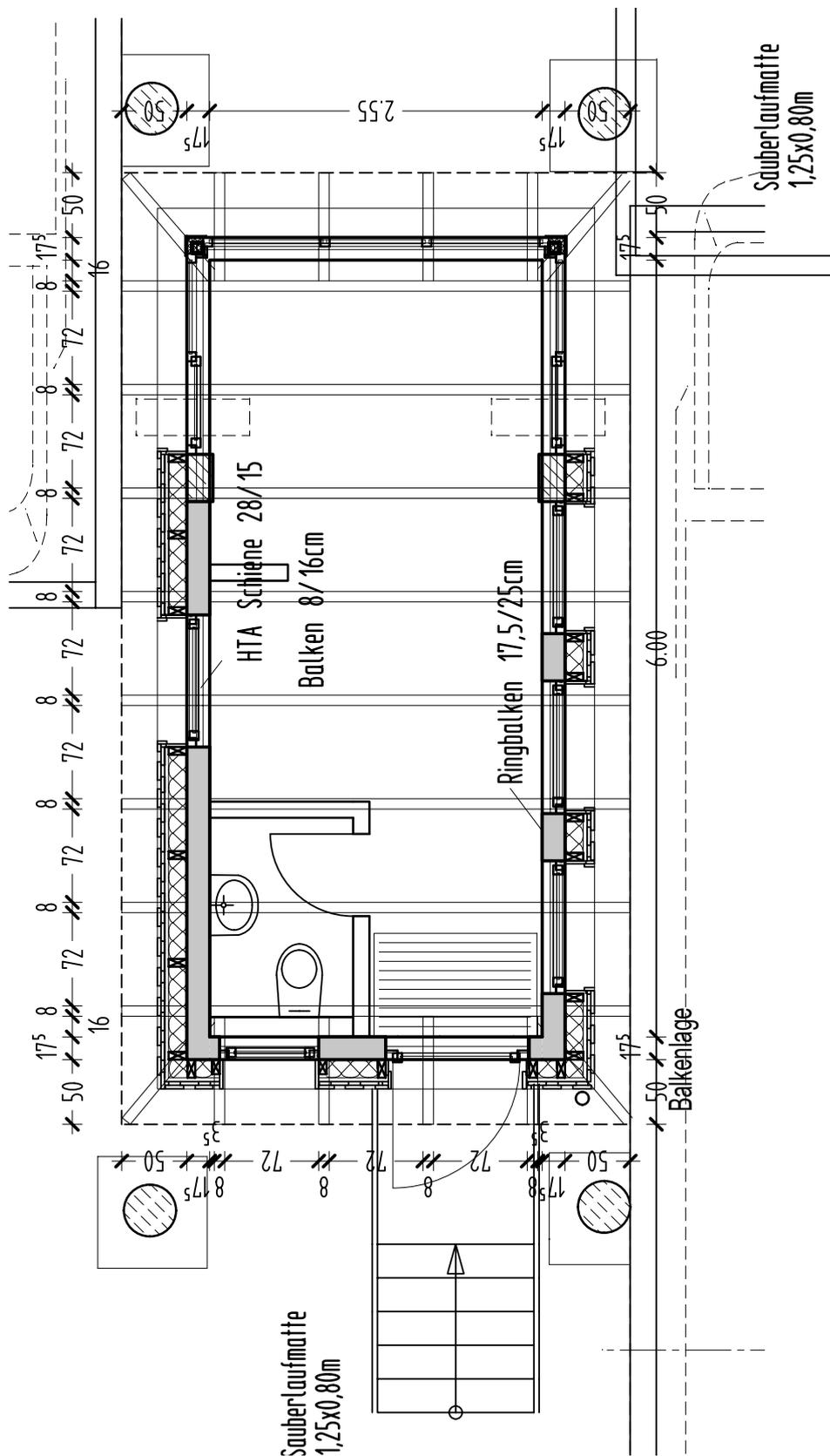
die Anforderungen sind erfüllt

2.1.2 Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs

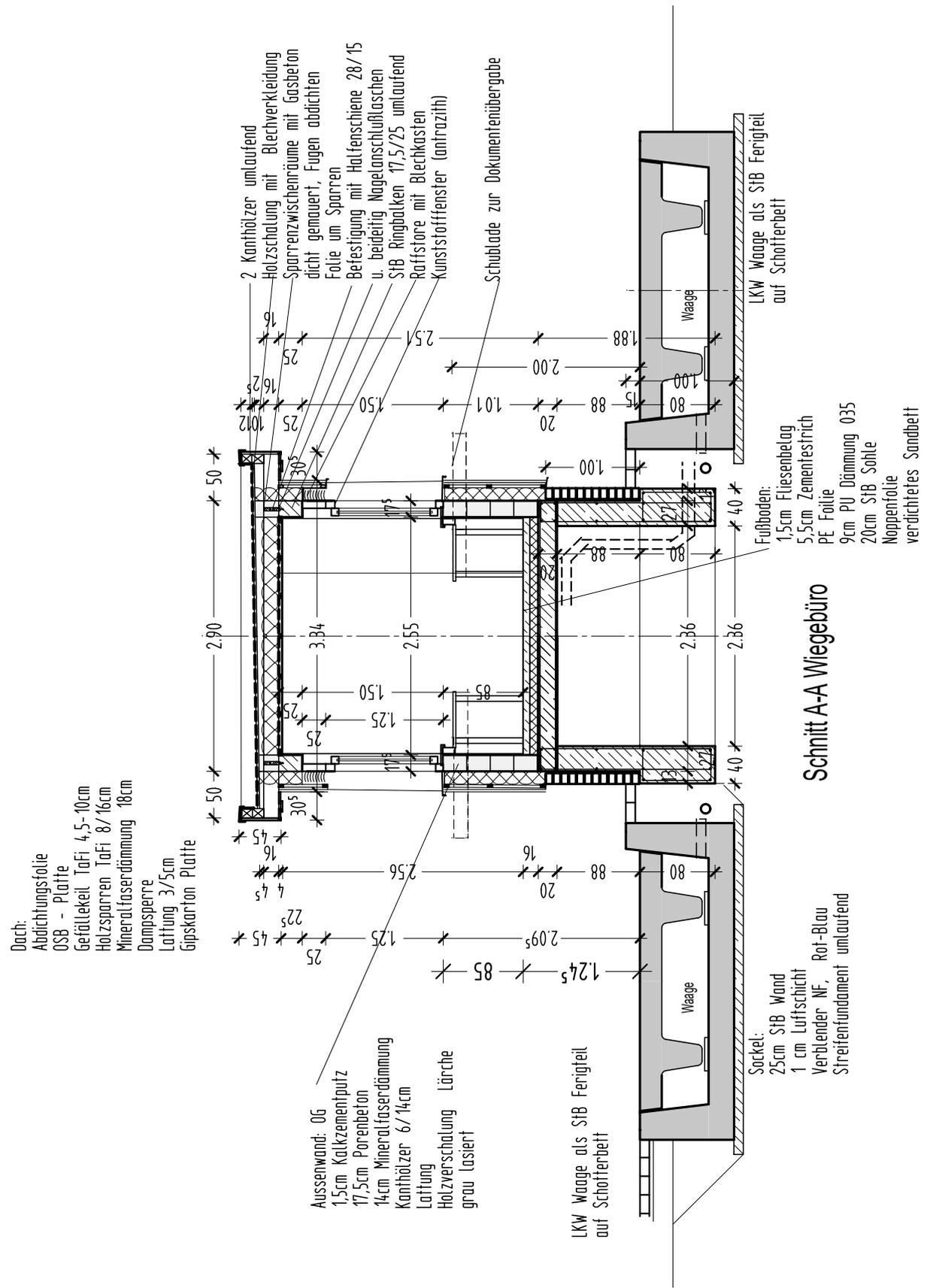
Das Gebäude ist ein kleines Gebäude im Sinne des GEG. Eine Nutzungspflicht wird damit nicht ausgelöst.

NACHWEISE

Pos. 03-101.1 Grundriss

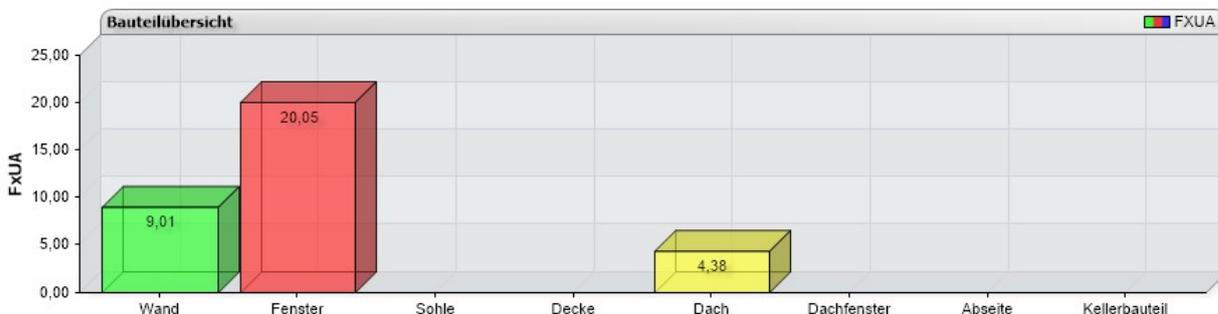


Pos. 03-101.2 Schnitt



Pos. 03-102 Übersicht Bauteile

Übersicht der Bauteile:



Bauteil Wand

Bezeichnung	Richtung	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Fx
AW_Nordwest	Nord/West	15,05	0,23	1,00
AW_Nordost	Nord/Ost	4,59	0,23	1,00
AW_Südost	Süd/Ost	11,96	0,23	1,00
AW_Südwest	Süd/West	7,92	0,23	1,00

Bauteil Sohle

Bezeichnung	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Fx
Fußboden	19,14	0,34	0,00

Bauteil Dach

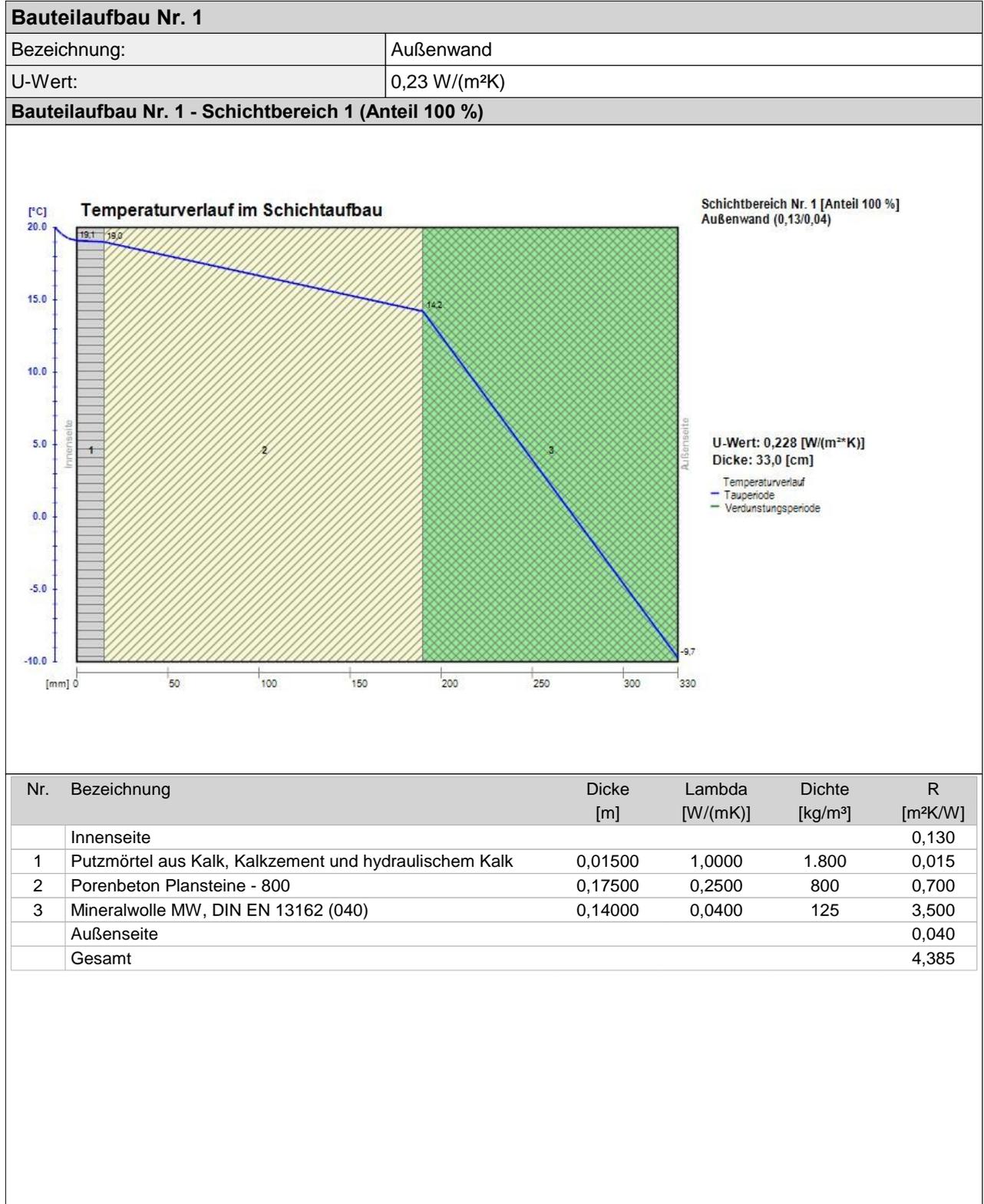
Bezeichnung	Richtung	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Fx
Dach	Horizontal	19,14	0,23	1,00

Bauteil Fenster

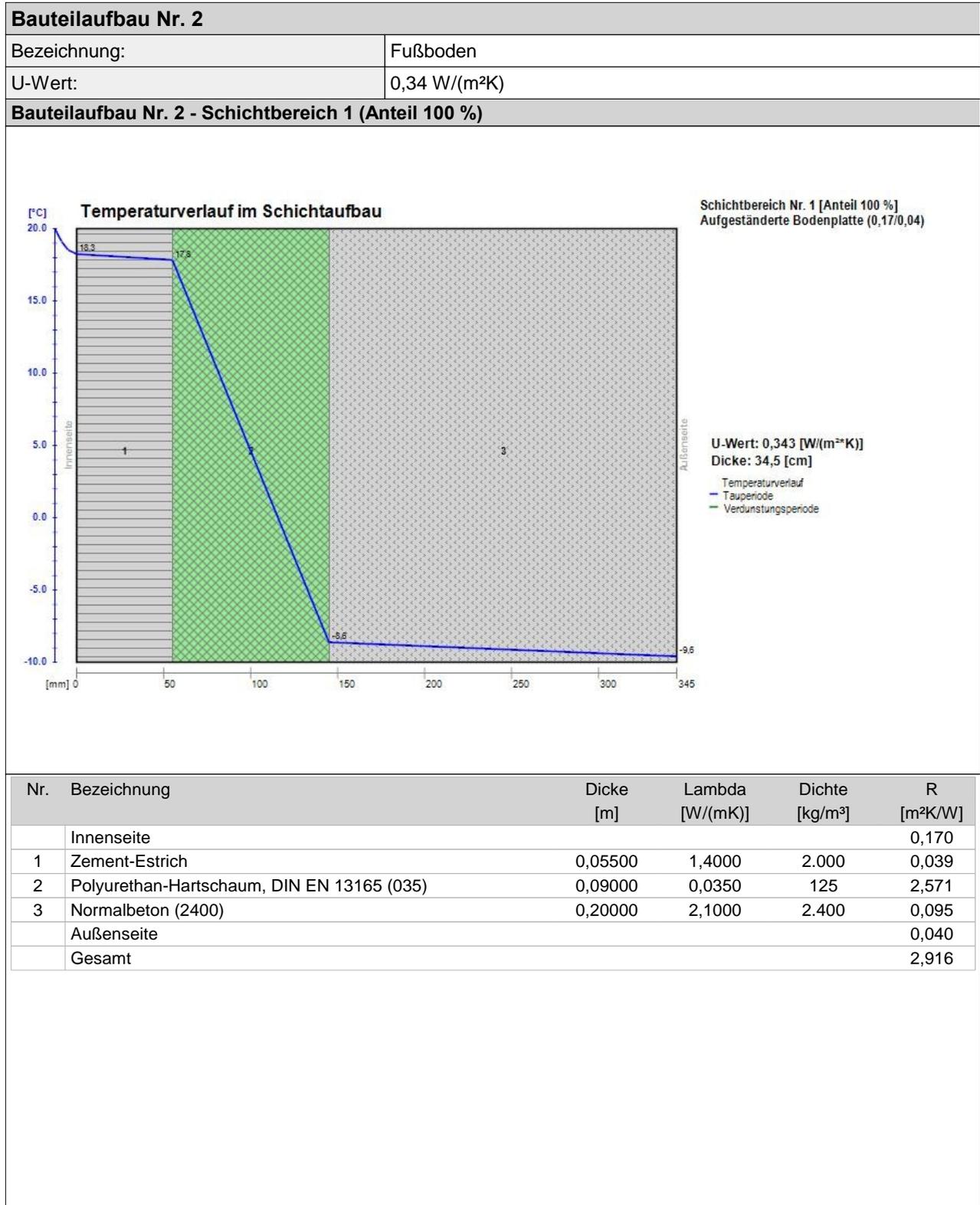
Bezeichnung	Richtung	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	G-Wert	Fx
Fenster-Nordwest	Nord/West	1,55	1,28	0,65	1,00
Fenster-Südost	Süd/Ost	4,64	1,28	0,65	1,00
Fenster-Südwest	Süd/West	0,49	1,32	0,65	1,00
Schau-Fenster-Nordost	Nord/Ost	3,83	1,29	0,65	1,00
Schau-Fenster-Nordwest	Nord/West	2,55	1,29	0,65	1,00
Schau-Fenster-Südost	Süd/Ost	2,55	1,29	0,65	1,00

Pos. 03-103 Aufbau Bauteile

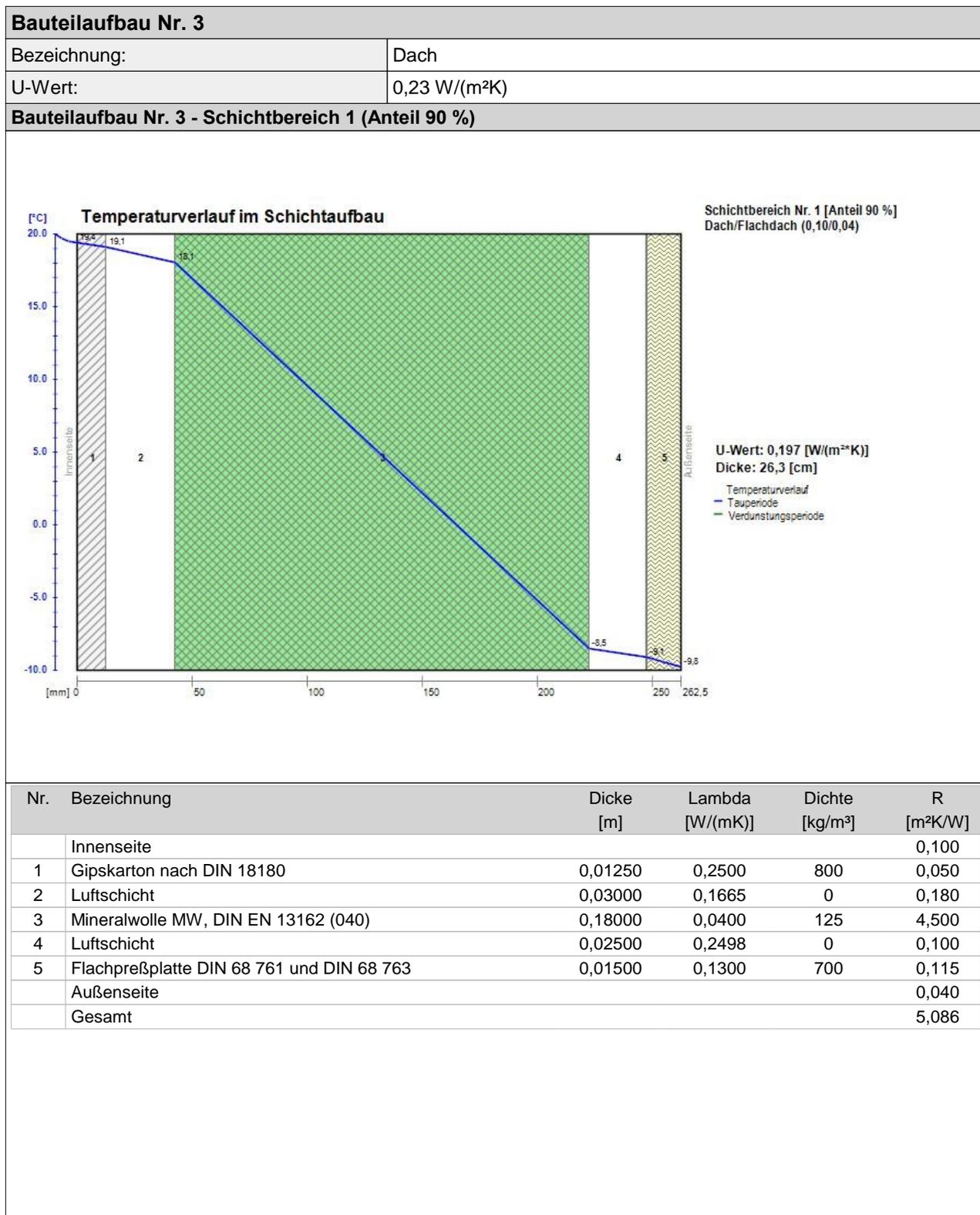
Details der Bauteile:



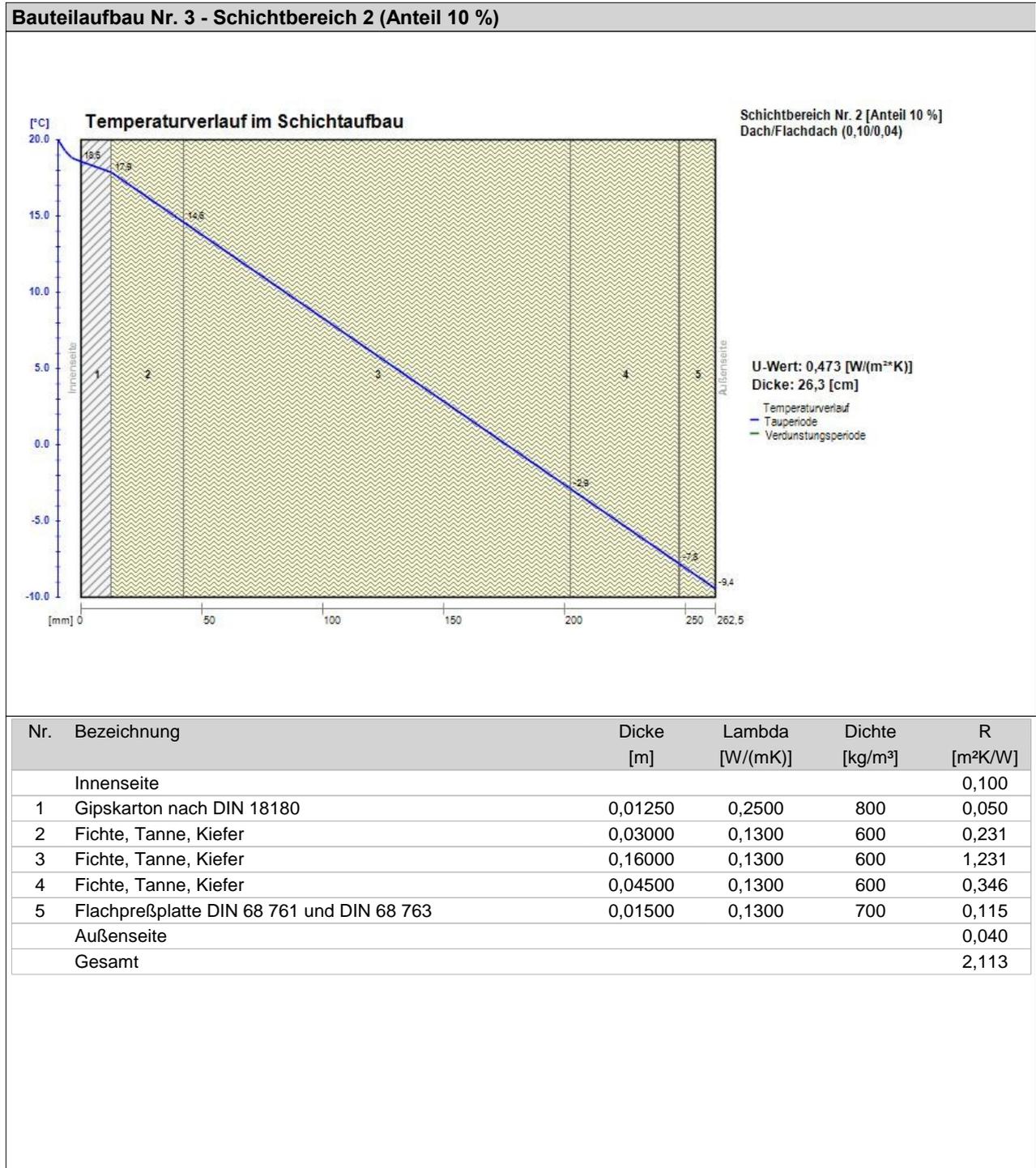
Details der Bauteile:



Details der Bauteile:



Details der Bauteile:



Pos. 03-104 Mindestwärmeschutz

Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:

Bauteil Wand

Bezeichnung:	R-Wert [m ² K/W]	max. R-Wert [m ² K/W]	Bewertung Anforderung
AW_Nordwest	4,22	1,20	erfüllt
AW_Nordost	4,22	1,20	erfüllt
AW_Südost	4,22	1,20	erfüllt
AW_Südwest	4,22	1,20	erfüllt

Bauteil Sohle

Bezeichnung:	R-Wert [m ² K/W]	max. R-Wert [m ² K/W]	Bewertung Anforderung
Fußboden	2,71	0,90	erfüllt

Bauteil Dach

Bezeichnung:	R-Wert [m ² K/W]	max. R-Wert [m ² K/W]	Bewertung Anforderung
Dach	4,23	1,20	erfüllt

Pos. 03-105 Sommerlicher Wärmeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz DIN 4108-2:

Bezeichnung	S _{vornh}	S _{zul}	Anforderung
Raum	0,085	0,076	Anforderung sind nicht erfüllt.

Detailansicht Raum - Raum

Bezeichnung:		Raum	
Klimaregion:	Region B		m ²
Nettogrundfläche:	leichte Bauart		m ²
Nettogrundfläche:	15,30		m ²
Fensterfläche (Gesamt):	14,48		m ²
Fensterfläche (geneigte Fläche)	0,00		m ²
Fensterfläche (Nordrichtung)	7,62		m ²
Kennwerte:			
Nachtlüftung (hohe Nachtlüftung)			0,0820
Fensterflächenanteil			0,0788
Sonnenschutzverglasung (keine Sonnenschutzverglasung)			0,0000
Fensterneigung			0,0000
Orientierung			0,0526
Einsatz passiver Kühlung			0,0200

Fenster - Fenster 1

Bezeichnung:		Fenster 1	
Fläche:	3,79		m ²
G-Wert:	0,60		-
Neigung:	90		°
Himmelsrichtung:	Nord/West		
Sonnenschutz:	Außenliegend - Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung		
Verglasung:	Wärmedämmglas 2-fach		

Fenster - Fenster 2

Bezeichnung:		Fenster 2	
Fläche:	6,86		m ²
G-Wert:	0,60		-
Neigung:	90		°
Himmelsrichtung:	Süd/Ost		
Sonnenschutz:	Außenliegend - Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung		
Verglasung:	Wärmedämmglas 2-fach		

Fenster - Fenster 3

Bezeichnung:		Fenster 3	
Fläche:	3,83		m ²
G-Wert:	0,60		-
Neigung:	90		°
Himmelsrichtung:	Nord/Ost		
Sonnenschutz:	Außenliegend - Jalousie und Raffstore, drehbare Lamellen, 10° Lamellenstellung		
Verglasung:	Wärmedämmglas 2-fach		

mb-Viewer Version 2021 - Copyright 2020 - mb AEC Software GmbH

12.19.0 Nachforderungen vom 18.06.2024

12.19.2 Anlage Baunebenrecht

Bremen, 30.04.2025



Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

Datum, Unterschrift Bauherr

besondere Anforderungen aufgrund abfallrechtlicher Anforderungen nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und weitergehenden abfallrechtlichen Vorschriften (3)

6. verkehrsrechtliche Genehmigungen / Erlaubnisse:

- für die Überfahrt über öffentliche Wege nach § 8 Fernstraßengesetz bzw. § 17 Landesstraßengesetz (1)
- für die kurzfristige Sondernutzung des öffentlichen Straßenraumes (z.B. für Baustellen) nach § 8 Fernstraßengesetz bzw. § 18 Landesstraßengesetz (1)
- für die langfristige Sondernutzung des öffentlichen Straßenraumes (z.B. für Überbauung) nach § 18 Landesstraßengesetz (2*)
- für Vorhaben in der Nähe von Bundesfernstraßen nach § 9 Fernstraßengesetz (2*)
- für Vorhaben in der Nähe von Flughäfen nach § 12 Luftverkehrsgesetz (2*)
- für Vorhaben an Bundeswasserstraßen nach § 31 Wasserstraßengesetz (1)

7. wasserrechtliche Erlaubnisse / Befreiungen:

- erlaubnispflichtige Benutzung eines Gewässers gem. § 8 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (1)
- erlaubnispflichtige Benutzung des Grundwassers gem. § 8 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (1)
- für Erdaufschlüsse nach § 49 i. V. m. 8 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (z.B. für Erdwärmesondenanlagen) (1)
- für Vorhaben in Wasserschutzgebieten nach § 52 Abs. 1 Wasserhaushaltsgesetz (1)
- für Vorhaben zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen nach § 63 Wasserhaushaltsgesetz (1)
- für Vorhaben innerhalb der Grenzen oder in einer Entfernung bis zu 20 Metern der landseitigen Grenze einer Hochwasserschutzanlage gem. § 75 oder § 76 Abs. 2 Brem. Wassergesetz (1)
- Genehmigung von Vorhaben in Überschwemmungsgebieten gem. § 78 Abs. 3 Wasserhaushaltsgesetz (1)
- Anzeige der Einleitung von häuslichem Schmutzwasser in die Abwasseranlage nach § 12 a Abs. 2 Entwässerungsortsgesetz Bremen bzw. § 13 Abs. 2 Entwässerungsortsgesetz Bremerhaven (1)
- für die Einleitung von gewerblichem Schmutzwasser in die Abwasseranlage nach § 12 a Abs. 1 Entwässerungsortsgesetz Bremen bzw. § 13 Abs. 1 Entwässerungsortsgesetz Bremerhaven (1)

8. andere öffentlich-rechtliche Vorschriften:

9. Beachten Sie bitte auch die **energetischen Anforderungen an bauliche Anlagen nach der Energieeinsparverordnung und dem Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz**. Diese werden im bauaufsichtlichen Verfahren nicht geprüft, besitzen aber eigenständige Vollzugsregelungen in der DVO-EnEV.

Erklärung des / der Bauherr(in):

Folgende nach anderen Fachgesetzen erforderliche Zulassungen **wurden bereits erteilt** und sind den Bauvorlagen beigelegt, sofern es sich um ein Baugenehmigungsverfahren nach §§ 63 oder 64 BremLBO handelt:

Bescheid vom:	Fachbehörde:	Aktenzeichen:

Folgende nach anderen Fachgesetzen erforderliche Verfahren **wurden bzw. werden eingeleitet** und das Ergebnis der Bauaufsichtsbehörde mitgeteilt, sofern es sich um ein Baugenehmigungsverfahren nach §§ 63 oder 64 BremLBO handelt:

Antrag vom:	Fachbehörde:	Aktenzeichen:

Ort, Datum	Unterschrift Bauherr/in 
------------	---

Ort, Datum	Unterschrift Entwurfsverfasser/in
------------	-----------------------------------

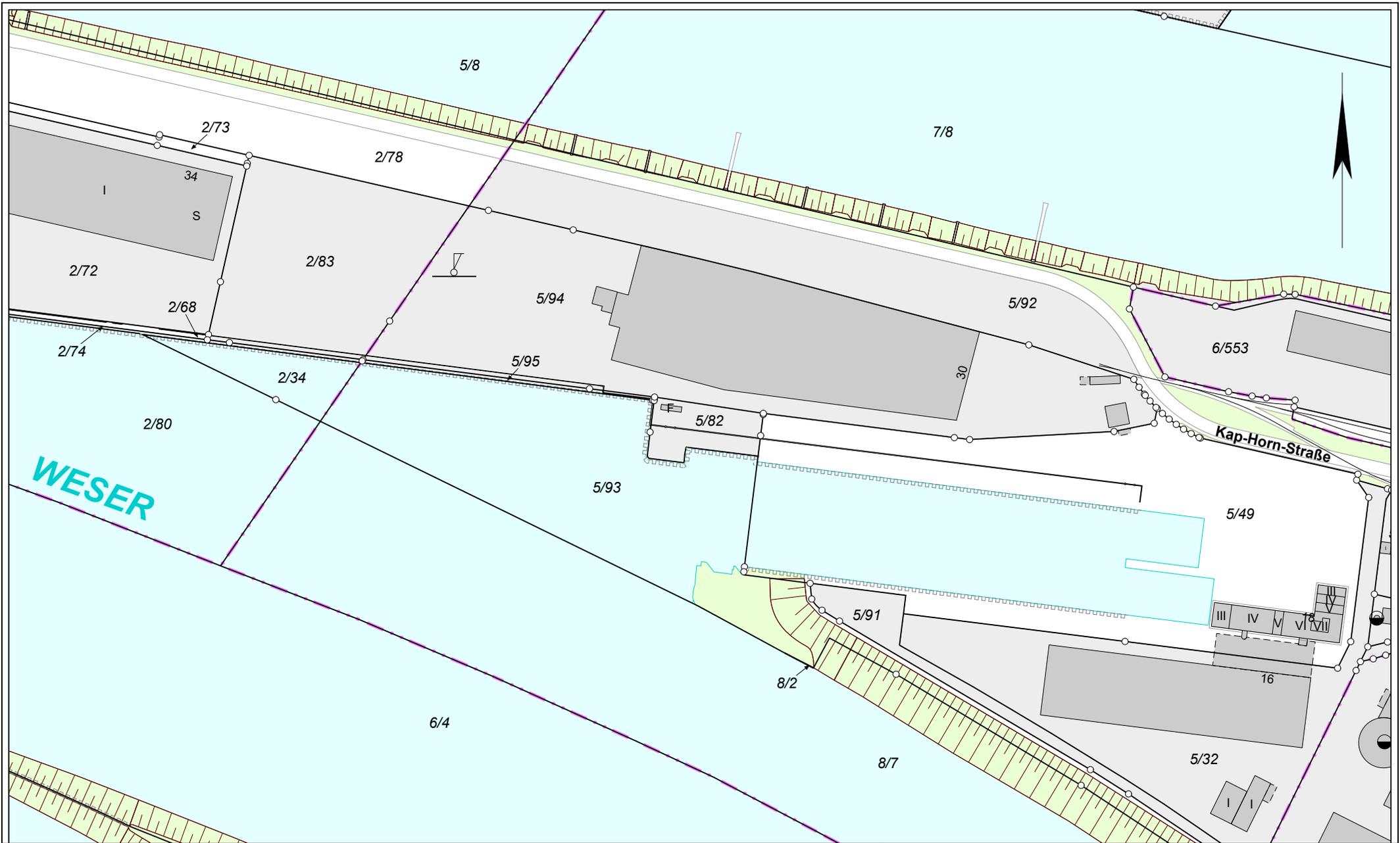
12.19.2 Qualifizierter Lageplan

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

Bremen, 30.04.2025

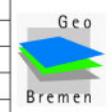


Datum, Unterschrift Bauherr



Projekt Rohstoffwerk Weser, Kap-Horn-Str. 30, 28237 Bremen

Maßstab	1:2000
Auftrag	24110522
Datum	02.12.2024
Gemarkung	VR 33, VR 111
Flur	33; 111
Flurstück	5/49, 5/82, 5/94; 2/83



Landesamt GeoInformation Bremen
446/449

01.01.2025 10:00:00

12.19.3 Nachweis der Abstandsflächen rechnerisch

Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

Bremen, 30.04.2025

U. 

Datum, Unterschrift Bauherr

Grenzabstände gem. §6 Brem LBO

Formel: $AF = F \times (H + DF \times DH)$

AF = Abstandfläche
F = 0,20 in Gewerbe- und Industriegebieten
DF = 1,00 Faktor Dachneigung
DH = 0,00 Dachhöhe
Faktor für Dachneigung: <70°: 1/3, ab 70°: 1

Mindestabstand 3 m

Für die Grenzabstände im Grenzbereich von drei Metern wird das Pförtnerhaus nicht berücksichtigt.
Die Grenzabstände der neu entstehenden Containeranlage ergeben sich wie folgt:

Flachdach Containeranlage: H= 5,91 m siehe Ansichten und Schnitte
Keine Dachneigung

Flachdach Containeranlage: AF= **1,18 m** **mind. 3 m**

Aufgestellt: Oldenburg, den

04.12.2024

.....
Tim Latta

12.19.4 Nachweis der Abstandsflächen zeichnerisch

Die zeichnerische Darstellung der Abstandsflächen kann dem qualifizierten Lageplan entnommen werden.

Bremen, 30.04.2025



Datum, Unterschrift Entwurfsverfasser

Datum, Unterschrift Bauherr