

## 1. Fortsetzung zur statischen Berechnung

|                 |                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bauvorhaben:    | Sanierung, Umbau und Erweiterung<br>Selmigerheideschule<br>Auf d. Horst 18<br>59077 Hamm                     |
| Bauherr:        | Stadt Hamm<br>Gustav-Heinemann-Straße 10<br>59077 Hamm                                                       |
| Architekt:      | Schaltraum Dahle-Dirumdam-Heise<br>Partnerschaften von Architekten mbB<br>Versmannstraße 32<br>20457 Hamburg |
| Datum:          | 18.03.2026                                                                                                   |
| Auftragsnr.:    | 24-114                                                                                                       |
| Sachbearbeiter: | Mareike Leusder, B. Eng.                                                                                     |

## Inhaltsverzeichnis

### 1 Positionenliste & Bestandspositionspläne

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Positionenliste.....        | Seite: 608 |
| Bestandspositionspläne..... | Seite: 610 |

### 2 Bauteil- & Detailnachweise

|     |                                                                               |            |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.1 | Dachgeschoss.....                                                             |            |
|     | Position: B.0.1.....                                                          | Seite: 614 |
|     | Position: B.0.2.....                                                          | Seite: 622 |
|     | Position: B.0.3.....                                                          | Seite: 628 |
| 2.2 | Obergeschoss.....                                                             |            |
|     | Position: B.1.1..... - Stb.- Decke - .....                                    | Seite: 631 |
|     | Position: B.1.2..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 642 |
|     | Position: B.1.3..... - Stb.-Stütze - .....                                    | Seite: 648 |
|     | Position: B.1.4..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 656 |
|     | Position: B.1.5..... - Mauerwerkspfeiler, Bestand - .....                     | Seite: 659 |
|     | Position: B.1.6..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 662 |
|     | Position: B.1.6.1..... - Trägersaufhängung - .....                            | Seite: 666 |
|     | Position: B.1.7..... - Stahlstütze - .....                                    | Seite: 667 |
|     | Position: B.1.7.1..... - Fußplatte - .....                                    | Seite: 670 |
|     | Position: B.1.8..... - Stahlstütze - .....                                    | Seite: 672 |
|     | Position: B.1.12..... - Stahlträger - .....                                   | Seite: 678 |
|     | Position: B.1.10..... - Stb. Decke, Bestand - .....                           | Seite: 679 |
|     | Position: B.1.11..... - Stb. Decke, Bestand mit Loch 1 m <sup>2</sup> - ..... | Seite: 689 |
|     | Position: B.1.12..... - Querschnittsnachweis - .....                          | Seite: 703 |
| 2.3 | Erdgeschoss.....                                                              |            |
|     | Position: B.2.1..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 706 |
|     | Position: B.2.2..... - Stahlstütze - .....                                    | Seite: 710 |
|     | Position: B.2.2.1..... - Fußplatte - .....                                    | Seite: 713 |
|     | Position: B.2.3..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 715 |
|     | Position: B.2.4..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 720 |
|     | Position: B.2.5..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 724 |
|     | Position: B.2.6..... - Stb.-Decke - .....                                     | Seite: 728 |
|     | Position: B.2.7..... - Deckengleicher Balken - .....                          | Seite: 734 |
|     | Position: B.2.8..... - Fertigsturz - .....                                    | Seite: 742 |
|     | Position: 14E..... - Bestand, Stahlbetonunterzug - .....                      | Seite: 743 |
|     | Position: B.2.9..... - Stahlstütze - .....                                    | Seite: 752 |
|     | Position: B.2.9-A..... - Mauerwerkspfeiler - .....                            | Seite: 755 |
|     | Position: B.2.10..... - Stahlträger - .....                                   | Seite: 758 |
|     | Position: B.2.11..... - Stahlstütze - .....                                   | Seite: 762 |
|     | Position: B.2.11-A..... - Mauerwerkspfeiler - .....                           | Seite: 765 |
|     | Position: B.2.12..... - Stb.-Treppe - .....                                   | Seite: 768 |
|     | Position: B.2.12..... - GOK - EG - .....                                      | Seite: 769 |
|     | Position: B.2.14..... - Stb.-Podest - .....                                   | Seite: 788 |
|     | Schöck Tronsole, Typ Z..... - Datenblatt - .....                              | Seite: 801 |
|     | Position: B.2.15..... - Stahlträger, Treppe - .....                           | Seite: 803 |
|     | Position: B.2.15.1..... - Trägersaufhängung - .....                           | Seite: 806 |
|     | Position: B.2.16..... - Stahlbetonbalken - .....                              | Seite: 807 |
|     | Position: B.2.17..... - Mauerwerksnachweis - .....                            | Seite: 814 |
|     | Position: B.2.17..... - Mauerwerkspfeiler - .....                             | Seite: 815 |
| 2.4 | Kellergeschoss.....                                                           |            |
|     | Position: B.3.1..... - Stahlträger, Treppe- .....                             | Seite: 818 |
|     | Position: B.3.2..... - Stahlträger - .....                                    | Seite: 821 |
|     | Position: B.3.3..... - KG - EG - .....                                        | Seite: 824 |
|     | Position: B.3.4..... - Stb.-Podest - .....                                    | Seite: 829 |

|                      |                           |            |
|----------------------|---------------------------|------------|
| Position: B.3.5..... | - Stahlträger -.....      | Seite: 830 |
| Position: B.3.5..... | - Stahlträger -.....      | Seite: 831 |
| Position: 7K.....    | - Stahlbetonstütze -..... | Seite: 834 |

### 3 Prüfung der Bestandsdecken

---

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Lastszusammenstellung .....         | Seite: 835 |
| Übersicht der Lastreserven .....    | Seite: 836 |
| Nachweis mittels Lastreserven ..... | Seite: 838 |

### 4 Nachweis des konstruktiven Brandschutzes

---

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| Stahlträger und Stahlstütze ..... | Seite: 840 |
| Stb.-Platte und -Treppe .....     | Seite: 845 |
| Schlussseiten .....               | Seite: 846 |

## 1. FORTSETZUNG - STATISCHE BERECHNUNG

Bauvorhaben: 24-114 Stadt Hamm, Selmigerheide Schule

### Vorbemerkung:

Bei dem oben genannten Bauvorhaben handelt es sich um den Um- und Anbau einer Grundschule. Die nachfolgende statische Berechnung umfasst die erforderlichen Nachweise für die Umbaumaßnahmen im Bestandsgebäude. Das Bestandsgebäude wurde um 1958 an- und umgebaut. Die zugehörigen statischen Unterlagen liegen hierfür vor. Für den älteren Gebäudeteil aus der Zeit vor 1958 sind hingegen keine statischen Bestandsunterlagen vorhanden. Die Tragkonstruktion dieses Gebäudeteils wurde daher im Zuge einer örtlichen Untersuchung konstruktiv erschlossen. Dabei wurde im Kellergeschoss eine Kappendecke festgestellt und im Erd- und Obergeschoss erfolgt die Lastabtragung über jeweils zwei Unterzüge. Für diesen Bereich ist keine Lasterhöhung aus dem Fußbodenaufbau zulässig. Für den Bereich nach 1958 ist eine Gesamteigengewicht aus dem Fußbodenaufbau (inkl. Abhangdecke und Installation) von  $155 \text{ kg/m}^2$  zulässig.

Da keine Angaben zum vorhandenen Mauerwerk vorliegen, wurde bei den Nachweisen des Bestands konservativ eine Druckfestigkeitsklasse 8 angesetzt.

Uns lag die Bestandstatik vom Ingenieurbüro W. Mohr, Hamm/Westf. vom 22.2.1958 vor.



**POSITIONSLISTE****DACHGESCHOSS**

| Pos.  | Bauteil          | Material | Geometrie           | Beschreibung |
|-------|------------------|----------|---------------------|--------------|
| B.0.1 | Dachkonstruktion | C24      | b/h= 6/18cm, e=50cm |              |
| B.0.2 | Dachkonstruktion | C24      | b/h= 8/20cm, e=75cm |              |
| B.0.3 | Holzträger       | GL24c    | b/h= 20/64cm        |              |

**OBERGESCHOSS**

| Pos.    | Bauteil           | Material | Geometrie         | Beschreibung                              |
|---------|-------------------|----------|-------------------|-------------------------------------------|
| B.1.1   | Stb.-Decke        | C25/30   | h= 18 cm          | Q188-A unten + oben                       |
| B.1.2   | Abfangträger      | S235     | 2x HEA-120        |                                           |
| B.1.3   | Stb.-Stütze       | C25/30   | b/h= 25/30 cm     | 4 ø12 je Ecke                             |
| B.1.4   | Abfangträger      | S235     | 2x HEB-180        |                                           |
| B.1.5   | Mauerwerkspfeiler | Stfk 8   | b/h= 36/70 cm     |                                           |
| B.1.6   | Abfangträger      | S235     | 1x HEB-220        |                                           |
| B.1.6.1 | Detailanschluss   |          |                   | Anschluss an Pos. B.1.7                   |
| B.1.7   | Stahlstütze       | S235     | 1x HEB-120        |                                           |
| B.1.7.1 | Fußplatte         | S235     |                   | b/l/t=180/180/12 mm, Quellschutt d= 15 mm |
| B.1.8   | Stahlstütze       | S235     | 1x QRO 80*5 mm    | b/l/t=90/200/10 mm, Quellschutt d= 15 mm  |
| B.1.9   | Stahlträger       | S235     | 2x HEA-160        |                                           |
| B.1.10  | Bestandsdecke     | B225     | h= 18 cm          |                                           |
| B.1.11  | Bestandsdecke neu | B225     | h= 18 cm          | mit Treppenloch, Rahmen UPE220/240 S235   |
| B.1.12  | Stahlträger       | S235     | RRO 250*150*10 mm | UK = OK Pos. B.1.11                       |

**ERDGESCHOSS**

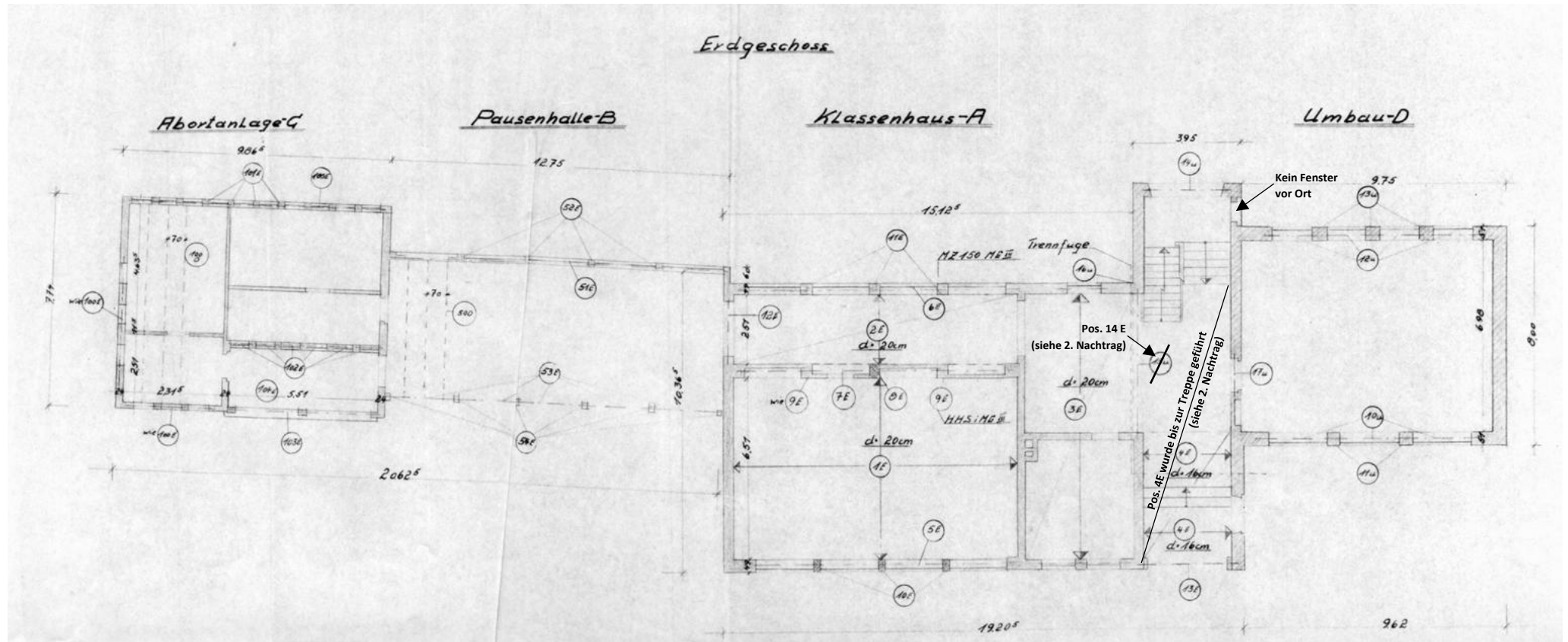
| Pos.    | Bauteil          | Material | Geometrie   | Beschreibung                              |
|---------|------------------|----------|-------------|-------------------------------------------|
| B.2.1   | Stahlträger      | S235     | 1x HEB-260  |                                           |
| B.2.1.1 | Detailanschluss  |          |             | Anschluss an Pos. 14E                     |
| B.2.2   | Stahlstütze      | S235     | 1x HEA-140  |                                           |
| B.2.2.1 | Fußplatte        | S235     |             | b/l/t=140/200/20 mm, Quellschutt d= 15 mm |
| B.2.3   | Stahlträger      | S235     | 2x HEA-160  |                                           |
| B.2.4   | Stahlträger      | S235     | 2x HEA-140  |                                           |
| B.2.5   | Stahlträger      | S235     | 2x HEA-140  |                                           |
| B.2.6   | Stb.-Decke       | C25/30   | h= 18 cm    | R188-A oben + R335-A unten                |
| B.2.7   | Dgl.-Stb.-Balken | C25/30   | h= 18 cm    | 2x ø12 o. u. u., Stecker ø8/15 cm         |
| B.2.7.1 | Auflager Winkel  | S235     | 4x Z-Winkel | 110/200/15 mm, L= 300 mm                  |
| B.2.8   | Fertigteilsturz  |          |             | Bemessungslast Fd= 117 kN/m               |
| B.2.9   | Stahlstütze      | S235     | 1x HEA-140  |                                           |

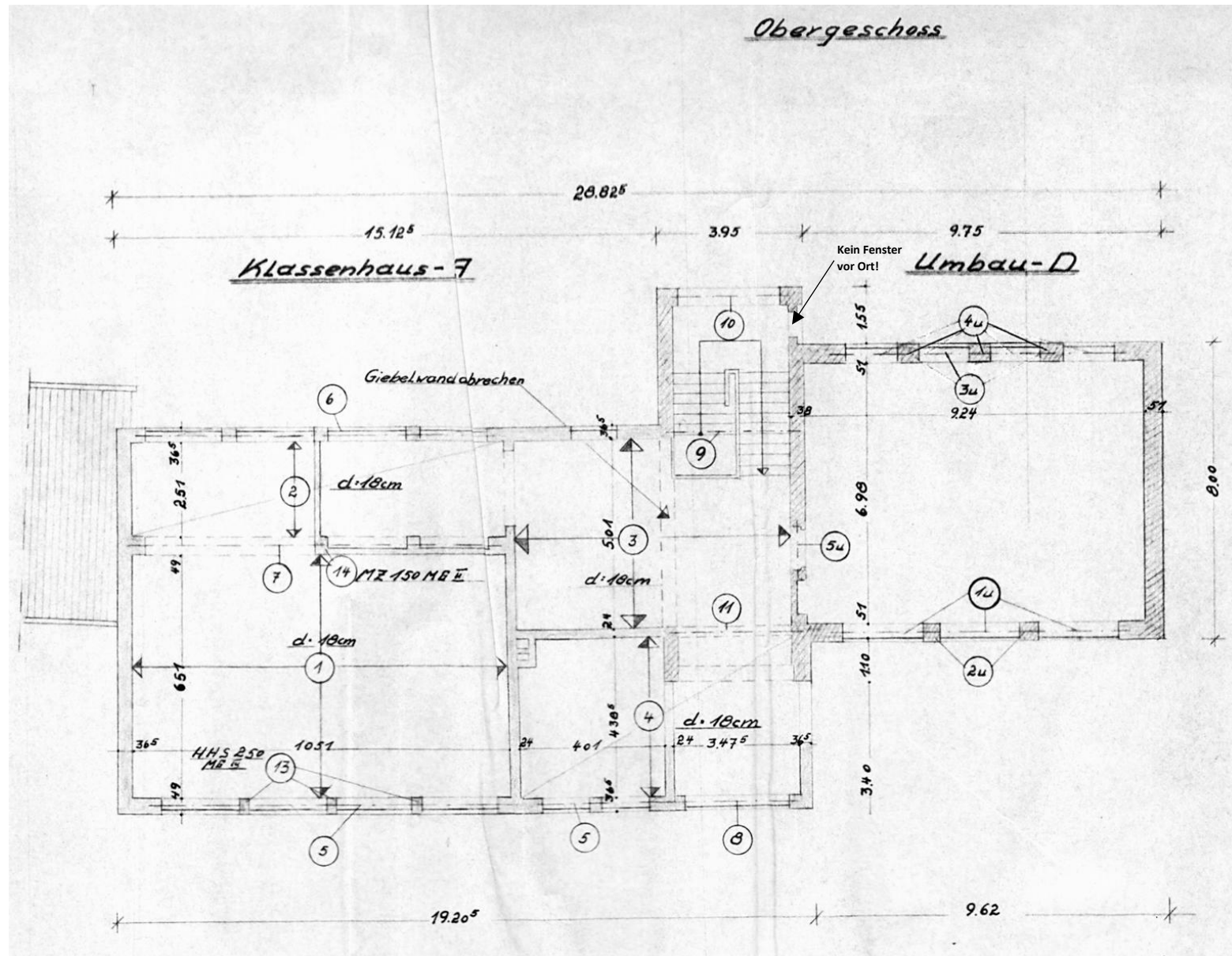
|          |                 |        |                 |                                            |
|----------|-----------------|--------|-----------------|--------------------------------------------|
| B.2.9-A  | Pfeiler         | MW     | b/l= 36,5/30 cm | KS -20-1,2-MG II                           |
| B.2.10   | Stahlträger     | S235   | 2x HEA-160      |                                            |
| B.2.11   | Stahlstütze     | S235   | 1x HEA-140      |                                            |
| B.2.11-A | Pfeiler         | MW     | b/l= 36,5/30 cm | KS -20-1,2-MG II                           |
| B.2.12   | Stb.-Treppe     | S235   | h= 20 cm        | GOK - EG, unten: ø10/10 cm, oben: ø8/20 cm |
| B.2.13   | Stb.-Treppe     | S235   | h= 20 cm        | EG - OG, unten: ø10/14 cm, oben: ø8/20 cm  |
| B.2.13.1 | Auflager Winkel | S235   | 1x Z-Winkel     | t= 12 mm, L= Treppenlänge                  |
| B.2.14   | Stb.-Podest     | C25/30 |                 | 3x Isokorb Typ Z je Seite                  |
| B.2.15   | Stahlträger     | S235   | 1x HEB-180      |                                            |
| B.2.15.1 | Hochhängung     | S235   |                 |                                            |
| 14E      | Stb.-Unterzug   | B225   | b/h= 24/40 cm   | Überprüfung Bestandsposition               |
| B.2.16   | Stb.-Balken     | C25/30 | b/h= 24/25 cm   | Bü. Ø8/15 cm, 2 ø14 u., 2 ø10 o.           |
| B.2.17   | Pfeiler         | MW     | b/h=36,5/150 cm |                                            |

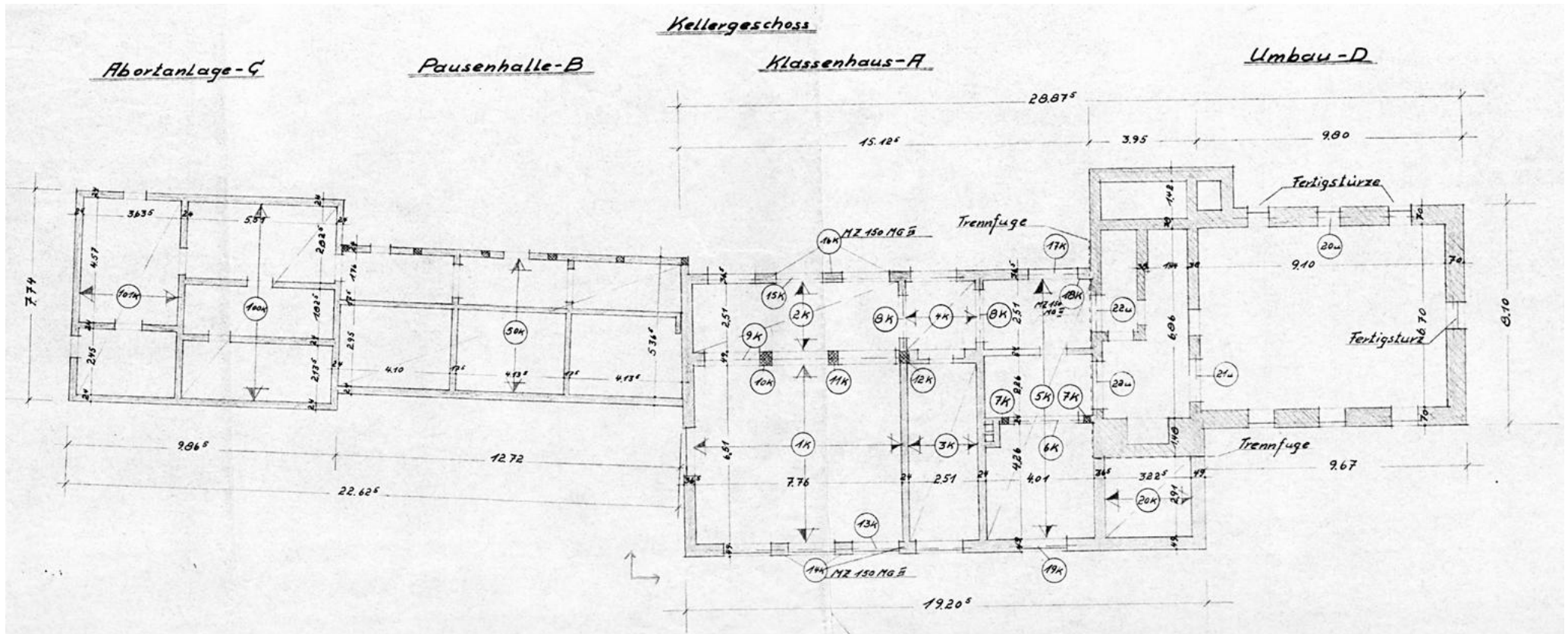
**KELLERGECHOSS**

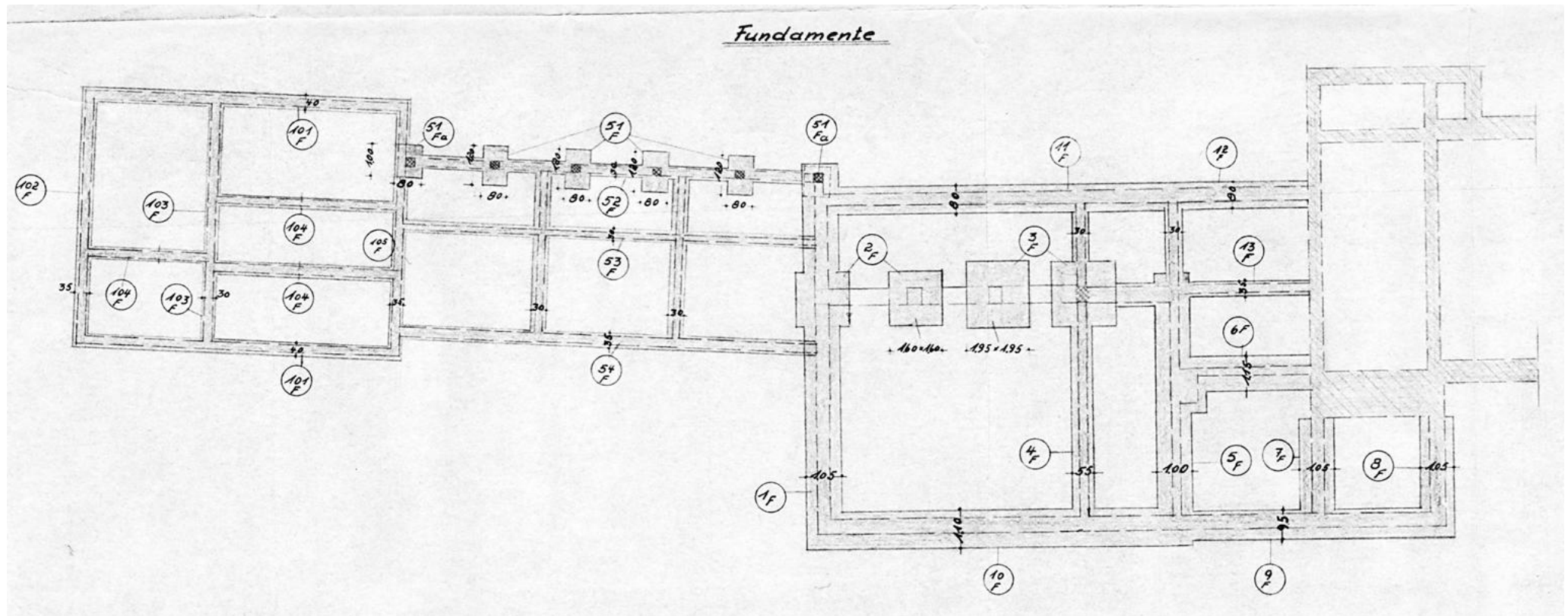
| Pos.  | Bauteil      | Material | Geometrie     | Beschreibung                 |
|-------|--------------|----------|---------------|------------------------------|
| B.3.1 | Stahlträger  | S235     | 1x HEA- 240   |                              |
| B.3.2 | Stahlträger  | S235     | 2x HEA-100    |                              |
| B.3.4 | Stb.- Podest | C25/30   |               |                              |
| B.3.5 | Stahlträger  | S235     | 2x HEB-140    |                              |
| 7K    | Stb.-Stütze  | B225     | b/h= 24/20 cm | Überprüfung Bestandsposition |

## Bestandspositionspläne









## 2. Bauteil- & Detailnachweise

### 2.1. Dachgeschoss

#### Position: B.0.1

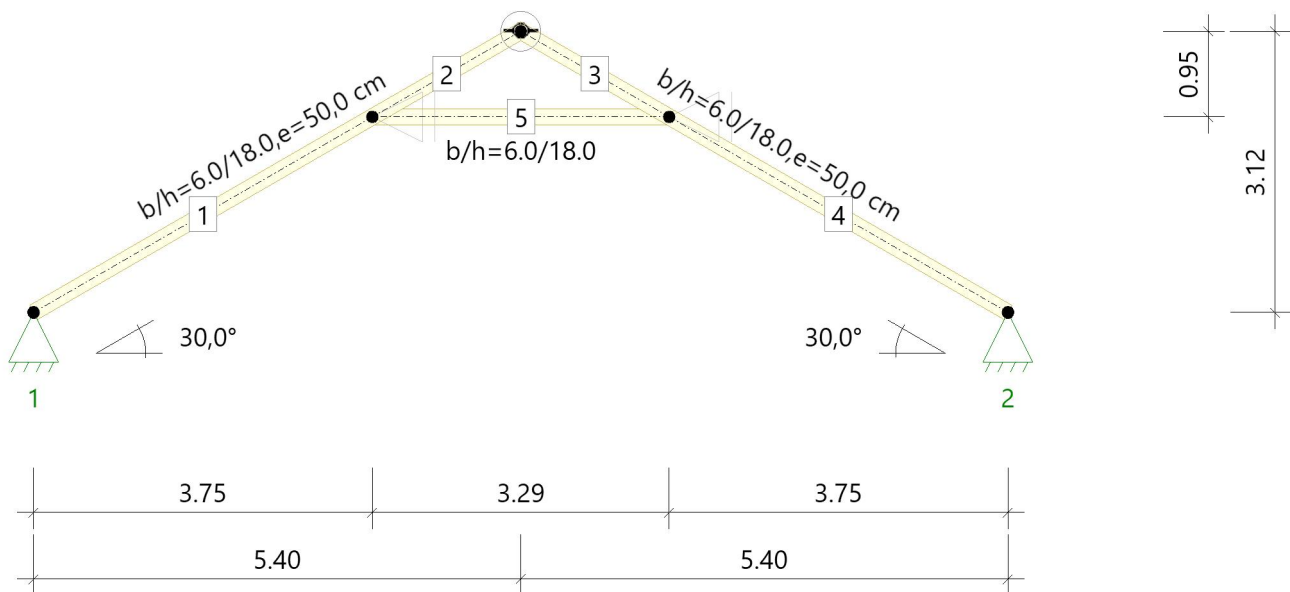
Berechnung von Dächern (x64) Dach+ 02/25B (FRILO R-2025-2/P07)

#### System

##### Allgemein

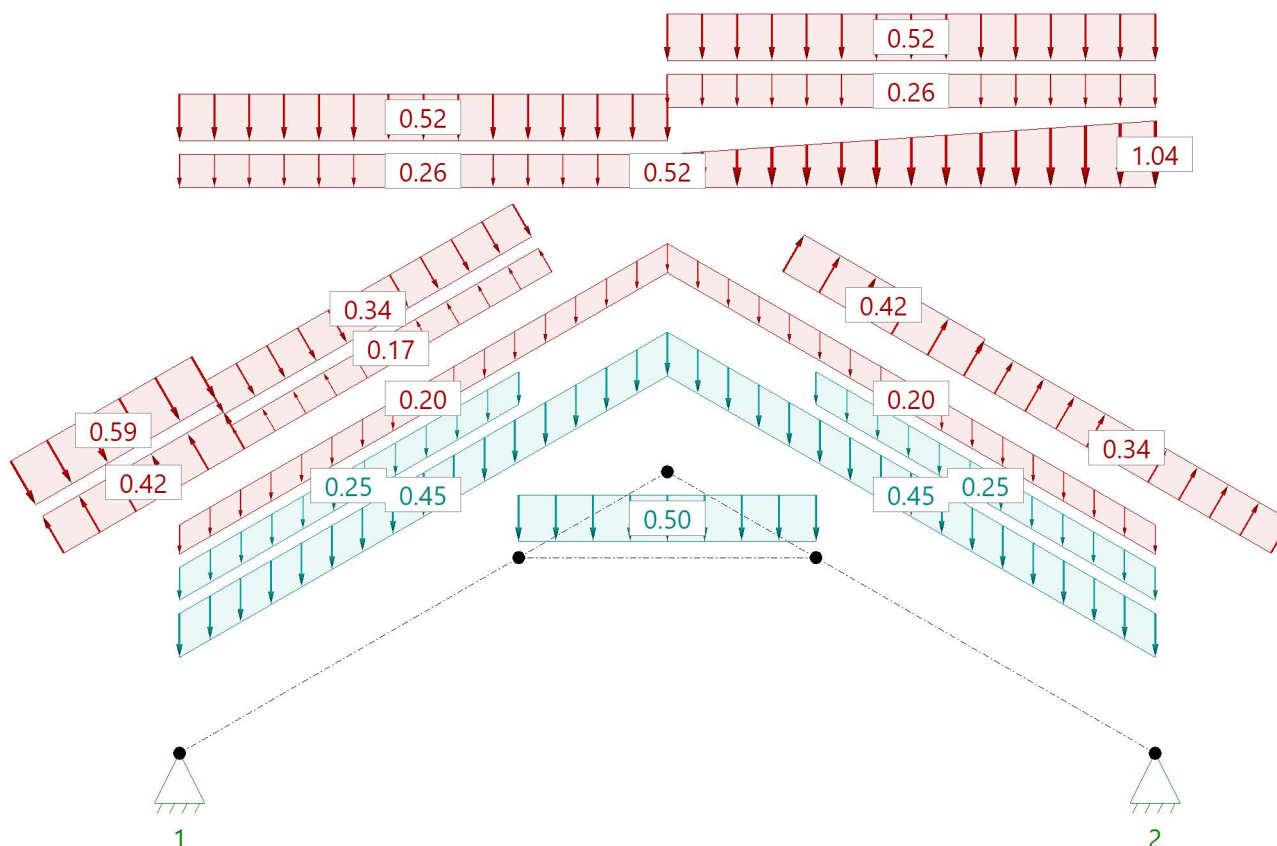
Nadelholz C24, Nutzungsklasse überdacht, offen; LF<85%; GLWF<20%, CC 2

##### Systemgrafik





## Lastgrafik



## Material

### Materialwerte Holz

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016

$E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$   
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

### Materialkennwerte

| $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>kg/m <sup>3</sup> | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| 24.00<br>4.00                               | 14.50<br>21.00                                  | 0.40<br>2.50                                      | 11000<br>7400                                   | 370<br>247                                        | 690<br>460                                  | 350<br>420                                | 6.00                          |

## Geometrie

### Kehlbalkendach

Sparrenabstand  $e = 50.0 \text{ cm}$  Gesamt-Firsthöhe  $h = 11.40 \text{ m}$   
Dachlänge  $b_{\text{Roof}} = 20.00 \text{ m}$  Gebäudelänge  $b_{\text{Wall}} = 20.00 \text{ m}$

### Sparren

| Feld            | Länge Gfl<br>[m] | Länge Dfl<br>[m] | Seite  | Neigung<br>[°] | Querschnitt<br>[cm] |
|-----------------|------------------|------------------|--------|----------------|---------------------|
| 1               | 5.40             | 6.24             | links  | 30.0           | 6.0/18.0            |
| 1               | 5.40             | 6.24             | rechts | 30.0           | 6.0/18.0            |
| mit Firstgelenk |                  |                  |        |                |                     |



**Kehlbalken, unverschieblich**

| Feld                  | Länge [m] | Ho [m] | Querschnitt [cm] |
|-----------------------|-----------|--------|------------------|
| 1                     | 3.29      | 0.95   | 6.0/18.0         |
| 1 : Abstand zum First |           |        |                  |

**Auflager**

| Nr | Bauteil        | Cx [kN/m] | Cz [kN/m] | Kerventiefe t [cm] |
|----|----------------|-----------|-----------|--------------------|
| 1  | Sparren links  | Starr     | Starr     | 0.0                |
| 2  | Sparren rechts | Starr     | Starr     | 0.0                |

**Kipp-/Knicklängen****Sparren links**

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90\*L  
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten  
 Kippen: kontinuierlich gehalten

**Sparren rechts**

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90\*L  
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten  
 Kippen: kontinuierlich gehalten

**Kehlbalken**

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90\*L  
 Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten  
 Kippen: kontinuierlich gehalten

**Berechnungsregeln**

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.  
 Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.  
 Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.  
 Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.  
 Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.  
 Verkehrslasten auf dem Kehlbalken werden als feldweise abhängig angenommen.  
 Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.  
 Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.  
 Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.  
 k<sub>mod</sub> wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.  
 Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich  
 Schneeansammlungen sind an der rechten Dachfläche möglich. Die Neigung der angrenzenden Dachfläche = 30.0  
 Dachnutzlasten der Kategorie H werden nicht berücksichtigt.

**Lasten****Lastvorwerte****Sparren**

Dacheindeckung  $g_1 = 0.20 \text{ kN/m}^2$  EW = 99  
 Konstruktion  $g_2 = 0.25 \text{ kN/m}^2$   
 Dachausbau  $g_3 = 0.00 \text{ kN/m}^2$   
 Ausbau unten  $g_u = 0.25 \text{ kN/m}^2$   
 mit Eigengewicht der Bauteile,  $\gamma = 6.00 \text{ kN/m}^3$   
 ohne Dachnutzlasten der Kategorie H  
 PV-Anlage links  $= 0.20 \text{ kN/m}^2$   
 $a = 0.00 \text{ m}$   $l = 5.40 \text{ m}$  PV-Anlage rechts  $= 0.20 \text{ kN/m}^2$   
 $a = 0.00 \text{ m}$   $l = 5.40 \text{ m}$

**Kehlbalken**

Ständige Last  $g_k = 0.50 \text{ kN/m}^2$  EW = 99  
 Verkehrslast  $p_k = 0.00 \text{ kN/m}^2$  EW = 1

**Randbedingungen**

Gesamt-Firsthöhe  $h = 11.40 \text{ m}$   
 Dachlänge  $b_{\text{Roof}} = 20.00 \text{ m}$   
 Gebäudelänge  $b_{\text{Wall}} = 20.00 \text{ m}$

**Schnee/Windlasten**

Gemeinde 590\*\* Hamm in Nordrhein-Westfalen

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N = 72 m

Gelände Kategorie II

Höhe für q h = 11.40 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.85 kN/m<sup>2</sup>

Windzone 2

Basiswindgeschwindigkeit v<sub>bo</sub> = 25.00 m/sBasisgeschwindigkeitsdruck q<sub>bo</sub> = 0.39 kN/m<sup>2</sup>Bodenschneelast sk = 0.65 kN/m<sup>2</sup>

Formbeiwert μ = 0.80

C<sub>t</sub> = 1.000

Schneezone 1

C<sub>e</sub> = 1.000Beiwert außergew. C<sub>esl</sub> = 2.300**Hilfswerte**Winddruckbezugsfläche A<sub>ref</sub> = 10.00 m<sup>2</sup>Windreferenzlänge (Dach) e<sub>0</sub> = 20.00 me<sub>90</sub> = 10.80 mWindreferenzlänge (Wand) e<sub>0</sub> = 20.00 me<sub>90</sub> = 10.80 m

h/d = 1.056

h/b = 0.570

d/b = 0.540

für giebelseitige Anströmung: h/d = 0.570

h/b = 1.056

d/b = 1.852

**Klassifizierung der Einwirkungen**

| Nr | Name                       | γ <sub>sup</sub> | γ <sub>inf</sub> | ψ <sub>0</sub> | ψ <sub>1</sub> | ψ <sub>2</sub> | KLED           |
|----|----------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 99 | ständig                    | 1.35             | 1.00             | 1.00           | 1.00           | 1.00           | ständig        |
| 9  | Windlasten                 | 1.50             | 0.00             | 0.60           | 0.20           | 0.00           | kurz/sehr kurz |
| 10 | Schnee H < 1000 m          | 1.50             | 0.00             | 0.50           | 0.20           | 0.00           | kurz           |
| 29 | ständig, demontierbar (PV) | 1.35             | 0.00             | 1.00           | 1.00           | 1.00           | ständig        |

**Lastwerte****Schneelasten**

| Name                                        | Seite  | μ    |      |      | Lastwert | (nach Norm) |                   |
|---------------------------------------------|--------|------|------|------|----------|-------------|-------------------|
| Dachlast                                    | links  | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | kN/m <sup>2</sup> |
| Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle) | links  | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | kN/m <sup>2</sup> |
| Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)   | links  | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.26     | 0.26        | kN/m <sup>2</sup> |
| Dachlast                                    | rechts | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | kN/m <sup>2</sup> |
| Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle) | rechts | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | kN/m <sup>2</sup> |
| Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)   | rechts | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.26     | 0.26        | kN/m <sup>2</sup> |
| Dachlast (angesammelt)                      | rechts | 1.60 | 0.00 | 0.00 | 1.04     | 1.04        | kN/m <sup>2</sup> |

**Windlasten**

| Name | Seite      | cp+  | cp-   | Druck<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Sog<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Druck (Norm)<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Sog (Norm)<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|------|------------|------|-------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| F    | von links  | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| G    | von links  | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| H    | von links  | 0.40 | -0.20 | 0.34                          | -0.17                       | 0.34                                 | -0.17                              |
| I    | von links  | 0.00 | -0.40 | 0.00                          | -0.34                       | 0.00                                 | -0.34                              |
| J    | von links  | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |
| D    | von links  | 0.80 | 0.00  | 0.68                          | 0.00                        | 0.68                                 | 0.00                               |
| E    | von links  | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |
| I    | von rechts | 0.00 | -0.40 | 0.00                          | -0.34                       | 0.00                                 | -0.34                              |
| J    | von rechts | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |
| F    | von rechts | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| G    | von rechts | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| H    | von rechts | 0.40 | -0.20 | 0.34                          | -0.17                       | 0.34                                 | -0.17                              |
| D    | von rechts | 0.80 | 0.00  | 0.68                          | 0.00                        | 0.68                                 | 0.00                               |
| E    | von rechts | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |

**Kombinationen****Lastfallkombinationen**

| Nr  | Name                                           |                  | Sit               | KLED           |
|-----|------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 1   | 1,35*g+1,35*pv                                 | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 1 <sup>3</sup> |
| 2   | 1,35*g+1,35*pv+1,50*(wlLuv+)+(wlLee+)          | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 9   | 1,35*g+1,35*pv+1,50*s+0,90*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 10  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*s+1,50*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 12  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*s+1,50*(wlLuv+)+(wlLee-)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 15  | 1,35*g+1,35*pv+1,50*s+0,90*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 16  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*s+1,50*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 18  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*s+1,50*(wrLuv+)+(wrLee-)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 29  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*sDl+1,50*(wrLuv+)+(wrLee-) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 34  | 1,35*g+1,35*pv+0,75*sDr+1,50*(wlLuv+)+(wlLee-) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 39  | 1,35*g+1,35*pv+1,50*sCu                        | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 4 <sup>5</sup> |
| 40  | 1,35*g+1,35*pv+1,50*sCu+0,90*(wlLuv+)+(wlLee+) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 46  | 1,35*g+1,35*pv+1,50*sCu+0,90*(wrLuv+)+(wrLee+) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 48  | 1,35*g+1,35*pv+1,50*sCu+0,90*(wrLuv+)+(wrLee-) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 54  | 1,35*g+1,50*(wlLuv+)+(wlLee-)                  | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 57  | 1,35*g+1,50*(wrLuv+)+(wrLee-)                  | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 103 | 1,00*g+1,00*pv                                 | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 1 <sup>3</sup> |
| 104 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*(wlLuv+)+(wlLee+)          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 105 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*(wlLuv+)+(wlLee-)          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 106 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*(wlLuv-)+(wlLee+)          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 107 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*(wrLuv+)+(wrLee+)          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 108 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*(wrLuv+)+(wrLee-)          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 110 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*s                          | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 4 <sup>5</sup> |
| 111 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*s+0,60*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 112 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*s+1,00*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 114 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*s+1,00*(wlLuv+)+(wlLee-)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 117 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*s+0,60*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 118 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*s+1,00*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 120 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*s+1,00*(wrLuv+)+(wrLee-)   | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 131 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*sDl+1,00*(wrLuv+)+(wrLee-) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 136 | 1,00*g+1,00*pv+0,50*sDr+1,00*(wlLuv+)+(wlLee-) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 141 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*sCu                        | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 4 <sup>5</sup> |
| 142 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*sCu+0,60*(wlLuv+)+(wlLee+) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 146 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*sCu+0,60*(wlLuv-)+(wlLee+) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 148 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*sCu+0,60*(wrLuv+)+(wrLee+) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 150 | 1,00*g+1,00*pv+1,00*sCu+0,60*(wrLuv+)+(wrLee-) | GZG <sup>6</sup> | char <sup>7</sup> | 6 <sup>4</sup> |

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.  
Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- 1 : GZT=Bauteilversagen
- 2 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 3 : Klasse der Lasteinwirkungsduer:1=ständig
- 4 : Klasse der Lasteinwirkungsduer:6=kurz/sehr kurz
- 5 : Klasse der Lasteinwirkungsduer:4=kurz
- 6 : GZG=Gebrauchstauglichkeit
- 7 : char=characteristic (Charakteristische Situation)

**Ergebnisse****Sparren links 6.0/18.0 e = 50.0 cm**

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

**Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation**

| Kombi | Sit              | Nachweis          | N <sub>x,d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | σ <sub>n,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η                       | Sk <sub>y</sub><br>[m] | Sk <sub>z</sub><br>[m] | S <sub>b</sub><br>[m] |
|-------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 34    | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Feld)   | -10.7                    | 1.78                      | 0.1                      | -0.99                                    | 5.49                                       |                                        | <b>0.30</b>             |                        |                        |                       |
| 40    | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Stütze) | -9.9                     | -1.90                     | -2.8                     | -0.92                                    | -5.86                                      |                                        | <b>0.32</b>             |                        |                        |                       |
| 39    | p/t <sup>1</sup> | Stabilität        | -10.8                    | -1.55                     | 0.0                      | -1.00                                    | -4.78                                      |                                        | <b>0.47<sup>2</sup></b> | 3.48                   | 0.00                   | 0.00                  |
| 40    | p/t <sup>1</sup> | Schub             | -9.9                     | -1.90                     | -2.8                     |                                          |                                            | -0.39                                  | <b>0.19</b>             |                        |                        |                       |

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 2 : Sk<sub>y</sub>=3.48 m, Sk<sub>z</sub>=0.00 m, S<sub>b</sub>=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

| Kombi | Nachweis          |   | Stab   | x<br>[m] | W <sub>G,inst</sub><br>[cm] | W <sub>G,fin</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,char</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,qprm</sub><br>[cm] | W <sub>Q,fin</sub><br>[cm] | W <sub>tot</sub><br>[cm] |   | W <sub>lim</sub><br>[cm] | L/.. | η           |
|-------|-------------------|---|--------|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------|-------------|
| 136   | W <sub>inst</sub> | 1 | lokal  | 1        | 1.90                        | 0.4                        | 0.2                              |                                  |                            | 0.6                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.42</b> |
| 136   | W <sub>inst</sub> | 1 | gesamt | 1        | 1.90                        | 0.4                        | 0.2                              |                                  |                            | 0.6                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.43</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | lokal  | 1        | 1.90                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.0)                            | 0.0                        | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.45</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | gesamt | 1        | 1.90                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.0)                            | 0.0                        | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.47</b> |
| 136   | W <sub>fin</sub>  | 3 | lokal  | 1        | 1.90                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.2)                            | 0.2                        | 0.9                      | < | 2.2                      | 200  | <b>0.41</b> |
| 136   | W <sub>fin</sub>  | 3 | gesamt | 1        | 1.90                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.2)                            | 0.2                        | 0.9                      | < | 2.2                      | 200  | <b>0.43</b> |

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W<sub>inst</sub> = W<sub>G,inst</sub> + W<sub>Q,inst,char</sub>  
 2 : W<sub>net</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,qprm</sub> - W<sub>c</sub>  
 3 : W<sub>fin</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,char</sub>

### Sparren rechts 6.0/18.0 e = 50.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

#### Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

| Kombi | Sit              | Nachweis          | N <sub>x,d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | σ <sub>n,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η                       | S <sub>ky</sub><br>[m] | S <sub>kz</sub><br>[m] | S <sub>b</sub><br>[m] |
|-------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 48    | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Feld)   | -12.7                    | 2.09                      | -0.1                     | -1.17                                    | 6.44                                       |                                        | <b>0.35</b>             |                        |                        |                       |
| 46    | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Stütze) | -11.1                    | -2.19                     | 3.2                      | -1.03                                    | -6.77                                      |                                        | <b>0.37</b>             |                        |                        |                       |
| 46    | p/t <sup>1</sup> | Stabilität        | -13.8                    | -2.19                     | 0.0                      | -1.28                                    | -6.77                                      |                                        | <b>0.49<sup>2</sup></b> | 3.26                   | 0.00                   | 0.00                  |
| 46    | p/t <sup>1</sup> | Schub             | -11.1                    | -2.19                     | 3.2                      |                                          |                                            | 0.44                                   | <b>0.22</b>             |                        |                        |                       |

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)  
 2 : S<sub>ky</sub>=3.26 m, S<sub>kz</sub>=0.00 m, S<sub>b</sub>=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

| Kombi | Nachweis          |   | Stab   | x<br>[m] | W <sub>G,inst</sub><br>[cm] | W <sub>G,fin</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,char</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,qprm</sub><br>[cm] | W <sub>Q,fin</sub><br>[cm] | W <sub>tot</sub><br>[cm] |   | W <sub>lim</sub><br>[cm] | L/.. | η           |
|-------|-------------------|---|--------|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------|-------------|
| 150   | W <sub>inst</sub> | 1 | lokal  | 4        | 2.44                        | 0.4                        | 0.3                              |                                  |                            | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.49</b> |
| 150   | W <sub>inst</sub> | 1 | gesamt | 4        | 2.44                        | 0.4                        | 0.4                              |                                  |                            | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.50</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | lokal  | 4        | 2.44                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.0)                            | 0.0                        | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.45</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | gesamt | 4        | 2.44                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.0)                            | 0.0                        | 0.7                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.47</b> |
| 150   | W <sub>fin</sub>  | 3 | lokal  | 4        | 2.44                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.3)                            | 0.3                        | 1.0                      | < | 2.2                      | 200  | <b>0.46</b> |
| 150   | W <sub>fin</sub>  | 3 | gesamt | 4        | 2.44                        | (0.4)                      | 0.7                              | (0.4)                            | 0.4                        | 1.0                      | < | 2.2                      | 200  | <b>0.48</b> |

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W<sub>inst</sub> = W<sub>G,inst</sub> + W<sub>Q,inst,char</sub>  
 2 : W<sub>net</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,qprm</sub> - W<sub>c</sub>  
 3 : W<sub>fin</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,char</sub>

### Kehlbalken 6.0/18.0 e = 50.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

#### Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

| Kombi | Sit              | Nachweis        | N <sub>x,d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | σ <sub>n,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η             | S <sub>ky</sub><br>[m] | S <sub>kz</sub><br>[m] | S <sub>b</sub><br>[m] |
|-------|------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|---------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Feld) | 0.0                      | 0.58                      | 0.0                      | 0.00                                     | 1.78                                       |                                        | <b>0.16</b>   |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Stabilität      |                          |                           |                          |                                          |                                            |                                        | <sub>-2</sub> |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Schub           | 0.0                      | 0.00                      | 0.7                      |                                          |                                            | 0.10                                   | <b>0.11</b>   |                        |                        |                       |

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)  
 2 : Kein Nachweis erforderlich

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

| Kombi | Nachweis          |   | Stab   | x<br>[m] | WG <sub>inst</sub><br>[cm] | WG <sub>fin</sub><br>[cm] | WQ <sub>inst,char</sub><br>[cm] | WQ <sub>inst,qprm</sub><br>[cm] | WQ <sub>fin</sub><br>[cm] | W <sub>tot</sub><br>[cm] |   | W <sub>lim</sub><br>[cm] | L/.. | η           |
|-------|-------------------|---|--------|----------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------|-------------|
| 103   | W <sub>inst</sub> | 1 | lokal  | 5        | 1.65                       | 0.1                       | 0.0                             |                                 |                           | 0.1                      | < | 1.1                      | 300  | <b>0.14</b> |
| 148   | W <sub>inst</sub> | 1 | gesamt | 5        | 1.65                       | 0.2                       | 0.02                            |                                 |                           | 0.2                      | < | 1.1                      | 300  | <b>0.19</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | lokal  | 5        | 1.65                       | (0.1)                     | 0.3                             | (0.0)                           | 0.0                       | 0.3                      | < | 1.1                      | 300  | <b>0.25</b> |
| 103   | W <sub>net</sub>  | 2 | gesamt | 5        | 1.65                       | (0.2)                     | 0.3                             | (0.0)                           | 0.0                       | 0.3                      | < | 1.1                      | 300  | <b>0.31</b> |
| 103   | W <sub>fin</sub>  | 3 | lokal  | 5        | 1.65                       | (0.1)                     | 0.3                             | (0.0)                           | 0.0                       | 0.3                      | < | 1.6                      | 200  | <b>0.16</b> |
| 148   | W <sub>fin</sub>  | 3 | gesamt | 5        | 1.65                       | (0.2)                     | 0.3                             | (0.02)                          | 0.02                      | 0.4                      | < | 1.6                      | 200  | <b>0.22</b> |

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W<sub>inst</sub> = WG<sub>inst</sub> + WQ<sub>inst,char</sub>  
 2 : W<sub>net</sub> = WG<sub>fin</sub> + WQ<sub>fin,qprm</sub> - W<sub>c</sub>  
 3 : W<sub>fin</sub> = WG<sub>fin</sub> + WQ<sub>fin,char</sub>

## Auflager

### Auflagerkräfte je EW

| EW |            | Auflager 1        |                    | Auflager 2          |                    |
|----|------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|    |            | max<br>[kN/m]     | min<br>[kN/m]      | max<br>[kN/m]       | min<br>[kN/m]      |
| 99 | vertikal   | 5.73 <sup>1</sup> | 5.73 <sup>1</sup>  | 5.73 <sup>1</sup>   | 5.73 <sup>1</sup>  |
|    | horizontal | 7.38 <sup>1</sup> | 7.38 <sup>1</sup>  | -7.38 <sup>1</sup>  | -7.38 <sup>1</sup> |
| 9  | vertikal   | 2.38 <sup>2</sup> | -1.99 <sup>3</sup> | 2.38 <sup>7</sup>   | -1.99 <sup>8</sup> |
|    | horizontal | 2.16 <sup>2</sup> | -2.25 <sup>3</sup> | 2.25 <sup>8</sup>   | -2.16 <sup>7</sup> |
| 10 | vertikal   | 2.81 <sup>4</sup> | 1.41 <sup>5</sup>  | 4.31 <sup>9</sup>   | 1.41 <sup>10</sup> |
|    | horizontal | 3.49 <sup>4</sup> | 1.76 <sup>5</sup>  | -1.76 <sup>10</sup> | -4.97 <sup>9</sup> |
| 29 | vertikal   | 1.25 <sup>6</sup> | 1.25 <sup>6</sup>  | 1.25 <sup>6</sup>   | 1.25 <sup>6</sup>  |
|    | horizontal | 1.55 <sup>6</sup> | 1.55 <sup>6</sup>  | -1.55 <sup>6</sup>  | -1.55 <sup>6</sup> |

alle Werte sind charakteristische Werte

Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

- 1 : Lastfälle:g  
 2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee+)  
 3 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee-)  
 4 : Lastfälle:s  
 5 : Lastfälle:sDI  
 6 : Lastfälle:pv  
 7 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee+)  
 8 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee-)  
 9 : Lastfälle:sCu  
 10 : Lastfälle:sDr

## Kehlbalkenanschlußkräfte

### Max/min Kehlbalken-Anschlusskräfte

| links<br>Lfk. | N <sub>d</sub><br>[kN] | V <sub>d</sub><br>[kN] | rechts<br>Lfk. | N <sub>d</sub><br>[kN] | V <sub>d</sub><br>[kN] |
|---------------|------------------------|------------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| Lfk.47        | 0.0                    | 0.7                    | Lfk.36         | 0.0                    | -0.7                   |

alle Werte sind Bemessungswerte

**Scheibenkräfte für unverschieblichen Kahlbalken**
**Scheibenkräfte je EW**

| EW |            | links              |                    | rechts            |                    |
|----|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|    |            | max<br>[kN/m]      | min<br>[kN/m]      | max<br>[kN/m]     | min<br>[kN/m]      |
| 99 | horizontal | -7.72 <sup>1</sup> | -7.72 <sup>1</sup> | 7.72 <sup>1</sup> | 7.72 <sup>1</sup>  |
| 9  | horizontal | 3.23 <sup>2</sup>  | -3.60 <sup>3</sup> | 3.60 <sup>7</sup> | -3.23 <sup>8</sup> |
| 10 | horizontal | -1.74 <sup>4</sup> | -3.47 <sup>5</sup> | 5.13 <sup>5</sup> | 1.74 <sup>9</sup>  |
| 29 | horizontal | -1.54 <sup>6</sup> | -1.54 <sup>6</sup> | 1.54 <sup>6</sup> | 1.54 <sup>6</sup>  |

alle Werte sind charakteristische Werte

- 1 : Lastfälle:g
- 2 : Lastfälle:(wrLuv+)+(wrLee-)
- 3 : Lastfälle:(wlLuv+)+(wlLee+)
- 4 : Lastfälle:sDI
- 5 : Lastfälle:sCu
- 6 : Lastfälle:pv
- 7 : Lastfälle:(wrLuv+)+(wrLee+)
- 8 : Lastfälle:(wlLuv+)+(wlLee-)
- 9 : Lastfälle:sDr

**Position: B.0.2**

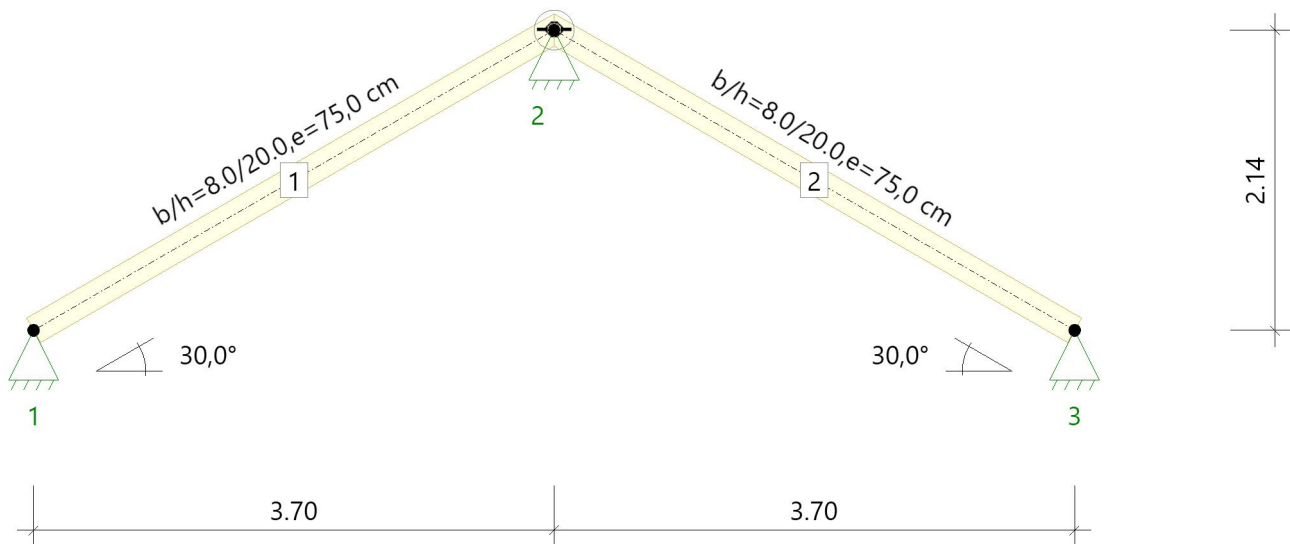
Berechnung von Dächern (x64) Dach+ 02/25B (FRILO R-2025-2/P07)

## System

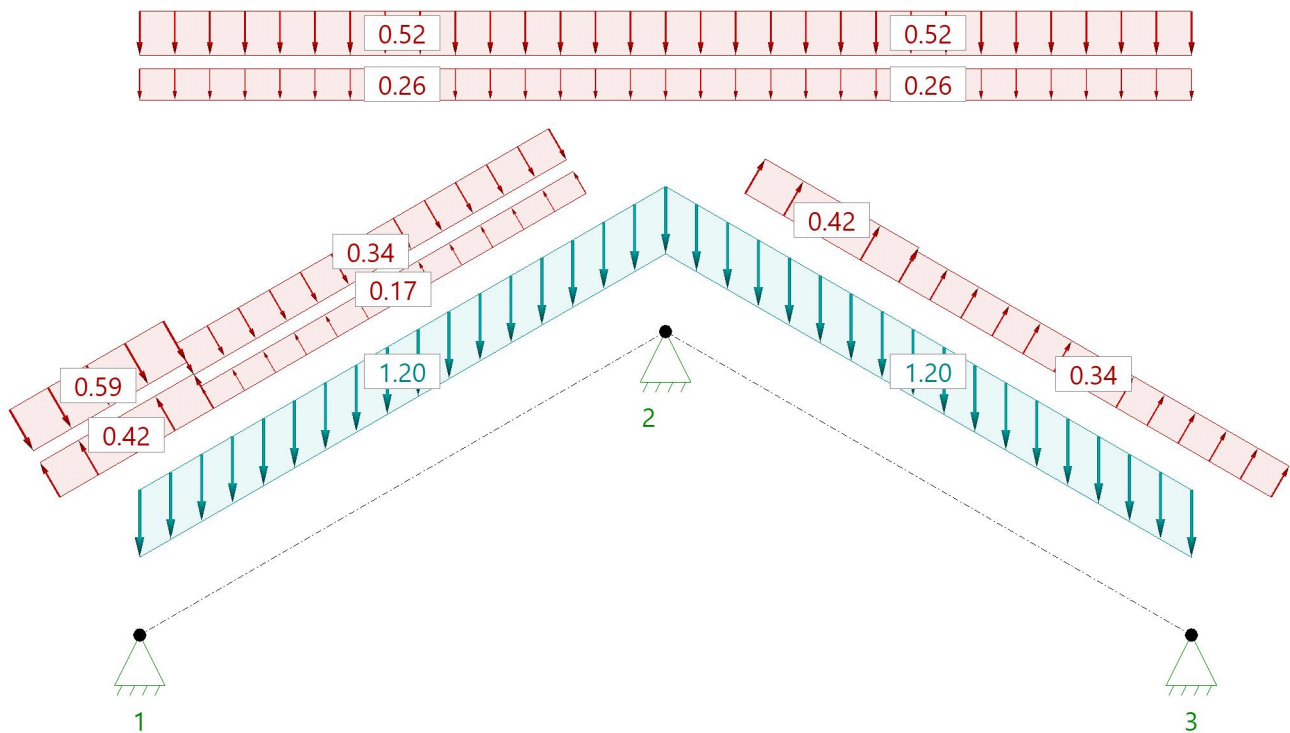
## Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse überdacht, offen; LF<85%; GLWF<20%, CC 2

## Systemgrafik



## Lastgrafik



**Material****Materialwerte Holz**

Nadelholz C24 gemäß EN 338:2016  $E_{0,mean} = 11000 \text{ N/mm}^2$   $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$   
 $G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$

**Materialkennwerte**

| $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>N/mm <sup>2</sup> | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>kg/m <sup>3</sup> | $\gamma$<br>kN/m <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| 24.00<br>4.00                               | 14.50<br>21.00                                  | 0.40<br>2.50                                      | 11000<br>7400                                   | 370<br>247                                        | 690<br>460                                  | 350<br>420                                | 6.00                          |

**Geometrie****Pfettendach**

Sparrenabstand  $e = 75.0 \text{ cm}$  Gesamt-Firsthöhe  $h = 11.40 \text{ m}$   
Dachlänge  $b_{\text{Roof}} = 10.80 \text{ m}$  Gebäudelänge  $b_{\text{Wall}} = 10.80 \text{ m}$

**Sparren**

| Feld            | Länge Gfl<br>[m] | Länge Dfl<br>[m] | Seite  | Neigung<br>[°] | Querschnitt<br>[cm] |
|-----------------|------------------|------------------|--------|----------------|---------------------|
| 1               | 3.70             | 4.27             | links  | 30.0           | 8.0/20.0            |
| 1               | 3.70             | 4.27             | rechts | 30.0           | 8.0/20.0            |
| mit Firstgelenk |                  |                  |        |                |                     |

**Auflager**

| Nr | Bauteil                       | Cx<br>[kN/m] | Cz<br>[kN/m] | Kervertiefe t<br>[cm] |
|----|-------------------------------|--------------|--------------|-----------------------|
| 1  | Sparren links                 | Starr        | Starr        | 0.0                   |
| 2  | Sparren links, Sparren rechts | Starr        | Starr        | 0.0                   |
| 3  | Sparren rechts                | Starr        | Starr        | 0.0                   |

**Kipp-/Knicklängen****Sparren links**

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90\*L  
Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten  
Kippen: kontinuierlich gehalten

**Sparren rechts**

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90\*L  
Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten  
Kippen: kontinuierlich gehalten

**Berechnungsregeln**

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.  
Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.  
Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.  
Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.  
Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.  
Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.  
Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.  
Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.  
 $k_{mod}$  wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.  
Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich  
Dachnutzlasten der Kategorie H werden nicht berücksichtigt.



**Lasten****Lastvorwerte****Sparren**

Dacheindeckung  $g_1 = 1.20 \text{ kN/m}^2$  EW = 99  
 Konstruktion  $g_2 = 0.00 \text{ kN/m}^2$   
 Dachausbau  $g_3 = 0.00 \text{ kN/m}^2$   
 Ausbau unten  $g_u = 0.00 \text{ kN/m}^2$   
 mit Eigengewicht der Bauteile,  $\gamma = 6.00 \text{ kN/m}^3$   
 ohne Dachnutzlasten der Kategorie H

**Randbedingungen**

Gesamt-Firsthöhe  $h = 11.40 \text{ m}$   
 Dachlänge  $b_{\text{Roof}} = 10.80 \text{ m}$   
 Gebäudelänge  $b_{\text{Wall}} = 10.80 \text{ m}$

**Schnee/Windlasten**

Gemeinde 590\*\* Hamm in Nordrhein-Westfalen

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N = 72 m

Gelände Kategorie II

Höhe für  $q$   $h = 11.40 \text{ m}$   
 Geschwindigkeitsdruck  $q(h) = 0.85 \text{ kN/m}^2$

Windzone 2

Basiswindgeschwindigkeit  $v_{b0} = 25.00 \text{ m/s}$   
 Basisgeschwindigkeitsdruck  $q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$

Bodenschneelast  $s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$   
 Formbeiwert  $\mu = 0.80$

Schneezone 1

 $C_t = 1.000$  $C_e = 1.000$ Beiwert außergew.  $C_{esl} = 2.300$ **Hilfswerte**

Winddruckbezugsfläche  $A_{ref} = 10.00 \text{ m}^2$   
 Windreferenzlänge (Dach)  $e_0 = 10.80 \text{ m}$   
 Windreferenzlänge (Wand)  $e_0 = 10.80 \text{ m}$

 $e_{90} = 7.40 \text{ m}$  $e_{90} = 7.40 \text{ m}$  $h/d = 1.541$  $h/b = 1.056$  $d/b = 0.685$ für giebelseitige Anströmung:  $h/d = 1.056$  $h/b = 1.541$  $d/b = 1.459$ **Klassifizierung der Einwirkungen**

| Nr | Name              | $\gamma_{sup}$ | $\gamma_{inf}$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | KLED           |
|----|-------------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------------|
| 99 | ständig           | 1.35           | 1.00           | 1.00     | 1.00     | 1.00     | ständig        |
| 9  | Windlasten        | 1.50           | 0.00           | 0.60     | 0.20     | 0.00     | kurz/sehr kurz |
| 10 | Schnee H < 1000 m | 1.50           | 0.00           | 0.50     | 0.20     | 0.00     | kurz           |

**Lastwerte****Schneelasten**

| Name                                        | Seite  | $\mu$ |      |      | Lastwert | (nach Norm) |                 |
|---------------------------------------------|--------|-------|------|------|----------|-------------|-----------------|
| Dachlast                                    | links  | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | $\text{kN/m}^2$ |
| Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle) | links  | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | $\text{kN/m}^2$ |
| Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)   | links  | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.26     | 0.26        | $\text{kN/m}^2$ |
| Dachlast                                    | rechts | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | $\text{kN/m}^2$ |
| Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle) | rechts | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.52     | 0.52        | $\text{kN/m}^2$ |
| Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)   | rechts | 0.80  | 0.00 | 0.00 | 0.26     | 0.26        | $\text{kN/m}^2$ |

**Windlasten**

| Name | Seite      | $cp+$ | $cp-$ | Druck<br>[ $\text{kN/m}^2$ ] | Sog<br>[ $\text{kN/m}^2$ ] | Druck (Norm)<br>[ $\text{kN/m}^2$ ] | Sog (Norm)<br>[ $\text{kN/m}^2$ ] |
|------|------------|-------|-------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| F    | von links  | 0.70  | -0.50 | 0.59                         | -0.42                      | 0.59                                | -0.42                             |
| G    | von links  | 0.70  | -0.50 | 0.59                         | -0.42                      | 0.59                                | -0.42                             |
| H    | von links  | 0.40  | -0.20 | 0.34                         | -0.17                      | 0.34                                | -0.17                             |
| I    | von links  | 0.00  | -0.40 | 0.00                         | -0.34                      | 0.00                                | -0.34                             |
| J    | von links  | 0.00  | -0.50 | 0.00                         | -0.42                      | 0.00                                | -0.42                             |
| D    | von links  | 0.80  | 0.00  | 0.68                         | 0.00                       | 0.68                                | 0.00                              |
| E    | von links  | 0.00  | -0.50 | 0.00                         | -0.42                      | 0.00                                | -0.42                             |
| I    | von rechts | 0.00  | -0.40 | 0.00                         | -0.34                      | 0.00                                | -0.34                             |

| Name | Seite      | cp+  | cp-   | Druck<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Sog<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Druck (Norm)<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Sog (Norm)<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|------|------------|------|-------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| J    | von rechts | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |
| F    | von rechts | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| G    | von rechts | 0.70 | -0.50 | 0.59                          | -0.42                       | 0.59                                 | -0.42                              |
| H    | von rechts | 0.40 | -0.20 | 0.34                          | -0.17                       | 0.34                                 | -0.17                              |
| D    | von rechts | 0.80 | 0.00  | 0.68                          | 0.00                        | 0.68                                 | 0.00                               |
| E    | von rechts | 0.00 | -0.50 | 0.00                          | -0.42                       | 0.00                                 | -0.42                              |

## Kombinationen

### Lastfallkombinationen

| Nr | Name                                   |                  | Sit               | KLED           |
|----|----------------------------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 1  | 1,35*g                                 | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 1 <sup>3</sup> |
| 5  | 1,35*g+1,50*(wrLuv+)+(wrLee+)          | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 6  | 1,35*g+1,50*(wrLuv+)+(wrLee-)          | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 9  | 1,35*g+1,50*s+0,90*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 15 | 1,35*g+1,50*s+0,90*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 16 | 1,35*g+0,75*s+1,50*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 17 | 1,35*g+1,50*s+0,90*(wrLuv+)+(wrLee-)   | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 29 | 1,35*g+0,75*sDI+1,50*(wrLuv+)+(wrLee-) | GZT <sup>1</sup> | p/t <sup>2</sup>  | 6 <sup>4</sup> |
| 39 | 1,00*g                                 | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 1 <sup>3</sup> |
| 40 | 1,00*g+1,00*(wlLuv+)+(wlLee+)          | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 43 | 1,00*g+1,00*(wrLuv+)+(wrLee+)          | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 46 | 1,00*g+1,00*s                          | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 4 <sup>7</sup> |
| 47 | 1,00*g+1,00*s+0,60*(wlLuv+)+(wlLee+)   | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 6 <sup>4</sup> |
| 53 | 1,00*g+1,00*s+0,60*(wrLuv+)+(wrLee+)   | GZG <sup>5</sup> | char <sup>6</sup> | 6 <sup>4</sup> |

Die Zuordnung der Lastfallkurznamen kann der Tabelle der Lastfälle entnommen werden.

Es wurden nicht alle Kombinationen gebildet. Siehe dazu Einstellungen unter Berechnungsregeln.

- 1 : GZT=Bauteilversagen
- 2 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 3 : Klasse der Lasteinwirkungs-dauer:1=ständig
- 4 : Klasse der Lasteinwirkungs-dauer:6=kurz/sehr kurz
- 5 : GZG=Gebrauchstauglichkeit
- 6 : char=characteristic (Charakteristische Situation)
- 7 : Klasse der Lasteinwirkungs-dauer:4=kurz

## Ergebnisse

### Sparren links 8.0/20.0 e = 75.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

### Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

| Kombi | Sit              | Nachweis          | N <sub>x,d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | σ <sub>n,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η                       | S <sub>ky</sub><br>[m] | S <sub>kz</sub><br>[m] | S <sub>b</sub><br>[m] |
|-------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Feld)   | 0.0                      | 2.66                      | 0.0                      | 0.00                                     | 4.98                                       |                                        | <b>0.45</b>             |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Stütze) | 1.4                      | 0.00                      | -2.5                     | 0.09                                     | 0.00                                       |                                        | <b>0.01</b>             |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Stabilität        | -1.4                     | 2.66                      | 0.0                      | -0.09                                    | 4.98                                       |                                        | <b>0.46<sup>2</sup></b> | 1.97                   | 0.00                   | 0.00                  |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Schub             | 1.4                      | 0.00                      | -2.5                     |                                          |                                            | -0.23                                  | <b>0.25</b>             |                        |                        |                       |

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 2 : S<sub>ky</sub>=1.97 m, S<sub>kz</sub>=0.00 m, S<sub>b</sub>=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

| Kombi | Nachweis          |   | Stab   | x<br>[m] | W <sub>G,inst</sub><br>[cm] | W <sub>G,fin</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,char</sub><br>[cm] | W <sub>Q,inst,qprm</sub><br>[cm] | W <sub>Q,fin</sub><br>[cm] | W <sub>tot</sub><br>[cm] |   | W <sub>lim</sub><br>[cm] | L/.. | η           |
|-------|-------------------|---|--------|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---|--------------------------|------|-------------|
| 47    | W <sub>inst</sub> | 1 | lokal  | 1        | 2.14                        | 0.6                        | 0.3                              |                                  |                            | 0.9                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.65</b> |
| 47    | W <sub>inst</sub> | 1 | gesamt | 1        | 2.14                        | 0.6                        | 0.3                              |                                  |                            | 0.9                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.65</b> |
| 39    | W <sub>net</sub>  | 2 | lokal  | 1        | 2.14                        | (0.6)                      | 1.1                              | (0.0)                            | 0.0                        | 1.1                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.81</b> |
| 39    | W <sub>net</sub>  | 2 | gesamt | 1        | 2.14                        | (0.6)                      | 1.1                              | (0.0)                            | 0.0                        | 1.1                      | < | 1.4                      | 300  | <b>0.81</b> |
| 47    | W <sub>fin</sub>  | 3 | lokal  | 1        | 2.14                        | (0.6)                      | 1.1                              | (0.3)                            | 0.3                        | 1.4                      | < | 2.1                      | 200  | <b>0.67</b> |
| 47    | W <sub>fin</sub>  | 3 | gesamt | 1        | 2.14                        | (0.6)                      | 1.1                              | (0.3)                            | 0.3                        | 1.4                      | < | 2.1                      | 200  | <b>0.67</b> |

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W<sub>inst</sub> = W<sub>G,inst</sub> + W<sub>Q,inst,char</sub>  
 2 : W<sub>net</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,qprm</sub> - W<sub>c</sub>  
 3 : W<sub>fin</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,char</sub>

### Sparren rechts 8.0/20.0 e = 75.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

#### Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

| Kombi | Sit              | Nachweis          | N <sub>x,d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | V <sub>z,d</sub><br>[kN] | σ <sub>n,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>m,y,d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | τ <sub>d</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | η                       | Sk <sub>y</sub><br>[m] | Sk <sub>z</sub><br>[m] | S <sub>b</sub><br>[m] |
|-------|------------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Feld)   | 0.0                      | 2.66                      | 0.0                      | 0.00                                     | 4.98                                       |                                        | <b>0.45</b>             |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Spannung (Stütze) | 1.4                      | 0.00                      | 2.5                      | 0.09                                     | 0.00                                       |                                        | <b>0.01</b>             |                        |                        |                       |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Stabilität        | -1.4                     | 2.66                      | 0.0                      | -0.09                                    | 4.98                                       |                                        | <b>0.46<sup>2</sup></b> | 1.97                   | 0.00                   | 0.00                  |
| 1     | p/t <sup>1</sup> | Schub             | -1.4                     | 0.00                      | -2.5                     |                                          |                                            | -0.23                                  | <b>0.25</b>             |                        |                        |                       |

Die Zusammensetzung der Lastfallkombinationen kann der Tabelle der Lastfallkombinationen entnommen werden.

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)  
 2 : Sk<sub>y</sub>=1.97 m, Sk<sub>z</sub>=0.00 m, S<sub>b</sub>=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

| Kombi | Nachweis |   | Stab   | x<br>[m] | WG,inst<br>[cm] | WG,fin<br>[cm] | WQ,inst,char<br>[cm] | WQ,inst,qprm<br>[cm] | WQ,fin<br>[cm] | Wtot<br>[cm] |   | Wlim<br>[cm] | L/.. | η    |
|-------|----------|---|--------|----------|-----------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|--------------|---|--------------|------|------|
| 53    | Winst    | 1 | lokal  | 2        | 2.14            | 0.6            | 0.3                  |                      |                | 0.9          | < | 1.4          | 300  | 0.65 |
| 53    | Winst    | 1 | gesamt | 2        | 2.14            | 0.6            | 0.3                  |                      |                | 0.9          | < | 1.4          | 300  | 0.65 |
| 39    | Wnet     | 2 | lokal  | 2        | 2.14            | (0.6)          | 1.1                  | (0.0)                | 0.0            | 1.1          | < | 1.4          | 300  | 0.81 |
| 39    | Wnet     | 2 | gesamt | 2        | 2.14            | (0.6)          | 1.1                  | (0.0)                | 0.0            | 1.1          | < | 1.4          | 300  | 0.81 |
| 53    | Wfin     | 3 | lokal  | 2        | 2.14            | (0.6)          | 1.1                  | (0.3)                | 0.3            | 1.4          | < | 2.1          | 200  | 0.67 |
| 53    | Wfin     | 3 | gesamt | 2        | 2.14            | (0.6)          | 1.1                  | (0.3)                | 0.3            | 1.4          | < | 2.1          | 200  | 0.67 |

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Für den lokalen Durchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Stablängen von Stäben, die ohne Auflagerung miteinander verbunden sind, werden aufaddiert.

- 1 : W<sub>inst</sub> = W<sub>G,inst</sub> + W<sub>Q,inst,char</sub>  
 2 : W<sub>net</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,qprm</sub> - W<sub>c</sub>  
 3 : W<sub>fin</sub> = W<sub>G,fin</sub> + W<sub>Q,fin,char</sub>

### Auflager

#### Auflagerkräfte je Lastfall

| Lastfall        |            | Auflager 1<br>[kN/m] | Auflager 2<br>[kN/m] | Auflager 3<br>[kN/m] | Summe<br>[kN/m] |
|-----------------|------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| g               | vertikal   | 2.84                 | 5.67                 | 2.84                 | 17.02           |
|                 | horizontal | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00            |
| s               | vertikal   | 0.96                 | 1.92                 | 0.96                 | 5.77            |
|                 | horizontal | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00            |
| sDI             | vertikal   | 0.48                 | 1.44                 | 0.96                 | 4.33            |
|                 | horizontal | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00            |
| sDr             | vertikal   | 0.96                 | 1.44                 | 0.48                 | 4.33            |
|                 | horizontal | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00            |
| (wLuv+)+(wLee+) | vertikal   | 0.86                 | 0.67                 | 0.00                 | 2.19            |
|                 | horizontal | -0.50                | -0.38                | 0.00                 | -1.26           |
| (wLuv-)+(wLee-) | vertikal   | 0.86                 | -0.04                | -0.64                | 0.14            |
|                 | horizontal | -0.50                | -0.79                | -0.37                | -2.45           |
| (wLuv-)+(wLee+) | vertikal   | -0.55                | -0.35                | 0.00                 | -1.25           |

- ```

1 : Lastfälle:g
2 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee+)
3 : Lastfälle:(wRLuv+)+(wRLee-)
4 : Lastfälle:s
5 : Lastfälle:sDI
6 : Lastfälle:
7 : Lastfälle:(wRLuv+)+(wRLee+)
8 : Lastfälle:(wRLuv-)+(wRLee+)
9 : Lastfälle:(wLuv+)+(wLee-)
10 : Lastfälle:sDr

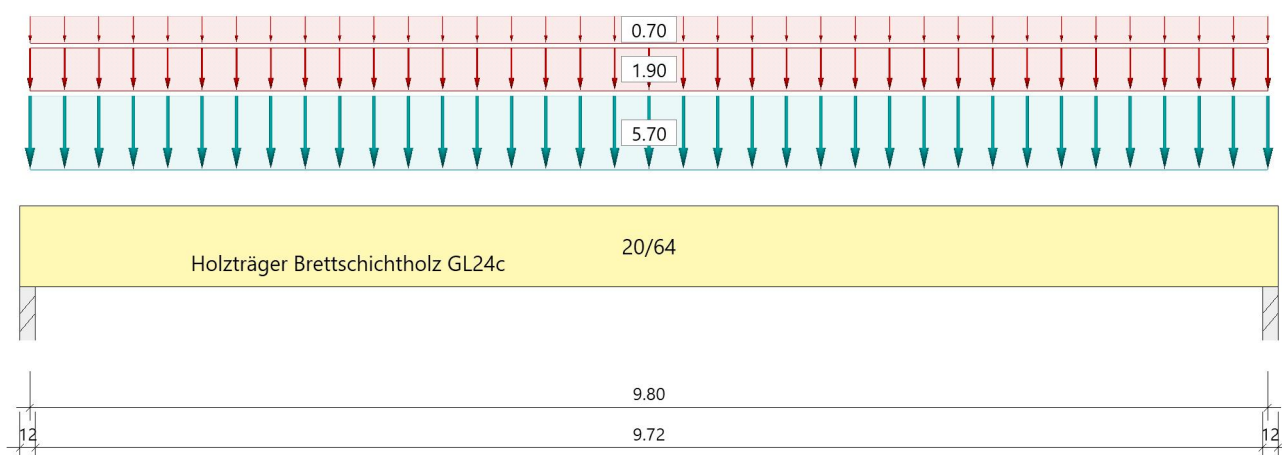
```

**Position: B.0.3**

Mehrfeldträger Holz (x64) HTM+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P03)

**Grundparameter**

Holzträger Brettschichtholz GL24c (flachkant) DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

**System****Systembild****Material****Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013**

| $f_{m,k}$<br>$f_{v,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,0,k}$<br>$f_{c,0,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{t,90,k}$<br>$f_{c,90,k}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{0,mean}$<br>$E_{0,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $E_{90,mean}$<br>$E_{90,05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $G_{mean}$<br>$G_{05}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\rho_k$<br>$\rho_m$<br>[kg/m <sup>3</sup> ] |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 24.00<br>3.50                                  | 17.00<br>21.50                                     | 0.50<br>2.50                                         | 11000<br>9100                                      | 300<br>250                                           | 650<br>540                                     | 365<br>400                                   |

$f_{m,k}$  : charakteristischer Wert der Biegefestigkeit  
 $f_{t,0,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{t,90,k}$  : charakteristischer Wert der Zugfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,mean}$  : Mittelwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{mean}$  : Mittelwert des Schubmoduls  
 $\rho_k$  : charakteristischer Wert der Rohdichte  
 $f_{v,k}$  : charakteristischer Wert der Schubfestigkeit  
 $f_{c,0,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit parallel zur Faser  
 $f_{c,90,k}$  : charakteristischer Wert der Druckfestigkeit senkrecht zur Faser  
 $E_{0,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls parallel zur Faser  
 $E_{90,05}$  : 5%-Fraktilwert des Elastizitätsmoduls senkrecht zur Faser  
 $G_{05}$  : 5%-Fraktilwert des Schubmoduls  
 $\rho_m$  : Mittelwert der Rohdichte

**Geometrie****Querschnitte**

| Name  | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 20/64 | 436907                      | 42667                       | 13653                       | 4267                        | 1280.0                    |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | Breite<br>[cm] | Tiefe<br>[cm] | $k_{c90}$ | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|----------------|---------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                |               |           |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | 12.0           | 20.0          | 1.75      | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 9.80     | 12.0           | 20.0          | 1.75      | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 9.80      |           | 5.70         |              | Nein               | ständig |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 9.80      |           | 1.90         |              | Ja                 | Schnee  |     |     |
|        | 3  | GL  |          | 9.80      |           | 0.70         |              | Ja                 | Wind    |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 502 kg mit  $\gamma = 4.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                 | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ | KLED           |
|-----------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|----------------|
| ständig                     |          |          |          | 1.00             | 1.35             |                |
| Windlasten                  | 0.60     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.50             | kurz/sehr kurz |
| Schnee $H < 1000 \text{ m}$ | 0.50     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.50             | kurz           |

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 ->  $K_{fi} = 1.0$  Tab. B3

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08                                          |
| Basis                               | : | EN 1995-1-1/A2:2014                                                 |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| KLED bei Wind                       | : | Mittelwert aus kurz und sehr kurz                                   |

|                     |               |                    |
|---------------------|---------------|--------------------|
| Nutzungsklasse      | 2             | : überdacht, offen |
| Schubspannungen     | =             | Tau mit red. Q     |
| Anfangsdurchbiegung | $w_{inst}$    | = $l/300$          |
| Enddurchbiegung     | $w_{net,fin}$ | = $l/300$          |
|                     | $w_{fin}$     | = $l/200$          |

**Zusammenfassung**

| Nachweis              | Bemessungssituation   | $\eta_{Biegung}$ | $\eta_{Schub}$ | $\eta_{c,90}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------|-----------------------|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit         | ständig/vorübergehend | 0.67             | 0.36           | 0.68          | 1)             |                     |
| Gebrauchstauglichkeit | charakteristisch      |                  |                |               |                | 0.86                |

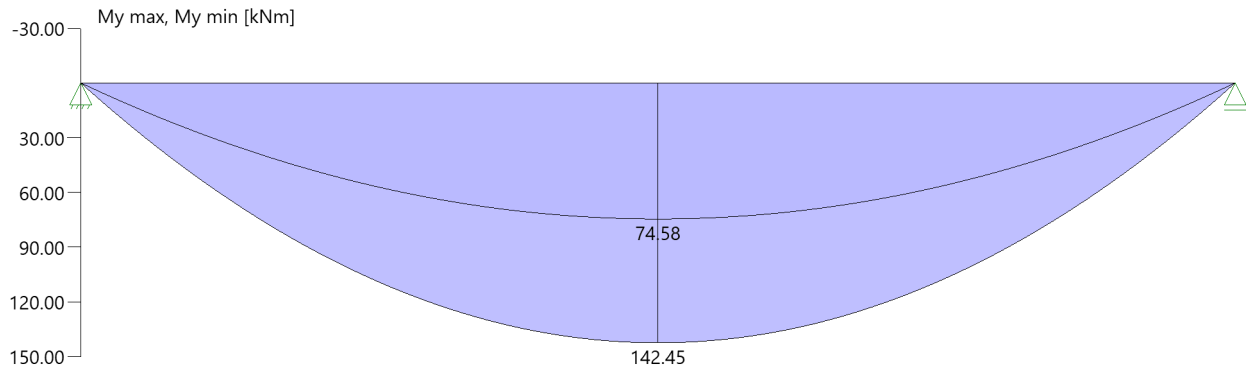
1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

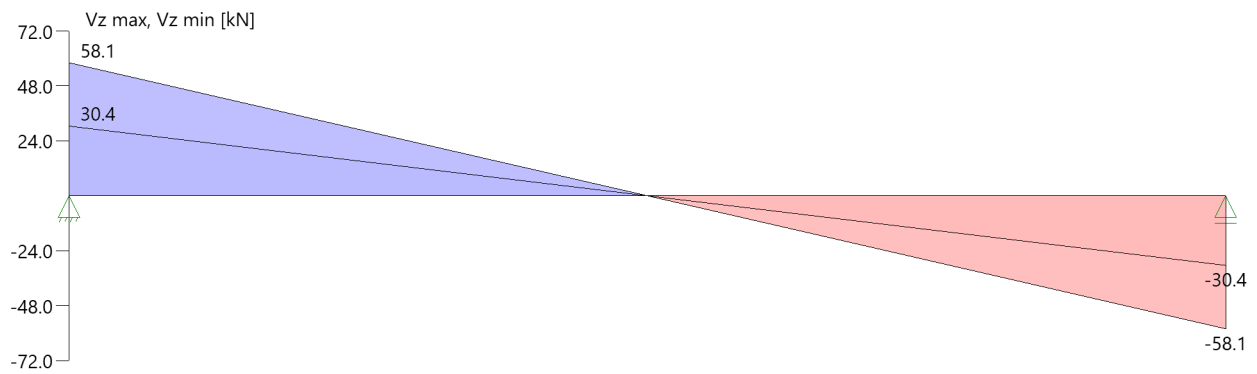
| Bemessungssituation   | Querschnitt | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{Schub}$ | $\eta_{Biegung}$ | $\eta_{Stabi}$ |
|-----------------------|-------------|--------------------|---------------------|----------------|------------------|----------------|
| ständig/vorübergehend | 20/64       | -35.4              | 100.68              | 0.36           | 0.67             |                |

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

## Umhüllende der Momente



## Umhüllende der Querkräfte

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x [m] | Einwirkung                                 | $R_{z,min}$ [kN/m] | $R_{z,max}$ [kN/m]    | $M_{y,min}$ [kNm/m] | $M_{y,max}$ [kNm/m] |
|----|-------|--------------------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | 0.00  | ständig<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 30.44              | 30.44<br>3.43<br>9.31 |                     |                     |
| 2  | 9.80  | ständig<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 30.44              | 30.44<br>3.43<br>9.31 |                     |                     |

## 2.2. Obergeschoss

### Position: B.1.1 - Stb.- Decke -

#### Ständig

---

aus Neubau Pos. 0.5.2 2,75 kN/m

Unterdecke + Installation 0,50 kN/m<sup>2</sup>

Das Eigengewicht der Platte wird programmintern berücksichtigt!

#### Veränderlich

---

aus Neubau Pos. 0.5.2 Wind 0,3 kN/m

Schnee 1,25 kN/m

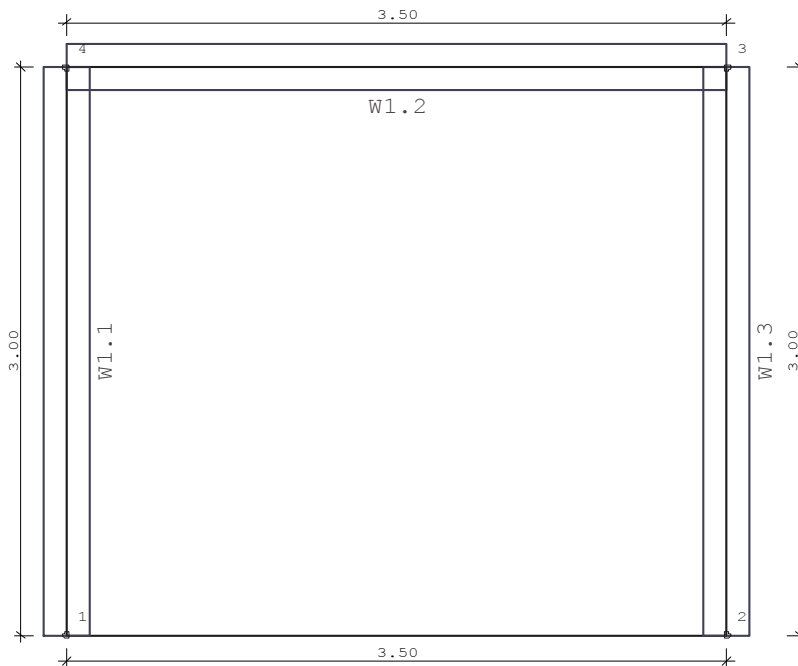


**Position: B.1.1 - Stb.-Decke -**

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**System****Grundriss**

Maßstab 1 : 40

**Übersicht**

|               |           |
|---------------|-----------|
| Plattendicke  | 18.0 [cm] |
| Bettungsmodul | 0 [kN/m³] |
| Systempunkte  | 4         |
| Wandzüge      | 1         |

**Material**

|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| Beton                            | C 25/30                  |
| E-Modul                          | 3100 [kN/cm²]            |
| Querdehnzahl                     | 0.20                     |
| Spezifisches Gewicht             | 25 [kN/m³]               |
| Temperaturausdehnungskoeffizient | 1.0e-05 [1/Grad]         |
| Bewehrungsstahl                  | B500A                    |
| Bewehrungslagen, oben            | d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm] |
| Bewehrungslagen, unten           | d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm] |

**Bemessung: Einstellungen**

Norm DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

**Global vorgegebene Längsbewehrung**

- Platte

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| oben as-1 : 1.88  | as-2 : 1.88 [cm²/m] |
| unten as-1 : 1.88 | as-2 : 1.88 [cm²/m] |

- Unter-/Überzüge

|       |           |
|-------|-----------|
| oben  | 4.0 [cm²] |
| unten | 4.0 [cm²] |

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit  
den  $k_z$ -Werten aus der Biegebemessung

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und  
der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

**FE-Eigenschaften**

FE-Netz

Viereck-Elemente  
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten

56

Anzahl der Elemente

42

Durchschnittliche Elementgröße

50 [cm]

Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte

1.0

Berücksichtigung der Schubverformung der Platte

NEIN

Berechnung der Element-Ergebnisse an den

Mittelpunkten der Element-Seiten

**Systempunkte**

| Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] | Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] |
|-------|----------|----------|-------|----------|----------|
| 1     | 0.000    | -1.500   | 2     | 3.500    | -1.500   |
| 3     | 3.500    | 1.500    | 4     | 0.000    | 1.500    |

**Platte**

| Kante | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] |
|-------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| 1     | 1            | 2            |               |                |                |
| 2     | 2            | 3            |               |                |                |
| 3     | 3            | 4            |               |                |                |
| 4     | 4            | 1            |               |                |                |

**Wände****Eigenschaften**

| Nummer | Dicke<br>[cm] | Länge<br>[m] | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] | Material         |
|--------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 1.1    | 24.0          | 3.000        | 1            | 4            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.2    | 24.0          | 3.500        | 4            | 3            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.3    | 24.0          | 3.000        | 2            | 3            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |

**Lagerbedingungen (pro lfd Meter)**

| Nummer | Zug-<br>feder-<br>Ausfall | Verschiebung<br>Vertikal<br>[kN/m] | Verdrehung<br>Um Wandachse<br>[kNm/rad] | Verdrehung<br>Um senkr. Achse<br>[kNm/rad] |
|--------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.1    | NEIN                      | 264000                             | frei                                    | frei                                       |
| 1.2    | NEIN                      | 264000                             | frei                                    | frei                                       |
| 1.3    | NEIN                      | 264000                             | frei                                    | frei                                       |

## Lastfall 1 "Ständige Last, Unterdecke + Installation"

### Übersicht

|                                                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Art                                                                             | ständig |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | JA      |
| Einwirkung                                                                      | ständig |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.35    |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50    |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15    |
| Lastpunkte                                                                      | 4       |
| Punktlasten                                                                     | 0       |
| Linienlasten                                                                    | 0       |
| Flächenlasten                                                                   | 1       |
| Temperaturlasten                                                                | 0       |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 5 [kN]  |
| Anteil auf der Platte                                                           |         |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen                    | 47 [kN] |
| Summe aller Lasten                                                              | 52 [kN] |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 53 [kN] |

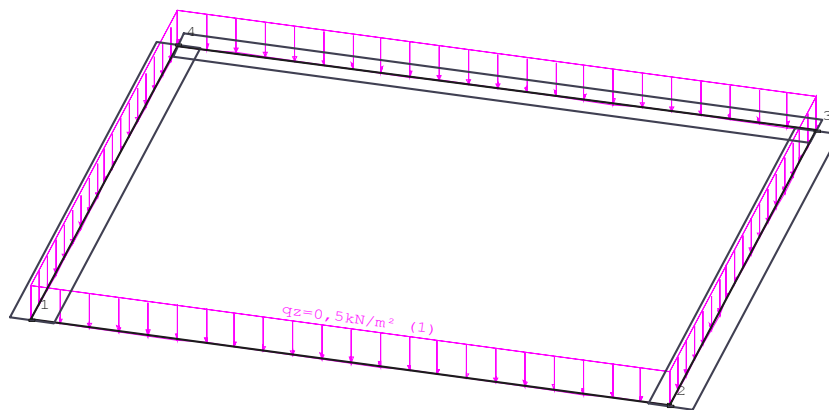
### HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

### Lastfall 1 "Ständige Last, Unterdecke + Installation"

#### Flächenlasten

Maßstab 1 : 40



## Lastfall 2 "Eigengewicht aus Sparrenauflager"

### Übersicht

|                                                                                    |         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Art                                                                                | ständig |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen<br>und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN    |
| Einwirkung                                                                         | ständig |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                                  | 1.35    |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                       | 1.50    |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                       | 1.15    |
| Lastpunkte                                                                         | 2       |
| Punktlasten                                                                        | 0       |
| Linienlasten                                                                       | 1       |
| Flächenlasten                                                                      | 0       |
| Temperaturlasten                                                                   | 0       |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                      | 10 [kN] |
| Anteil auf der Platte                                                              |         |
| Summe der Auflagerkräfte                                                           | 10 [kN] |

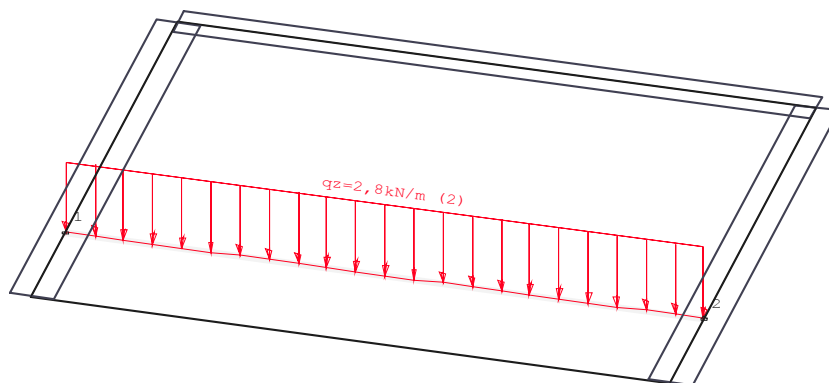
### HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

## Lastfall 2 "Eigengewicht aus Sparrenauflager"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 40



**Lastfall 3 "Wind aus Sparrenauflager"****Übersicht**

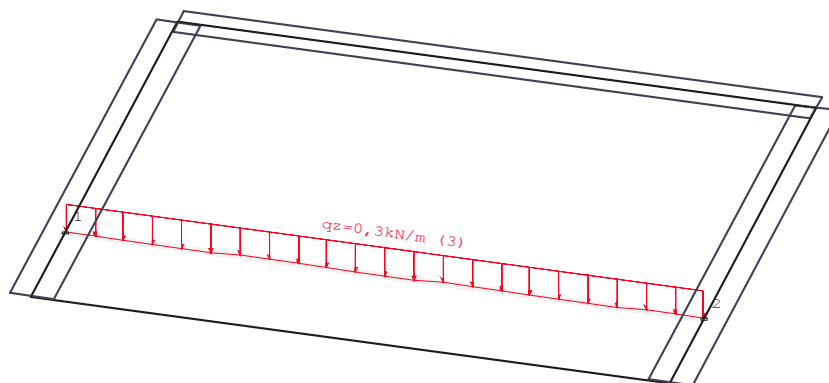
|                                                                                 |               |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Art                                                                             | nicht ständig |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN          |
| Einwirkung                                                                      | Windlasten    |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50          |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50          |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15          |
| Lastpunkte                                                                      | 2             |
| Punktlasten                                                                     | 0             |
| Linienlasten                                                                    | 1             |
| Flächenlasten                                                                   | 0             |
| Temperaturlasten                                                                | 0             |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 1 [kN]        |
| Anteil auf der Platte                                                           |               |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 1 [kN]        |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 3 "Wind aus Sparrenauflager"****Linienlasten**

Maßstab 1 : 40



**Lastfall 4 "Schnee aus Sparrenauflager"****Übersicht**

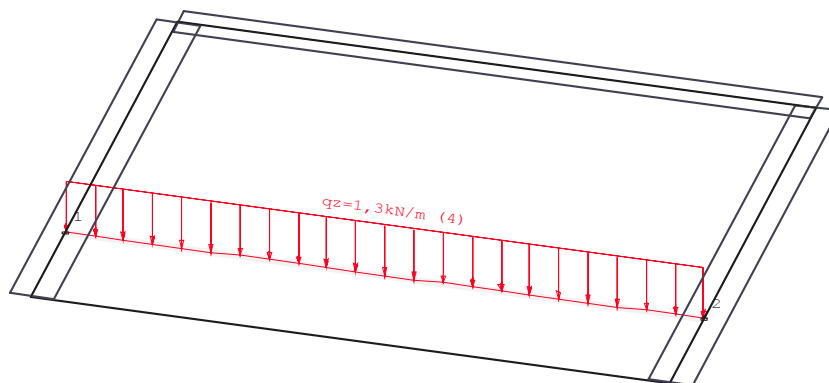
|                                                                                 |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Art                                                                             | nicht ständig     |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN              |
| Einwirkung                                                                      | Schnee H < 1000 m |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50              |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50              |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15              |
| Lastpunkte                                                                      | 2                 |
| Punktlasten                                                                     | 0                 |
| Linienlasten                                                                    | 1                 |
| Flächenlasten                                                                   | 0                 |
| Temperaturlasten                                                                | 0                 |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 5 [kN]            |
| Anteil auf der Platte                                                           |                   |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 5 [kN]            |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 4 "Schnee aus Sparrenauflager"****Linienlasten**

Maßstab 1 : 40

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

| Nummer | Lastfall           | Art           | Mit Eigen-<br>gewicht | Einwirkung          |                   | Alter-<br>nativ-<br>gruppe |
|--------|--------------------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|
|        |                    |               |                       | Kurz<br>Bezeichnung | Name              |                            |
| 1      | Ständige Last, ... | ständig       | ja                    | g                   | ständig           | -                          |
| 2      | Eigengewicht au... | ständig       | nein                  | g                   | ständig           | -                          |
| 3      | Wind aus Sparre... | nicht ständig | nein                  | 9                   | Windlasten        | 0                          |
| 4      | Schnee aus Spar... | nicht ständig | nein                  | 10                  | Schnee H < 1000 m | 0                          |

**Beteiligte Einwirkungen**

| Nummer | Kurz<br>Bezeichnung | Name              | Art           | Teilsicherheit |      | Kombination |                  |
|--------|---------------------|-------------------|---------------|----------------|------|-------------|------------------|
|        |                     |                   |               | sup            | inf  | leitend     | nicht<br>leitend |
| 1      | g                   | ständig           | ständig       | 1.35           | 1.00 | 1.00        | 1.00             |
| 2      | 9                   | Windlasten        | nicht ständig | 1.50           | 0.00 | 1.00        | 0.60             |
| 3      | 10                  | Schnee H < 1000 m | nicht ständig | 1.50           | 0.00 | 1.00        | 0.50             |

Teilsicherheitsbeiwert Beton

1.50

Teilsicherheitsbeiwert Stahl

1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter

Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte

ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 40

|      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.85 | 0.96 | 0.81 | 0.53 | 0.81 | 0.96 | 0.85 |
| 0.92 | 0.87 | 0.67 | 0.36 | 0.67 | 0.87 | 0.92 |
| 1.02 | 1.15 | 1.12 | 0.90 | 1.12 | 1.15 | 1.02 |
| 0.96 | 0.91 | 0.80 | 0.56 | 0.80 | 0.91 | 0.96 |
| 1.14 | 1.31 | 1.38 | 1.23 | 1.38 | 1.31 | 1.14 |
| 0.92 | 0.88 | 0.82 | 0.63 | 0.82 | 0.88 | 0.92 |
| 1.22 | 1.49 | 1.60 | 1.50 | 1.60 | 1.49 | 1.22 |
| 0.77 | 0.82 | 0.78 | 0.64 | 0.78 | 0.82 | 0.77 |
| 1.28 | 1.64 | 1.76 | 1.71 | 1.76 | 1.64 | 1.28 |
| 0.63 | 0.75 | 0.71 | 0.57 | 0.71 | 0.75 | 0.63 |
| 1.24 | 1.75 | 1.91 | 1.87 | 1.91 | 1.75 | 1.24 |
| 0.60 | 0.61 | 0.57 | 0.41 | 0.57 | 0.61 | 0.60 |

2  
1

max as-1: 1.91 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 0.96 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 40

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2 max as-1: 0.03 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
 max as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
 1 Global vorgegebene Längsbewehrung  
 oben as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 unten as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
 - Querkraftnachweis

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 40

|  |      |      |      |  |      |      |      |
|--|------|------|------|--|------|------|------|
|  | 0.50 | 0.41 | 0.23 |  | 0.23 | 0.41 | 0.50 |
|  | 0.55 | 0.61 | 0.34 |  | 0.34 | 0.61 | 0.55 |
|  | 0.66 | 0.28 |      |  |      | 0.28 | 0.66 |
|  | 0.59 | 0.43 | 0.16 |  | 0.16 | 0.43 | 0.59 |
|  | 0.61 | 0.15 |      |  |      | 0.15 | 0.61 |
|  | 0.64 | 0.40 |      |  |      | 0.40 | 0.64 |
|  | 0.53 |      |      |  |      |      | 0.53 |
|  | 0.62 | 0.34 |      |  |      | 0.34 | 0.62 |
|  | 0.45 |      |      |  |      |      | 0.45 |
|  | 0.64 | 0.17 |      |  |      | 0.17 | 0.64 |
|  | 0.26 |      |      |  |      |      | 0.26 |
|  | 0.49 | 0.17 |      |  |      | 0.17 | 0.49 |

2 max as-1: 0.66 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
 max as-2: 0.64 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
 1 Global vorgegebene Längsbewehrung  
 oben as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 unten as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
 wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
 - Querkraftnachweis



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 40

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2 max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)  
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)  
1 Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]  
unten as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]  
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 40

|  |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--|------|------|------|------|------|------|------|--|
|  | 0.04 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.04 |  |
|  |      |      |      |      |      |      |      |  |
|  | 0.09 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.09 |  |
|  | 0.12 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.12 |  |
|  | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.16 |  |
|  | 0.19 | 0.11 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.11 | 0.19 |  |
|  | 0.21 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.21 |  |

2 max as-B: 0 [cm²/m²]  
Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]  
1 unten as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]  
Maßstab 1 : 40

|  |      |      |      |      |      |      |      |  |
|--|------|------|------|------|------|------|------|--|
|  | 0.04 | 0.10 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.10 | 0.04 |  |
|  | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |  |
|  | 0.09 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.09 |  |
|  | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |  |
|  | 0.12 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.12 |  |
|  | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 |  |
|  | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.16 |  |
|  | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.04 |  |
|  | 0.19 | 0.11 | 0.05 | 0.01 | 0.05 | 0.11 | 0.19 |  |
|  | 0.04 | 0.02 | 0.01 |      | 0.01 | 0.02 | 0.04 |  |
|  | 0.21 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.21 |  |
|  | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.05 |  |

2  
1  
max as-B: 0 [cm²/m²]  
Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]  
unten as-1: 1.88 [cm²/m]  
as-2: 1.88 [cm²/m]

**Position: B.1.2 - Stahlträger -**
**Ständig**

|            |                                                                   |                |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| aus Pos. 4 | <u>Eigengewicht</u>                                               |                |            |
|            | $g_k = 0,18 \text{ m} * 4,55 \text{ m} * 0,5 * 25 \text{ kN/m}^3$ | =              | 10,24 kN/m |
|            | <u>Belag + Putz</u>                                               |                |            |
|            | $g_k = 4,55 \text{ m} * 0,50 * 1,00 \text{ kN/m}^2$               | =              | 2,28 kN/m  |
| Dachlast   | <u>gem. Bemessung Pos. 5/8, Bestandsstatik</u>                    |                |            |
|            | Eigengewicht + Aufbau                                             |                |            |
|            | Anteilig: $56/128 \text{ (kg/m}^2\text{)} * 0,743 \text{ t/m}$    |                | 3,25 kN/m  |
|            |                                                                   | $\Sigma g_k =$ | 15,80 kN/m |

**Veränderlich**

|            |                                                                |         |           |
|------------|----------------------------------------------------------------|---------|-----------|
| aus Pos. 4 | <u>gem. Bemessung Pos. 5/8, Bestandsstatik</u>                 |         |           |
|            | Nutzlast $0,5 * 4,55 * 1,5$                                    | $q_k =$ | 3,4 kN/m  |
| Dachlast   | <u>gem. Bemessung Pos. 5/8, Bestandsstatik</u>                 |         |           |
|            | Wind                                                           |         |           |
|            | Anteilig: $16/128 \text{ (kg/m}^2\text{)} * 0,743 \text{ t/m}$ | $w_k =$ | 1,00 kN/m |
|            | Schnee                                                         |         |           |
|            | Anteilig: $56/128 \text{ (kg/m}^2\text{)} * 0,743 \text{ t/m}$ | $s_k =$ | 3,25 kN/m |

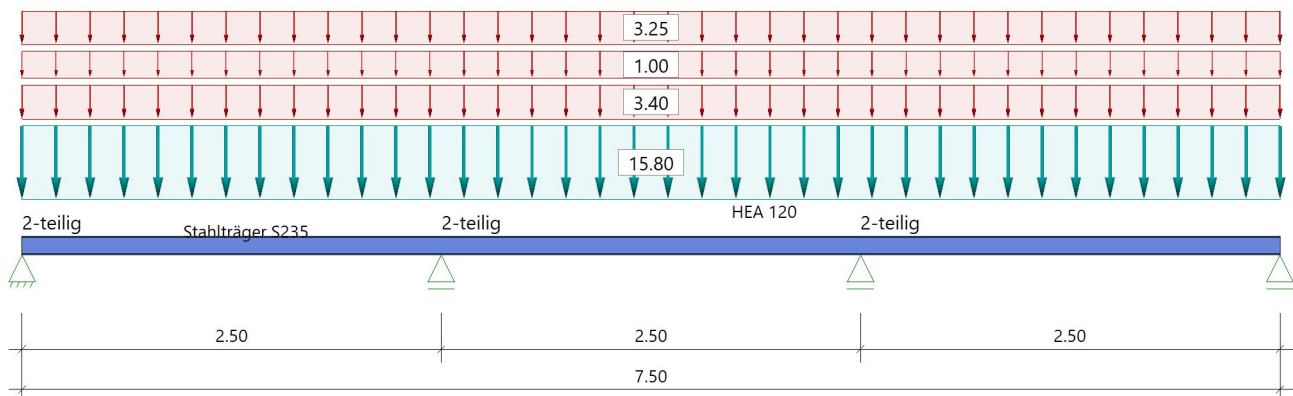
**Position: B.1.2 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P06)

**Grundparameter**

Stahlträger über 3 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name    | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEA 120 | 606                         | 231                         | 106                         | 38                          | 25.3                    |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 2.50         | HEA 120     | x 2        |
| 2    | 2.50         | HEA 120     | x 2        |
| 3    | 2.50         | HEA 120     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 2.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |
| 3  | 5.00     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |
| 4  | 7.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

## Lasten

### Streckenlasten

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 7.50      |           | 15.80        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 7.50      |           | 3.40         |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3  | GL  |          | 7.50      |           | 1.00         |              | Ja                 | Wind    |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4  | GL  |          | 7.50      |           | 3.25         |              | Ja                 | Schnee  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

### Eigengewicht

Gesamtgewicht = 298 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen

#### Einwirkungen

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig                                                                 |          |          |          | 1.00             | 1.35             |
| Kat. A: Wohngebäude                                                     | 0.70     | 0.50     | 0.30     |                  | 1.50             |
| Windlasten                                                              | 0.60     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.50             |
| Schnee $H < 1000 \text{ m}$                                             | 0.50     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.50             |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

## Ergebnisse

### Bemessungsparameter

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/300$                                                |

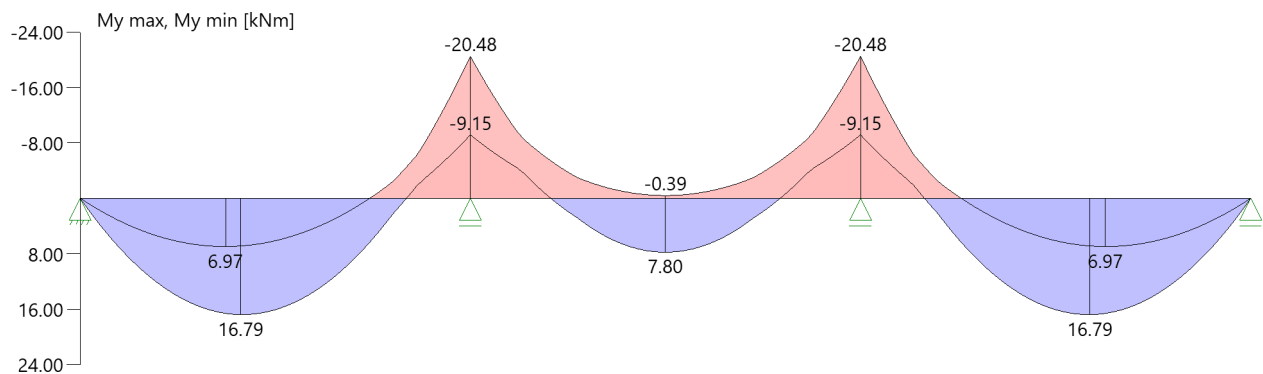
### Zusammenfassung

| Nachweis              | Bemessungssituation   | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit         | ständig/vorübergehend | 0.36        | 0.42           |                     |
| Gebrauchstauglichkeit | charakteristisch      |             |                | 0.32                |

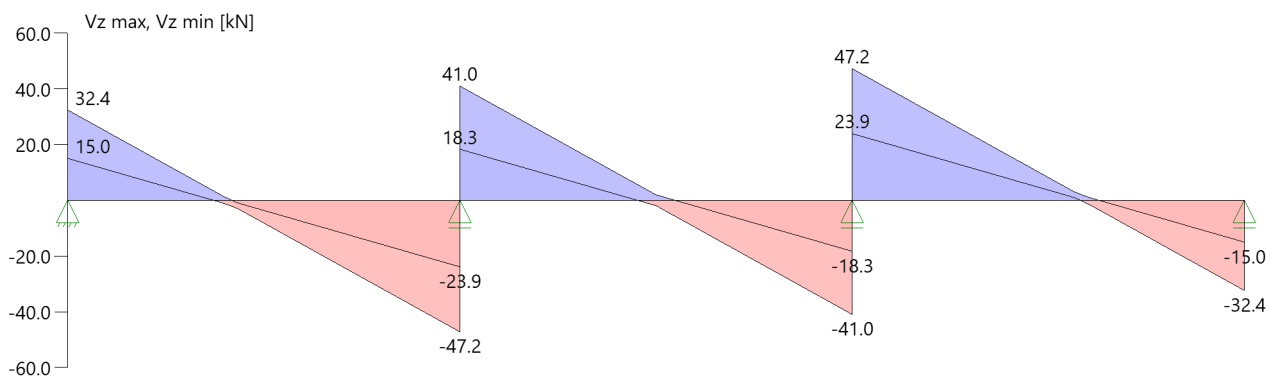
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Querschnittstragfähigkeit

#### Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.2) $\gamma_{M0} = 1,00$

| Feld   | x<br>[m] | Qkl | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $\eta_{Vz}$ | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{My}$ | $\eta$ | Lk |
|--------|----------|-----|--------------------|-------------|---------------------|-------------|--------|----|
| Feld 1 | 0.00     | 1   | 16.2               | 0.14        | 0.00                | 0.00        | 0.14   | 1  |
|        | 0.92     | 1   | 1.8                | 0.02        | 8.29                | 0.29        | 0.29   | 1  |
|        | 1.05     | 1   | -0.2               | 0.00        | 8.40                | 0.30        | 0.30   | 1  |
|        | 2.50     | 1   | -23.6              | 0.21        | -10.24              | 0.36        | 0.36   | 4  |
| Feld 2 | 2.50     | 1   | 20.5               | 0.18        | -10.24              | 0.36        | 0.36   | 4  |
|        | 3.03     | 1   | 12.3               | 0.11        | -1.62               | 0.06        | 0.11   | 4  |
|        | 3.68     | 1   | 1.0                | 0.01        | 3.86                | 0.14        | 0.14   | 5  |
|        | 3.75     | 1   | 0.0                | 0.00        | 3.90                | 0.14        | 0.14   | 5  |
|        | 4.47     | 1   | -12.3              | 0.11        | -1.62               | 0.06        | 0.11   | 7  |
|        | 5.00     | 1   | -20.5              | 0.18        | -10.24              | 0.36        | 0.36   | 7  |
| Feld 3 | 5.00     | 1   | 23.6               | 0.21        | -10.24              | 0.36        | 0.36   | 7  |
|        | 6.45     | 1   | 0.2                | 0.00        | 8.40                | 0.30        | 0.30   | 1  |
|        | 6.58     | 1   | -1.8               | 0.02        | 8.29                | 0.29        | 0.29   | 1  |
|        | 7.50     | 1   | -16.2              | 0.14        | 0.00                | 0.00        | 0.14   | 1  |

### Stabilität

#### Stabilitätsnachweis

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | GI   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 5.00     | 1   | 0.0              | 10.24               | 6.54 | 0.42   | 7   |

**Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)**

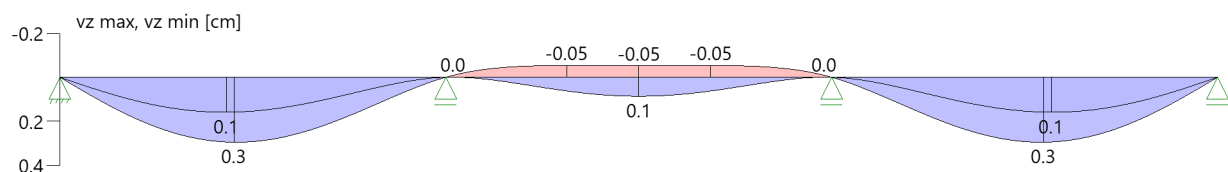
$$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) = 0.42$$

|                |   |       |     |
|----------------|---|-------|-----|
| $M_{y,Ed}$     | = | 10.24 | kNm |
| $M_{cr}$       | = | 88.47 | kNm |
| $\lambda_{lt}$ | = | 0.56  |     |
| $\chi_{lt}$    | = | 0.96  |     |
| $M_{y,Rk}$     | = | 28.16 | kNm |
| $\gamma_{M1}$  | = | 1.10  |     |

Nachweis für Lk 7 bei x = 5.00 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

**Grafik Verformungen**

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.18     | 0.0                | 0.3                | 0.3                  | 0.05   | 8   |
| Feld 2 | 1.25     | 0.0                | 0.1                | 0.1                  | 0.02   | 9   |
| Feld 3 | 1.32     | 0.0                | 0.3                | 0.3                  | 0.05   | 8   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{cd} = l_{eff}/300$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.18     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.2               | 0.3                | 0.8                | 0.32   | 8   |
| Feld 2 | 1.25     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.01              | 0.1                | 0.8                | 0.09   | 9   |
| Feld 3 | 1.32     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.2               | 0.3                | 0.8                | 0.32   | 8   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                                                        | $R_{z,min}$<br>[kN]          | $R_{z,max}$<br>[kN]        | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 16.2<br>-0.4<br>-0.1<br>-0.4 | 16.2<br>3.8<br>1.1<br>3.7  |                      |                      |
| 2  | 2.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 44.5<br>-0.8<br>-0.2<br>-0.8 | 44.5<br>10.2<br>3.0<br>9.7 |                      |                      |
| 3  | 5.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 44.5<br>-0.8<br>-0.2<br>-0.8 | 44.5<br>10.2<br>3.0<br>9.8 |                      |                      |

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                                                        | R <sub>z,min</sub><br>[kN]   | R <sub>z,max</sub><br>[kN] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm] |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 4  | 7.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude<br>Windlasten<br>Schnee H < 1000 m | 16.2<br>-0.4<br>-0.1<br>-0.4 | 16.2<br>3.8<br>1.1<br>3.7  |                             |                             |

**Maßgebliche Kombinationen**

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

| generierte Last | Feld | Ewg     | orig. Last | W1    | W2    | A<br>[m] | L<br>[m] |
|-----------------|------|---------|------------|-------|-------|----------|----------|
| L 1             | *    | ständig | 1          | 15.80 | 15.80 | 0.00     | 7.50     |
| L 2             | 1    | Kat. A  | 2          | 3.40  | 3.40  | 0.00     | 2.50     |
| L 3             | 2    | Kat. A  | 2          | 3.40  | 3.40  | 0.00     | 2.50     |
| L 4             | 3    | Kat. A  | 2          | 3.40  | 3.40  | 0.00     | 2.50     |
| L 5             | 1    | Wind    | 3          | 1.00  | 1.00  | 0.00     | 2.50     |
| L 6             | 2    | Wind    | 3          | 1.00  | 1.00  | 0.00     | 2.50     |
| L 7             | 3    | Wind    | 3          | 1.00  | 1.00  | 0.00     | 2.50     |
| L 8             | 1    | Schnee  | 4          | 3.25  | 3.25  | 0.00     | 2.50     |
| L 9             | 2    | Schnee  | 4          | 3.25  | 3.25  | 0.00     | 2.50     |
| L 10            | 3    | Schnee  | 4          | 3.25  | 3.25  | 0.00     | 2.50     |

| gen. Last    | Lk 1        | Lk 4        | Lk 5        | Lk 7        | Lk 8        | Lk 9        |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| L 1          | 1.35        | 1.35        | 1.35        | 1.35        | 1.00        | 1.00        |
| L 2          | 1.05        | 1.05        |             |             | 0.70        |             |
| L 3          |             | 1.05        | 1.05        | 1.05        |             | 0.70        |
| L 4          | 1.05        |             |             | 1.05        | 0.70        |             |
| L 5          | 0.90        | 0.90        |             |             | 0.60        |             |
| L 6          |             | 0.90        | 0.90        | 0.90        |             | 0.60        |
| L 7          | 0.90        |             |             | 0.90        | 0.60        |             |
| L 8          | <b>1.50</b> | <b>1.50</b> |             |             | <b>1.00</b> |             |
| L 9          |             | <b>1.50</b> | <b>1.50</b> | <b>1.50</b> |             | <b>1.00</b> |
| L 10         | <b>1.50</b> |             |             | <b>1.50</b> | <b>1.00</b> |             |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.35        | 1.35        | 1.35        | 1.00        | 1.00        |



## Position: B.1.3 - Stb.-Stütze -

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/25B (FRILO R-2025-2/P06)

### Grundparameter

#### Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

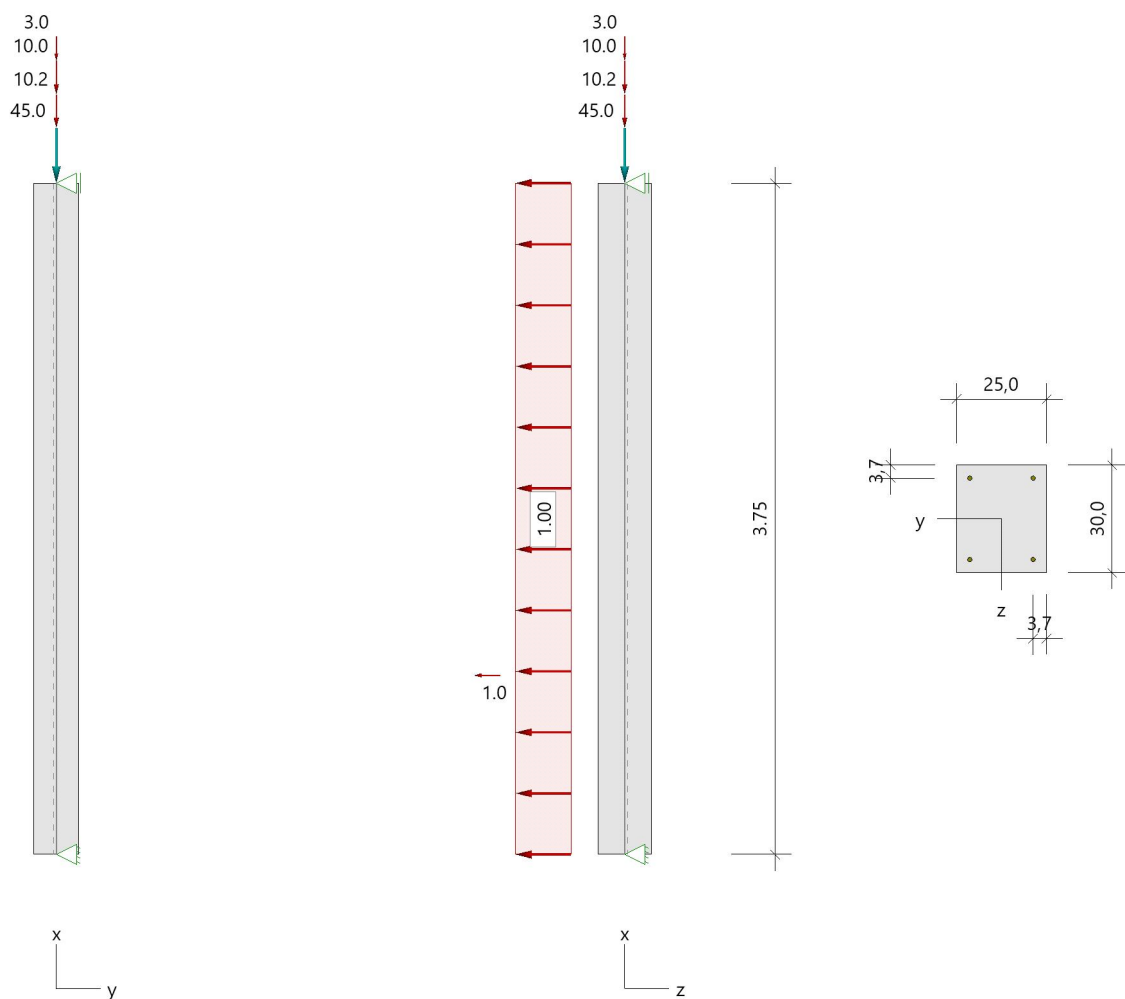
#### Norm und Sicherheitskonzept

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnormen                    | : | DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12                                       |
|                                     | : | DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04                                     |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten             | : | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |

### System

#### Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 42.9



**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Betonangriff        | X0                                   |
| Bewehrungskorrosion | XC1                                  |
| Mindestbetonklasse  | C 16/20                              |
| Bügel               | $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$             |
| Längsbewehrung      | $d_{s,l} = 12 \text{ mm}$            |
| Vorhaltemaß         | $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$     |
| Bügel               | $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$          |
| Betondeckung        | $c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$          |
| Längsbewehrung      | $c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$ |
| Betondeckung        | $c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$ |
| Verlegemaß Bügel    | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$            |
| zul. Rissbreite     | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$          |

\*1: mit  $c_{min,b}$ 

\*5: Verbund maßgebend

**Kriechzahl**

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte  $LU = 50 \%$  Zementtyp ZEM\_N\_RBelastungsalter  $t_0 = 28 \text{ Tage}$ Endkriechzahl  $\phi(t_0, \infty) = 2.80$ **Materialauswahl**

|                  |                                  |                                  |                            |
|------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Beton C 25/30    | $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$  | $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$  |                            |
| Betonstahl B500A | $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$ | $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$    |                            |
|                  | $k(f_t/f_y) = 1.05$              | $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ | (Bügel und Längsbewehrung) |

**Material Bemessungswerte**

| Bemessungssituation   | Beton C 25/30<br>$\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$ |                                  |                                   | Betonstahl B500A |                                  |                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                       | $\gamma_c$                                                     | $f_{cd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{ctd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\gamma_s$       | $f_{yd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| ständig/vorübergehend | 1.50                                                           | 14.17                            | 1.02                              | 1.15             | 434.78                           | 456.52                                                   |
| außergewöhnlich       | 1.30                                                           | 16.35                            | 1.17                              | 1.00             | 500.00                           | 525.00                                                   |

**Systemkennwerte****Abmessungen / statisches System**

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe  $l = 3.75 \text{ m}$ Querschnitt  $b_y/d_z = 25.0/30.0 \text{ cm}$  $b_1/d_1 = 3.7/3.7 \text{ cm}$ 

Bewehrungsanordnung (kalt) 1/4 je Ecke

Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

**Lagerbedingungen**

| Lage      | $u_y$<br>[kN/m] | $\phi_z$<br>[kNm/rad] | $u_z$<br>[kN/m] | $\phi_y$<br>[kNm/rad] |
|-----------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| Kopfpunkt | starr           |                       | starr           |                       |
| Fußpunkt  | starr           |                       | starr           |                       |

**Lasten****Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)**

| Bezeichnung                   | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| Kat. A: Wohngebäude           | 0.70     | 0.50     | 0.30     |                  | 1.500            |
| Windlasten                    | 0.60     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.500            |
| Schnee $H < 1000 \text{ m}$   | 0.50     | 0.20     | 0.00     |                  | 1.500            |
| außergewöhnliche Einwirkungen |          |          |          |                  | 1.000            |
| ständig                       |          |          |          | 1.000            | 1.350            |

**Punktlasten**

| Nr. | Angriffsort | Abstand [m] | V [kN] | e <sub>y</sub> [cm] | e <sub>z</sub> [cm] | F <sub>y</sub> [kN] | F <sub>z</sub> [kN] | M <sub>y</sub> [kNm] | M <sub>z</sub> [kNm] | Einwirkung                                             | ZusGrp | AltGrp |
|-----|-------------|-------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1   | Stützenkopf |             | 45.0   |                     |                     |                     |                     |                      |                      | ständig<br>Kat. A<br>Wind<br>Schnee<br>außergewöhnlich |        |        |
| 2   | Stützenkopf |             | 10.2   |                     |                     |                     |                     |                      |                      |                                                        |        |        |
| 3   | Stützenkopf |             | 3.0    |                     |                     |                     |                     |                      |                      |                                                        |        |        |
| 4   | Stützenkopf |             | 10.0   |                     |                     |                     |                     |                      |                      |                                                        |        |        |
| 6   | Stütze      | 1.00        |        |                     |                     |                     | -1.0                |                      |                      |                                                        |        |        |

**Verteilte Lasten**

| Nr. | Bauteil | Richtung | Abstand [m] | p <sub>Anf</sub> [kN/m] | Länge [m] | p <sub>End</sub> [kN/m] | Einwirkung | ZusGrp | AltGrp |
|-----|---------|----------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------|------------|--------|--------|
| 5   | Stütze  | in z     |             | -1.00                   | 3.75      | -1.00                   | Wind       |        |        |

**Punktlasten (Stützeineigengewicht)**

| Nr. | Angriffsort | Abstand [m] | V [kN] | e <sub>y</sub> [cm] | e <sub>z</sub> [cm] | F <sub>y</sub> [kN] | F <sub>z</sub> [kN] | M <sub>y</sub> [kNm] | M <sub>z</sub> [kNm] | Einwirkung | ZusGrp | AltGrp |
|-----|-------------|-------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------|--------|--------|
| *   | Stützenkopf |             | 7.0    |                     |                     |                     |                     |                      |                      | ständig    |        |        |

**Berechnungsoptionen****Berechnungsoptionen**

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

**Bemessungsoptionen**

- Imperfektion (Zusatzausmitte e<sub>i</sub>) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ( $f_{t,m}$ )
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten ( $f_{red}$ ) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

**Ergebnisse****Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min N<sub>cr</sub>/N = 86,17 in y- / 124,08 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

**Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)****Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)****Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8**

| Last                                       | LK 1 <sup>1</sup> | LK 2 <sup>1</sup> | LK 3 <sup>1</sup> | LK 4 <sup>1</sup> | LK 5 <sup>1</sup> | LK 6 <sup>1</sup> | LK 7 <sup>1</sup> | LK 8 <sup>1</sup> |
|--------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Stützeineigengewicht                       | 1.35              | 1.35              | 1.00              | 1.00              | 1.35              | 1.35              | 1.35              | 1.35              |
| V = 45,0 kN (ständig)                      | 1.35              | 1.35              | 1.00              | 1.00              | 1.35              | 1.35              | 1.35              | 1.35              |
| V = 10,2 kN (Kat. A)                       | 1.05              | 1.05              |                   |                   | 1.05              | 1.05              |                   | 1.05              |
| V = 3,0 kN (Wind)                          | 0.90              | <b>1.50</b>       |                   |                   |                   | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>       |                   |
| V = 10,0 kN (Schnee)                       | <b>1.50</b>       | 0.75              |                   |                   | 0.75              |                   | 0.75              |                   |
| p <sub>z</sub> = -1,00 kN/m (Wind)         |                   | <b>1.50</b>       |                   | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>       |
| F <sub>z</sub> = -1,0 kN (außergewöhnlich) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da  $\lambda \leq \lambda_{lim}$  nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

**Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 14**

| Last                  | LK 9 <sup>1</sup> | LK 10 <sup>1</sup> | LK 11 <sup>1</sup> | LK 12 <sup>1</sup> | LK 13 <sup>1</sup> | LK 14 <sup>1</sup> |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Stützeineigengewicht  | 1.35              | 1.35               | 1.35               | 1.35               | 1.00               | 1.35               |
| V = 45,0 kN (ständig) | 1.35              | 1.35               | 1.35               | 1.35               | 1.00               | 1.35               |
| V = 10,2 kN (Kat. A)  | 1.05              | 1.05               | 1.05               | <b>1.50</b>        | 1.05               |                    |
| V = 3,0 kN (Wind)     | 0.90              |                    |                    |                    | 0.90               |                    |
| V = 10,0 kN (Schnee)  | <b>1.50</b>       | <b>1.50</b>        | <b>1.50</b>        | 0.75               | <b>1.50</b>        |                    |

| Last                                                                                                 | LK 9 <sup>1</sup> | LK 10 <sup>1</sup> | LK 11 <sup>1</sup> | LK 12 <sup>1</sup> | LK 13 <sup>1</sup> | LK 14 <sup>1</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| pz = -1,00 kN/m (Wind)<br>Fz = -1,0 kN (außergewöhnlich)                                             | 0.90              |                    | 0.90               |                    |                    |                    |
| 1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1 |                   |                    |                    |                    |                    |                    |

**Slankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

| LK | Abschnitt | Art    | Sk,y<br>[m] | Sk,z<br>[m] | $\lambda_y$ | $\lambda_z$ | $\lambda_{lim,y}$ | $\lambda_{lim,z}$ | ei,y<br>[cm] | ei,z<br>[cm] | $\phi_\infty$ | f <sub>red</sub> |
|----|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| 2  | 1         | Stütze | 3.75        | 3.75        | 52.0        | 43.3        | 54.1              | 54.1              | 0.0          | 0.0          | 2.802         | 0.712            |

**Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit ei (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)**

| LK | Höhe<br>[m] | N <sub>d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | M <sub>z,d</sub><br>[kNm] | $\rho$<br>[%] | A <sub>s,erf</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | A <sub>s,vorh</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | Versagensart |
|----|-------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|
| 2  | 3.75        | -93.0                  | 0.00                      | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       | Querschnitt  |
|    | 3.06        | -93.0                  | -1.58                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 2.38        | -93.0                  | -2.45                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.69        | -93.0                  | -2.61                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.00        | -93.0                  | -2.06                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.00        | -93.0                  | -2.06                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 0.00        | -93.0                  | 0.00                      | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |

**Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)**

| Lager       | Höhe<br>[m] | Ad,v<br>[kN] | Hd,y<br>[kN] | Md,z<br>[kNm] | Hd,z<br>[kN] | Md,y<br>[kNm] | LK |
|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----|
| Abschnitt 1 | 3.75        |              | 0.0          | 0.00          | -2.8         | 0.00          | 8  |
|             |             |              | 0.0          | 0.00          | 0.0          | 0.00          | 14 |
| Fußpunkt    | 0.00        | 52.0         | 0.0          | 0.00          | -2.8         | 0.00          | 4  |
|             |             | 98.7         | 0.0          | 0.00          | 0.0          | 0.00          | 1  |
|             |             | 88.5         | 0.0          | 0.00          | -2.8         | 0.00          | 5  |
|             |             |              |              |               |              |               |    |

**Tragfähigkeit - außergewöhnlich - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)****Untersuchte Lastkombinationen (außergewöhnliche Bemessungssituation)**

| Last                                                                                                 | LK 1 <sup>1</sup> | LK 2 <sup>1</sup> | LK 3 <sup>1</sup> | LK 4 <sup>1</sup> | LK 5 <sup>1</sup> | LK 6 <sup>1</sup> | LK 7 <sup>1</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Stützeigengewicht                                                                                    | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              |
| V = 45,0 kN (ständig)                                                                                | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              |
| V = 10,2 kN (Kat. A)                                                                                 | 0.50              | 0.30              |                   |                   | 0.30              |                   |                   |
| V = 3,0 kN (Wind)                                                                                    |                   | 0.20              |                   |                   |                   | 0.20              |                   |
| V = 10,0 kN (Schnee)                                                                                 |                   | 0.20              |                   | 0.20              | 0.20              | 0.20              |                   |
| pz = -1,00 kN/m (Wind)                                                                               |                   | 0.20              |                   | 0.20              | 0.20              | 0.20              |                   |
| Fz = -1,0 kN (außergewöhnlich)                                                                       | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              |                   |
| 1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

**Slankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte**

| LK | Abschnitt | Art    | Sk,y<br>[m] | Sk,z<br>[m] | $\lambda_y$ | $\lambda_z$ | $\lambda_{lim,y}$ | $\lambda_{lim,z}$ | ei,y<br>[cm] | ei,z<br>[cm] | $\phi_\infty$ | f <sub>red</sub> |
|----|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| 2  | 1         | Stütze | 3.75        | 3.75        | 52.0        | 43.3        | 75.1              | 75.1              | 0.0          | 0.0          | 2.802         | 0.710            |

**Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit ei (außergewöhnliche Bemessungssituation)**

| LK | Höhe<br>[m] | N <sub>d</sub><br>[kN] | M <sub>y,d</sub><br>[kNm] | M <sub>z,d</sub><br>[kNm] | $\rho$<br>[%] | A <sub>s,erf</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | A <sub>s,vorh</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | Versagensart |
|----|-------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|
| 2  | 3.75        | -55.7                  | 0.00                      | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       | Querschnitt  |
|    | 3.06        | -55.7                  | -0.39                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 2.38        | -55.7                  | -0.69                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.69        | -55.7                  | -0.90                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.00        | -55.7                  | -1.01                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 1.00        | -55.7                  | -1.01                     | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |
|    | 0.00        | -55.7                  | 0.00                      | 0.00                      | 0.60          | 4.5                                      | 4.5                                       |              |

**Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (außergewöhnlich)**

| Lager       | Höhe [m] | $A_{d,v}$ [kN] | $H_{d,y}$ [kN] | $M_{d,z}$ [kNm] | $H_{d,z}$ [kN] | $M_{d,y}$ [kNm] | LK |
|-------------|----------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----|
| Abschnitt 1 | 3.75     |                | 0.0            | 0.00            | -0.6           | 0.00            | 6  |
|             |          |                | 0.0            | 0.00            | 0.0            | 0.00            | 7  |
| Fußpunkt    | 0.00     | 52.0           | 0.0            | 0.00            | -1.1           | 0.00            | 4  |
|             |          | 57.1           | 0.0            | 0.00            | -0.7           | 0.00            | 1  |
|             |          | 55.7           | 0.0            | 0.00            | -1.1           | 0.00            | 2  |
|             |          | 52.0           | 0.0            | 0.00            | 0.0            | 0.00            | 7  |

**Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)****Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG**

| Abschnitt | angenommen $A_s$ [cm <sup>2</sup> ] |
|-----------|-------------------------------------|
| 1         | 4.5                                 |

**Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)****Teil 1 - Lastkombinationen 1 - 8**

| Last                           | LK 1 <sup>1</sup> | LK 2 <sup>1</sup> | LK 3 <sup>1</sup> | LK 4 <sup>1</sup> | LK 5 <sup>1</sup> | LK 6 <sup>1</sup> | LK 7 <sup>1</sup> | LK 8 <sup>1</sup> |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Stützeigengewicht              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              |
| V = 45,0 kN (ständig)          | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              | 1.00              |
| V = 10,2 kN (Kat. A)           | 0.70              | 0.70              |                   |                   | 0.70              | 0.70              |                   | 0.70              |
| V = 3,0 kN (Wind)              | 0.60              | <b>1.00</b>       |                   |                   |                   | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>       |                   |
| V = 10,0 kN (Schnee)           | <b>1.00</b>       | 0.50              |                   |                   | 0.50              |                   | 0.50              |                   |
| pz = -1,00 kN/m (Wind)         |                   | <b>1.00</b>       |                   | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>       |
| Fz = -1,0 kN (außergewöhnlich) |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da  $\lambda \leq \lambda_{lim}$  nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1**Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 12**

| Last                           | LK 9 <sup>1</sup> | LK 10 <sup>1</sup> | LK 11 <sup>1</sup> | LK 12 <sup>1</sup> |
|--------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Stützeigengewicht              | 1.00              | 1.00               | 1.00               | 1.00               |
| V = 45,0 kN (ständig)          | 1.00              | 1.00               | 1.00               | 1.00               |
| V = 10,2 kN (Kat. A)           | 0.70              | 0.70               | 0.70               | <b>1.00</b>        |
| V = 3,0 kN (Wind)              | 0.60              |                    |                    |                    |
| V = 10,0 kN (Schnee)           | <b>1.00</b>       | <b>1.00</b>        | <b>1.00</b>        | 0.50               |
| pz = -1,00 kN/m (Wind)         | 0.60              |                    | 0.60               |                    |
| Fz = -1,0 kN (außergewöhnlich) |                   |                    |                    |                    |

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da  $\lambda \leq \lambda_{lim}$  nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1**Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für  $t = \infty$ )**

| LK | Höhe [m] | $N_d$ [kN] | $M_{y,d}$ [kNm] | $M_{z,d}$ [kNm] | $f_y$ [cm] | $f_z$ [cm] | $f_{y,lim}$ [cm] | $f_{z,lim}$ [cm] | $\eta$ |
|----|----------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------------|------------------|--------|
| 2  | 3.75     | -71.0      | 0.00            | 0.00            | 0.0        | 0.0        |                  |                  |        |
| 2  | 3.06     | -71.0      | -1.06           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 2.38     | -71.0      | -1.64           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 1.69     | -71.0      | -1.75           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 1.00     | -71.0      | -1.38           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 0.00     | -71.0      | 0.00            | 0.00            | 0.0        | 0.0        |                  |                  |        |

**Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für  $t = 0$ )**

| LK | Höhe [m] | $N_d$ [kN] | $M_{y,d}$ [kNm] | $M_{z,d}$ [kNm] | $f_y$ [cm] | $f_z$ [cm] | $f_{y,lim}$ [cm] | $f_{z,lim}$ [cm] | $\eta$ |
|----|----------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------------|------------------|--------|
| 2  | 3.75     | -71.0      | 0.00            | 0.00            | 0.0        | 0.0        |                  |                  |        |
| 2  | 3.06     | -71.0      | -1.06           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 2.38     | -71.0      | -1.64           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 1.69     | -71.0      | -1.75           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 1.00     | -71.0      | -1.38           | 0.00            | 0.0        | -0.01      |                  |                  |        |
| 2  | 0.00     | -71.0      | 0.00            | 0.00            | 0.0        | 0.0        |                  |                  |        |

**Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für  $t = \infty$ )**

| LK                                                                     | Höhe [m] | N <sub>d</sub> [kN] | M <sub>y,d</sub> [kNm] | M <sub>z,d</sub> [kNm] | $\phi_{\text{eff}}$ | $\epsilon_s$ [‰] | $\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ |
|------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| 1                                                                      | 3.75     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 3.06     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 2.38     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 1.69     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 1.00     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 0.00     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1 : $\sigma_{s,\text{lim}} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5)) |          |                     |                        |                        |                     |                  |                                 |                                                |        |

**Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für  $t = 0$ )**

| LK                                                                     | Höhe [m] | N <sub>d</sub> [kN] | M <sub>y,d</sub> [kNm] | M <sub>z,d</sub> [kNm] | $\phi_{\text{eff}}$ | $\epsilon_s$ [‰] | $\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{s,\text{lim}}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\eta$ |
|------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| 1                                                                      | 3.75     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 3.06     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 2.38     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 1.69     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 1.00     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1                                                                      | 0.00     | -71.0               | 0.00                   | 0.00                   | 0.00                | -0.029           | -5.76                           | 400.00                                         | 0.00   |
| 1 : $\sigma_{s,\text{lim}} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5)) |          |                     |                        |                        |                     |                  |                                 |                                                |        |

**Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)**

| Last                                                                                                        | LK 1 <sup>1</sup> | LK 2 <sup>1</sup> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| Stützeigengewicht                                                                                           | 1.00              | 1.00              |
| V = 45,0 kN (ständig)                                                                                       | 1.00              | 1.00              |
| V = 10,2 kN (Kat. A)                                                                                        | 0.30              |                   |
| V = 3,0 kN (Wind)                                                                                           |                   |                   |
| V = 10,0 kN (Schnee)                                                                                        |                   |                   |
| p <sub>z</sub> = -1,00 kN/m (Wind)                                                                          |                   |                   |
| F <sub>z</sub> = -1,0 kN (außergewöhnlich)                                                                  |                   |                   |
| 1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda \leq \lambda_{\text{lim}}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1 |                   |                   |

**Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)**

| LK                                                                     | Höhe [m] | N <sub>d</sub> [kN] | M <sub>y,d</sub> [kNm] | M <sub>z,d</sub> [kNm] | $\epsilon_c$ [‰] | $\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{c,\text{lim}}^1$ [N/mm <sup>2</sup> ] | vorh $f_{\phi,\text{nl}}$ | erf $f_{\phi,\text{nl}}$ | $\eta$ |
|------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------|
| 1                                                                      | 3.75     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1                                                                      | 3.06     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1                                                                      | 2.38     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1                                                                      | 1.69     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1                                                                      | 1.00     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1                                                                      | 0.00     | -55.1               | 0.00                   | 0.00                   | -0.024           | -0.73                           | -11.25                                         | 1.00                      |                          | 0.07   |
| 1 : $\sigma_{c,\text{lim}} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2)) |          |                     |                        |                        |                  |                                 |                                                |                           |                          |        |

**Brandwiderstand nach EN 1992-1-2, Methode A, Abs. 5.3.2**

Überlagerung: 1,00\*g + 1,00\*L1 + 0,20\*L5

$$\begin{aligned}
 A_{s,\text{kalt}} &= 4.5 \text{ cm}^2 & R(A_{s,\text{kalt}}) &= 129 \text{ min} \\
 N_{\text{Ed}} &= -52.0 \text{ kN} & \mu_{\text{fi}} &= 0.070 \\
 N_{\text{Rd}} &= -742.6 \text{ kN} \\
 M_{\text{Ryd}} &= -49.13 \text{ kNm} & M_{\text{Rzd}} &= 14.66 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\beta_{s,\text{fi}} = 1.000$$

 Der folgende Nachweis der Brandwiderstandsdauer gilt für  $A_{s,\text{fi}} = 4.5 \text{ cm}^2$ .

**Brandschutz: R 30, Branddauernachweis nach Gleichung 5.7**

$$\begin{aligned}\omega &= A_s \cdot f_{yd} / (A_c \cdot f_{cd}) &= 4.52 \cdot 43.48 / (750.00 \cdot 1.42) &= 0.19 \\ b' &= 2 \cdot A_c / (b+h) &= 2 \cdot 75000 / (250+300) &= 272.7 \text{ mm} \\ a_{cc} &= \text{Abminderungsfaktor} &= 0.85 \\ l_{0,fi,max} &= \text{Ersatzlänge; } 2m \leq l_{0,fi,max} \leq 6 \text{ m} &= 3.75 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{\eta fi} &= 83 \cdot [1.00 - \mu_{fi} \cdot (1 + \omega) / ((.85/\alpha_{cc}) + \omega)] &= 83 \cdot [1.00 - 0.07 \cdot (1 + 0.19) / ((.85/0.85) + 0.19)] &= 77.2 \\ R_a &= 1.60(a-30) &= 1.60 \cdot (37-30) &= 11.0 \text{ mm} \\ R_l &= 9.60(5 - l_{0,fi}) &= 9.60 \cdot (5 - 3.75) &= 12.00 \text{ m} \\ R_b &= 0.09 \cdot b' &= 0.09 \cdot 272.73 &= 24.5 \text{ mm} \\ R_n &= \text{nur 4 Eckstäbe vorhanden} &= 0\end{aligned}$$

$$R = 120 \cdot [R_{\eta fi} R_a + R_l + R_b + R_n] / 120]^{1.8} = 120 \cdot [(77.2 + 11.0 + 12.00 + 24.55 + 0) / 120]^{1.8} = 128.7 \text{ min}$$

|                       |                              |                             |                 |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Stützenlänge          | $l = 3.75 \text{ m} \leq$    | $l_{max} = 6.00 \text{ m}$  | $\eta = 0.63$ ✓ |
| Achsabstand           | $a = 3.7 \text{ cm} \leq$    | $a_{max} = 8.0 \text{ cm}$  | $\eta = 0.46$ ✓ |
| Verhältnis            | $h/b = 1.20 \leq$            | $h/b_{max} = 4.00$          | $\eta = 0.30$ ✓ |
| Verhältnis            | $A_s/A_c = 0.006 <$          | $A_s/A_{c,max} = 0.04$      | $\eta = 0.15$ ✓ |
| $2 \cdot A_c / (b+h)$ | $b' = 273 \text{ mm} \leq$   | $b'_{max} = 450 \text{ mm}$ | $\eta = 0.61$ ✓ |
| Branddauer            | $R = 128.7 \text{ min} \geq$ | $R_{min} = 30 \text{ min}$  | $\eta = 0.23$ ✓ |

Die Stütze kann in die Feuerwiderstandsklasse R 30 eingestuft werden.

**Bewehrungsanordnung****Gewählte Bewehrungsanordnung**

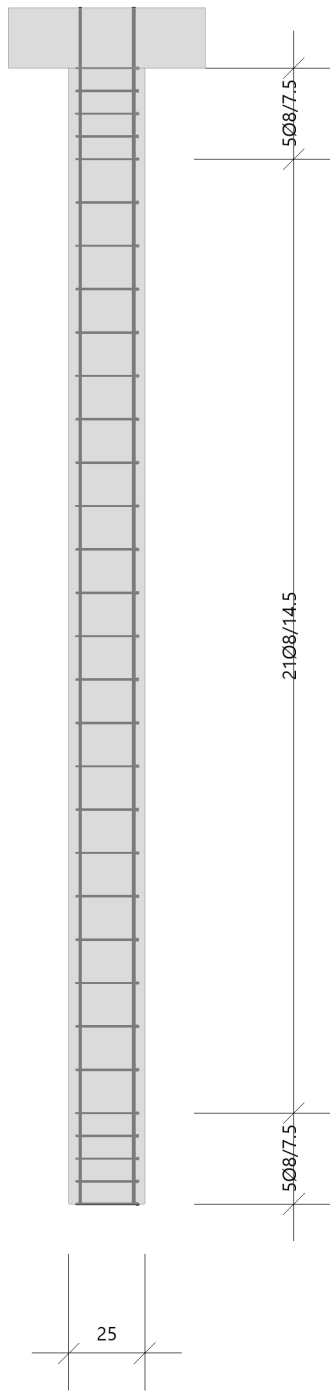
| Stützenabschnitt              | Stabnummer | Ø<br>[mm] | Fläche<br>[cm²] | y<br>[cm] | z<br>[cm] |
|-------------------------------|------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
| Abschnitt 1<br>Bügel: 31Ø8 mm | 1          | 12        | 1.1             | -8.8      | -11.3     |
|                               | 2          | 12        | 1.1             | 8.8       | -11.3     |
|                               | 3          | 12        | 1.1             | 8.8       | 11.3      |
|                               | 4          | 12        | 1.1             | -8.8      | 11.3      |
|                               |            |           | 4.5             |           |           |

**Realisierte Betondeckung**

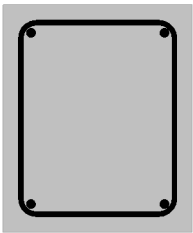
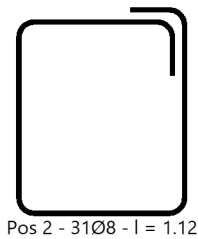
| Stützenabschnitt | erf. C <sub>nom,L</sub><br>[cm] | erf. C <sub>nom,B</sub><br>[cm] | vorh. C <sub>nom,L</sub><br>[cm] | vorh. C <sub>nom,B</sub><br>[cm] |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Abschnitt 1      | 2.8                             | 2.0                             | 3.1                              | 2.3                              |

Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 25



Pos 1 - 4Ø12 - l = 3.95





**Position: B.1.4 - Stahlträger -****Ständig**

|                |                                                                   |                |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| aus Pos. 3     | <u>Eigengewicht</u>                                               |                |            |
|                | $g_k = 0,18 \text{ m} * 5,10 \text{ m} * 0,5 * 25 \text{ kN/m}^3$ | =              | 11,48 kN/m |
|                | <u>Belag + Putz</u>                                               |                |            |
|                | $g_k = 5,10 \text{ m} * 0,50 * 1,0 \text{ kN/m}^2$                | =              | 2,55 kN/m  |
| aus Pos. 0.5.2 | Anbau                                                             | =              | 2,75 kN/m  |
| Dachlast       | <u>gem. Bemessung Pos. 6, Bestandsstatik</u>                      |                |            |
|                | Eigengewicht + Aufbau                                             |                |            |
|                | Anteilig: $56/128 \text{ (kg/m}^2) * 0,743 \text{ t/m}$           |                | 3,25 kN/m  |
|                |                                                                   | $\Sigma g_k =$ | 20,10 kN/m |

**Veränderlich**

|                |                                                         |                    |         |           |
|----------------|---------------------------------------------------------|--------------------|---------|-----------|
| aus Pos. 3     | Nutzlast                                                | $0,5 * 5,10 * 1,5$ | $q_k =$ | 3,83 kN/m |
| Dachlast       | <u>gem. Bemessung Pos. 6, Bestandsstatik</u>            |                    |         |           |
|                | Wind                                                    |                    |         |           |
|                | Anteilig: $16/128 \text{ (kg/m}^2) * 0,743 \text{ t/m}$ | $w_k =$            |         | 1,00 kN/m |
|                | Schnee                                                  |                    |         |           |
|                | Anteilig: $56/128 \text{ (kg/m}^2) * 0,743 \text{ t/m}$ | $s_k =$            |         | 3,25 kN/m |
| aus Pos. 0.5.2 | Anbau                                                   |                    | =       | 1,55 kN/m |
|                |                                                         | $\Sigma g_k =$     |         | 9,70 kN/m |

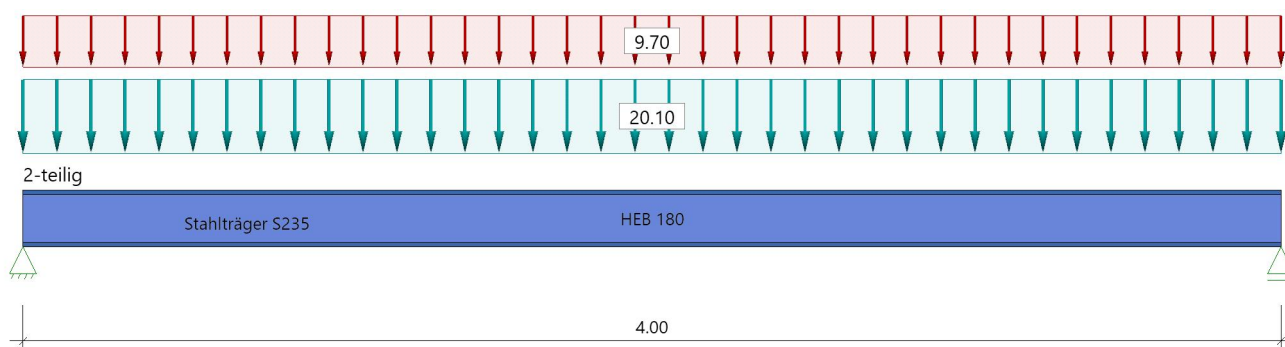
**Position: B.1.4 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

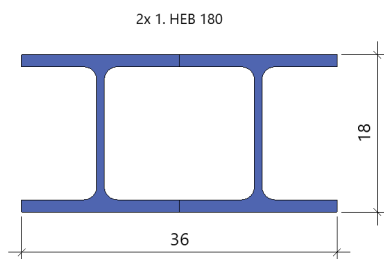
$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEB 180                                            | 3831                        | 1363                        | 426                         | 151                         | 65.3                    |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                         |

verwendete Querschnitte

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 4.00         | HEB 180     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | uy<br>[kN/m] | uz<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |              |              | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 4.00     | -1           | -1           | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 4.00      |           | 20.10        |              | Nein               | ständig |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 4.00      |           | 9.70         |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 410 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                    | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|--------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 ->  $K_{Fi} = 1.0$  Tab. B3

| Typ                                                                                                                                                                                                                                                | Stfk | MG | RDK | Bezeichnung      | f <sub>k</sub><br>[N/mm²] | f <sub>b</sub><br>[N/mm²] | f <sub>m</sub><br>[N/mm²] | f <sub>vk0</sub><br>[N/mm²] | γ<br>[kN/m³] | φ∞  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|-----|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|-----|
| MZ                                                                                                                                                                                                                                                 | 8    | II | 1.0 | HLzA-8-1,0-MG II | 3.10                      | 8.00                      | 2.50                      | 0.08                        | 12.00        | 1.0 |
| Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton<br>Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine<br>MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412<br>RDK : Rohdichteklasse<br>φ∞ : Endkriechzahl |      |    |     |                  |                           |                           |                           |                             |              |     |

## Pfeiler

| Abmessungen                                                                                |                        |                        | Go<br>[kN] | Lagerung      |               | Lasteinleitungsfläche   |                         |                         |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------|---------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| h <sub>s</sub><br>[m]                                                                      | t <sub>x</sub><br>[cm] | t <sub>y</sub><br>[cm] |            | in x-Richtung | in y-Richtung | a <sub>x1</sub><br>[cm] | a <sub>x2</sub><br>[cm] | a <sub>y1</sub><br>[cm] | a <sub>y2</sub><br>[cm] |
| 3.90                                                                                       | 70.0                   | 36.0                   | 11.8       | Pendelstütze  | Pendelstütze  | 0.0                     | 0.0                     | 0.0                     | 0.0                     |
| Go : Pfeilereigengewicht<br>Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche |                        |                        |            |               |               |                         |                         |                         |                         |

## Lasten

### Aus Position B.1.4

|    |             |
|----|-------------|
|    | chark. Last |
| Gk | 36,6 kN     |
| Qk | 15,7 kN     |

## Aus Öffnungen links

| aus: | Dachlast, gem. Pos. 6           | Geschossdecke, Pos. 2                        |
|------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| Gk   | 3,25 kN/m * 2,6 * 0,5 = 4,3 kN  | 5,50 kN/m² * 2,9 * 0,5 * 2,6 * 0,5 = 10,4 kN |
| Qk   | 4,25 kN/m * 2,6 * 0,5 = 5,25 kN | 1,50 kN/m² * 2,9 * 0,5 * 2,6 * 0,5 = 2,9 kN  |

## Vertikallasten

| Nr.                                                                                                                                                                                                       | G<br>[kN] | Q<br>[kN] | e <sub>x</sub><br>[cm] | e <sub>y</sub><br>[cm] | Einwirkung          | Text           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------|------------------------|---------------------|----------------|
| 1                                                                                                                                                                                                         | 15.0      | 8.5       | 0.0                    | 0.0                    | Kat. A: Wohngebäude | aus B.1.8 - OG |
| 2                                                                                                                                                                                                         | 36.6      | 16.0      | 20.0                   | 0.0                    | Kat. A: Wohngebäude |                |
| G : ständiger Lastanteil<br>Q : veränderlicher Lastanteil<br>e <sub>x</sub> : Ausmitte in x-Richtung<br>e <sub>y</sub> : Ausmitte in y-Richtung<br>Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils |           |           |                        |                        |                     |                |

## Ergebnisse

## Lastfallkombinationen

Lastrkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

| Nr.                                                                                                                                                              | Typ | K <sub>0</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>5</sub> | zugehörige Last  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|----------------|----------------|------------------|
| 1                                                                                                                                                                | Gv  | 1.35           | 1.35           | 1.00           | Gv (Lasten 1, 2) |
| 2                                                                                                                                                                | Qv  | 1.50           | 1.50           | 0.00           | Lasten 1,2       |
| Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten<br>Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten                                                                            |     |                |                |                |                  |
| Typ : Lastfallart<br>K <sub>0</sub> : Drucknachweis<br>K <sub>2</sub> : Schubnachweis<br>K <sub>5</sub> : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität) |     |                |                |                |                  |

### Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

|                | z                                                                      | e <sub>x</sub><br>[m] | e <sub>y</sub><br>[cm] | E <sub>x</sub><br>[cm] | E <sub>y</sub> | vorh E | zul E | η    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------|--------|-------|------|
|                | 3.90                                                                   | 14.2                  | 0.0                    | 0.20                   | 0.00           | 0.20   | 0.33  | 0.61 |
|                | 1.95                                                                   | 6.4                   | 0.0                    | 0.09                   | 0.00           | 0.09   | 0.33  | 0.27 |
|                | 0.00                                                                   | 0.0                   | 0.0                    | 0.00                   | 0.00           | 0.00   | 0.33  | 0.00 |
| z              | : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt                                |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| e <sub>x</sub> | : Exzentrität in x-Richtung                                            |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| e <sub>y</sub> | : Exzentrität in y-Richtung                                            |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| E <sub>x</sub> | : bezogene Exzentrität in x-Richtung (e <sub>x</sub> /t <sub>x</sub> ) |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| E <sub>y</sub> | : bezogene Exzentrität in y-Richtung (e <sub>y</sub> /t <sub>y</sub> ) |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| vorh E         | : resultierende bezogene Exzentrität                                   |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| zul E          | : zulässige resultierende bezogene Exzentrität                         |                       |                        |                        |                |        |       |      |
| η              | : Auslastung                                                           |                       |                        |                        |                |        |       |      |

**Nachweis bei (ex-)zent. Druckbeanspruchung**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung

$$h_{ef,x} = 3.90 \text{ m}$$

Knicklänge in y-Richtung

$$h_{ef,y} = 3.90 \text{ m}$$

Pfeilerquerschnitt (brutto)

$$A_w = 2520.0 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit

$$f_d = 1.76 \text{ N/mm}^2$$

| z<br>[m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | e <sub>x</sub><br>[cm] | e <sub>y</sub><br>[cm] | Φ <sub>s,x</sub> | Φ <sub>s,y</sub> | f <sub>x</sub><br>[cm] | f <sub>y</sub><br>[cm] | Φ    | N <sub>Rd</sub><br>[kN] | η    |
|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------------|------------------------|------|-------------------------|------|
| 3.90     | 106.4                   | 13.8                   | 0.0                    |                  |                  |                        |                        | 0.59 | 260.4                   | 0.41 |
| 1.95     | 114.4                   | 6.4                    | 0.0                    | 0.77             | 0.77             | 8.1                    | 4.2                    | 0.66 | 291.8                   | 0.39 |
| 0.00     | 122.3                   | 0.0                    | 0.0                    |                  |                  |                        |                        | 0.87 | 384.2                   | 0.32 |

N<sub>Ed</sub> : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft  
 e<sub>x</sub> : planmäßige Ausmitte in x-Richtung  
 e<sub>y</sub> : planmäßige Ausmitte in y-Richtung  
 Φ<sub>s,x</sub> : Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung  
 Φ<sub>s,y</sub> : Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung  
 f<sub>x</sub> : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus Φ<sub>s,x</sub>-Faktor bestimmt)  
 f<sub>y</sub> : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus Φ<sub>s,y</sub>-Faktor bestimmt)  
 Φ : Abminderungsfaktor (=A<sub>c</sub>/A auf Grundlage Spannungsblock)  
 N<sub>Rd</sub> : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

**Nachweis Lasteinleitung**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

| N <sub>Edc</sub><br>[kN] | a <sub>1</sub><br>[cm] | A <sub>efm</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | β    | A <sub>b</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | N <sub>Rdc</sub><br>[kN] | η    |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------------|------|--------------------------------------|--------------------------|------|
| 106.4                    | 0.0                    | 2520.0                                 | 1.00 | 2520.0                               | 442.7                    | 0.24 |

N<sub>Edc</sub> : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge  
 a<sub>1</sub> : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche  
 A<sub>efm</sub> : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe  
 β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung  
 A<sub>b</sub> : Übertragungsfläche  
 N<sub>Rdc</sub> : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

**Schubnachweis**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Pfeilerquerschnitt (brutto)

$$A_w = 2520.0 \text{ cm}^2$$

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen)

$$f_{vk0} = 0.08 \text{ N/mm}^2$$

| z<br>[m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | e <sub>x</sub><br>[cm] | e <sub>y</sub><br>[cm] | V <sub>Edx</sub><br>[kN] | V <sub>Edy</sub><br>[kN] | V <sub>Ed</sub><br>[kN] | A <sub>c</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | f <sub>vk</sub><br>[N/mm <sup>2</sup> ] | V <sub>Rd</sub><br>[kN] | η    |
|----------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|------|
| 3.90     | 106.4                   | 13.8                   | 0.0                    | -3.8                     | 0.0                      | 3.8                     | 2289.9                               | 0.16                                    | 36.5                    | 0.10 |
| 0.00     | 122.3                   | 0.0                    | 0.0                    | -3.8                     | 0.0                      | 3.8                     | 2520.0                               | 0.17                                    | 41.6                    | 0.09 |

N<sub>Ed</sub> : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft  
 e<sub>x</sub> : planmäßige Ausmitte in x-Richtung  
 e<sub>y</sub> : planmäßige Ausmitte in y-Richtung  
 V<sub>Edx</sub> : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in x-Richtung  
 V<sub>Edy</sub> : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in y-Richtung  
 V<sub>Ed</sub> : resultierende Querkraft (Bemessungswert)  
 A<sub>c</sub> : Schubfläche (überdrückte Querschnittsfläche)  
 f<sub>vk</sub> : charakteristische Schubfestigkeit  
 V<sub>Rd</sub> : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft

**Position: B.1.6 - Stahlträger -****Ständig**

---

|                                 |                                                                            |                |            |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| aus Pos. 3+4                    | <u>Eigengewicht</u>                                                        |                |            |
|                                 | $g_k = 0,18 \text{ m} * (5,10 + 4,55 \text{ m}) * 0,5 * 25 \text{ kN/m}^3$ | =              | 21,71 kN/m |
|                                 | <u>Belag + Putz</u>                                                        |                |            |
|                                 | $g_k = (5,1 + 4,55 \text{ m}) * 0,50 * 1,0 \text{ kN/m}^2$                 | =              | 4,83 kN/m  |
|                                 |                                                                            | $\Sigma g_k =$ | 26,60 kN/m |
| 25% Aufschlag, Durchlaufwirkung |                                                                            | $g_k =$        | 33,25 kN/m |

**Veränderlich**

---

|                                 |          |                                             |                |           |
|---------------------------------|----------|---------------------------------------------|----------------|-----------|
| aus Pos. 3+4                    | Nutzlast | $0,5 * (5,10 + 4,55) * 1,50 \text{ kN/m}^2$ | =              | 7,24 kN/m |
|                                 |          |                                             | $\Sigma q_k =$ | 7,24 kN/m |
| 25% Aufschlag, Durchlaufwirkung |          | $q_k =$                                     |                | 9,10 kN/m |

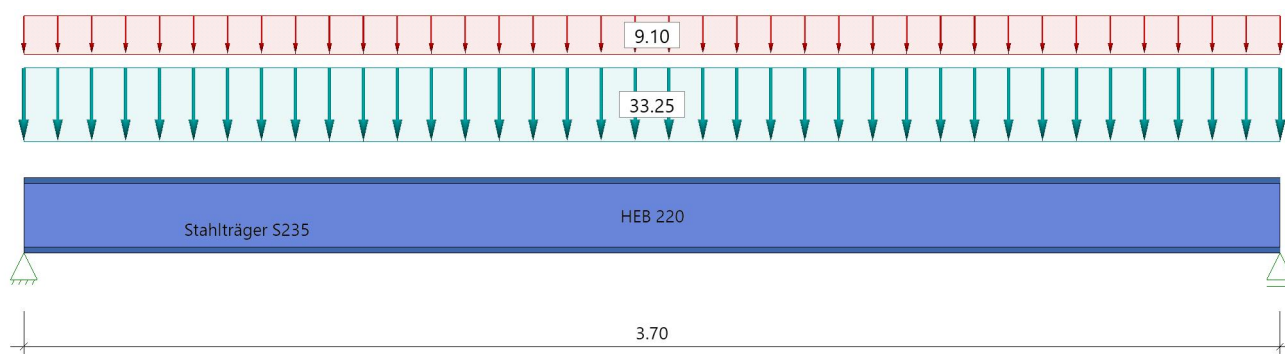
**Position: B.1.6 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name    | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEB 220 | 8091                        | 2843                        | 736                         | 258                         | 91.0                      |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.70     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch



**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr     | Art      | A<br>[m] | L1<br>[m]    | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m]  | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG                | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|----------|--------------|-----------|---------------|--------------|--------------------|-------------------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1<br>2 | GL<br>GL |          | 3.70<br>3.70 |           | 33.25<br>9.10 |              | Nein<br>Ja         | ständig<br>Kat. A |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |        |          |          |              |           |               |              |                    |                   |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 264 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.52        | 1)             | 0.84                |

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEB 220     | Feld 1, $x = 1.85$ | 0.0                | 101.82              | 0.52        |                | 1  |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.85 \text{ m}$  Lk 1**

|                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$       | $N_{Rd} = 2139.4 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$        | $\eta_N = 0.00$                 |
| $M_{y,pld} = 101.82 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 194.70 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 101.82 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.52$              |
| $V_{z,pld} = 0.0 \text{ kN}$     | $V_{z,Rd} = 378.8 \text{ kN}$   |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$      | $\eta_{Vz} = 0.00$              |
|                                  | $\eta = 0.52$                   |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.85     | 0.0                | 0.6                | 0.6                  | 0.12   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.85     | 3.70             | 0.00                | 3.70                | 0.5               | 0.6                | 0.7                | 0.84   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

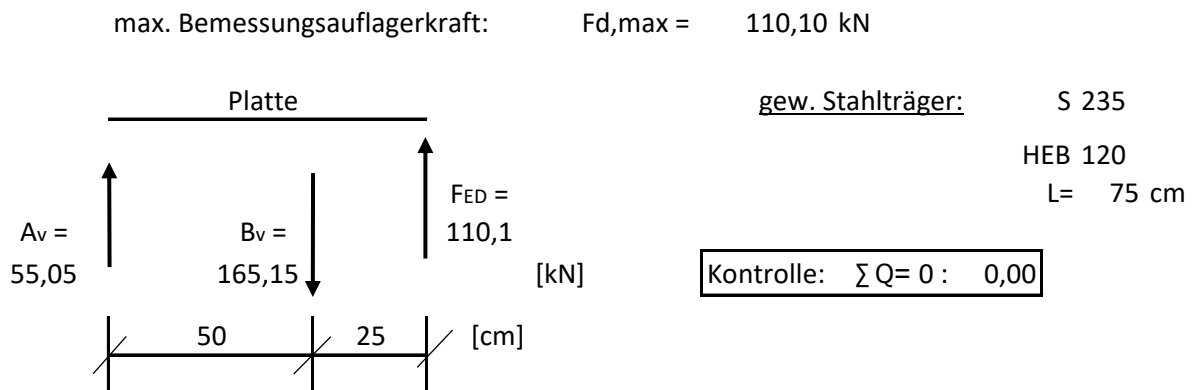
**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 62.8                | 62.8<br>16.8        |                      |                      |
| 2  | 3.70     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 62.8                | 62.8<br>16.8        |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 110.1<br>62.8 |                |
| 2        | 3.70     | Lk 1<br>Lk 2 | 110.1<br>62.8 |                |

### Nachweis der Hochhängung des Trägers



### Nachweis der Bolzen

gew.: 2 x M16 Bolzen 10.9  $\rightarrow F_{t,Rd,stk} = 113 \text{ kN}$

$F_{t,Rd,ges} = 226 \text{ kN}$   
 $F_{t,Ed} = 165,15 \text{ kN}$

$\eta = 0,73 [-]$

### Nachweis des Trägers

$M_{Ed} = 110,10 \cdot 25,00 = 2752,50 \text{ kNcm}$

$W_{erf} = \frac{M_{Ed}}{f_y/1,1} = 128,84 \text{ cm}^3$

$W_{vorh} = 144,1 \text{ cm}^3$

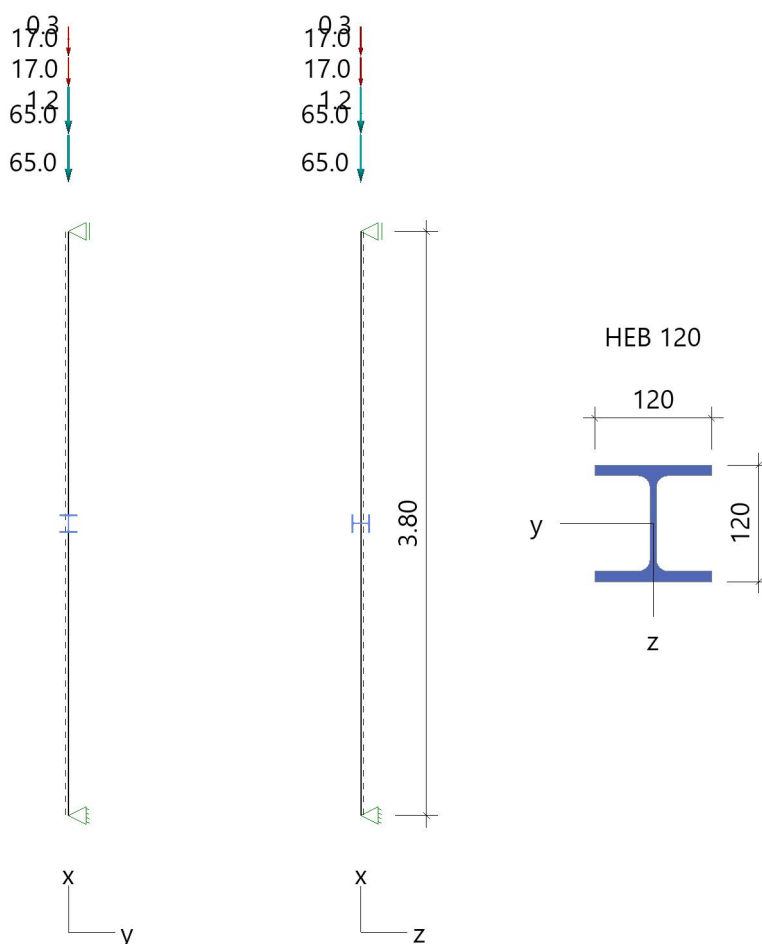
Kontrolle:  $\eta = 0,89$

**Position: B.1.7 - Stahlstütze -**

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

|                                           |                  |                                                                     |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                            | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik       | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten                   | :                | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)            | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten              | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                     | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                  | :                | 6.3.3 - Anhang A                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit            | $\delta_{lim} =$ | 0.0 cm                                                              |

**System Pendelstütze**

Stütze: Höhe = 3.80 m Material: S235 Querschnitt: HEB 120

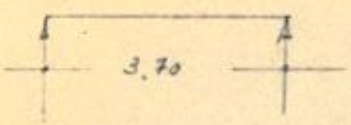
**Lagerbedingungen**

| Nr | x<br>[m] | Verschiebungen *) |              |              | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          | ux<br>[kN/m]      | uy<br>[kN/m] | uz<br>[kN/m] | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.80     | 0.00              | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Belastung**

Pos. 11 Mittelunterzug zwischen Pos. 3 und 4



$l = 3,70 \text{ m}$

**Belastung:**

Eigengewicht =  $0,590 \text{ t/m}$

aus Pos. 3:  
(s. Pos. 9)  $1,25 \cdot 1,520 = 1,900$

aus Pos. 4:  
 $1,25 \cdot 0,5 \cdot 4,55 \cdot 0,60 = 1,955$

$= 4,445 \text{ t/m}$

$\max M = \frac{1}{8} \cdot 4,445 \cdot 3,70^2 = 7,620 \text{ tm}$

**Einwirkungen(Ew)**

| Id | Typ | Bemessungssituation   | Name                         | $\gamma_{\text{sup}}$ | $\gamma_{\text{inf}}$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|----|-----|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| 99 | G   | ständig/vorübergehend | ständig                      | 1.35                  | 1.00                  | 1.00     | 1.00     | 1.00     |
| 3  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. C: Versammlungsbereiche | 1.50                  | 0.00                  | 0.70     | 0.70     | 0.60     |

**Lasten****Lastarten**

Art 14 = Kopflast kN

**Standard-Lastfälle und Lasten**

| Beschreibung           | Nr | Art | in/um         | $p_i$ | $a$<br>[m] | $p_j$ | $l$<br>[m] | Ew |
|------------------------|----|-----|---------------|-------|------------|-------|------------|----|
| aus Pos. B.1.6         | 1  | 14  | in x-Richtung | 65.0  | 3.80       |       | -          | 99 |
| aus Pos. B.1.6         | 2  | 14  | in x-Richtung | 17.0  | 3.80       |       | -          | 3  |
| aus Pos. 11            | 3  | 14  | in x-Richtung | 65.0  | 3.80       |       | -          | 99 |
| aus Pos. 11            | 4  | 14  | in x-Richtung | 17.0  | 3.80       |       | -          | 3  |
| aus Pos. 1.12 anteilig | 5  | 14  | in x-Richtung | 1.2   | 3.80       |       | -          | 99 |
| aus Pos. 1.12 anteilig | 6  | 14  | in x-Richtung | 0.3   | 3.80       |       | -          | 3  |

**Ergebnisse****Zusammenfassung**

| Bemessungssituation   | Lfk | Nachweis    | $\eta$ |
|-----------------------|-----|-------------|--------|
| ständig/vorübergehend | 1   | Querschnitt | 0,29   |
| ständig/vorübergehend | 1   | Stabilität  | 0,83   |

**Tragfähigkeit ständig/vorübergehend****Schnittgrößen - Lfk 1**

| $x$<br>[m] | $N_{\text{Ed}}$<br>[kN] | $V_{z,\text{Ed}}$<br>[kN] | $M_{y,\text{Ed}}$<br>[kNm] | $V_{y,\text{Ed}}$<br>[kN] | $M_{z,\text{Ed}}$<br>[kNm] |
|------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0.00       | -228.5                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |
| 3.80       | -228.5                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1  $\gamma_{M0} = 1,00$** 

| x<br>[m] | Qkl | $\eta_N$ | $\eta_{Vz}$ | $\eta_{My}$ | $\eta_{Vy}$ | $\eta_{Mz}$ | $\eta_{MyMz}$ | $\eta$ |
|----------|-----|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------|
| 0.00     | 1   | 0.29     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.29   |
| 3.80     | 1   | 0.29     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.29   |

**Stabilitätsnachweis**

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | GI   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 0.00     | 1   | 228.5            | 0.00                | 6.46 | 0.83   | 1   |

**Auflagerkräfte**
**Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall**

| Lager | x<br>[m] | Lf                      | Ew | $R_x$<br>[kN] | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|-------------------------|----|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | aus Pos. B.1.6          | 99 | -65.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. B.1.6          | 3  | -17.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. 11             | 99 | -65.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. 11             | 3  | -17.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. 1.12 anteil... | 99 | -1.2          | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. 1.12 anteil... | 3  | -0.3          | -             | -              | -             | -              |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Lager | x<br>[m] | Lk    | $R_x$<br>[kN] | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|-------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | Lfk 1 | -228.5        | -             | -              | -             | -              |

**Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen**

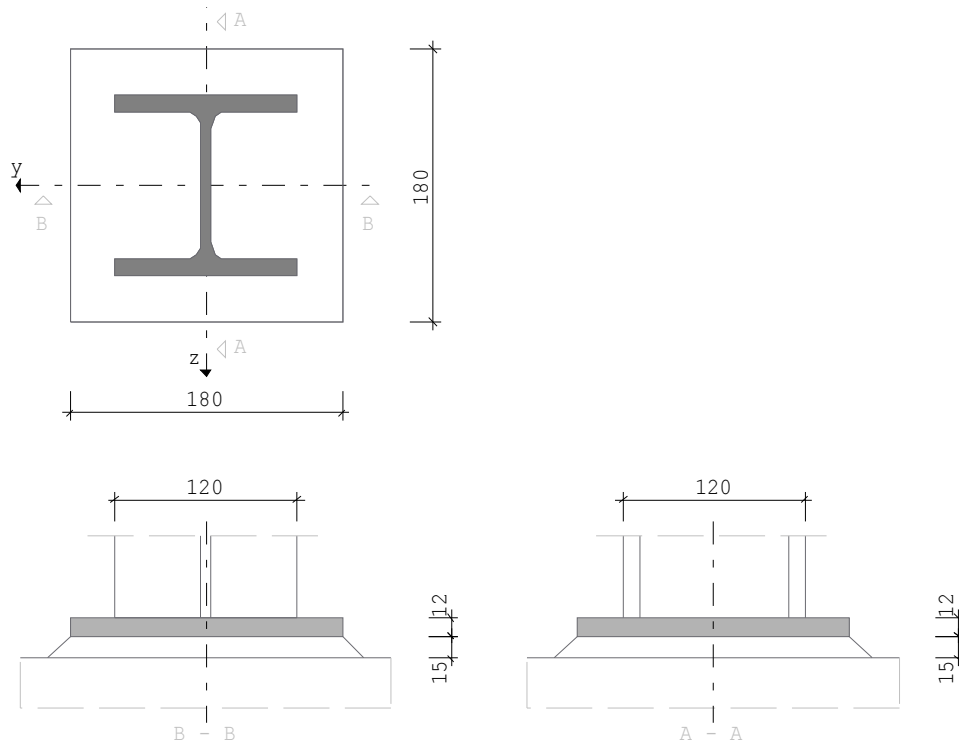
| Lfk | Bemessungssituation   | [Lastfall:Faktor]                                   |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| 1   | ständig/vorübergehend | 1:1,35 + 2:1,50 + 3:1,35 + 4:1,50 + 5:1,35 + 6:1,50 |

**Position: B.1.7.1 - Fußplatte -**

Fußplatte Stahlstütze (x64) ST3 02/2024A (FRILO R-2025-2/P07)

**System****Grafik**

Maßstab 1 : 5

**Kennwerte**

Nachweisführung nach DIN EN 1993

| Stütze   | A<br>cm <sup>2</sup> | I <sub>y</sub><br>cm <sup>4</sup> | I <sub>z</sub><br>cm <sup>4</sup> | h<br>mm | t <sub>w</sub><br>mm | b<br>mm | t <sub>f</sub><br>mm | r<br>mm |
|----------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| HE 120 B | 34.00                | 864.0                             | 318.0                             | 120.0   | 6.5                  | 120.0   | 11.0                 | 12.0    |

| Fußplatte | Länge | Breite | Dicke | Fugendicke | aw Steg | aw Flansch |
|-----------|-------|--------|-------|------------|---------|------------|
| [mm]      | 180.0 | 180.0  | 12.0  | 15.0       | 4.0     | 4.0        |

| Stahl | f <sub>y</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | f <sub>u</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | γ <sub>M0</sub> | γ <sub>M2</sub> | β <sub>w</sub> | f <sub>vwd</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | Beton   | α <sub>c</sub> | γ <sub>c</sub> | f <sub>cd</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | EModul<br>N/mm <sup>2</sup> |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|---------|----------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| S235  | 235.0                               | 360.0                               | 1.00            | 1.25            | 0.80           | 207.8                                 | C 16/20 | 0.85           | 1.50           | 9.1                                  | 29000.0                     |

| Nachweis  | Berechnungsoptionen (Vorgaben)                    |
|-----------|---------------------------------------------------|
| Querkraft | Es wird kein Querkraftnachweis über Anker geführt |

**Ergebnisse****Ergebnisse Lfk1**

| Nr | Bezeichnung | Nd[kN] | Myd[kNm] | Vzd[kN] | Vyd[kN] |
|----|-------------|--------|----------|---------|---------|
| 1  | Lfk1        | 226.50 | 0.00     | 0.00    | 0.00    |

**Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell (Druck)**Tragfähigkeit NARd = 262.9 kN  $\eta = 0.86 < 1$

**Druckkomponente**

|                      |          |       |                   |        |                       |
|----------------------|----------|-------|-------------------|--------|-----------------------|
| Festigkeit Lagerfuge | fjd =    | 9.1   | N/mm <sup>2</sup> |        |                       |
| Anschlußbeiwert      | βj =     | 0.67  |                   |        |                       |
| Faktor               | sqA1A0 = | 1.50  |                   |        |                       |
| Ausbreitungsbreite   | c =      | 35.3  | mm                | Dicke  | t = 12.0 mm           |
| Flansch              | Aeff1 =  | 137.3 | cm <sup>2</sup>   | σD1 =  | 7.8 N/mm <sup>2</sup> |
| Steg                 | Aeff2 =  | 21.2  | cm <sup>2</sup>   | σD2 =  | 5.6 N/mm <sup>2</sup> |
| Druckfläche          | Aeff =   | 295.7 | cm <sup>2</sup>   | NARd = | 262.85 kN             |

**Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen**

| Querschnittsteil | σ <sub>wd</sub> |                   | erf.aw | vorh.aw |    | η    |
|------------------|-----------------|-------------------|--------|---------|----|------|
| Steg             | 99.9            | N/mm <sup>2</sup> | 1.9    | 4.0     | mm | 0.48 |
| Gurt             | 99.9            | N/mm <sup>2</sup> | 1.9    | 4.0     | mm | 0.48 |

maximale Auslastung  $\eta = 0.86 < 1$  Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell

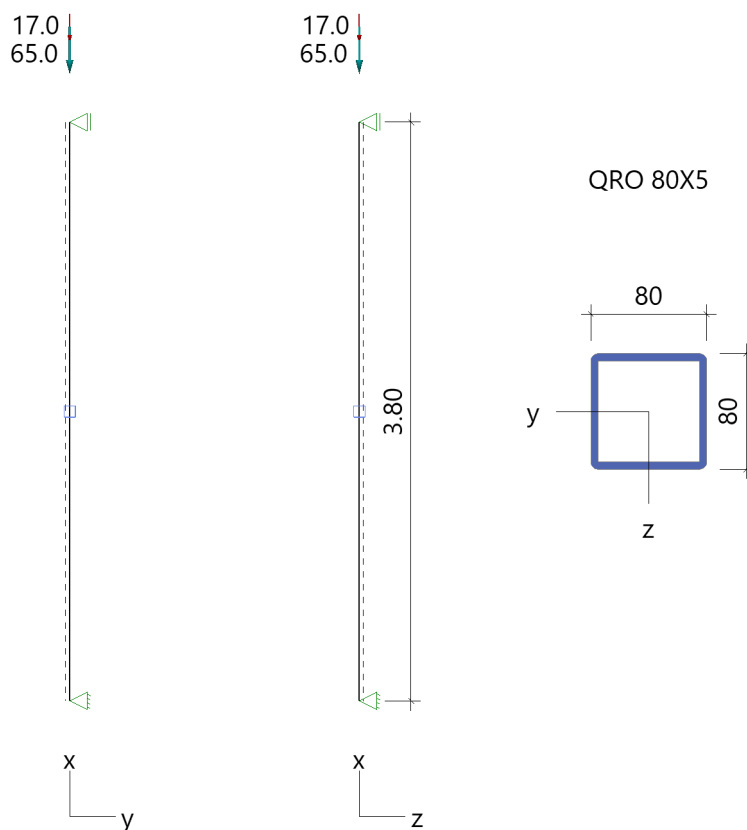


**Position: B.1.8 - Stahlstütze -**

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

|                                           |                  |                                                                     |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                            | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik       | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten                   | :                | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)            | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten              | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                     | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                  | :                | 6.3.3 - Anhang A                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit            | $\delta_{lim} =$ | 0.0 cm                                                              |

**System Pendelstütze**

Stütze: Höhe = 3.80 m Material: S235 Querschnitt: QRO 80X5(warm)

**Lagerbedingungen**

| Nr | x<br>[m] | Verschiebungen *) |              |              | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          | ux<br>[kN/m]      | uy<br>[kN/m] | uz<br>[kN/m] | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.80     | 0.00              | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Belastung****Einwirkungen(Ew)**

| Id | Typ | Bemessungssituation   | Name                         | $\gamma_{sup}$ | $\gamma_{inf}$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|----|-----|-----------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| 99 | G   | ständig/vorübergehend | ständig                      | 1.35           | 1.00           | 1.00     | 1.00     | 1.00     |
| 3  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. C: Versammlungsbereiche | 1.50           | 0.00           | 0.70     | 0.70     | 0.60     |

**Lasten****Lastarten**

Art 14 = Kopflast kN

**Standard-Lastfälle und Lasten**

| Beschreibung   | Nr | Art | in/um         | pi   | a<br>[m] | pj | l<br>[m] | Ew |
|----------------|----|-----|---------------|------|----------|----|----------|----|
| aus Pos. B.1.6 | 1  | 14  | in x-Richtung | 65.0 | 3.80     |    | -        | 99 |
| aus Pos. B.1.6 | 2  | 14  | in x-Richtung | 17.0 | 3.80     |    | -        | 3  |

**Ergebnisse****Zusammenfassung**

| Bemessungssituation   | Lfk | Nachweis    | $\eta$ |
|-----------------------|-----|-------------|--------|
| ständig/vorübergehend | 1   | Querschnitt | 0,33   |
| ständig/vorübergehend | 1   | Stabilität  | 0,78   |

**Tragfähigkeit ständig/vorübergehend****Schnittgrößen - Lfk 1**

| x<br>[m] | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{y,Ed}$<br>[kN] | $M_{z,Ed}$<br>[kNm] |
|----------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 0.00     | -113.3           | 0.0                | 0.00                | 0.0                | 0.00                |
| 3.80     | -113.3           | 0.0                | 0.00                | 0.0                | 0.00                |

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1  $\gamma_{M0} = 1,00$** 

| x<br>[m] | Qkl | $\eta_N$ | $\eta_{Vz}$ | $\eta_{My}$ | $\eta_{Vy}$ | $\eta_{Mz}$ | $\eta_{MyMz}$ | $\eta$ |
|----------|-----|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------|
| 0.00     | 1   | 0.33     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.33   |
| 3.80     | 1   | 0.33     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.33   |

**Stabilitätsnachweis**

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | Gl   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 0.00     | 1   | 113.3            | 0.00                | 6.46 | 0.78   | 1   |

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall**

| Lager | x<br>[m] | Lf                               | Ew      | $R_x$<br>[kN]  | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|----------------------------------|---------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | aus Pos. B.1.6<br>aus Pos. B.1.6 | 99<br>3 | -65.0<br>-17.0 | -<br>-        | -<br>-         | -<br>-        | -<br>-         |

**Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen**

| Lfk | Bemessungssituation   | [Lastfall:Faktor] |
|-----|-----------------------|-------------------|
| 1   | ständig/vorübergehend | 1:1,35 + 2:1,50   |

**Position: B.1.9 - Stahlträger -****Allgemein**

Pos. 5u exkl. Eigengewicht  
→ siehe Bestandsstatik, 2. Nachtrag, S.5

pk= 31,6 kN/m

**Ständig**

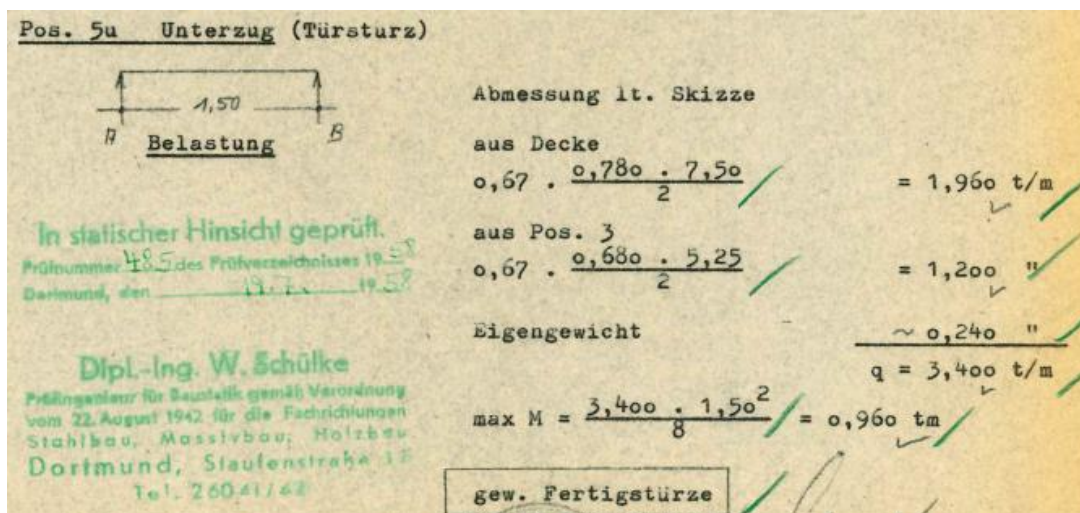
anteilig

gk= 21,07 kN/m

**Veränderlich**

anteilig

qk= 10,53 kN/m



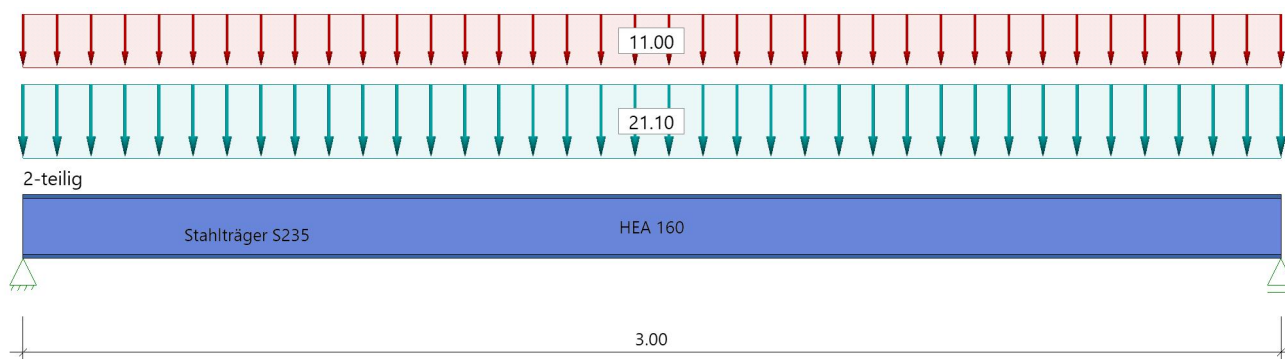
**Position: B.1.9 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

|                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$        | $G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$     |
| $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$      | $\mu = 0.30$                     |
|                                      | $\beta_w = 0.80$                 |
| Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$  | $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$ |
| Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$ | $f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$ |

**Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEA 160                                            | 1670                        | 616                         | 220                         | 77                          | 38.8                    |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                         |

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 3.00         | HEA 160     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.00     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 3.00      |           | 21.10        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 3.00      |           | 11.00        |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 183 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.45        | 1)             | 0.82                |

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEA 160     | Feld 1, $x = 1.50$ | 0.0                | 25.77               | 0.45        |                | 1  |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.50 \text{ m}$  Lk 1**

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$      | $N_{Rd} = 911.8 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$       | $\eta_N = 0.00$                |
| $M_{y,pld} = 25.77 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 57.78 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 25.77 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.45$             |
| $V_{z,pld} = 0.0 \text{ kN}$    | $V_{z,Rd} = 179.6 \text{ kN}$  |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$     | $\eta_{Vz} = 0.00$             |
|                                 | $\eta = 0.45$                  |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.50     | 0.0                | 0.5                | 0.5                  | 0.10   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.50     | 3.00             | 0.00                | 3.00                | 0.3               | 0.5                | 0.6                | 0.82   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 32.6                | 32.6<br>16.5        |                      |                      |
| 2  | 3.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 32.6                | 32.6<br>16.5        |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 68.7<br>32.6  |                |
| 2        | 3.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 68.7<br>32.6  |                |

**Position: B.1.12 - Stahlträger -****Ständig**

|                     |            |                                                            |   |                                   |
|---------------------|------------|------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------|
| <b>linke Fläche</b> | aus Pos. 3 | <u>Eigengewicht</u>                                        |   |                                   |
|                     |            | $g_k = 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 2,2 \text{ m}$ | = | 9,90 kN/m                         |
|                     |            | <u>Belag + Putz</u>                                        |   |                                   |
|                     |            | $g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 * 2,20 \text{ m}$                | = | 2,20 kN/m                         |
|                     |            |                                                            |   | $\Sigma g_k = 12,10 \text{ kN/m}$ |

|                           |            |                                                             |   |                                  |
|---------------------------|------------|-------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>rechte Fläche oben</b> | aus Pos. 3 | <u>Eigengewicht</u>                                         |   |                                  |
|                           |            | $g_k = 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 0,90 \text{ m}$ | = | 4,05 kN/m                        |
|                           |            | <u>Belag + Putz</u>                                         |   |                                  |
|                           |            | $g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 * 0,90 \text{ m}$                 | = | 0,90 kN/m                        |
|                           |            |                                                             |   | $\Sigma g_k = 5,00 \text{ kN/m}$ |

|                            |            |                                                             |   |                                  |
|----------------------------|------------|-------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|
| <b>rechte Fläche unten</b> | aus Pos. 3 | <u>Eigengewicht</u>                                         |   |                                  |
|                            |            | $g_k = 0,18 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 1,50 \text{ m}$ | = | 6,75 kN/m                        |
|                            |            | <u>Belag + Putz</u>                                         |   |                                  |
|                            |            | $g_k = 1,0 \text{ kN/m}^2 * 1,50 \text{ m}$                 | = | 1,50 kN/m                        |
|                            |            |                                                             |   | $\Sigma g_k = 8,30 \text{ kN/m}$ |

|                   |                 |  |                          |
|-------------------|-----------------|--|--------------------------|
| <b>Einzellast</b> | aus Pos. B.1.10 |  | $G_k = 14,30 \text{ kN}$ |
|-------------------|-----------------|--|--------------------------|

**Veränderlich**

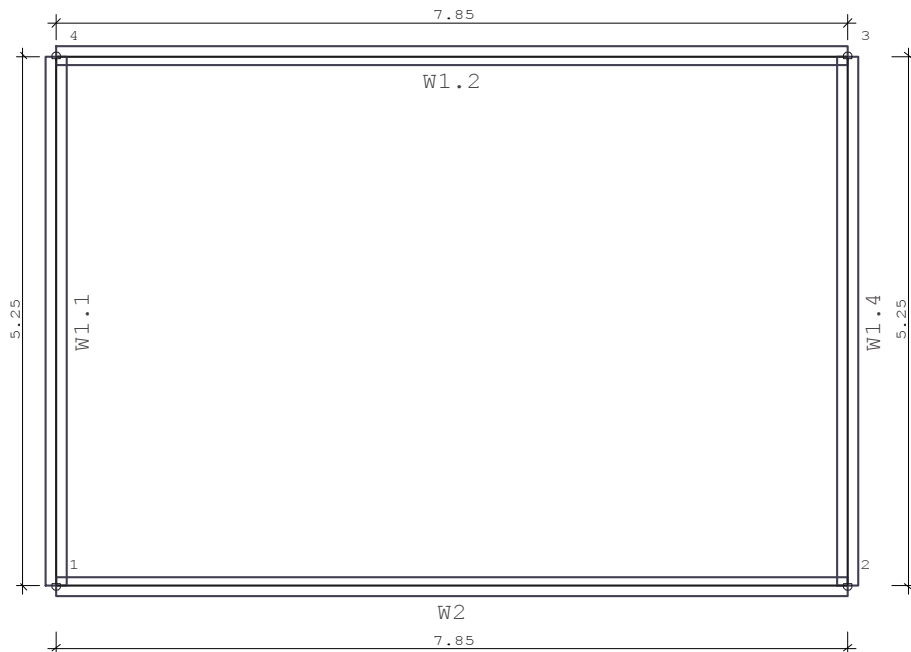
|                         |                 |          |                 |     |           |
|-------------------------|-----------------|----------|-----------------|-----|-----------|
| <b>linke Fläche</b>     | aus Pos. 3      | Nutzlast | 1,50 kN/m² *2,2 | =   | 3,30 kN/m |
| <b>rechte Fläche,o.</b> | aus Pos. 3      | Nutzlast | 1,50 kN/m² *0,9 | =   | 1,35 kN/m |
| <b>rechte Fläche,u.</b> | aus Pos. 3      | Nutzlast | 1,50 kN/m² *1,1 | =   | 1,65 kN/m |
| <b>Einzellast</b>       | aus Pos. B.1.10 |          |                 | Qk= | 3,60 kN   |

**Position: B.1.10 - Stb. Decke, Bestand -**

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**System****Grundriss**

Maßstab 1 : 75

**Übersicht**

|               |           |
|---------------|-----------|
| Plattendicke  | 18.0 [cm] |
| Bettungsmodul | 0 [kN/m³] |
| Systempunkte  | 4         |
| Wandzüge      | 2         |

**Material**

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Beton                            | C 16/20                       |
| E-Modul                          | 2900 [kN/cm²]                 |
| Querdehnzahl                     | 0.20                          |
| Spezifisches Gewicht             | 25 [kN/m³]                    |
| Temperaturausdehnungskoeffizient | 1.0e-05 [1/Grad]              |
| Bewehrungsstahl                  | BSt 420 S(A)                  |
| Bewehrungslagen, oben            | d-1 : 2.5      d-2 : 3.0 [cm] |
| Bewehrungslagen, unten           | d-1 : 2.5      d-2 : 3.0 [cm] |

**Bemessung: Einstellungen**

Norm DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

**Global vorgegebene Längsbewehrung**

- Platte

|       |             |                     |
|-------|-------------|---------------------|
| oben  | as-1 : 0.00 | as-2 : 0.00 [cm²/m] |
| unten | as-1 : 0.00 | as-2 : 0.00 [cm²/m] |

- Unter-/Überzüge

|       |           |
|-------|-----------|
| oben  | 4.0 [cm²] |
| unten | 4.0 [cm²] |

**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA



**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit  
den  $k_z$ -Werten aus der Biegebemessung

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und  
der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

**FE-Eigenschaften**

FE-Netz

Viereck-Elemente  
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten 203

Anzahl der Elemente 175

Durchschnittliche Elementgröße 50 [cm]

Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0

Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN

Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

**Systempunkte**

| Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] | Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] |
|-------|----------|----------|-------|----------|----------|
| 1     | 9.064    | 0.149    | 2     | 16.914   | 0.149    |
| 3     | 16.914   | 5.399    | 4     | 9.064    | 5.399    |

**Platte**

| Kante | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] |
|-------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| 1     | 1            | 2            |               |                |                |
| 2     | 2            | 3            |               |                |                |
| 3     | 3            | 4            |               |                |                |
| 4     | 4            | 1            |               |                |                |

**Wände****Eigenschaften**

| Nummer | Dicke<br>[cm] | Länge<br>[m] | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] | Material         |
|--------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| 1.1    | 20.0          | 5.250        | 1            | 4            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.2    | 20.0          | 7.850        | 4            | 3            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.4    | 20.0          | 5.250        | 2            | 3            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 2      | 20.0          | 7.850        | 1            | 2            |               |                |                | Hz-12-0,8-MG IIa |

**Lagerbedingungen (pro lfd Meter)**

| Nummer | Zug-<br>feder-<br>Ausfall | Verschiebung<br>Vertikal<br>[kN/m] | Verdrehung<br>Um Wandachse<br>[kNm/rad] | Verdrehung<br>Um senkr. Achse<br>[kNm/rad] |
|--------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1.1    | NEIN                      | 305556                             | frei                                    | frei                                       |
| 1.2    | NEIN                      | 305556                             | frei                                    | frei                                       |
| 1.4    | NEIN                      | 305556                             | frei                                    | frei                                       |
| 2      | NEIN                      | 305556                             | frei                                    | frei                                       |

**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m²"****Übersicht**

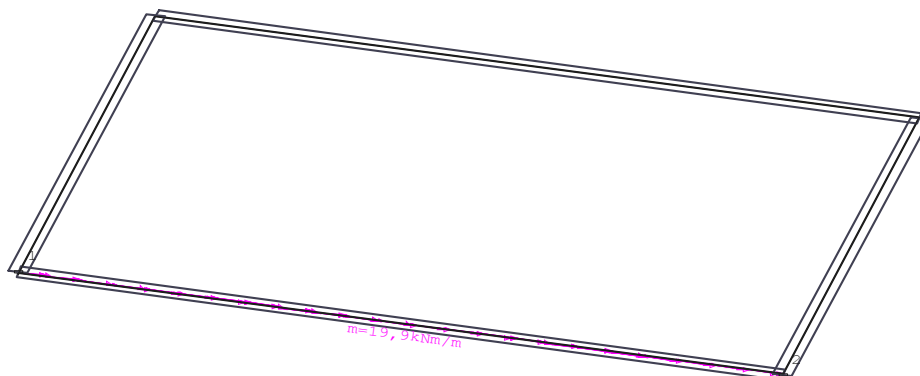
|                                                                                    |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Art                                                                                | ständig  |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen<br>und Brüstungen ist berücksichtigt | JA       |
| Einwirkung                                                                         | ständig  |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                                  | 1.35     |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                       | 1.50     |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                       | 1.15     |
| Lastpunkte                                                                         | 4        |
| Punktlasten                                                                        | 0        |
| Linienlasten                                                                       | 1        |
| Flächenlasten                                                                      | 1        |
| Temperaturlasten                                                                   | 0        |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                      | 41 [kN]  |
| Anteil auf der Platte                                                              |          |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen                       | 185 [kN] |
| Summe aller Lasten                                                                 | 227 [kN] |
| Summe der Auflagerkräfte                                                           | 227 [kN] |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

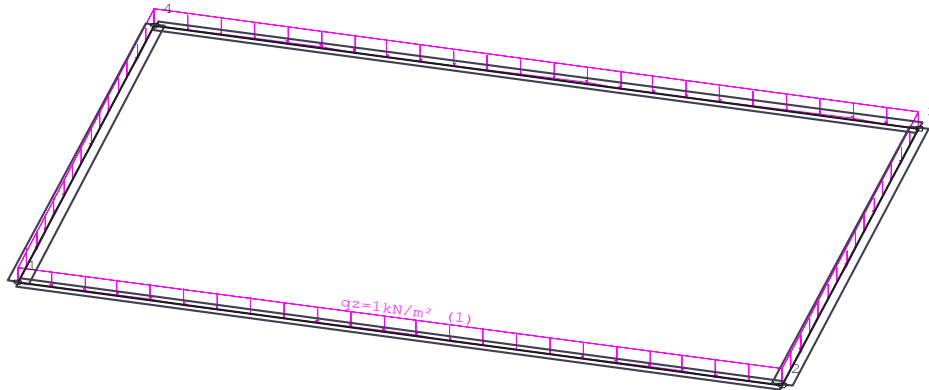
**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m²"****Linienlasten**

Maßstab 1 : 75



**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m<sup>2</sup>"**
**Flächenlasten**

Maßstab 1 : 75


**Lastfall 2 "Nutzlast, 1,5 kN/m<sup>2</sup>"**
**Übersicht**

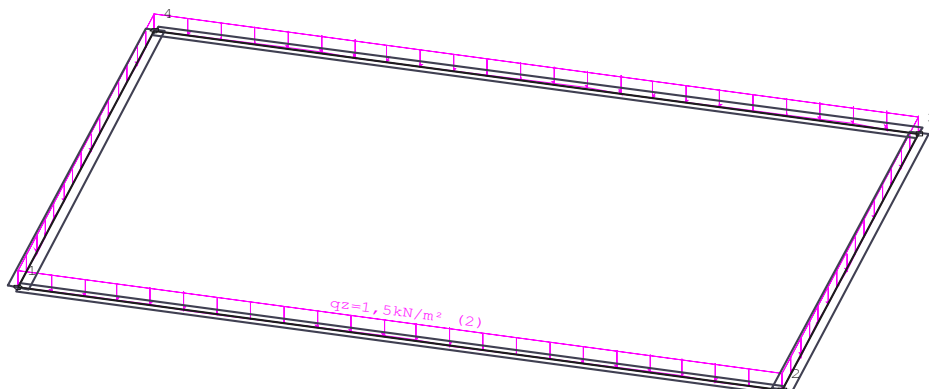
|                                                                                 |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Art                                                                             | nicht ständig       |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN                |
| Einwirkung                                                                      | Kat. A: Wohngebäude |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50                |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50                |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15                |
| Lastpunkte                                                                      | 4                   |
| Punktlasten                                                                     | 0                   |
| Linienlasten                                                                    | 0                   |
| Flächenlasten                                                                   | 1                   |
| Temperaturlasten                                                                | 0                   |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 62 [kN]             |
| Anteil auf der Platte                                                           |                     |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 62 [kN]             |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 2 "Nutzlast, 1,5 kN/m<sup>2</sup>"**
**Flächenlasten**

Maßstab 1 : 75



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

| Nummer | Lastfall           | Art           | Mit Eigen-gewicht | Einwirkung       |                     | Alternativ-gruppe |
|--------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|
|        |                    |               |                   | Kurz Bezeichnung | Name                |                   |
| 1      | Aufbau, 1,0 kN/m²  | ständig       | ja                | g                | ständig             | -                 |
| 2      | Nutzlast, 1,5 k... | nicht ständig | nein              | 1                | Kat. A: Wohngebäude | 0                 |

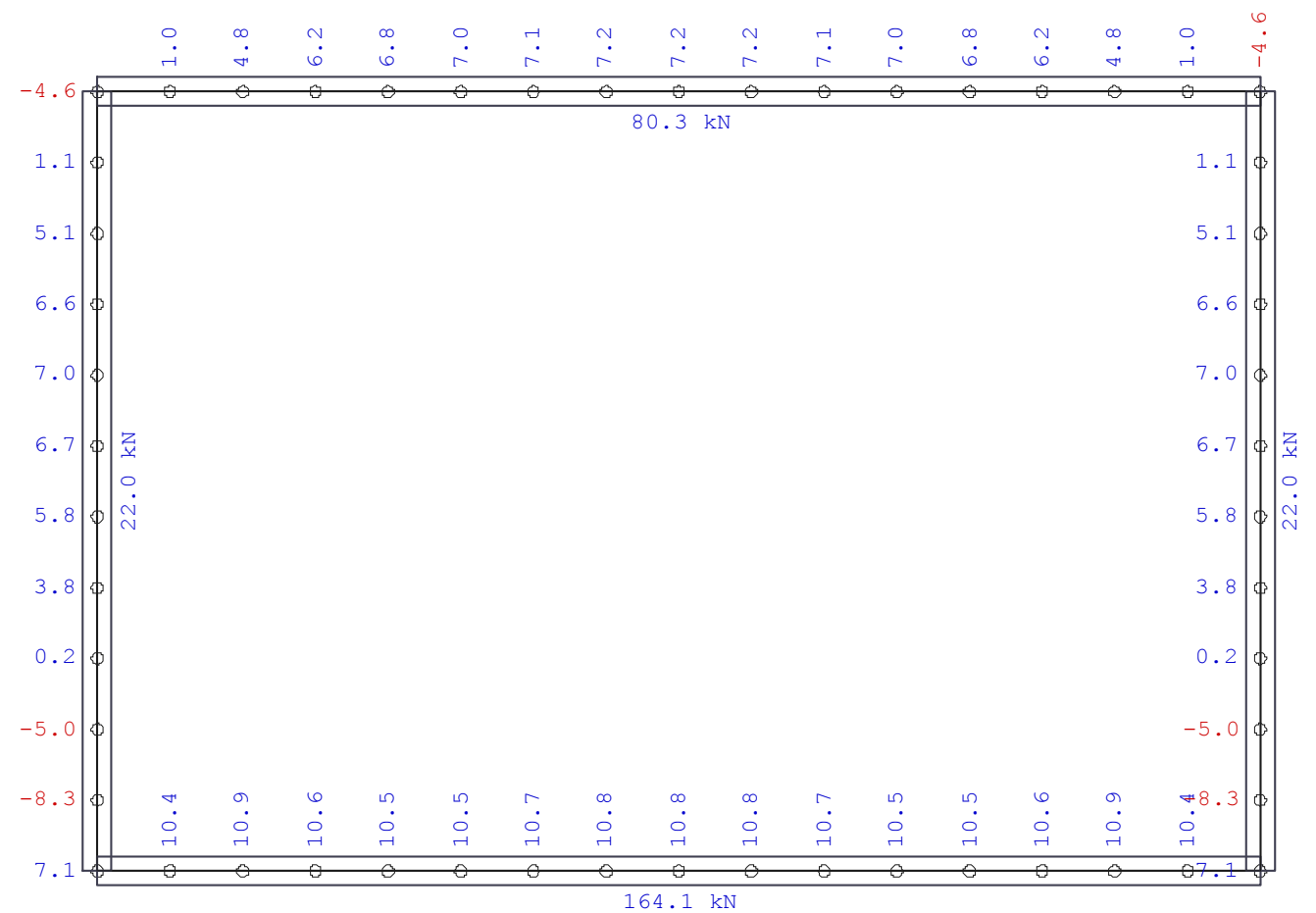
Beteiligte Einwirkungen

| Nummer | Kurz Bezeichnung | Name                | Art           |
|--------|------------------|---------------------|---------------|
| 1      | g                | ständig             | ständig       |
| 2      | 1                | Kat. A: Wohngebäude | nicht ständig |

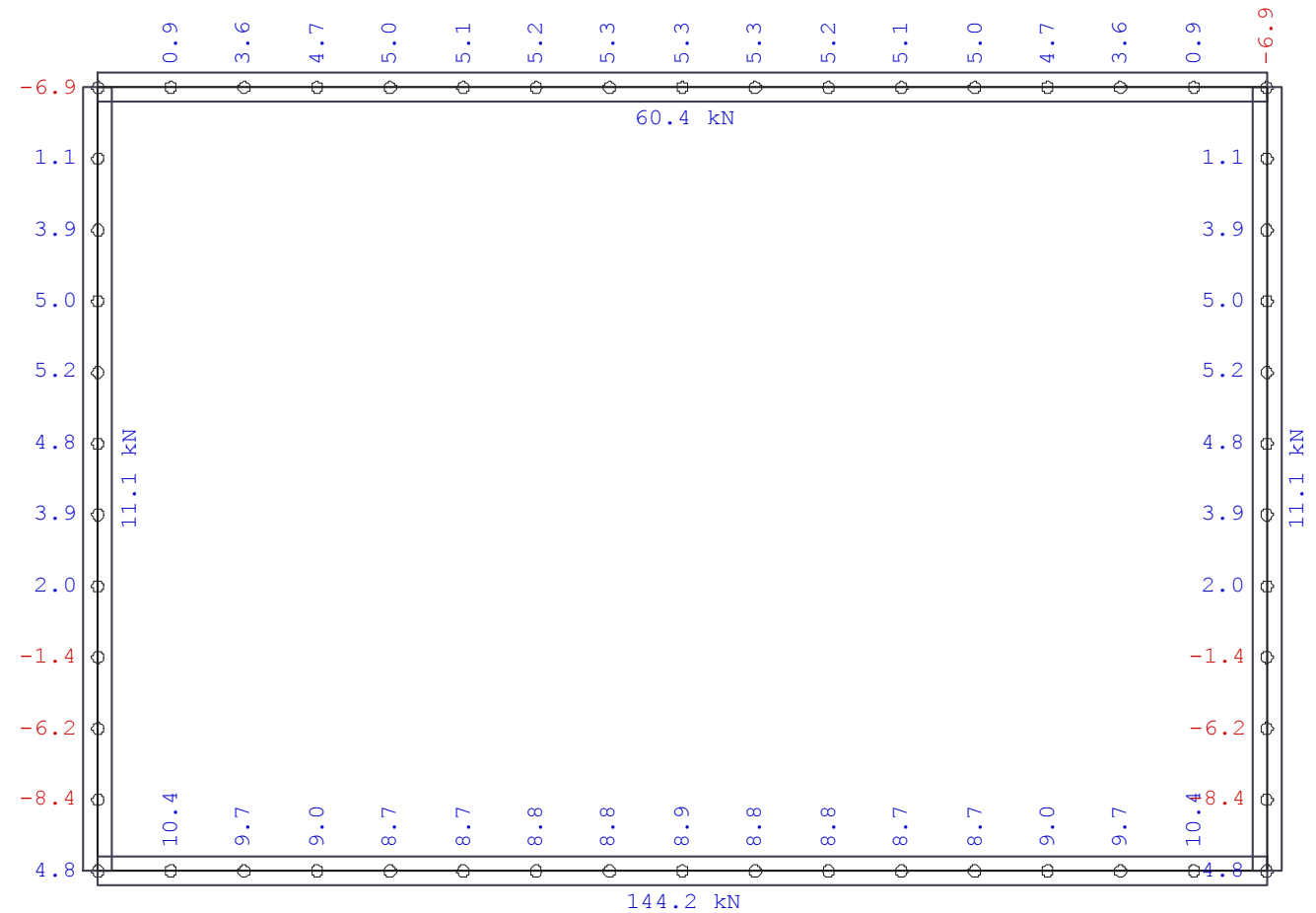
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

Maßstab 1 : 50



Überlagerung 1 "Charakteristisch"  
Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN  
Maßstab 1 : 50



## Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MAX

Maßstab 1 : 50

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 2.00  | 1.63  | 1.24  | 1.07  | 0.98  | 0.98  | 0.97  | 0.97  | 0.98  | 1.00  | 1.03  | 1.10  | 1.28  | 1.67  | 2.03  |       |  |
| 1.14  | 1.51  | 1.05  | 2.13  | 2.37  | 2.54  | 2.60  | 2.62  | 2.59  | 2.51  | 2.30  | 2.20  | 1.94  | 1.59  | 1.11  |       |  |
| 4.78  | 5.23  | 4.58  | 3.65  | 2.73  | 1.88  | 1.10  | 0.36  | -0.23 | -0.70 | -1.20 | -1.75 | -2.38 | -3.03 | -3.19 |       |  |
| 1.96  | 2.63  | 2.69  | 2.70  | 2.72  | 1.96  | 1.95  | 1.92  | 2.64  | 2.67  | 2.70  | 2.75  | 2.80  | 2.73  | 2.01  | 0.92  |  |
| 2.51  | 3.57  | 4.56  | 5.38  | 6.07  | 4.80  | 5.02  | 5.10  | 6.72  | 6.50  | 6.11  | 5.54  | 4.77  | 3.74  | 2.58  | 2.25  |  |
| 4.89  | 4.81  | 4.27  | 3.45  | 2.59  | 1.79  | 1.04  | 0.35  | -0.21 | -0.65 | -1.11 | -1.63 | -2.19 | -2.69 | -2.96 | -3.06 |  |
| 2.33  | 3.32  | 3.73  | 3.83  | 3.89  | 3.92  | 3.89  | 3.40  | 3.40  | 3.41  | 3.95  | 3.97  | 3.87  | 3.47  | 2.66  | 1.21  |  |
| 2.91  | 4.67  | 6.15  | 7.35  | 8.31  | 9.01  | 9.38  | 8.51  | 8.51  | 8.29  | 8.47  | 7.60  | 6.40  | 5.19  | 3.76  | 2.07  |  |
| 4.14  | 3.96  | 3.50  | 2.87  | 2.17  | 1.49  | 0.88  | 0.31  | -0.16 | -0.51 | -0.88 | -1.20 | -1.54 | -1.83 | -2.08 | -2.26 |  |
| 2.57  | 3.79  | 4.31  | 4.53  | 4.58  | 4.61  | 4.60  | 4.37  | 4.39  | 4.41  | 4.63  | 4.62  | 4.44  | 3.98  | 3.13  | 1.35  |  |
| 2.97  | 5.15  | 6.93  | 8.31  | 9.39  | 10.1  | 10.6  | 10.4  | 10.5  | 10.2  | 9.71  | 8.88  | 7.71  | 6.11  | 4.16  | 1.80  |  |
| 2.78  | 2.70  | 2.39  | 1.98  | 1.51  | 1.04  | 0.62  | 0.24  | -0.08 | -0.29 | -0.39 | -0.52 | -0.63 | -0.73 | -0.84 | -0.93 |  |
| 2.58  | 3.88  | 4.48  | 4.74  | 4.78  | 4.81  | 4.81  | 4.82  | 4.86  | 4.82  | 4.83  | 4.82  | 4.68  | 4.26  | 3.28  | 1.39  |  |
| 2.93  | 5.21  | 7.05  | 8.45  | 9.46  | 10.1  | 10.6  | 10.9  | 11.0  | 10.8  | 10.3  | 9.31  | 8.02  | 6.31  | 4.21  | 1.65  |  |
| 1.02  | 1.09  | 1.05  | 0.92  | 0.72  | 0.49  | 0.31  | 0.12  |       | 0.06  | 0.08  | 0.17  | 0.29  | 0.43  | 0.49  | 0.48  |  |
| 2.39  | 3.56  | 4.18  | 4.56  | 4.73  | 4.77  | 4.78  | 4.81  | 4.86  | 4.84  | 4.78  | 4.70  | 4.51  | 4.06  | 3.13  | 1.38  |  |
| 2.78  | 4.86  | 6.53  | 7.76  | 8.78  | 9.55  | 10.5  | 10.6  | 10.5  | 10.2  | 9.62  | 8.75  | 7.56  | 6.01  | 4.02  | 1.61  |  |
| -0.79 | -0.58 | -0.35 | -0.19 | -0.12 | -0.10 | 0.04  | -0.01 | 0.03  | 0.31  | 0.52  | 0.80  | 1.14  | 1.50  | 1.75  | 1.80  |  |
| 1.92  | 2.90  | 3.62  | 4.04  | 4.20  | 4.27  | 4.34  | 4.39  | 4.48  | 4.25  | 4.23  | 4.10  | 3.88  | 3.45  | 2.65  | 1.15  |  |
| 2.40  | 3.97  | 5.37  | 6.65  | 7.52  | 8.06  | 8.55  | 8.67  | 9.03  | 8.46  | 7.97  | 7.29  | 6.34  | 5.10  | 3.54  | 1.61  |  |
| -2.20 | -1.89 | -1.42 | -1.03 | -0.72 | -0.43 | -0.14 | 0.01  | 0.36  | 0.66  | 1.04  | 1.51  | 2.06  | 2.65  | 3.15  | 3.38  |  |
| 1.13  | 1.99  | 2.66  | 3.06  | 3.25  | 3.35  | 3.79  | 3.05  | 3.51  | 3.37  | 3.24  | 3.08  | 2.82  | 2.43  | 1.84  | 0.84  |  |
| 1.58  | 2.84  | 3.87  | 4.75  | 5.27  | 5.62  | 6.73  | 4.79  | 6.46  | 5.86  | 5.30  | 4.81  | 4.21  | 3.46  | 2.63  | 1.51  |  |
| -2.91 | -2.35 | -1.77 | -1.27 | -0.87 | -0.51 | -0.17 | 0.08  | 0.45  | 0.88  | 1.38  | 1.94  | 2.59  | 3.28  | 3.95  | 4.27  |  |
| 0.38  | 0.88  | 1.30  | 1.65  | 1.89  | 2.13  | 2.32  | 1.48  | 2.27  | 2.11  | 1.93  | 1.71  | 1.43  | 1.08  | 0.72  | 0.38  |  |
| 1.12  | 1.10  | 1.19  | 1.42  | 1.63  | 1.99  | 2.42  | -0.34 | 2.36  | 1.90  | 1.49  | 1.16  | 0.89  | 0.73  | 0.81  | 0.99  |  |
| -2.43 | -2.02 | -1.58 | -1.18 | -0.84 | -0.54 | -0.24 | 0.03  | 0.50  | 0.99  | 1.50  | 2.05  | 2.63  | 3.21  | 3.78  | 4.04  |  |
| -0.17 | -0.47 | -0.31 | -0.04 | 0.23  | 0.44  | 0.55  | 0.60  | 0.58  | 0.50  | 0.33  | 0.12  | -0.19 | -0.48 | -0.60 | -0.12 |  |
| -0.93 | -2.50 | -3.28 | -3.56 | -3.59 | -3.48 | -3.37 | -3.26 | -3.31 | -3.48 | -3.71 | -3.87 | -3.97 | -3.75 | -2.90 | -1.14 |  |
| -0.37 | -1.13 | -1.06 | -0.90 | -0.70 | -0.48 | -0.24 | 0.02  | 0.51  | 1.00  | 1.48  | 1.93  | 2.31  | 2.74  | 3.11  | 3.08  |  |
| 0.77  | -1.76 | -2.04 | -1.94 | -1.75 | -1.63 | -1.56 | -1.51 | -1.49 | -1.52 | -1.57 | -1.75 | -1.98 | -2.12 | -1.83 | 0.82  |  |
| -7.21 | -9.25 | -10.2 | -10.6 | -10.7 | -10.8 | -10.8 | -10.7 | -10.7 | -10.7 | -10.6 | -10.7 | -10.7 | -10.5 | -9.66 | -7.41 |  |
| 3.14  | -0.17 | -0.48 | -0.62 | -0.58 | -0.43 | -0.22 | 0.01  | 0.51  | 0.99  | 1.42  | 1.77  | 2.03  | 2.27  | 2.24  | 1.45  |  |



**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MIN**

Maßstab 1 : 50

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 0.18  | 1.00  | 0.46  | 0.17  | 0.07  | 0.05  | 0.04  | 0.04  | 0.03  | 0.04  | 0.04  | 0.07  | 0.17  | 0.46  | 1.01  |       |  |
| 0.17  | 0.86  | 0.89  | 0.11  | 0.11  | 0.12  | 0.12  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.11  | 0.18  | 0.86  |       |  |
| 2.87  | 3.13  | 2.65  | 2.04  | 1.47  | 0.94  | 0.46  |       | -0.72 | -1.48 | -2.28 | -3.15 | -4.03 | -4.73 | -5.22 |       |  |
| 0.06  | 1.43  | 1.50  | 1.42  | 1.38  | 1.37  | 1.36  | 1.34  | 1.33  | 1.34  | 1.37  | 1.41  | 1.48  | 1.55  | 1.44  | 0.05  |  |
| 1.10  | 1.83  | 2.38  | 2.89  | 3.31  | 3.62  | 3.79  | 3.84  | 3.83  | 3.75  | 3.59  | 3.35  | 2.99  | 2.51  | 1.90  | 1.05  |  |
| 2.99  | 2.75  | 2.31  | 1.79  | 1.28  | 1.12  | 0.65  | 0.21  | -0.64 | -1.32 | -2.03 | -2.78 | -3.52 | -4.21 | -4.77 | -4.88 |  |
| 0.08  | 1.88  | 2.26  | 2.36  | 2.38  | 1.89  | 1.85  | 1.83  | 2.32  | 2.34  | 2.37  | 2.42  | 2.44  | 2.35  | 1.71  | 0.10  |  |
| 0.58  | 2.67  | 3.74  | 4.60  | 5.32  | 4.93  | 5.08  | 5.11  | 6.34  | 6.20  | 5.90  | 5.45  | 4.80  | 3.64  | 2.22  | 0.55  |  |
| 2.18  | 1.98  | 1.67  | 1.31  | 0.93  | 0.60  | 0.30  | 0.01  | -0.27 | -0.85 | -1.49 | -2.09 | -2.74 | -3.35 | -3.84 | -4.11 |  |
| 0.09  | 2.19  | 2.75  | 2.94  | 2.97  | 2.95  | 2.93  | 2.62  | 2.63  | 2.66  | 2.98  | 3.03  | 3.01  | 2.69  | 1.84  | 0.10  |  |
| 0.31  | 3.00  | 4.37  | 5.49  | 6.34  | 7.01  | 7.41  | 7.04  | 6.97  | 6.73  | 6.99  | 6.28  | 5.27  | 3.92  | 2.27  | 0.30  |  |
| 0.93  | 0.95  | 0.82  | 0.67  | 0.48  | 0.30  | 0.16  | 0.02  | -0.47 | -0.96 | -0.94 | -1.34 | -1.76 | -2.14 | -2.47 | -2.69 |  |
| 0.09  | 2.29  | 2.92  | 3.10  | 3.11  | 3.06  | 3.04  | 3.03  | 3.05  | 3.05  | 3.07  | 3.06  | 2.96  | 2.58  | 1.78  | 0.10  |  |
| 0.25  | 3.06  | 4.58  | 5.76  | 6.64  | 7.11  | 7.63  | 7.79  | 7.72  | 7.15  | 6.74  | 6.04  | 5.09  | 3.80  | 2.19  | 0.25  |  |
| -0.48 | -0.21 | -0.09 | -0.04 | -0.02 | -0.04 | 0.11  | 0.02  | -0.24 | -0.50 | -0.38 | -0.54 | -0.65 | -0.73 | -0.82 | -0.92 |  |
| 0.09  | 2.15  | 2.66  | 2.78  | 2.78  | 2.71  | 2.61  | 2.90  | 2.82  | 2.63  | 2.65  | 2.63  | 2.49  | 2.19  | 1.50  | 0.09  |  |
| 0.34  | 2.92  | 4.32  | 5.31  | 5.79  | 5.95  | 6.09  | 6.81  | 6.60  | 5.84  | 5.59  | 5.06  | 4.32  | 3.29  | 2.00  | 0.35  |  |
| -1.79 | -1.26 | -0.93 | -0.66 | -0.45 | -0.32 | -0.17 | -0.15 | -0.03 | -0.07 | 0.13  | 0.26  | 0.43  | 0.65  | 0.85  | 0.89  |  |
| 0.07  | 1.62  | 1.92  | 2.09  | 2.14  | 2.12  | 1.89  | 2.06  | 2.31  | 2.06  | 1.99  | 1.88  | 1.71  | 1.46  | 1.02  | 0.08  |  |
| 0.55  | 2.49  | 3.27  | 3.75  | 3.98  | 4.16  | 3.25  | 3.80  | 5.12  | 3.91  | 3.65  | 3.31  | 2.87  | 2.31  | 1.58  | 0.59  |  |
| -3.32 | -2.45 | -1.87 | -1.38 | -0.98 | -0.61 | -0.48 | -0.17 | -0.08 | 0.20  | 0.49  | 0.78  | 1.14  | 1.58  | 2.02  | 2.25  |  |
| 0.02  | 0.63  | 0.85  | 1.05  | 1.17  | 1.01  | 0.98  | 0.90  | 1.34  | 1.16  | 1.04  | 0.85  | 0.65  | 0.46  | 0.29  | 0.04  |  |
| 0.74  | 0.86  | 0.96  | 1.08  | 1.09  | 1.06  | -0.15 | -0.19 | 1.29  | 0.90  | 0.72  | 0.59  | 0.51  | 0.54  | 0.66  | 0.80  |  |
| -4.26 | -3.19 | -2.50 | -1.87 | -1.35 | -0.94 | -0.67 | -0.32 | 0.06  | 0.43  | 0.69  | 1.02  | 1.46  | 1.99  | 2.57  | 2.94  |  |
| -0.64 | -0.66 | -0.48 | -0.24 | -0.13 | 0.01  | 0.17  | -0.48 | -0.49 | 0.01  | -0.14 | -0.39 | -0.65 | -0.80 | -0.67 | -0.10 |  |
| -1.33 | -2.21 | -2.71 | -2.96 | -3.13 | -3.05 | -2.81 | -5.41 | -5.46 | -3.25 | -3.34 | -3.33 | -3.15 | -2.59 | -1.49 | 0.20  |  |
| -4.02 | -3.59 | -2.88 | -2.23 | -1.64 | -1.11 | -0.64 | -0.23 | 0.14  | 0.43  | 0.72  | 1.06  | 1.45  | 1.93  | 2.36  | 2.64  |  |
| -1.70 | -2.07 | -1.95 | -1.72 | -1.56 | -1.40 | -1.31 | -2.09 | -2.09 | -2.10 | -2.18 | -2.32 | -2.00 | -2.11 | -1.66 | -0.72 |  |
| -6.01 | -7.39 | -8.15 | -8.56 | -8.73 | -8.76 | -8.73 | -12.0 | -11.9 | -11.9 | -11.8 | -11.7 | -8.47 | -7.78 | -6.30 | -3.51 |  |
| -3.16 | -3.18 | -2.74 | -2.23 | -1.71 | -1.21 | -0.72 | -0.25 | 0.12  | 0.36  | 0.57  | 0.73  | 1.02  | 1.07  | 0.88  | 0.39  |  |
| -2.48 | -3.50 | -4.15 | -4.12 | -4.02 | -3.96 | -3.95 | -3.94 | -3.93 | -3.94 | -3.93 | -4.02 | -4.12 | -4.14 | -3.51 | -1.25 |  |
| -20.0 | -19.7 | -19.7 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.7 | -20.0 |  |
| -1.53 | -2.30 | -2.28 | -2.02 | -1.68 | -1.23 | -0.75 | -0.26 | 0.12  | 0.34  | 0.52  | 0.63  | 0.59  | 0.34  | -0.51 | -3.15 |  |

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

| Nummer | Lastfall                      | Art           | Mit Eigen-gewicht | Einwirkung       |                     | Alternativ-gruppe |
|--------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|
|        |                               |               |                   | Kurz Bezeichnung | Name                |                   |
| 1      | Aufbau, 1,0 kN/m <sup>2</sup> | ständig       | ja                | g                | ständig             | -                 |
| 2      | Nutzlast, 1,5 k...            | nicht ständig | nein              | 1                | Kat. A: Wohngebäude | 0                 |

**Beteiligte Einwirkungen**

| Nummer | Kurz Bezeichnung | Name                | Art           | Teilsicherheit |      | Kombination |               |
|--------|------------------|---------------------|---------------|----------------|------|-------------|---------------|
|        |                  |                     |               | sup            | inf  | leitend     | nicht leitend |
| 1      | g                | ständig             | ständig       | 1.35           | 1.00 | 1.00        | 1.00          |
| 2      | 1                | Kat. A: Wohngebäude | nicht ständig | 1.50           | 0.00 | 1.00        | 0.70          |

Teilsicherheitsbeiwert Beton

1.50

Teilsicherheitsbeiwert Stahl

1.15

**HINWEIS: Bemessungswerte**

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

**HINWEIS: Kombinationsbeiwerte**

Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 50

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.71 | 1.70 | 1.33 | 1.07 | 0.82 | 0.62 | 0.43 | 0.24 | 0.43 | 0.62 | 0.83 | 1.07 | 1.34 | 1.62 | 1.72 |      |
| 1.51 | 1.63 | 1.54 | 1.38 | 1.21 | 1.04 | 0.86 | 0.67 | 0.85 | 1.03 | 1.21 | 1.39 | 1.56 | 1.65 | 1.53 |      |
| 1.67 | 1.74 | 1.61 | 1.40 | 1.20 | 0.94 | 0.75 | 0.57 | 0.82 | 1.00 | 1.19 | 1.40 | 1.60 | 1.74 | 1.72 | 1.39 |
| 1.87 | 2.05 | 2.14 | 2.16 | 2.13 | 1.72 | 1.58 | 1.41 | 1.92 | 2.04 | 2.13 | 2.19 | 2.18 | 2.07 | 1.93 | 1.80 |
| 1.49 | 1.66 | 1.68 | 1.57 | 1.41 | 1.25 | 1.11 | 0.93 | 0.92 | 1.07 | 1.38 | 1.52 | 1.63 | 1.68 | 1.65 | 1.34 |
| 1.69 | 2.07 | 2.34 | 2.51 | 2.61 | 2.65 | 2.61 | 2.31 | 2.30 | 2.40 | 2.63 | 2.54 | 2.40 | 2.25 | 1.99 | 1.62 |
| 1.15 | 1.45 | 1.59 | 1.57 | 1.48 | 1.36 | 1.26 | 1.16 | 1.14 | 1.25 | 1.38 | 1.46 | 1.54 | 1.55 | 1.42 | 1.08 |
| 1.29 | 1.83 | 2.25 | 2.54 | 2.73 | 2.84 | 2.88 | 2.81 | 2.80 | 2.85 | 2.82 | 2.70 | 2.50 | 2.17 | 1.74 | 1.17 |
| 0.73 | 1.10 | 1.33 | 1.40 | 1.39 | 1.34 | 1.29 | 1.25 | 1.24 | 1.31 | 1.32 | 1.36 | 1.35 | 1.27 | 1.04 | 0.59 |
| 0.84 | 1.45 | 1.95 | 2.31 | 2.60 | 2.79 | 2.90 | 2.94 | 2.93 | 2.90 | 2.82 | 2.61 | 2.28 | 1.85 | 1.32 | 0.67 |
| 0.99 | 1.21 | 1.28 | 1.29 | 1.27 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.25 | 1.26 | 1.29 | 1.31 | 1.24 | 1.04 | 0.60 |
| 1.12 | 1.59 | 1.95 | 2.21 | 2.39 | 2.57 | 2.79 | 2.82 | 2.78 | 2.73 | 2.60 | 2.40 | 2.13 | 1.78 | 1.31 | 0.70 |
| 1.23 | 1.35 | 1.35 | 1.32 | 1.28 | 1.24 | 1.21 | 1.16 | 1.20 | 1.18 | 1.23 | 1.28 | 1.33 | 1.34 | 1.26 | 0.91 |
| 1.40 | 1.67 | 1.87 | 2.05 | 2.21 | 2.30 | 2.38 | 2.35 | 2.49 | 2.35 | 2.27 | 2.17 | 2.02 | 1.81 | 1.51 | 1.06 |
| 1.27 | 1.30 | 1.31 | 1.26 | 1.17 | 1.09 | 1.11 | 0.85 | 0.98 | 1.02 | 1.08 | 1.16 | 1.23 | 1.29 | 1.30 | 1.13 |
| 1.41 | 1.57 | 1.67 | 1.75 | 1.76 | 1.75 | 1.94 | 1.38 | 1.79 | 1.73 | 1.68 | 1.67 | 1.65 | 1.61 | 1.54 | 1.34 |
| 1.11 | 1.14 | 1.07 | 1.00 | 0.91 | 0.84 | 0.76 | 0.40 | 0.65 | 0.73 | 0.81 | 0.89 | 0.96 | 1.04 | 1.11 | 1.09 |
| 1.34 | 1.24 | 1.11 | 1.03 | 0.94 | 0.90 | 0.87 | 0.17 | 0.76 | 0.78 | 0.82 | 0.87 | 0.94 | 1.04 | 1.18 | 1.29 |
| 0.77 | 0.79 | 0.72 | 0.65 | 0.53 | 0.38 | 0.27 | 0.21 | 0.21 | 0.27 | 0.36 | 0.48 | 0.63 | 0.69 | 0.74 | 0.74 |
| 0.71 | 0.45 | 0.23 | 0.13 | 0.11 |      |      |      |      |      |      |      | 0.13 | 0.14 | 0.36 | 0.64 |
| 0.44 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.45 |

2

max as-1: 1.74 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 2.94 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]unten as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis



## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]

Maßstab 1 : 50

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 1.04 | 1.13 | 1.07 | 0.89 | 0.67 | 0.47 | 0.27 |      |      | 0.27 | 0.46 | 0.67 | 0.89 | 1.07 | 1.13 |      |  |
| 1.10 | 1.36 | 1.18 | 0.93 | 0.69 | 0.47 | 0.26 |      |      | 0.27 | 0.47 | 0.69 | 0.93 | 1.17 | 1.35 |      |  |
| 1.22 | 0.95 | 0.80 | 0.61 | 0.40 |      |      |      |      |      |      | 0.39 | 0.59 | 0.78 | 0.94 | 1.22 |  |
| 1.07 | 0.91 | 0.66 | 0.36 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.32 | 0.62 | 0.88 | 1.08 |  |
| 0.91 | 0.66 | 0.48 | 0.21 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.12 | 0.42 | 0.62 | 0.91 |  |
| 0.85 | 0.53 | 0.22 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.14 | 0.48 | 0.85 |  |
| 0.53 | 0.29 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.22 | 0.50 |  |
| 0.50 | 0.15 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.45 |  |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 0.42 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.15 | 0.42 |  |
| 0.38 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.38 |  |
| 0.81 | 0.31 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.20 | 0.39 | 0.59 | 0.81 |  |
| 0.74 | 0.15 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.25 | 0.50 | 0.74 |  |
| 1.06 | 0.68 | 0.47 | 0.27 | 0.12 |      |      |      |      |      | 0.16 | 0.33 | 0.53 | 0.74 | 0.92 | 1.06 |  |
| 0.96 | 0.66 | 0.46 | 0.28 | 0.14 |      | 0.21 |      |      |      | 0.22 | 0.39 | 0.57 | 0.74 | 0.89 | 0.96 |  |
| 1.12 | 0.97 | 0.78 | 0.57 | 0.40 | 0.24 | 0.16 | 0.29 | 0.29 | 0.25 | 0.41 | 0.61 | 0.82 | 1.01 | 1.12 | 1.02 |  |
| 1.34 | 1.40 | 1.37 | 1.28 | 1.17 | 1.01 | 0.82 | 1.43 | 1.45 | 1.08 | 1.24 | 1.38 | 1.49 | 1.50 | 1.37 | 1.02 |  |
| 1.09 | 1.17 | 1.07 | 0.91 | 0.75 | 0.59 | 0.47 | 0.63 | 0.63 | 0.70 | 0.85 | 0.99 | 1.08 | 1.17 | 1.11 | 0.96 |  |
| 2.24 | 2.60 | 2.72 | 2.71 | 2.63 | 2.50 | 2.36 | 3.16 | 3.15 | 3.27 | 3.40 | 3.50 | 2.80 | 2.69 | 2.29 | 1.45 |  |
| 1.14 | 1.36 | 1.55 | 1.50 | 1.40 | 1.28 | 1.15 | 1.07 | 1.07 | 1.15 | 1.27 | 1.40 | 1.50 | 1.55 | 1.37 | 1.14 |  |
| 5.68 | 5.83 | 5.88 | 5.84 | 5.75 | 5.63 | 5.49 | 5.34 | 5.33 | 5.49 | 5.62 | 5.75 | 5.85 | 5.89 | 5.84 | 5.68 |  |

2 max as-1: 1.55 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 5.89 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
1 unten as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis



**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte

 Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung  
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN

- Unter-/Überzüge

 Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung  
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**

 Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit  
den kz-Werten aus der Biegebemessung

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte**

 Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus  
- der global vorgegebenen Bewehrung  
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

 Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

 Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und  
der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge**

 Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus  
- der global vorgegebenen Bewehrung  
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

 Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

**FE-Eigenschaften**

FE-Netz

 Viereck-Elemente  
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten 204

Anzahl der Elemente 175

Durchschnittliche Elementgröße 50 [cm]

Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0

Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN

Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

**Systempunkte**

| Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] | Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] |
|-------|----------|----------|-------|----------|----------|
| 1     | 9.064    | 0.149    | 2     | 16.914   | 0.149    |
| 3     | 16.914   | 5.399    | 4     | 9.064    | 5.399    |
| 5     | 15.614   | 3.099    | 6     | 16.614   | 3.099    |
| 7     | 16.614   | 4.099    | 8     | 15.614   | 4.099    |
| 9     | 16.914   | 4.099    | 10    | 16.914   | 3.099    |

**Platte**

| Kante | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] |
|-------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| 1     | 1            | 2            |               |                |                |
| 2     | 2            | 3            |               |                |                |
| 3     | 3            | 4            |               |                |                |
| 4     | 4            | 1            |               |                |                |

## Aussparungen

| Nummer | Kante | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|-------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 1      | 1     | 5         | 6         |            |             |             |
|        | 2     | 6         | 7         |            |             |             |
|        | 3     | 7         | 8         |            |             |             |
|        | 4     | 8         | 5         |            |             |             |

## Wände

## Eigenschaften

| Nummer | Dicke [cm] | Länge [m] | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] | Material         |
|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------------|
| 1.1    | 20.0       | 5.250     | 1         | 4         |            |             |             | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.2    | 20.0       | 7.850     | 4         | 3         |            |             |             | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 1.4    | 20.0       | 5.250     | 2         | 3         |            |             |             | Hz-12-0,8-MG IIa |
| 2      | 20.0       | 7.850     | 1         | 2         |            |             |             | Hz-12-0,8-MG IIa |

## Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

| Nummer | Zug-feder-Ausfall | Verschiebung Vertikal [kN/m] | Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad] | Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad] |
|--------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| 1.1    | NEIN              | 305556                       | frei                              | frei                                 |
| 1.2    | NEIN              | 305556                       | frei                              | frei                                 |
| 1.4    | NEIN              | 305556                       | frei                              | frei                                 |
| 2      | NEIN              | 305556                       | frei                              | frei                                 |

## Stützen

## Eigenschaften

| Nummer | Punkt | Form  | b [cm] | d [cm] | bi [cm] | di [cm] | Material |
|--------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 1      | 8     | RD 80 |        |        |         |         | Stahl    |
| 2      | 5     | RD 80 |        |        |         |         | Stahl    |

## Lagerbedingungen

| Nummer | Zug-feder-Ausfall | Richtung 1 [Grad] | Verschiebung Vertikal [kN/m] | Verdrehung Um Achse 1 [kNm/rad] | Verdrehung Um Achse 2 [kNm/rad] |
|--------|-------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1      | NEIN              | 0.0               | 2348                         | frei                            | frei                            |
| 2      | NEIN              | 0.0               | 1642                         | frei                            | frei                            |

## Unter-/Überzüge

## Geometrie

| Nummer | Achse | Länge [m] | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|-------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| ST1    | 1     | 1.300     | 8         | 9         |            |             |             |
| ST2    | 1     | 1.300     | 5         | 10        |            |             |             |
| ST3    | 1     | 1.000     | 5         | 8         |            |             |             |

## Querschnitte

| Nummer | Typ          | bm [cm] | dp [cm] | b0 [cm] | d0 [cm] | Faktor Biegung [1] | Faktor Torsion [1] |
|--------|--------------|---------|---------|---------|---------|--------------------|--------------------|
| ST1    | ohne Verbund |         |         |         | U 240   | 1.00               | 0.30               |
| ST2    | ohne Verbund |         |         |         | U 240   | 1.00               | 0.30               |
| ST3    | ohne Verbund |         |         |         | U 220   | 1.00               | 0.30               |

**Eigenschaften**

| Nummer | Material | Bewehrungslage |               |
|--------|----------|----------------|---------------|
|        |          | oben<br>[cm]   | unten<br>[cm] |
| ST1    | S235     | -              | -             |
| ST2    | S235     | -              | -             |
| ST3    | S235     | -              | -             |

**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m<sup>2</sup>"**
**Übersicht**

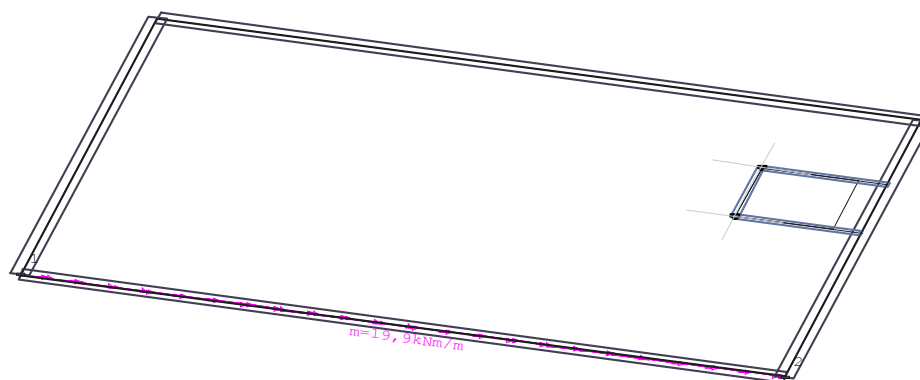
|                                                                                 |          |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Art                                                                             | ständig  |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | JA       |
| Einwirkung                                                                      | ständig  |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.35     |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50     |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15     |
| Lastpunkte                                                                      | 4        |
| Punktlasten                                                                     | 0        |
| Linienlasten                                                                    | 1        |
| Flächenlasten                                                                   | 1        |
| Temperaturlasten                                                                | 0        |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 40 [kN]  |
| Anteil auf der Platte                                                           |          |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen                    | 182 [kN] |
| Summe aller Lasten                                                              | 222 [kN] |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 222 [kN] |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

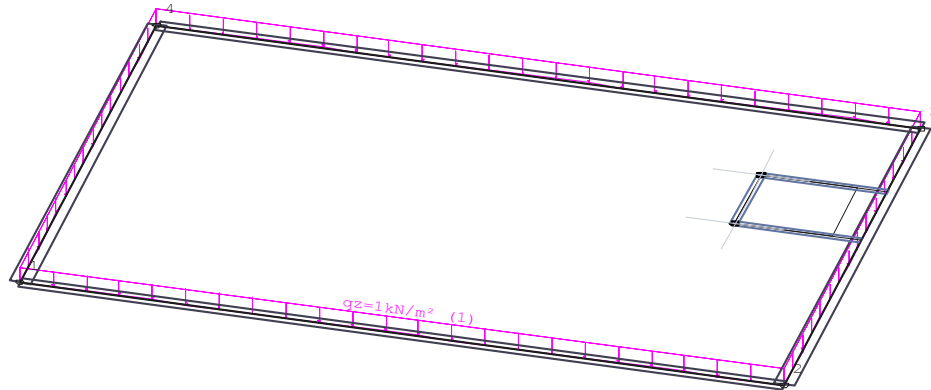
**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m<sup>2</sup>"**
**Linienlasten**

Maßstab 1 : 75



**Lastfall 1 "Aufbau, 1,0 kN/m²"**
**Flächenlasten**

Maßstab 1 : 75


**Lastfall 2 "Nutzlast, 1,5 kN/m²"**
**Übersicht**

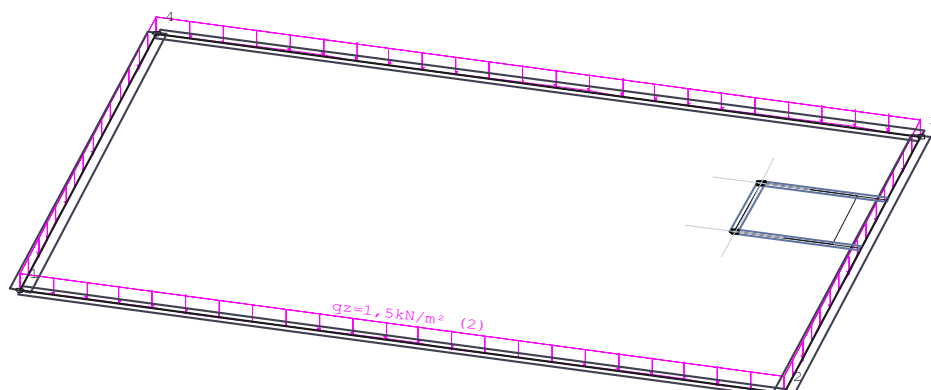
|                                                                                 |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Art                                                                             | nicht ständig       |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN                |
| Einwirkung                                                                      | Kat. A: Wohngebäude |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50                |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50                |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15                |
| Lastpunkte                                                                      | 4                   |
| Punktlasten                                                                     | 0                   |
| Linienlasten                                                                    | 0                   |
| Flächenlasten                                                                   | 1                   |
| Temperaturlasten                                                                | 0                   |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 60 [kN]             |
| Anteil auf der Platte                                                           |                     |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 60 [kN]             |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 2 "Nutzlast, 1,5 kN/m²"**
**Flächenlasten**

Maßstab 1 : 75



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

| Nummer | Lastfall           | Art           | Mit Eigen-gewicht | Einwirkung       |                     | Alternativ-gruppe |
|--------|--------------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|
|        |                    |               |                   | Kurz Bezeichnung | Name                |                   |
| 1      | Aufbau, 1,0 kN/m²  | ständig       | ja                | g                | ständig             | -                 |
| 2      | Nutzlast, 1,5 k... | nicht ständig | nein              | 1                | Kat. A: Wohngebäude | 0                 |

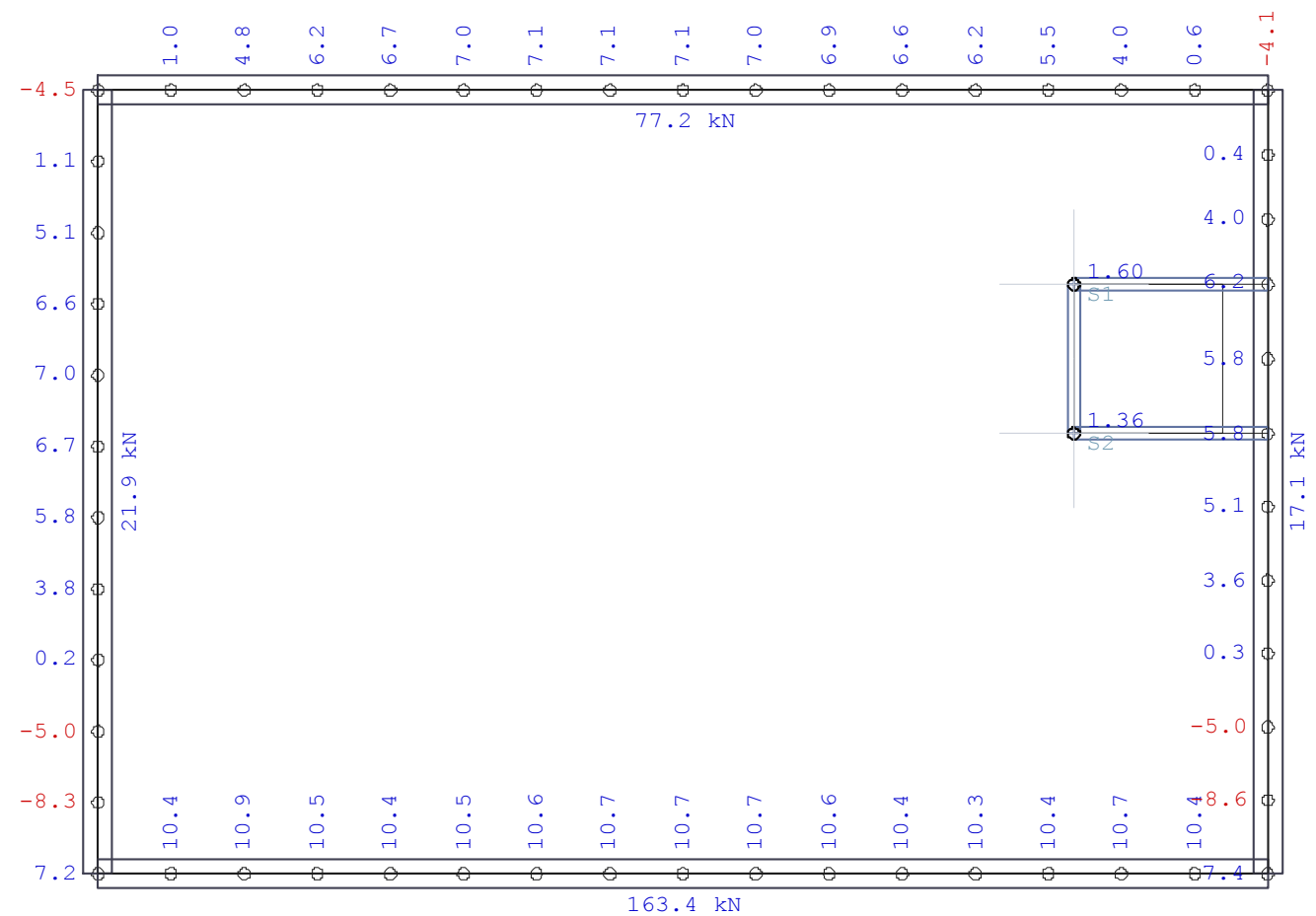
Beteiligte Einwirkungen

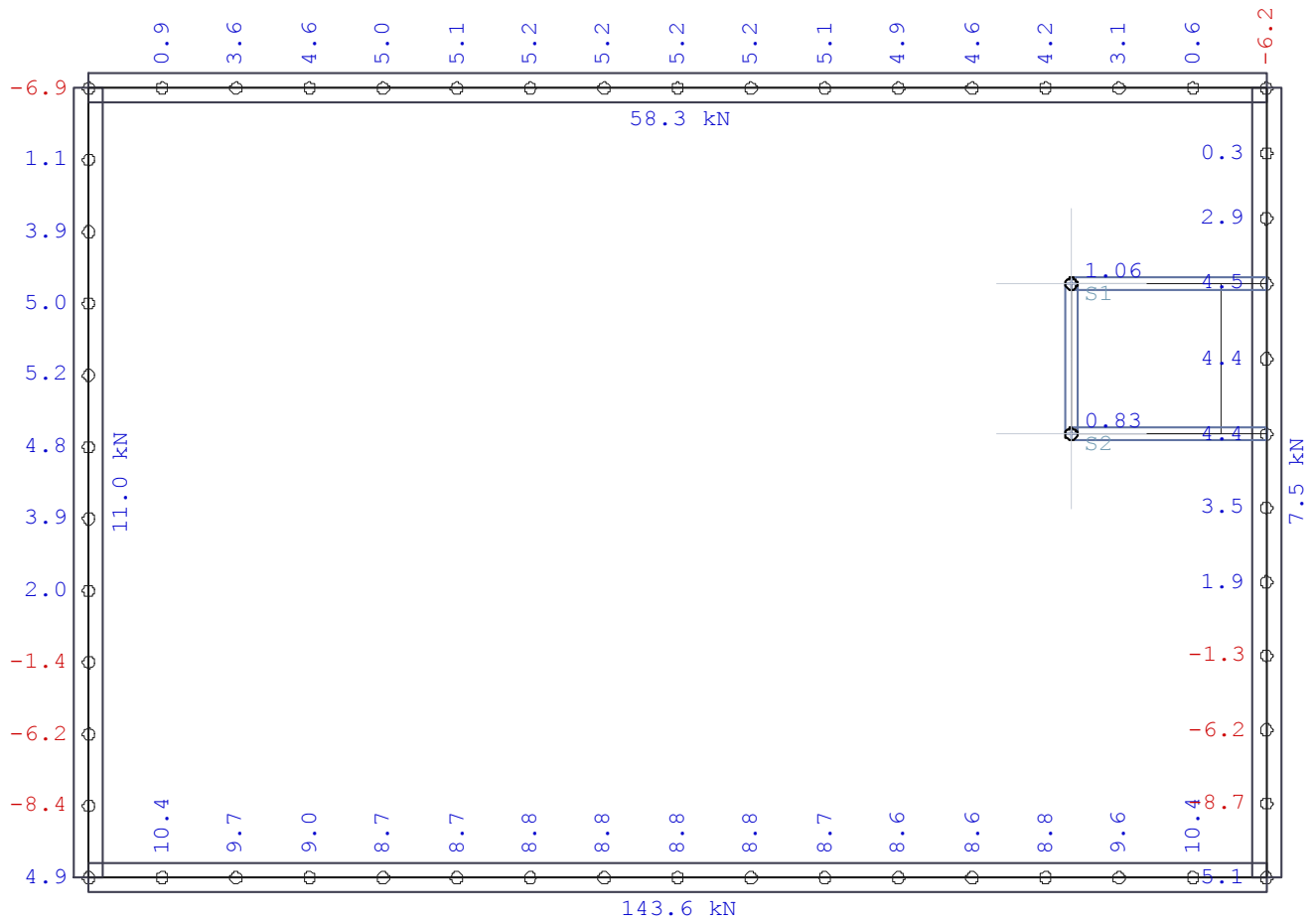
| Nummer | Kurz Bezeichnung | Name                | Art           |
|--------|------------------|---------------------|---------------|
| 1      | g                | ständig             | ständig       |
| 2      | 1                | Kat. A: Wohngebäude | nicht ständig |

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

Maßstab 1 : 50







## Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MAX

Maßstab 1 : 50

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 1.99  | 1.63  | 1.25  | 1.03  | 0.09  | 0.07  | 0.05  | 0.97  | 1.00  | 1.01  | 0.96  | 0.93  | 1.02  | 1.25  | 1.70  |       |  |
| 1.13  | 1.48  | 1.86  | 2.16  | 0.14  | 0.16  | 0.14  | 2.56  | 2.53  | 2.42  | 2.18  | 1.87  | 1.56  | 1.24  | 0.81  |       |  |
| 4.72  | 5.16  | 4.51  | 3.57  | 2.63  | 1.77  | 0.97  | 0.21  | -0.34 | -0.80 | -1.29 | -1.81 | -2.36 | -2.91 | -2.86 |       |  |
| 1.96  | 2.63  | 2.74  | 2.78  | 2.79  | 2.00  | 2.65  | 2.65  | 1.93  | 1.92  | 2.49  | 2.32  | 2.20  | 1.83  | 1.68  | 0.72  |  |
| 2.48  | 3.54  | 4.56  | 5.42  | 6.07  | 4.80  | 6.58  | 6.66  | 4.98  | 4.83  | 5.55  | 4.73  | 3.68  | 2.66  | 2.03  | 1.70  |  |
| 4.83  | 4.74  | 4.21  | 3.36  | 2.50  | 1.68  | 0.92  | 0.22  | -0.31 | -0.75 | -1.21 | -1.70 | -2.20 | -2.62 | -2.68 | -2.76 |  |
| 2.34  | 3.34  | 3.70  | 3.91  | 4.01  | 3.93  | 3.82  | 3.84  | 3.42  | 3.37  | 3.78  | 3.62  | 2.96  | 3.55  | 1.97  | 1.05  |  |
| 2.87  | 4.61  | 6.05  | 7.26  | 8.24  | 8.86  | 9.06  | 9.23  | 8.34  | 8.05  | 8.48  | 7.66  | 6.36  | 5.11  | 2.82  | 1.31  |  |
| 4.09  | 3.90  | 3.45  | 2.79  | 2.08  | 1.40  | 0.80  | 0.23  | -0.23 | -0.58 | -0.70 | -1.03 | -1.35 | -1.45 | -1.82 | -2.34 |  |
| 2.55  | 3.75  | 4.33  | 4.46  | 4.96  | 4.59  | 4.52  | 4.48  | 4.63  | 4.63  | 4.31  | 4.11  | 3.75  | 2.32  | 2.42  | 1.30  |  |
| 2.93  | 5.05  | 6.78  | 8.07  | 9.31  | 9.99  | 10.3  | 10.4  | 10.3  | 10.2  | 9.28  | 8.41  | 7.17  | 5.60  | 1.39  | 3.94  |  |
| 2.72  | 2.62  | 2.36  | 1.98  | 1.54  | 0.98  | 0.59  | 0.19  | -0.11 | -0.18 | -0.37 | -0.57 | -0.62 | 0.28  | -2.90 | -1.31 |  |
| 2.54  | 3.84  | 4.45  | 4.85  | 4.80  | 4.91  | 4.80  | 4.73  | 4.74  | 4.77  | 4.54  | 4.36  | 3.88  | 2.16  |       | 0.89  |  |
| 2.90  | 5.12  | 6.92  | 8.48  | 9.25  | 10.1  | 10.5  | 10.6  | 10.6  | 10.4  | 9.53  | 8.73  | 7.68  | 6.30  |       | 1.54  |  |
| 0.98  | 1.04  | 1.03  | 1.02  | 0.76  | 0.45  | 0.31  | 0.11  |       |       | 0.03  | 0.02  | -0.04 | -1.25 |       | 0.35  |  |
| 2.40  | 3.60  | 4.23  | 4.65  | 5.09  | 4.89  | 4.75  | 4.78  | 4.75  | 4.65  | 4.58  | 4.15  | 4.27  | 4.70  | 2.09  | 1.35  |  |
| 2.76  | 4.81  | 6.49  | 8.01  | 9.36  | 9.72  | 10.3  | 10.5  | 10.1  | 9.69  | 9.55  | 8.36  | 7.63  | 5.98  | 1.76  | 2.17  |  |
| -0.80 | -0.59 | -0.34 | -0.11 | 0.10  | -0.07 | 0.05  | 0.02  | 0.14  | 0.29  | 0.41  | 0.51  | 0.60  | 0.93  | 2.20  | 1.70  |  |
| 1.92  | 2.89  | 3.64  | 4.16  | 3.91  | 4.21  | 4.38  | 4.08  | 4.36  | 4.11  | 3.93  | 3.86  | 3.86  | 3.11  | 2.05  | 0.79  |  |
| 2.38  | 3.94  | 5.30  | 6.89  | 6.53  | 7.58  | 8.97  | 7.91  | 9.01  | 8.10  | 7.64  | 7.17  | 6.08  | 4.52  | 3.14  | 0.88  |  |
| -2.19 | -1.88 | -1.43 | -0.95 | -0.81 | -0.45 | -0.14 | 0.05  | 0.33  | 0.59  | 0.82  | 1.15  | 1.44  | 2.09  | 2.77  | 2.94  |  |
| 1.15  | 2.01  | 2.70  | 2.00  | 2.84  | 3.00  | 3.00  | 3.05  | 3.48  | 3.22  | 3.02  | 2.94  | 2.69  | 2.11  | 1.40  | 0.65  |  |
| 1.57  | 2.83  | 3.87  | 2.06  | 3.89  | 4.44  | 4.61  | 4.79  | 6.30  | 5.61  | 5.12  | 4.87  | 4.30  | 3.44  | 2.53  | 1.42  |  |
| -2.89 | -2.33 | -1.73 | -1.37 | -0.91 | -0.56 | -0.25 | 0.02  | 0.43  | 0.80  | 1.18  | 1.53  | 2.03  | 3.20  | 3.68  | 3.92  |  |
| 0.38  | 0.90  | 1.41  | 0.89  | 1.20  | 1.43  | 1.55  | 1.60  | 2.20  | 1.96  | 1.79  | 1.54  | 1.31  | 0.93  | 0.51  | 0.25  |  |
| 1.10  | 1.08  | 1.32  | -0.80 | -0.45 | -0.39 | -0.36 | -0.06 | 2.18  | 1.69  | 1.43  | 1.26  | 1.26  | 1.14  | 1.07  | 1.13  |  |
| -2.38 | -1.98 | -1.51 | -1.09 | -0.75 | -0.43 | -0.32 | -0.04 | 0.45  | 0.89  | 1.36  | 2.07  | 2.61  | 3.14  | 3.64  | 3.83  |  |
| -0.19 | -0.46 | -0.28 | 0.09  | 0.28  | 0.44  | -0.40 | -0.46 | 0.48  | 0.34  | 0.20  | -0.04 | -0.18 | -0.48 | -0.66 | -0.09 |  |
| -0.96 | -2.52 | -3.25 | -3.38 | -3.50 | -3.44 | -6.89 | -7.06 | -3.51 | -3.82 | -3.92 | -3.82 | -3.34 | -3.07 | -2.38 | -0.61 |  |
| -0.33 | -1.09 | -1.00 | -0.82 | -0.62 | -0.38 | -0.13 | 0.13  | 0.62  | 1.09  | 1.54  | 1.93  | 2.27  | 2.67  | 2.99  | 2.91  |  |
| 0.76  | -1.77 | -2.05 | -1.95 | -1.76 | -1.66 | -1.46 | -1.53 | -1.53 | -1.61 | -1.70 | -1.87 | -1.99 | -2.11 | -1.87 | 0.75  |  |
| -7.20 | -9.24 | -10.2 | -10.6 | -10.8 | -10.9 | -10.7 | -10.8 | -10.8 | -10.9 | -10.9 | -10.8 | -10.4 | -10.0 | -9.19 | -7.07 |  |
| 3.17  | -0.13 | -0.43 | -0.56 | -0.53 | -0.37 | -0.15 | 0.10  | 0.58  | 1.04  | 1.43  | 1.72  | 1.95  | 2.15  | 2.68  | 1.30  |  |



**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MIN**

Maßstab 1 : 50

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 0.19  | 0.99  | 0.46  | 0.17  | 0.07  | 0.05  | 0.04  | 0.04  | 0.04  | 0.05  | 0.06  | 0.09  | 0.16  | 0.39  | 0.88  |       |  |
| 8.17  | 8.86  | 8.18  | 8.11  | 8.11  | 8.13  | 8.11  | 8.12  | 8.11  | 8.11  | 8.12  | 8.13  | 8.18  | 8.89  | 8.87  |       |  |
| 2.83  | 3.08  | 2.59  | 1.98  | 1.69  | 1.11  | 0.60  | -0.15 | -0.89 | -1.64 | -2.41 | -3.19 | -3.94 | -4.43 | -4.79 |       |  |
| 0.06  | 1.43  | 1.50  | 1.45  | 0.72  | 0.68  | 0.68  | 1.33  | 1.33  | 1.33  | 1.31  | 1.24  | 1.22  | 1.19  | 0.91  | 0.08  |  |
| 1.09  | 1.82  | 2.36  | 2.94  | 1.82  | 1.89  | 1.95  | 3.77  | 3.76  | 3.66  | 3.44  | 3.05  | 2.52  | 1.99  | 1.33  | 0.91  |  |
| 2.94  | 2.71  | 2.25  | 1.73  | 1.22  | 0.86  | 0.33  | -0.11 | -0.49 | -1.19 | -2.16 | -2.86 | -3.57 | -4.15 | -4.41 | -4.54 |  |
| 0.09  | 1.87  | 2.28  | 2.40  | 2.42  | 1.91  | 2.34  | 2.30  | 1.80  | 1.79  | 2.16  | 2.08  | 2.00  | 1.48  | 0.75  | 0.08  |  |
| 0.57  | 2.63  | 3.67  | 4.57  | 5.33  | 4.87  | 6.06  | 6.17  | 4.93  | 4.73  | 5.33  | 4.84  | 3.94  | 1.22  | 0.83  | 0.81  |  |
| 2.13  | 1.93  | 1.63  | 1.26  | 0.89  | 0.55  | 0.25  | -0.05 | -0.78 | -1.43 | -1.60 | -2.28 | -2.80 | -3.45 | -3.87 | -4.02 |  |
| 0.09  | 2.19  | 2.75  | 2.93  | 2.93  | 2.99  | 2.92  | 2.87  | 2.61  | 2.64  | 2.68  | 2.53  | 2.28  | 0.96  | 1.71  | -0.20 |  |
| 0.30  | 2.94  | 4.27  | 5.37  | 6.24  | 6.91  | 7.22  | 7.35  | 6.79  | 6.63  | 6.27  | 5.62  | 4.63  | 1.89  | 0.96  | 0.35  |  |
| 0.91  | 0.91  | 0.81  | 0.64  | 0.37  | 0.29  | 0.15  | -0.01 | -0.53 | -0.97 | -1.24 | -1.68 | -2.08 | -1.18 | -4.44 | -3.51 |  |
| 0.08  | 2.28  | 2.91  | 3.06  | 2.97  | 3.10  | 3.08  | 3.04  | 3.02  | 3.02  | 2.83  | 2.66  | 1.24  | 1.32  |       | -0.32 |  |
| 0.25  | 3.01  | 4.46  | 5.48  | 6.05  | 7.04  | 7.45  | 7.53  | 7.41  | 7.16  | 6.67  | 5.90  | 4.83  | 4.52  |       | -0.93 |  |
| -0.48 | -0.20 | -0.06 | 0.05  | -0.15 | -0.01 | 0.02  | 0.01  | -0.10 | -0.28 | -0.57 | -0.77 | -1.26 | -2.35 |       | -1.46 |  |
| 0.08  | 2.15  | 2.66  | 2.54  | 2.72  | 2.78  | 2.79  | 2.68  | 2.77  | 2.63  | 2.53  | 2.48  | 2.24  | 2.11  | 0.81  | -0.20 |  |
| 0.34  | 2.88  | 4.28  | 4.53  | 5.49  | 5.76  | 6.27  | 6.06  | 6.62  | 5.94  | 5.74  | 5.46  | 4.99  | 2.32  | 0.68  | 0.38  |  |
| -1.79 | -1.25 | -0.89 | -1.06 | -0.64 | -0.30 | -0.18 | -0.04 | 0.02  | 0.01  | 0.12  | 0.12  | -0.24 | -1.34 | 0.87  | 0.77  |  |
| 0.07  | 1.65  | 1.97  | 1.68  | 1.92  | 2.06  | 1.97  | 1.96  | 2.16  | 2.08  | 1.93  | 1.88  | 1.78  | 1.57  | 0.66  | 0.02  |  |
| 0.55  | 2.47  | 3.26  | 2.79  | 3.40  | 3.60  | 3.56  | 3.48  | 4.75  | 4.10  | 3.76  | 3.66  | 3.42  | 2.76  | 1.22  | 0.45  |  |
| -3.31 | -2.42 | -1.80 | -1.76 | -1.15 | -0.68 | -0.38 | -0.10 | 0.10  | 0.35  | 0.61  | 0.75  | 1.01  | 1.52  | 1.90  | 2.08  |  |
| 0.02  | 0.64  | 0.88  | 0.54  | 0.84  | 0.94  | 0.93  | 0.93  | 1.31  | 1.17  | 1.01  | 0.82  | 0.76  | 0.30  | 0.15  | 0.02  |  |
| 0.74  | 0.86  | 1.06  | -0.14 | 0.15  | 0.11  | -0.02 | -0.13 | 1.58  | 1.08  | 0.77  | 0.76  | 0.93  | 0.81  | 0.78  | 0.89  |  |
| -4.22 | -3.15 | -2.47 | -2.15 | -1.70 | -1.13 | -0.64 | -0.21 | 0.11  | 0.38  | 0.66  | 0.99  | 1.38  | 1.87  | 2.47  | 2.70  |  |
| -0.64 | -0.64 | -0.51 | -0.36 | -0.74 | -0.59 | -0.47 | -0.45 | 0.08  | -0.02 | -0.18 | -0.46 | -1.19 | -1.38 | -0.66 | -0.13 |  |
| -1.37 | -2.21 | -2.68 | -2.74 | -5.21 | -5.30 | -5.26 | -5.30 | -2.91 | -3.29 | -3.49 | -3.50 | -5.00 | -4.36 | -1.11 | 0.32  |  |
| -3.97 | -3.54 | -2.85 | -1.87 | -1.90 | -1.34 | -0.82 | -0.31 | 0.08  | 0.35  | 0.64  | 0.87  | 1.18  | 1.43  | 2.29  | 2.55  |  |
| -1.72 | -2.07 | -1.93 | -1.74 | -1.52 | -1.57 | -1.40 | -1.28 | -1.41 | -1.51 | -1.62 | -1.80 | -2.56 | -2.68 | -1.66 | -0.74 |  |
| -6.03 | -7.37 | -8.14 | -8.55 | -8.66 | -8.85 | -8.67 | -8.76 | -8.96 | -9.04 | -8.96 | -8.42 | -11.4 | -10.8 | -5.87 | -3.24 |  |
| -3.11 | -3.13 | -2.68 | -2.18 | -1.66 | -1.17 | -0.37 | 0.10  | 0.20  | 0.45  | 0.68  | 0.91  | 0.75  | 0.72  | 0.82  | 0.38  |  |
| -2.47 | -3.52 | -4.15 | -4.12 | -4.02 | -3.97 | -3.94 | -3.94 | -3.91 | -3.95 | -3.94 | -4.05 | -4.13 | -4.16 | -3.54 | -1.29 |  |
| -20.0 | -19.7 | -19.7 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.8 | -19.7 | -19.7 | -20.0 |  |
| -1.48 | -2.24 | -2.22 | -1.93 | -1.58 | -1.15 | -0.69 | -0.18 | 0.17  | 0.38  | 0.54  | 0.61  | 0.52  | 0.22  | -0.66 | -3.29 |  |

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

| Nummer | Lastfall                      | Art           | Mit Eigen-gewicht | Einwirkung       |                     | Alternativ-gruppe |
|--------|-------------------------------|---------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------------|
|        |                               |               |                   | Kurz Bezeichnung | Name                |                   |
| 1      | Aufbau, 1,0 kN/m <sup>2</sup> | ständig       | ja                | g                | ständig             | -                 |
| 2      | Nutzlast, 1,5 k...            | nicht ständig | nein              | 1                | Kat. A: Wohngebäude | 0                 |

**Beteiligte Einwirkungen**

| Nummer | Kurz Bezeichnung | Name                | Art           | Teilsicherheit |      | Kombination |               |
|--------|------------------|---------------------|---------------|----------------|------|-------------|---------------|
|        |                  |                     |               | sup            | inf  | leitend     | nicht leitend |
| 1      | g                | ständig             | ständig       | 1.35           | 1.00 | 1.00        | 1.00          |
| 2      | 1                | Kat. A: Wohngebäude | nicht ständig | 1.50           | 0.00 | 1.00        | 0.70          |

Teilsicherheitsbeiwert Beton

1.50

Teilsicherheitsbeiwert Stahl

1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter

Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte

ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 50

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.69 | 1.67 | 1.32 | 1.03 | 0.69 | 0.46 | 0.26 | 0.28 | 0.47 | 0.66 | 0.85 | 1.04 | 1.25 | 1.44 | 1.53 |      |
| 1.50 | 1.61 | 1.52 | 1.36 | 0.72 | 0.50 | 0.29 | 0.70 | 0.88 | 1.05 | 1.19 | 1.32 | 1.43 | 1.48 | 1.32 |      |
| 1.65 | 1.72 | 1.60 | 1.39 | 1.20 | 0.93 | 0.81 | 0.69 | 0.60 | 0.78 | 1.17 | 1.31 | 1.46 | 1.47 | 1.49 | 1.23 |
| 1.85 | 2.02 | 2.12 | 2.14 | 2.11 | 1.69 | 1.86 | 1.76 | 1.42 | 1.56 | 2.01 | 1.99 | 1.90 | 1.78 | 1.67 | 1.58 |
| 1.47 | 1.65 | 1.68 | 1.56 | 1.40 | 1.24 | 1.08 | 0.98 | 0.95 | 1.09 | 1.25 | 1.37 | 1.41 | 1.56 | 1.48 | 1.27 |
| 1.67 | 2.04 | 2.30 | 2.47 | 2.58 | 2.59 | 2.51 | 2.44 | 2.28 | 2.36 | 2.57 | 2.47 | 2.26 | 2.03 | 1.73 | 1.38 |
| 1.13 | 1.43 | 1.58 | 1.57 | 1.47 | 1.37 | 1.25 | 1.13 | 1.23 | 1.29 | 1.32 | 1.35 | 1.32 | 0.89 | 1.74 | 1.12 |
| 1.26 | 1.80 | 2.21 | 2.46 | 2.68 | 2.80 | 2.81 | 2.75 | 2.79 | 2.83 | 2.64 | 2.50 | 2.20 | 1.52 | 1.53 | 1.92 |
| 0.72 | 1.08 | 1.32 | 1.44 | 1.40 | 1.35 | 1.29 | 1.22 | 1.22 | 1.26 | 1.29 | 1.20 | 1.11 | 1.15 |      | 0.38 |
| 0.84 | 1.43 | 1.92 | 2.36 | 2.65 | 2.74 | 2.84 | 2.85 | 2.83 | 2.78 | 2.65 | 2.37 | 2.15 | 2.29 |      | 0.49 |
| 0.99 | 1.21 | 1.29 | 1.32 | 1.32 | 1.32 | 1.22 | 1.22 | 1.23 | 1.22 | 1.21 | 1.17 | 1.16 | 1.42 | 1.01 | 0.75 |
| 1.11 | 1.57 | 1.92 | 2.23 | 2.51 | 2.65 | 2.74 | 2.78 | 2.69 | 2.61 | 2.58 | 2.28 | 2.10 | 1.80 | 0.78 | 0.84 |
| 1.23 | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.28 | 1.23 | 1.16 | 1.06 | 1.19 | 1.19 | 1.18 | 1.19 | 1.25 | 1.32 | 1.16 | 0.73 |
| 1.39 | 1.66 | 1.85 | 2.09 | 2.03 | 2.18 | 2.43 | 2.13 | 2.48 | 2.29 | 2.21 | 2.11 | 1.88 | 1.73 | 1.49 | 0.87 |
| 1.26 | 1.30 | 1.31 | 1.06 | 1.15 | 1.06 | 0.93 | 0.83 | 0.99 | 1.02 | 1.07 | 1.14 | 1.20 | 1.21 | 1.14 | 1.00 |
| 1.40 | 1.56 | 1.67 | 1.13 | 1.49 | 1.49 | 1.41 | 1.34 | 1.79 | 1.71 | 1.68 | 1.69 | 1.67 | 1.60 | 1.46 | 1.24 |
| 1.10 | 1.13 | 1.09 | 0.75 | 0.79 | 0.72 | 0.62 | 0.50 | 0.68 | 0.74 | 0.81 | 0.87 | 0.95 | 1.01 | 1.03 | 1.01 |
| 1.32 | 1.22 | 1.13 | 0.52 | 0.54 | 0.48 | 0.37 | 0.29 | 0.77 | 0.78 | 0.84 | 0.92 | 1.02 | 1.12 | 1.20 | 1.27 |
| 0.76 | 0.78 | 0.71 | 0.66 | 0.53 | 0.37 |      |      | 0.20 | 0.24 | 0.33 | 0.46 | 0.62 | 0.67 | 0.70 | 0.69 |
| 0.69 | 0.44 | 0.22 | 0.13 | 0.11 |      |      |      |      |      |      |      | 0.12 | 0.25 | 0.43 | 0.65 |
| 0.44 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.45 |

2

max as-1: 1.74 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 2.85 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]unten as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis

## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]

Maßstab 1 : 50

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1.02 | 1.12 | 1.05 | 0.87 | 0.65 | 0.43 | 0.24 |      | 0.12 | 0.31 | 0.50 | 0.70 | 0.88 | 1.03 | 1.05 |      |
| 1.09 | 1.34 | 1.16 | 0.91 | 0.66 | 0.44 | 0.23 |      | 0.11 | 0.31 | 0.51 | 0.71 | 0.93 | 1.13 | 1.24 |      |
| 1.21 | 0.94 | 0.79 | 0.58 | 0.42 | 0.22 |      |      |      |      | 0.15 | 0.45 | 0.64 | 0.83 | 0.92 | 1.13 |
| 1.06 | 0.89 | 0.65 | 0.33 | 0.23 |      |      |      |      |      |      | 0.13 | 0.42 | 0.70 | 0.87 | 1.01 |
| 0.90 | 0.65 | 0.46 | 0.17 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.34 | 0.58 | 0.74 | 0.98 |
| 0.84 | 0.53 | 0.21 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.63 | 0.72 | 0.90 |
| 0.52 | 0.27 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.81 | 0.81 |
| 0.48 | 0.14 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.98 | 0.67 |
| 0.10 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.20 |      | 0.37 |
|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.68 |
| 0.42 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.29 | 0.48 |
| 0.38 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.43 | 0.33 |
| 0.80 | 0.30 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.23 | 0.56 | 0.72 |
| 0.74 | 0.15 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0.48 | 0.65 |
| 1.05 | 0.67 | 0.44 | 0.43 | 0.22 |      |      |      |      |      |      | 0.23 | 0.36 | 0.74 | 0.88 | 0.97 |
| 0.95 | 0.65 | 0.42 | 0.58 | 0.35 | 0.22 |      |      |      |      | 0.12 | 0.25 | 0.34 | 0.67 | 0.80 | 0.85 |
| 1.11 | 0.95 | 0.76 | 0.56 | 0.60 | 0.43 | 0.30 | 0.27 | 0.16 | 0.20 | 0.32 | 0.63 | 0.85 | 1.01 | 1.08 | 0.95 |
| 1.33 | 1.38 | 1.34 | 1.18 | 1.76 | 1.65 | 1.50 | 1.37 | 0.78 | 1.00 | 1.17 | 1.31 | 1.86 | 1.81 | 1.23 | 0.94 |
| 1.08 | 1.16 | 1.05 | 0.89 | 0.72 | 0.60 | 0.46 | 0.45 | 0.50 | 0.64 | 0.79 | 0.93 | 1.13 | 1.21 | 1.09 | 0.92 |
| 2.23 | 2.57 | 2.70 | 2.69 | 2.58 | 2.49 | 2.30 | 2.27 | 2.46 | 2.61 | 2.71 | 2.68 | 3.48 | 3.39 | 2.15 | 1.34 |
| 1.13 | 1.35 | 1.53 | 1.48 | 1.38 | 1.26 | 1.13 | 1.06 | 1.07 | 1.17 | 1.28 | 1.40 | 1.48 | 1.51 | 1.32 | 1.13 |
| 5.67 | 5.81 | 5.86 | 5.82 | 5.73 | 5.61 | 5.46 | 5.31 | 5.35 | 5.51 | 5.63 | 5.75 | 5.81 | 5.84 | 5.76 | 5.68 |

2 max as-1: 1.53 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 5.86 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
1 unten as-1: 0 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis

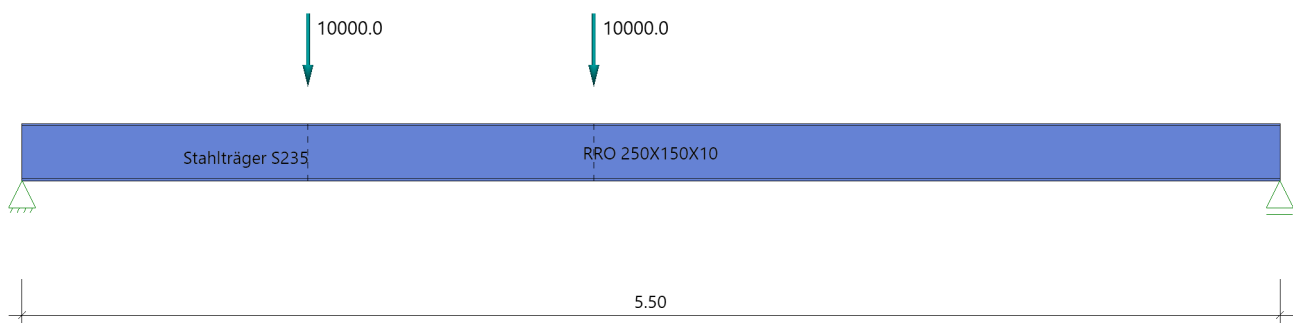
**Position: B1.11 - Verformung, Senkfeder Stützen -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild**

Mit dieser Berechnung werden die Senkfedern für S1 und S2 im Rahmen der Plattenbemessung Pos. B.1.11 ermittelt. Diese Berechnung ist als Anlage zur Plattenbemessung zu verstehen und beinhaltet keinen Querschnittsnachweis.

**Ergebnis**

| Einwirkende Kraft - F | Verformung an Stelle 1 - w <sub>1</sub> | Verformung an Stelle 2 - w <sub>2</sub> |
|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 10000 kN              | 425,9 cm                                | 609,1 cm                                |
| 1 kN                  | 0,04259 cm                              | 0,06091 cm                              |

**Resultierende Senkfeder für Pos. B.1.11 (S1, S2)**

$$k_1 = F/w_1 = 2347,97 \text{ kN/m}$$

$$k_2 = F/w_2 = 1641,77 \text{ kN/m}$$

**Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name           | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| RRO 250X150X10 | 5960                        | 2680                        | 477                         | 358                         | 73.4                    |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 5.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Einzellasten und Momente**

| Bezug  | Nr | Art   | A [m] | W [ ]      | EG      | Zus | Alt |
|--------|----|-------|-------|------------|---------|-----|-----|
| System | 1  | kraft | 1.25  | 10000.0 kN | ständig |     |     |
|        | 2  | kraft | 2.50  | 10000.0 kN | ständig |     |     |

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung                     |
|----|---------------------------------|
| 1  | aus Pos. 3 rechte Einzugsfläche |
| 2  | aus Pos. 3 rechte Einzugsfläche |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 317 kg mit Gamma = 78.50 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig     |          |          |          | 1.00             | 1.35             |

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 ->  $K_{Fi} = 1.0$  Tab. B3

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

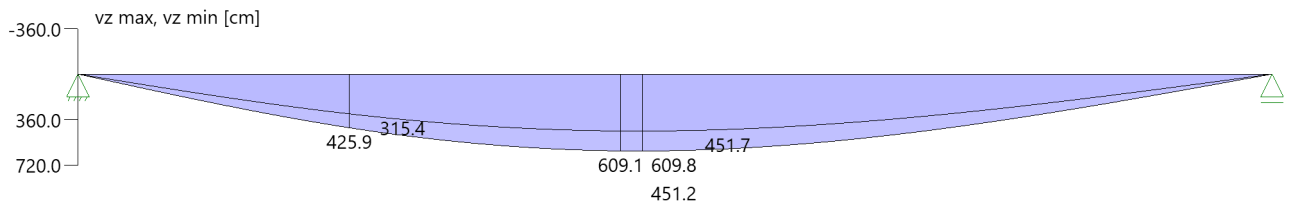
**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 99.00!      | 1)             | 410.22!             |

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

## Schnappschüsse

v - Fläche, P/T, Max/Min- Werte



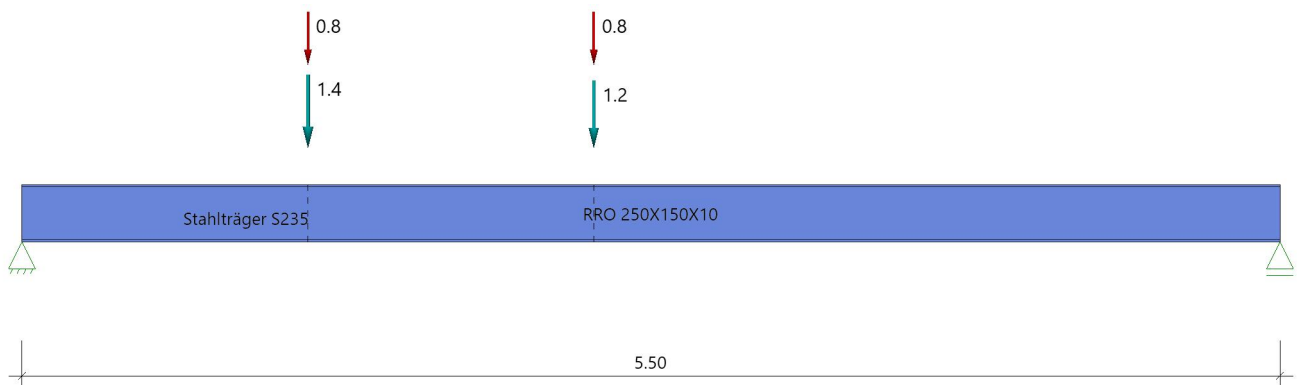
**Position: B1.12 - Querschnittsnachweis -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

Streckgrenze  $t \leq 40 \text{ mm}$ Zugfestigkeit  $t \leq 40 \text{ mm}$ 

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name           | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| RRO 250X150X10 | 5960                        | 2680                        | 477                         | 358                         | 73.4                      |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 5.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch



**Lasten****Einzellasten und Momente**

| Bezug                                                                                                                                                                                                            | Nr | Art   | A [m] | W [ ]  | EG      | Zus | Alt |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|--------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                           | 1  | kraft | 1.25  | 1.4 kN | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                  | 2  | kraft | 2.50  | 1.2 kN | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                  | 3  | kraft | 2.50  | 0.8 kN | Kat. A  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                  | 4  | kraft | 1.25  | 0.8 kN | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |       |       |        |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 317 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation                       | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit                                            | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.06        | 1)             | 0.13                |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                                           |             |                |                     |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

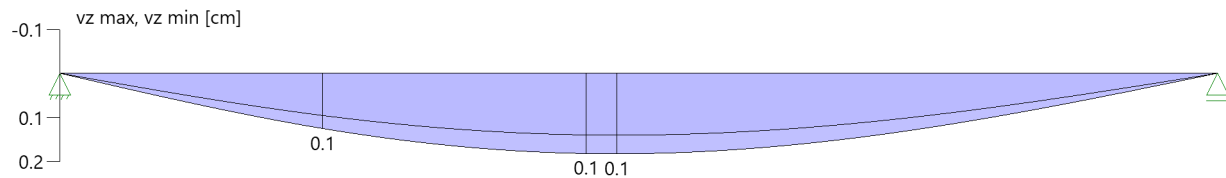
| Bemessungssituation   | Querschnitt    | Stelle             | $V_{z,Ed}$ [kN] | $M_{y,Ed}$ [kNm] | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|----------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | RRO 250X150X10 | Feld 1, $x = 2.50$ | -1.7            | 8.72             | 0.06        |                | 1  |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.00 \text{ m}$  Lk 1**

|                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$     | $N_{Rd} = 1724.9 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$      | $\eta_N = 0.00$                 |
| $M_{y,pld} = 8.72 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 138.87 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 8.72 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.06$              |
| $V_{z,pld} = -1.7 \text{ kN}$  | $V_{z,Rd} = 622.4 \text{ kN}$   |
| $V_{z,Ed} = -1.7 \text{ kN}$   | $\eta_{Vz} = 0.00$              |
|                                | $\eta = 0.06$                   |

**Grafik Verformungen**

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5,0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 2.66     | 0.0                | 0.1                | 0.1                  | 0.03   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 2.66     | 5.50             | 0.00                | 5.50                | 0.1               | 0.1                | 1.1                | 0.13   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 3.3                 | 3.3<br>1.0          |                      |                      |
| 2  | 5.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 2.4                 | 2.4<br>0.5          |                      |                      |

## 2.3. Erdgeschoss

### Position: B.2.1 - Stahlträger -

#### Ständig

|                                 |                                                             |         |            |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|------------|
| aus Pos. 3E                     | <u>Eigengewicht</u>                                         |         |            |
|                                 | $g_k = 0,20 \text{ m} * 4,83 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$ | =       | 24,15 kN/m |
|                                 | <u>Belag + Putz</u>                                         |         |            |
|                                 | $g_k = 4,83 \text{ m} * 1,5 \text{ kN/m}^2$                 | =       | 7,25 kN/m  |
|                                 |                                                             | <hr/>   |            |
|                                 |                                                             | <hr/>   |            |
|                                 |                                                             | $g_k =$ | 31,40 kN/m |
| 25% Aufschlag, Durchlaufwirkung |                                                             | $g_k =$ | 39,30 kN/m |

#### Veränderlich

|                                 |          |                                             |   |            |
|---------------------------------|----------|---------------------------------------------|---|------------|
| aus Pos. 3E                     | Nutzlast | $0,5 * 4,55 \text{ m} * 5,0 \text{ kN/m}^2$ | = | 11,38 kN/m |
| aus Pos. 3E                     | Nutzlast | $0,5 * 5,10 \text{ m} * 3,0 \text{ kN/m}^2$ | = | 7,65 kN/m  |
|                                 |          | <hr/>                                       |   |            |
|                                 |          | <hr/>                                       |   |            |
|                                 |          | $\Sigma q_k =$                              |   | 19,10 kN/m |
| 25% Aufschlag, Durchlaufwirkung |          | $g_k =$                                     |   | 23,90 kN/m |

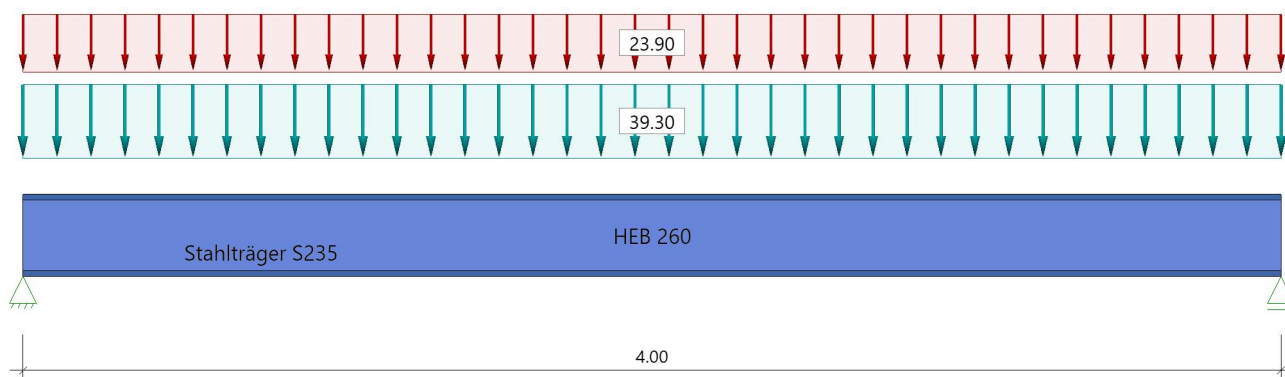
**Position: B.2.1 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

Streckgrenze  $t \leq 40 \text{ mm}$ Zugfestigkeit  $t \leq 40 \text{ mm}$  $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$  $f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$ **Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEB 260                                            | 14920                       | 5135                        | 1148                        | 395                         | 118.4                     |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                           |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 4.00     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 4.00      |           | 39.30        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 4.00      |           | 23.90        |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 372 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.60        | 0.69           | 0.85                |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEB 260     | Feld 1, $x = 2.00$ | 0.0                | 180.32              | 0.60        | 0.69           | 31 |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 2.00 \text{ m}$  Lk 1**

|               |            |               |             |
|---------------|------------|---------------|-------------|
| $N_{pId} =$   | 0.0 kN     | $N_{Rd} =$    | 2782.4 kN   |
| $N_{Ed} =$    | 0.0 kN     | $\eta_N =$    | 0.00        |
| $M_{y,pId} =$ | 180.32 kNm | $M_{y,Rd} =$  | 302.21 kNm  |
| $M_{y,Ed} =$  | 180.32 kNm | $\eta_{My} =$ | 0.60        |
| $V_{z,pId} =$ | 0.0 kN     | $V_{z,Rd} =$  | 509.5 kN    |
| $V_{z,Ed} =$  | 0.0 kN     | $\eta_{Vz} =$ | 0.00        |
|               |            | $\eta =$      | <b>0.60</b> |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 2.00     | 0.0                | 0.7                | 0.7                  | 0.14   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 2.00     | 4.00             | 0.00                | 4.00                | 0.4               | 0.7                | 0.8                | 0.85   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 80.5                | 80.5<br>47.8        |                      |                      |
| 2  | 4.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 80.5                | 80.5<br>47.8        |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 180.3<br>80.5 |                |
| 2        | 4.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 180.3<br>80.5 |                |

**Position: B.2.2 - Stahlstütze -**

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter****Norm und Sicherheitskonzept**

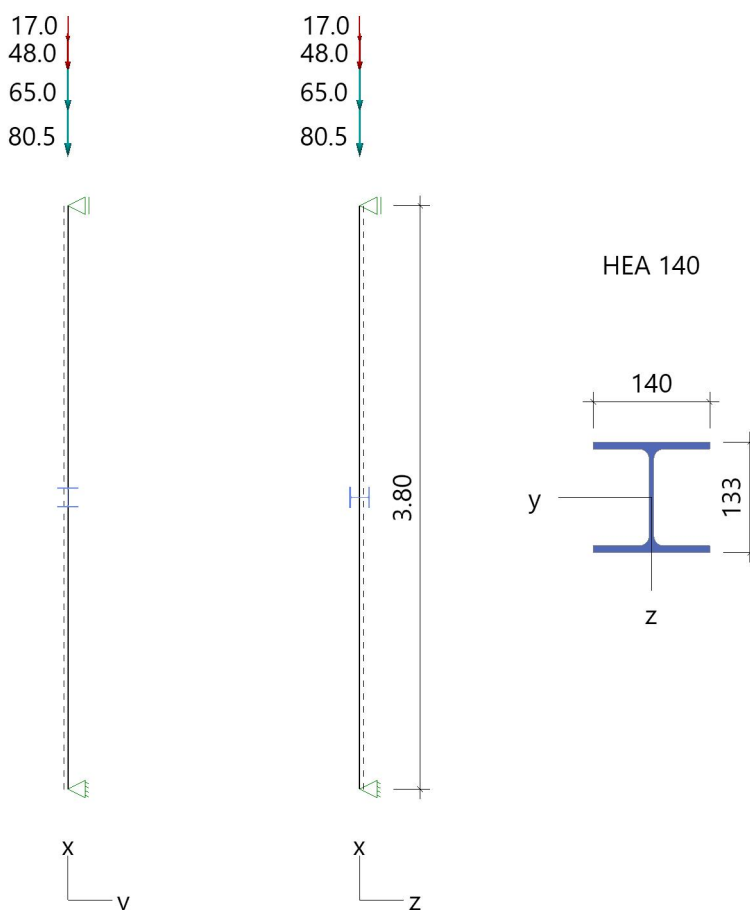
|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten             | : | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |

**Einstellungen zur Tragsicherheit**

|                          |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| Querschnittsbemessung    | : | plastisch        |
| Stabilitätsnachweis nach | : | 6.3.3 - Anhang B |

**Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit**

|                                               |                  |                  |
|-----------------------------------------------|------------------|------------------|
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm           |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | $l_{eff} / 300$  |

**System Pendelstütze**

Stütze: Höhe = 3.80 m

**Material S235**

|               |          |                   |             |        |                   |
|---------------|----------|-------------------|-------------|--------|-------------------|
| $E_k =$       | 210000   | N/mm <sup>2</sup> | $G_k =$     | 80769  | N/mm <sup>2</sup> |
| $\gamma =$    | 78.50    | kN/m <sup>3</sup> | $\mu =$     | 0.30   |                   |
|               |          |                   | $\beta_w =$ | 0.80   |                   |
| Streckgrenze  | $t \leq$ | 40 mm             | $f_{yk} =$  | 235.00 | N/mm <sup>2</sup> |
| Zugfestigkeit | $t \leq$ | 40 mm             | $f_{uk} =$  | 360.00 | N/mm <sup>2</sup> |

**Querschnitt - HEA 140**

|                     |                  |                        |                  |                       |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------|-----------------------|
| Profil              | h =              | 133 mm                 |                  |                       |
| Steg (lichte Höhe)  | h <sub>1</sub> = | 92 mm                  | s =              | 6 mm                  |
| Ober- und Untergurt | b =              | 140 mm                 | t =              | 9 mm                  |
| Ausrundung          | r =              | 12 mm                  |                  |                       |
| Fläche              | A =              | 31.4 cm <sup>2</sup>   |                  |                       |
| Statische Werte     | I <sub>y</sub> = | 1030.0 cm <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> = | 155.4 cm <sup>3</sup> |
|                     | I <sub>z</sub> = | 389.0 cm <sup>4</sup>  | W <sub>z</sub> = | 55.6 cm <sup>3</sup>  |

**Lagerbedingungen**

| Nr | x<br>[m] | Verschiebungen *)        |                          |                          | Verdrehungen *)             |                             |                             |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|    |          | u <sub>x</sub><br>[kN/m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Φ <sub>x</sub><br>[kNm/rad] | Φ <sub>y</sub><br>[kNm/rad] | Φ <sub>z</sub><br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                       | -1                          | 0.0                         | 0.0                         |
| 2  | 3.80     | 0.00                     | -1                       | -1                       | -1                          | 0.0                         | 0.0                         |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Belastung****Einwirkungen(Ew)**

| Id | Typ | Bemessungssituation   | Name                         | γ <sub>sup</sub> | γ <sub>inf</sub> | ψ <sub>0</sub> | ψ <sub>1</sub> | ψ <sub>2</sub> |
|----|-----|-----------------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 99 | G   | ständig/vorübergehend | ständig                      | 1.35             | 1.00             | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| 1  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. A: Wohngebäude          | 1.50             | 0.00             | 0.70           | 0.50           | 0.30           |
| 3  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. C: Versammlungsbereiche | 1.50             | 0.00             | 0.70           | 0.70           | 0.60           |

**Lasten****Lastarten**

Art 14 = Kopflast kN  
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

**Standard-Lastfälle und Lasten**

| Beschreibung   | Nr | Art | in/um         | p <sub>i</sub> | a<br>[m] | p <sub>j</sub> | l<br>[m] | Ew | Zus |
|----------------|----|-----|---------------|----------------|----------|----------------|----------|----|-----|
| aus Pos.B. 1.8 | 1  | 14  | in x-Richtung | 65.0           | 3.80     |                | -        | 99 | 1   |
| aus Pos. B.1.8 | 2  | 14  | in x-Richtung | 17.0           | 3.80     |                | -        | 1  |     |
| aus Pos. 2.1   | 3  | 14  | in x-Richtung | 80.5           | 3.80     |                | -        | 99 | 1   |
| aus Pos. 2.1   | 4  | 14  | in x-Richtung | 48.0           | 3.80     |                | -        | 3  |     |

**Ergebnisse****Zusammenfassung**

| Bemessungssituation   | Lfk | Nachweis          | η    |
|-----------------------|-----|-------------------|------|
| ständig/vorübergehend | 2   | Querschnitt       | 0,39 |
| ständig/vorübergehend | 2   | Stabilität        | 0,93 |
| charakteristisch      | 12  | Absolutverformung | 0,02 |

**Tragfähigkeit ständig/vorübergehend****Schnittgrößen - Lfk 2**

| x<br>[m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | V <sub>z,Ed</sub><br>[kN] | M <sub>y,Ed</sub><br>[kNm] | V <sub>y,Ed</sub><br>[kN] | M <sub>z,Ed</sub><br>[kNm] |
|----------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0.00     | -287.5                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |
| 3.80     | -286.3                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 2 γ<sub>M0</sub> = 1,00**

| x<br>[m] | Qkl | η <sub>N</sub> | η <sub>Vz</sub> | η <sub>My</sub> | η <sub>Vy</sub> | η <sub>Mz</sub> | η <sub>MyMz</sub> | η    |
|----------|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------|
| 0.00     | 1   | 0.39           | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00              | 0.39 |
| 3.80     | 1   | 0.39           | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00              | 0.39 |



**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.00$  m**

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| $N_{pId} = 737.9$ kN    | $N_{Rd} = 737.9$ kN    |
| $N_{Ed} = -287.5$ kN    | $\eta_N = 0.39$        |
| $M_{y,pId} = 40.86$ kNm | $M_{y,Rd} = 40.86$ kNm |
| $M_{y,Ed} = 0.00$ kNm   | $\eta_{My} = 0.00$     |
| $V_{z,pId} = 137.1$ kN  | $V_{z,Rd} = 137.1$ kN  |
| $V_{z,Ed} = 0.0$ kN     | $\eta_{Vz} = 0.00$     |
| $M_{z,pId} = 19.95$ kNm | $M_{z,Rd} = 19.95$ kNm |
| $M_{z,Ed} = 0.00$ kNm   | $\eta_{Mz} = 0.00$     |
| $V_{y,pId} = 322.9$ kN  | $V_{y,Rd} = 322.9$ kN  |
| $V_{y,Ed} = 0.0$ kN     | $\eta_{Vy} = 0.00$     |
|                         | $\eta = 0.39$          |

**Stabilitätsnachweis**

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | Gl   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 0.00     | 1   | 287.5            | 0.00                | 6.46 | 0.93   | 2   |

**Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)**

$$N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd}) = 0.55 \quad N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) = 0.93$$

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| $N_{Ed} = 287.5$ kN    | $N_{Rk} = 737.9$ kN   |
| $\lambda_T = 0.62$     | $s_{kz} = 3.80$ m     |
| $N_{cr,T} = 1935.7$ kN | $\lambda_z = 1.15$    |
| $\chi_T = 0.78$        | $N_{cr,z} = 559.5$ kN |
| $\gamma_{M1} = 1.10$   | $\chi_z = 0.46$       |

Nachweis für Lfk 2 bei  $x = 0.00$  m nach Gl. (6.46) erfüllt.

**Gebrauchstauglichkeit****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0$  cm**

| x<br>[m] | $f_{x,Ed}$<br>[cm] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| 3.80     | -0.1               | 0.0                | 0.0                | 0.1                  | 0.02   | 12  |

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall**

| Lager | x<br>[m] | Lf               | Ew | $R_x$<br>[kN] | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|------------------|----|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | Eigengewicht     | 99 | -0.9          | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. B.1.8   | 1  | -17.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | aus Pos. 2.1     | 3  | -48.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          | Lasten mit Zus 1 | 99 | -145.5        | -             | -              | -             | -              |

**Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen**

| Lfk | Bemessungssituation   | [Lastfall:Faktor]                                      |
|-----|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| 2   | ständig/vorübergehend | Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,05 + 3:1,35 + 4:1,50 |
| 12  | charakteristisch      | Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:0,70 + 3:1,00 + 4:1,00 |

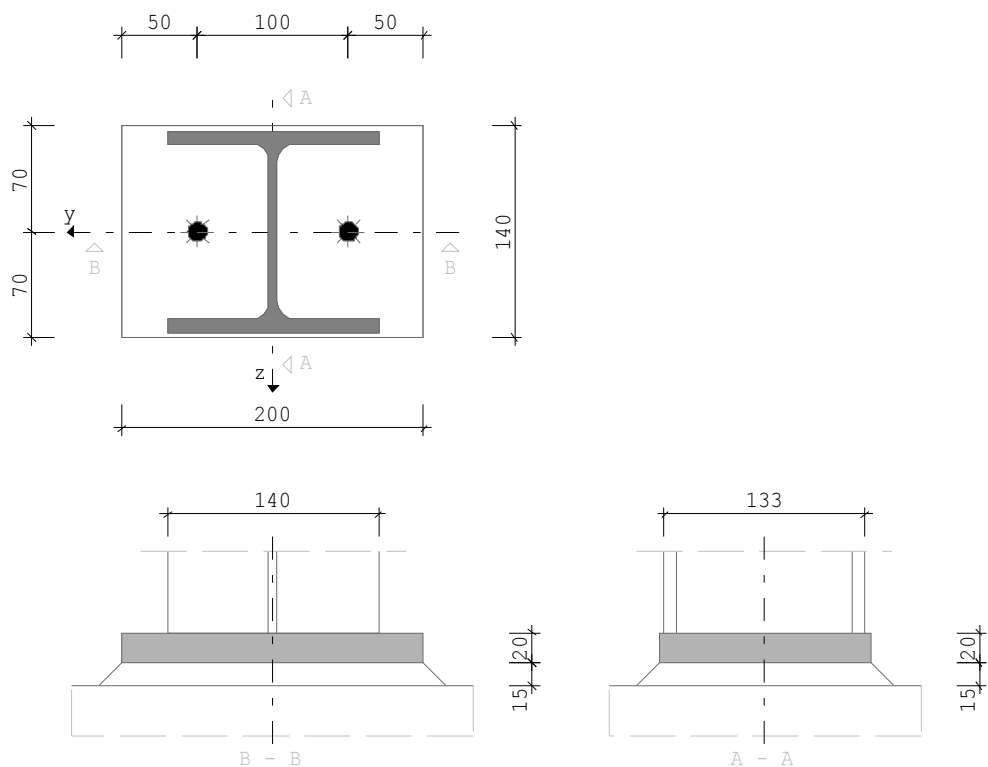
Position: B.2.2.1 - Fußplatte -

Fußplatte Stahlstütze (x64) ST3 02/2024A (FRILO R-2025-2/P06)

System

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Nachweisführung nach DIN EN 1993

| Stütze   | A<br>cm <sup>2</sup> | I <sub>y</sub><br>cm <sup>4</sup> | I <sub>z</sub><br>cm <sup>4</sup> | h<br>mm | t <sub>w</sub><br>mm | b<br>mm | t <sub>f</sub><br>mm | r<br>mm |
|----------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| HE 140 A | 31.40                | 1033.0                            | 389.0                             | 133.0   | 5.5                  | 140.0   | 8.5                  | 12.0    |

| Fußplatte | Länge | Breite | Dicke | Fugendicke | aw Steg | aw Flansch |
|-----------|-------|--------|-------|------------|---------|------------|
| [mm]      | 140.0 | 200.0  | 20.0  | 15.0       | 3.0     | 3.0        |

| Stahl | f <sub>y</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | f <sub>u</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | γ <sub>M0</sub> | γ <sub>M2</sub> | β <sub>w</sub> | f <sub>vwd</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | Beton   | α <sub>c</sub> | γ <sub>c</sub> | f <sub>cd</sub><br>N/mm <sup>2</sup> | EModul<br>N/mm <sup>2</sup> |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|---------|----------------|----------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| S235  | 235.0                               | 360.0                               | 1.00            | 1.25            | 0.80           | 207.8                                 | C 20/25 | 0.85           | 1.50           | 11.3                                 | 30000.0                     |

| Anker        | Anzahl | f <sub>yb</sub> | f <sub>ub</sub> | N/mm <sup>2</sup> |                 |
|--------------|--------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| M 12 - 4.6 R | 2      | 240.0           | 400.0           |                   | Gewinde in Fuge |

Ankerabstände bezogen auf die Außenkante der Fußplatte in Richtung

| Steg | e1   | e1   | Flansch | w3   | w1    | w3   |
|------|------|------|---------|------|-------|------|
|      | 70.0 | 70.0 |         | 75.0 | 100.0 | 75.0 |

| Nachweis  | Berechnungsoptionen (Vorgaben)                    |
|-----------|---------------------------------------------------|
| Querkraft | Es wird kein Querkraftnachweis über Anker geführt |

**Ergebnisse****Ergebnisse Lfk1**

| Nr | Bezeichnung | Nd[kN] | Myd[kNm] | Vzd[kN] | Vyd[kN] |
|----|-------------|--------|----------|---------|---------|
| 1  | Lfk1        | 275.12 | 0.00     | 0.00    | 0.00    |

**Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell (Druck)**

Tragfähigkeit  $NARd = 298.3 \text{ kN}$   $\eta = 0.92 < 1$

**Druckkomponente**

Festigkeit Lagerfuge  $f_{jd} = 11.3 \text{ N/mm}^2$   
 Anschlußbeiwert  $\beta_j = 0.67$   
 Faktor  $sqA1A0 = 1.50$   
 Ausbreitungsbreite  $c = 52.6 \text{ mm}$  Dicke  $t = 20.0 \text{ mm}$   
 Flansch  $A_{eff1} = 129.0 \text{ cm}^2$   $\sigma_{D1} = 10.5 \text{ N/mm}^2$   
 Steg  $A_{eff2} = 9.7 \text{ cm}^2$   $\sigma_{D2} = 5.4 \text{ N/mm}^2$   
 Druckfläche  $A_{eff} = 267.8 \text{ cm}^2$   $NARd = 298.29 \text{ kN}$

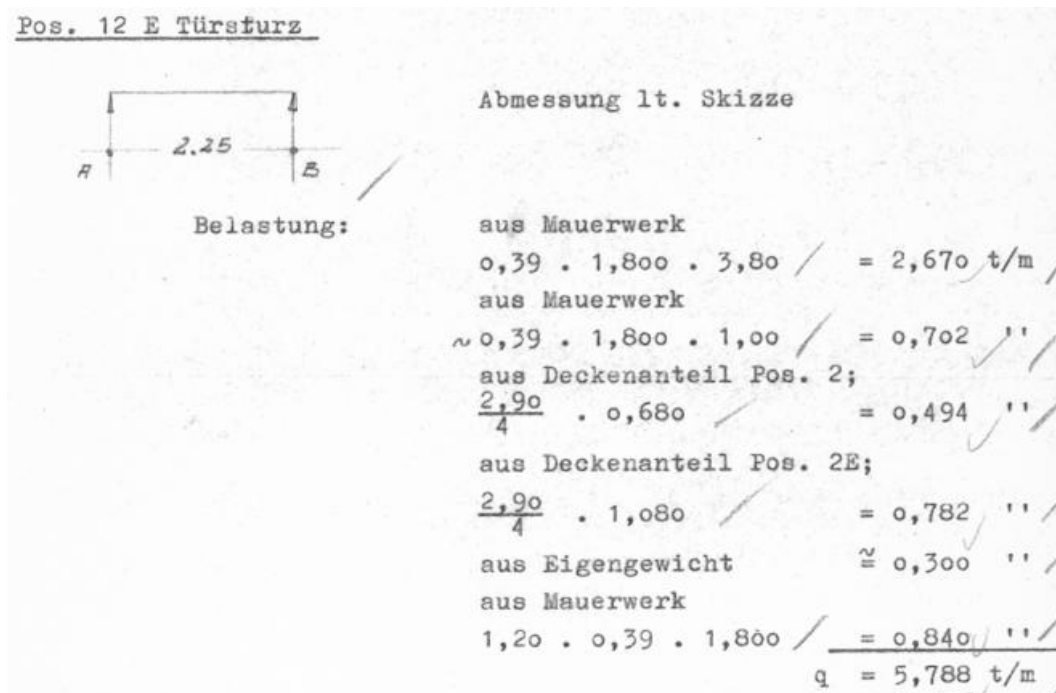
**Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen**

| Querschnittsteil | $\sigma_{wd}$ |                   | erf.aw | vorh.aw |    | $\eta$ |
|------------------|---------------|-------------------|--------|---------|----|--------|
| Steg             | 133.9         | N/mm <sup>2</sup> | 1.9    | 3.0     | mm | 0.65   |
| Gurt             | 133.9         | N/mm <sup>2</sup> | 1.9    | 3.0     | mm | 0.65   |

maximale Auslastung  $\eta = 0.92 < 1$  Nachweis der Fußplatte mit dem Komponentenmodell

**Position: B.2.3 - Stahlträger -****Auszug aus der Bestandsstatik, Seite 31**

Falls der Bestandsbalken nicht vorhanden sein sollte, ergibt sich folgende Alternativposition:

**Aufteilung in ständige und veränderliche Lasten, Pos. 2 & 2E****Ständig**

|             |                                                         |                           |
|-------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| aus Pos. 2  | <u>Eigengewicht, Belag + Putz</u>                       |                           |
|             | $g_k = 0,53/0,68 \cdot 2,9/4 \cdot 6,8 \text{ kN/m}^2$  | $= 3,84 \text{ kN/m}$     |
| aus Pos. 2E | <u>Eigengewicht, Belag + Putz</u>                       |                           |
|             | $g_k = 0,58/1,08 \cdot 2,9/4 \cdot 10,8 \text{ kN/m}^2$ | $= 4,21 \text{ kN/m}$     |
|             |                                                         | $g_k = 8,10 \text{ kN/m}$ |

**Veränderlich**

|             |                                                         |                           |
|-------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| aus Pos. 2  | <u>Nutzlast</u>                                         |                           |
|             | $q_k = 0,15/0,68 \cdot 2,9/4 \cdot 6,8 \text{ kN/m}^2$  | $= 1,09 \text{ kN/m}$     |
| aus Pos. 2E | <u>Nutzlast</u>                                         |                           |
|             | $q_k = 0,50/1,08 \cdot 2,9/4 \cdot 10,8 \text{ kN/m}^2$ | $= 3,63 \text{ kN/m}$     |
|             |                                                         | $q_k = 4,80 \text{ kN/m}$ |

Zusammenfassung**Ständig**

|                |                |                   |
|----------------|----------------|-------------------|
| aus Mauerwerk  | $\Sigma g_k =$ | 42,12 kN/m        |
| aus Pos. 2     | $g_k =$        | 3,84 kN/m         |
| aus Pos. 2E    | $g_k =$        | 4,21 kN/m         |
| $\Sigma g_k =$ |                | <b>50,17 kN/m</b> |

**Veränderlich**

|                |         |                  |
|----------------|---------|------------------|
| aus Pos. 2     | $q_k =$ | 1,09 kN/m        |
| aus Pos. 2E    | $q_k =$ | 3,63 kN/m        |
| $\Sigma q_k =$ |         | <b>4,71 kN/m</b> |

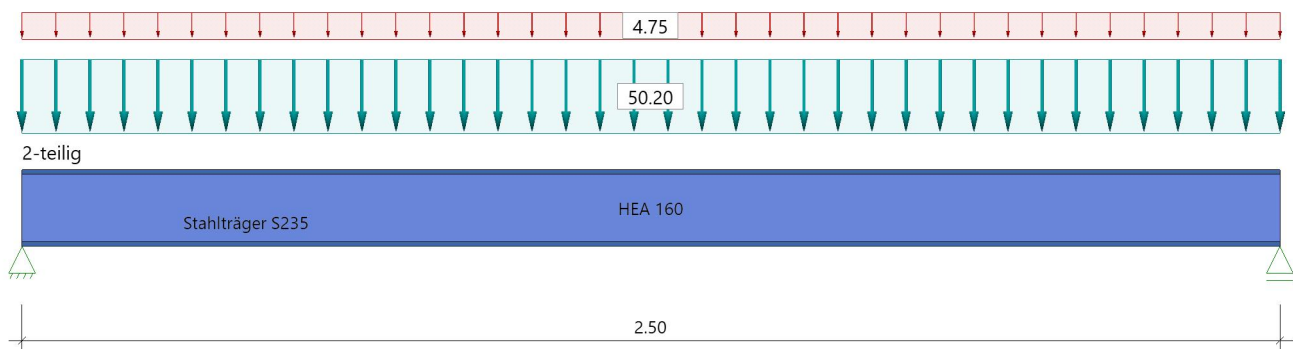
**Position: B.2.3 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P06)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$\begin{aligned}
 E_k &= 210000 \text{ N/mm}^2 & G_k &= 80769 \text{ N/mm}^2 \\
 \gamma &= 78.50 \text{ kN/m}^3 & \mu &= 0.30 \\
 & & \beta_w &= 0.80 \\
 \text{Streckgrenze } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{yk} &= 235.00 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Zugfestigkeit } t &\leq 40 \text{ mm} & f_{uk} &= 360.00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name    | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEA 160 | 1670                        | 616                         | 220                         | 77                          | 38.8                      |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 2.50         | HEA 160     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen <sup>*)</sup> |                       |                       |
|----|----------|-----------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad]      | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1              | -1              | -1                         | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 2.50     | -1              | -1              | 0.0                        | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 2.50      |           | 50.20        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 2.50      |           | 4.75         |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 152 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.51        | 0.60           | 0.81                |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEA 160     | Feld 1, $x = 1.25$ | 0.0                | 29.58               | 0.51        | 0.60           | 31 |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.25 \text{ m}$  Lk 1**

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| $N_{pId} = 0.0 \text{ kN}$      | $N_{Rd} = 911.8 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$       | $\eta_N = 0.00$                |
| $M_{y,pId} = 29.58 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 57.78 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 29.58 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.51$             |
| $V_{z,pId} = 0.0 \text{ kN}$    | $V_{z,Rd} = 179.6 \text{ kN}$  |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$     | $\eta_{Vz} = 0.00$             |
|                                 | $\eta = 0.51$                  |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 0.0                | 0.4                | 0.4                  | 0.08   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.4               | 0.4                | 0.5                | 0.81   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 63.5                | 63.5<br>5.9         |                      |                      |
| 2  | 2.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 63.5                | 63.5<br>5.9         |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 94.6<br>63.5  |                |
| 2        | 2.50     | Lk 1<br>Lk 2 | 94.6<br>63.5  |                |



**Position: B.2.4 - Stahlträger -****Ständig**

|               |                                                                   |   |                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------|
| aus Pos. 3E   | <u>Eigengewicht</u>                                               |   |                             |
|               | $g_k = 0,20 \text{ m} * 4,55 \text{ m} * 0,5 * 25 \text{ kN/m}^3$ | = | 11,38 kN/m                  |
|               | <u>Belag + Putz</u>                                               |   |                             |
|               | $g_k = 4,55 \text{ m} * 0,5 * 1,0 \text{ kN/m}^2$                 | = | 2,28 kN/m                   |
| aus Mauerwerk | $g_k = 18 \text{ kN/m}^2 * 1,30 \text{ m} * 0,36 \text{ m} =$     | = | 8,42 kN/m                   |
|               |                                                                   |   | <hr/> <hr/> gk = 22,10 kN/m |

**Veränderlich**

|             |          |                                             |                                               |
|-------------|----------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| aus Pos. 3E | Nutzlast | $0,5 * 4,55 \text{ m} * 5,0 \text{ kN/m}^2$ | = 11,38 kN/m                                  |
|             |          |                                             | <hr/> <hr/> $\Sigma q_k = 11,40 \text{ kN/m}$ |

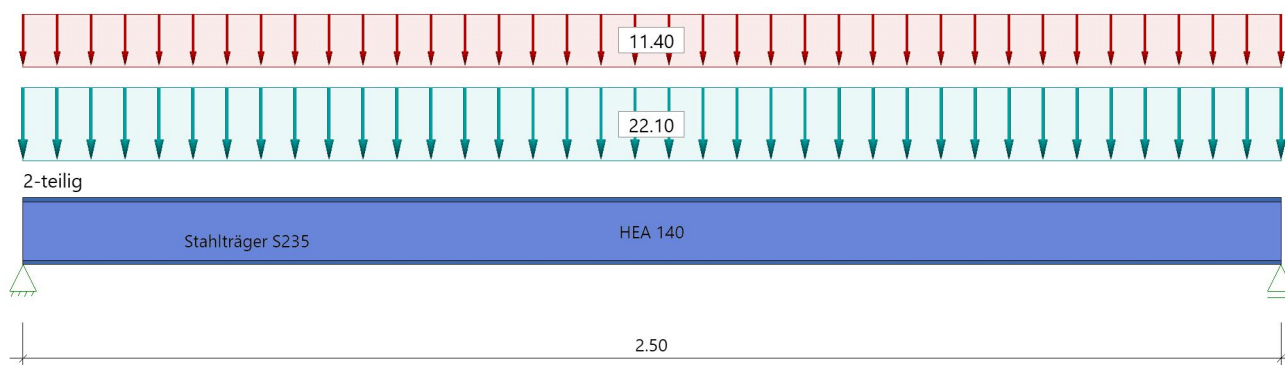
**Position: B.2.4 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P06)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

Streckgrenze  $t \leq 40 \text{ mm}$ Zugfestigkeit  $t \leq 40 \text{ mm}$ 

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name    | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEA 140 | 1030                        | 389                         | 155                         | 56                          | 31.4                      |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 2.50         | HEA 140     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 2.50     | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 2.50      |           | 22.10        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 2.50      |           | 11.40        |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 123 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.46        | 0.54           | 0.80                |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEA 140     | Feld 1, $x = 1.25$ | 0.0                | 18.59               | 0.46        | 0.54           | 31 |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.25 \text{ m}$  Lk 1**

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| $N_{pId} = 0.0 \text{ kN}$      | $N_{Rd} = 737.9 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$       | $\eta_N = 0.00$                |
| $M_{y,pId} = 18.59 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 40.86 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 18.59 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.46$             |
| $V_{z,pId} = 0.0 \text{ kN}$    | $V_{z,Rd} = 137.1 \text{ kN}$  |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$     | $\eta_{Vz} = 0.00$             |
|                                 | $\eta = 0.46$                  |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 0.0                | 0.4                | 0.4                  | 0.08   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.3               | 0.4                | 0.5                | 0.80   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 28.2                | 28.2<br>14.3        |                      |                      |
| 2  | 2.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 28.2                | 28.2<br>14.3        |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 59.5<br>28.2  |                |
| 2        | 2.50     | Lk 1<br>Lk 2 | 59.5<br>28.2  |                |

**Position: B.2.5 - Stahlträger -**

analog zu Pos. 13E

**Ständig**

|               |                                                                |   |                            |
|---------------|----------------------------------------------------------------|---|----------------------------|
| aus Pos. 4E   | <u>Eigengewicht</u> (anteilig)                                 |   |                            |
|               | $g_k = 0,16 \text{ m} * 3,4 \text{ m} / 4 * 25 \text{ kN/m}^3$ | = | 3,40 kN/m                  |
|               | <u>Belag + Putz</u>                                            |   |                            |
|               | $g_k = 3,40 \text{ m} / 4 * 1,5 \text{ kN/m}^2$                | = | 1,28 kN/m                  |
| aus Mauerwerk | $g_k = 18 \text{ kN/m}^2 * 1,50 \text{ m} * 0,36 \text{ m} =$  | = | 9,72 kN/m                  |
|               |                                                                |   | <hr/> <hr/>                |
|               |                                                                |   | $g_k = 14,40 \text{ kN/m}$ |

**Veränderlich**

|             |          |                                          |   |                                  |
|-------------|----------|------------------------------------------|---|----------------------------------|
| aus Pos. 4E | Nutzlast | $3,4 \text{ m} / 4 * 3,0 \text{ kN/m}^2$ | = | 2,55 kN/m                        |
|             |          |                                          |   | <hr/> <hr/>                      |
|             |          |                                          |   | $\Sigma q_k = 2,60 \text{ kN/m}$ |

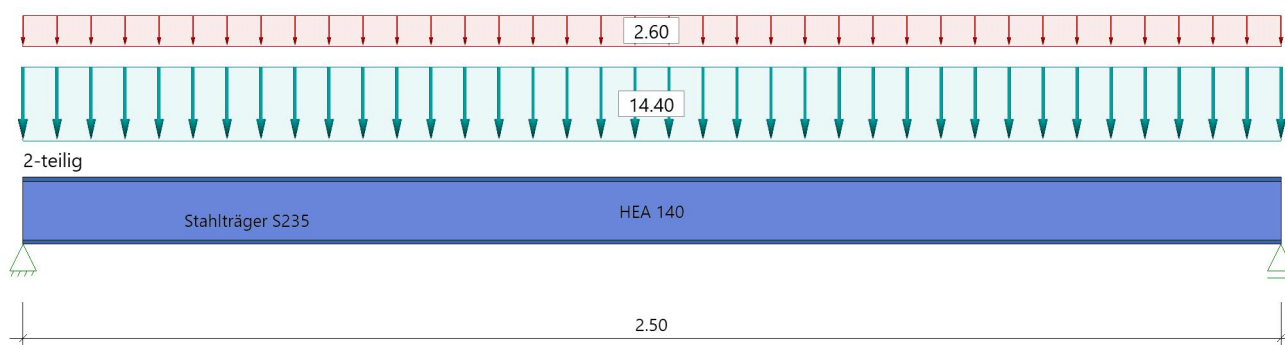
**Position: B.2.5 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name    | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEA 140 | 1030                        | 389                         | 155                         | 56                          | 31.4                      |

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 2.50         | HEA 140     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 2.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 2.50      |           | 14.40        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 2.50      |           | 2.60         |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 123 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_Q$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.23     | 1)             | 0.41                |

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_Q$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|----------------|----|
| ständig/vorübergehend | HEA 140     | Feld 1, $x = 1.25$ | 0.0                | 9.38                | 0.23     |                | 1  |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.25 \text{ m}$  Lk 1**

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$     | $N_{Rd} = 737.9 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$      | $\eta_N = 0.00$                |
| $M_{y,pld} = 9.38 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 40.86 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 9.38 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.23$             |
| $V_{z,pld} = 0.0 \text{ kN}$   | $V_{z,Rd} = 137.1 \text{ kN}$  |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$    | $\eta_{Vz} = 0.00$             |
|                                | $\eta = 0.23$                  |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 0.0                | 0.2                | 0.2                  | 0.04   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.25     | 2.50             | 0.00                | 2.50                | 0.2               | 0.2                | 0.5                | 0.41   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 18.6                | 18.6<br>3.2         |                      |                      |
| 2  | 2.50     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 18.6                | 18.6<br>3.3         |                      |                      |

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

| Auflager | x<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|----------|--------------|---------------|----------------|
| 1        | 0.00     | Lk 1<br>Lk 2 | 30.0<br>18.6  |                |
| 2        | 2.50     | Lk 1<br>Lk 2 | 30.0<br>18.6  |                |



**Position: B.2.6 - Stb.-Decke -**

Deckendicke: gew: d= 18,0 cm

Maße: b/h = 3,30/3,00 m

Belastung aus:Ständige Lasten

---

Belag, Estrich, Putz 1,50 kN/m<sup>2</sup>

Das Eigengewicht der Decke wird programmintern berücksichtigt.

Veränderliche Lasten

---

Nutzlast 5,00 kN/m<sup>2</sup>

Kat. C3

Trennwandzuschlag 1,20 kN/m<sup>2</sup>

(3,0 kN/m &lt; g &lt; 5,0 kN/m)

---

---

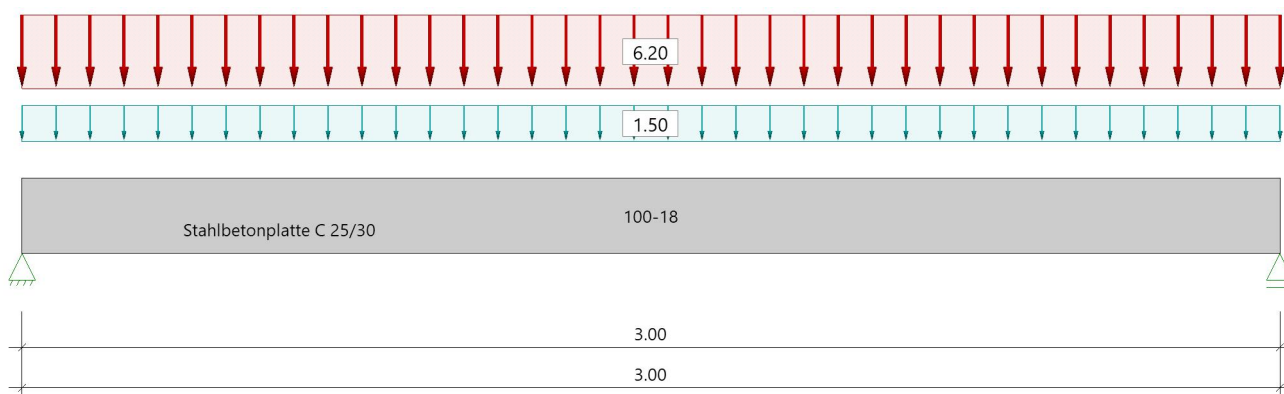
 $\Sigma$  6,20 kN/m<sup>2</sup>

**Position: B.2.6 - Stb.-Decke Bemessung -**

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P06)

**Grundparameter**Stahlbetonplatte  $E = 31000 \text{ N/mm}^2$ 

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

**System****Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30  $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$   $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl B500A  $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$   $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$   $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

**Geometrie****Querschnitte**

| Nr | Art      | $b_o$<br>[cm] | $h_o$<br>[cm] | $b$<br>[cm] | $h$<br>[cm] | $b_u$<br>[cm] | $h_u$<br>[cm] |
|----|----------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1  | Rechteck |               |               | 100.0       | 18.0        |               |               |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | $x$<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |            |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00       | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.00       | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug  | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG                | Zus | Alt |
|--------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|-------------------|-----|-----|
| System | 1  | GL  |          | 3.00      |           | 1.50         |              | Nein               | ständig<br>Kat. C |     |     |
|        | 2  | GL  |          | 3.00      |           | 6.20         |              | Ja                 |                   |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)  
 A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 1350 kg mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche                                 | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                   |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12                                     |
| Basis                               | : | EN 1992-1-1:2004/A1:2014                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                            |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                              |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                   |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Zugversteifung GZG                  | : | wird angesetzt                                                    |
| Nachweis Spannungsbegrenzung        | : | wird geführt                                                      |
| Überprüfung des lin. Kriechansatzes | : | wird geführt                                                      |

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| Betonangriff        | W0                               |
| Bewehrungskorrosion | XC1                              |
| Mindestbetonklasse  | C 16/20                          |
| Längsbewehrung      | $d_{s,l} = 6 \text{ mm}$         |
| Vorhaltemaß         | $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ |
| Längsbewehrung      | $c_{min,l} = 10 \text{ mm}$      |
| Betondeckung        | $c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$      |
| Verlegemaß Bügel    | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$        |
| zul. Rissbreite     | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$      |

**Kriechzahl und Schwindmaß**

|                       |                               |                        |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------|
| wirksame Bauteildicke | $h_0 = 15.3 \text{ cm}$       |                        |
| Luftfeuchte           | $LU = 50 \%$                  | Zement Typ N,R         |
| Normalbeton           | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  |                        |
| Belastungsalter       | $t_0 = 28 \text{ Tage}$       | $t = \text{unendlich}$ |
| Kriechzahl            | $\phi(t_0, t) = 2.75$         |                        |
| Schwindmaß            | $\epsilon_{cs}(t) = -0.51 \%$ |                        |

**Betondeckung**

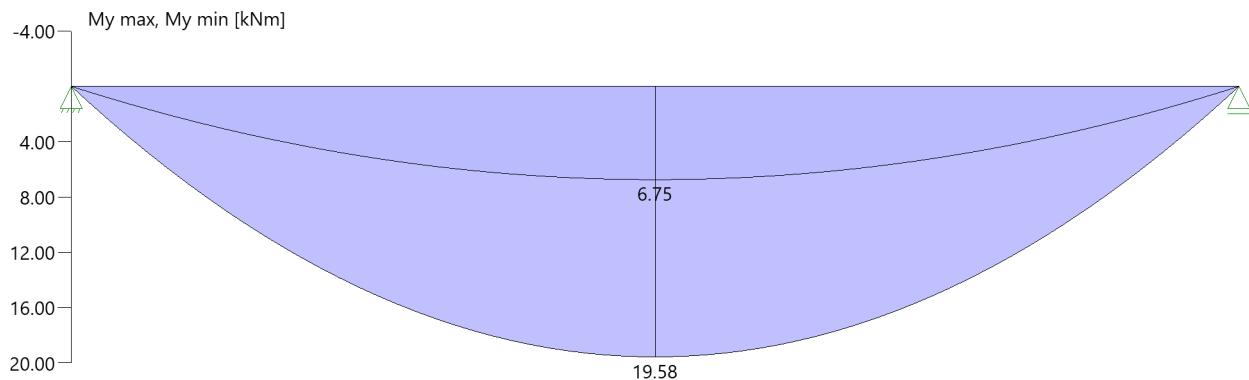
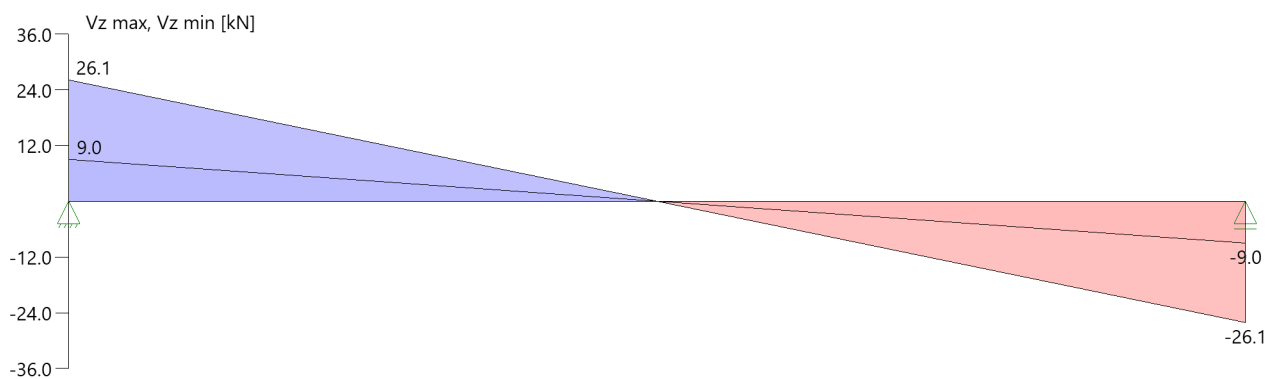
|                                           |                |                 |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Betondeckung                              | unten = 2.0 cm | oben = 2.0 cm   |
|                                           | links = 2.0 cm | rechts = 2.0 cm |
| Bewehrungslagen                           | unten = 2.4 cm | oben = 2.3 cm   |
| Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$ |                |                 |

**Bemessungseinstellungen**

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze  $k_x < .45$  wird eingehalten.
- Querkraftabminderung bei Vouten ist deaktiviert.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal  $\cot(\Theta)/2$ .

**Auflagerbedingungen**

Alle Auflager gleich : Schneide  $b = 0.0 \text{ cm}$

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen****Umhüllende der Momente****Umhüllende der Querkräfte****Schnittgrößen**

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|---------------------|--------------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 26.1               | 1  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 9.0                | 2  |
|        | 1.50        | 1.50     | 19.58               | 0.0                | 1  |
|        | 3.00        | 3.00     | 0.00                | -9.0               | 2  |
|        | 3.00        | 3.00     | 0.00                | -26.1              | 1  |
|        | 3.00        | 3.00     | 0.00                | -26.1              | 1  |

**Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

| Querschnitt | min $M_u$<br>[kNm] | erf $A_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | min $M_o$<br>[kNm] | erf $A_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 100.0/18.0  | 13.85              | 2.0                                | -13.85             | 2.0                                |

Plattenbreite wurde für die Berechnung von  $M_y$  auf  $3 \cdot b_0$  begrenzt.

**Feldbewehrung**

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | $M_{y,d}$<br>[kNm] | min $M_{y,d}$<br>[kNm] | d<br>[cm] | $k_x$ | $A_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $A_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | Lk |
|--------|-------------|----------|--------------------|------------------------|-----------|-------|--------------------------------|--------------------------------|----|
| Feld 1 | 1.50        | 1.50     | 19.58              | 19.58                  | 15.6      | 0.08  | 2.8                            | 0.0                            | 1  |
|        | 2.85        | 2.85     | 3.84               | 3.84                   | 15.6      | 0.03  | 2.0                            | 0.0                            | 1  |

Am ersten Auflager sind mindestens 2.0 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.0 cm<sup>2</sup> zu verankern.

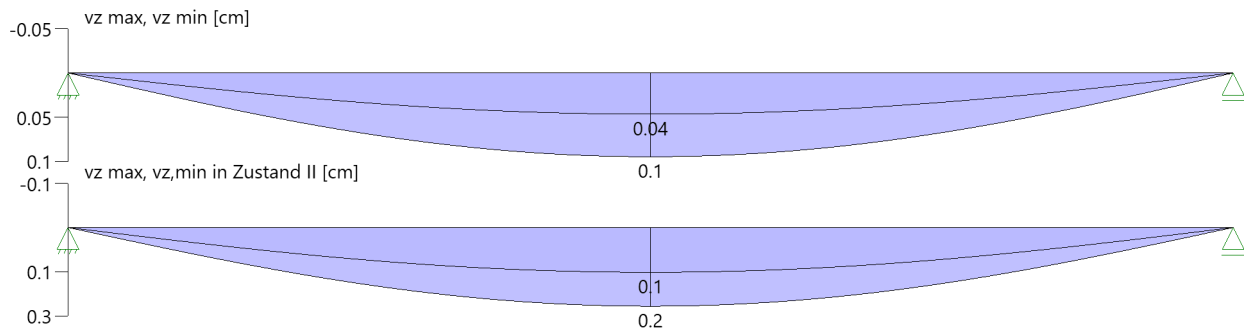
Querkraft VK-Lager ist mit  $F = V_{z,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$  berücksichtigt.

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

### Gebrauchstauglichkeit

#### Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

| Baugruppe | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | Lfk |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|-----|
| Feld 1    | 1.50     | 0.0                | 0.1                | 3   |

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 2.19$   $\epsilon_{cs} = -0.51 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

| Feld   | x<br>[m] | $f_{EIz,g}$<br>[cm] | $f_{EIz,g} / l_{eff}$ | $f_{EIz,\phi\epsilon}$<br>[cm] | $f_{EIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$ | $f_{EI,\phi\epsilon}$<br>[cm] | $\eta$ |
|--------|----------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------|
| Feld 1 | 1.50     | 0.04                | 1/7326                | 0.2                            | 1/1202                           | 0.2                           | 0.25   |

x : Stelle x  
 $f_{EIz,g}$  : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten  
 $f_{EIz,\phi\epsilon}$  : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden  
 $f_{EI,\phi\epsilon}$  : maßgebende Durchbiegung

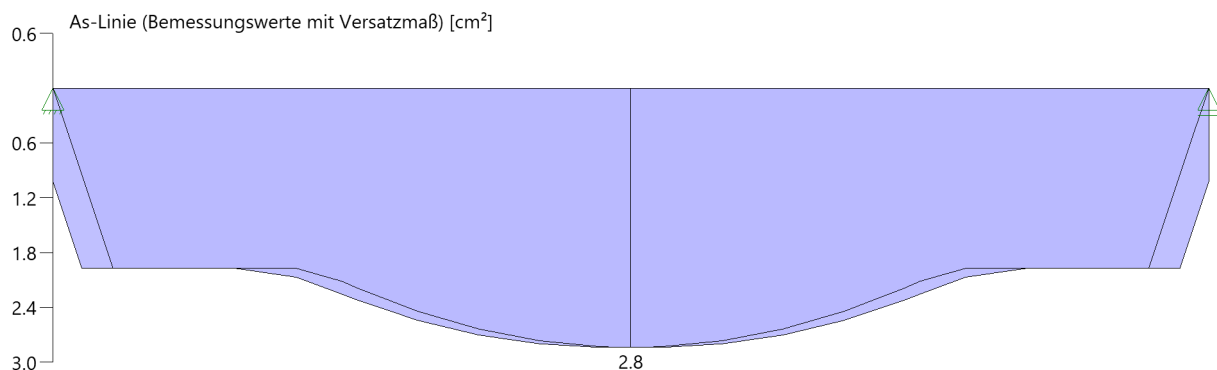
### Spannungsbegrenzung

#### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/W0-- > zul wk = 0.40 mm  
nach EN2 7.2(3)  $s_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

| Feld   | x<br>[m] | My<br>[kNm] | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_S(t=\infty)$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_C(t=0)$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | vorh ds<br>[mm] | zul ds<br>[mm] | Lfk |
|--------|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|-----|
| Feld 1 | 0.00     |             |                           |                           | 0.00                                         | 0.00                                    | 0               | 0              | 4   |
|        | 1.26     | 10.66       | 3.4                       | 1.9                       | 224.99                                       | -6.02                                   | 6               | 9              | 5   |
|        | 1.50     | 10.94       | 3.4                       | 1.9                       | 230.74                                       | -6.17                                   | 6               | 9              | 5   |
|        | 1.74     | 10.66       | 3.4                       | 1.9                       | 224.99                                       | -6.02                                   | 6               | 9              | 5   |
|        | 3.00     |             |                           |                           | 45.47                                        | -1.22                                   | 6               | 100            | 5   |

## As-Deckungslinien



## Biegebewehrung unten

| von<br>[m]                  | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | As,erf.,unten<br>[cm <sup>2</sup> ] | ΣAs,vorh.,unten<br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | As,vorh.,unten<br>[Anz. Ø mm] |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 0,03                        | 2,97       | 2,94         | 2,8                                 | 3,4                                   | 3,4                         | R335-A <sup>1</sup>           |
| 1 : erste Lage durchlaufend |            |              |                                     |                                       |                             |                               |

## Biegebewehrung oben

| von<br>[m]                  | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | As,erf.,oben<br>[cm <sup>2</sup> ] | ΣAs,vorh.,oben<br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | As,vorh.,oben<br>[Anz. Ø mm] |
|-----------------------------|------------|--------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 0,03                        | 2,97       | 2,94         | 0,0                                | 1,9                                  | 1,9                         | R188-A <sup>1</sup>          |
| 1 : erste Lage durchlaufend |            |              |                                    |                                      |                             |                              |

## Auflagerkräfte

## Auflagerkräfte pro [m] - charakteristisch je Einwirkung

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | Rz,min<br>[kN/m] | Rz,max<br>[kN/m] | My,min<br>[kNm/m] | My,max<br>[kNm/m] |
|----|----------|-----------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 9.00             | 9.00<br>9.30     |                   |                   |
| 2  | 3.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 9.00             | 9.00<br>9.30     |                   |                   |

## Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

| generierte Last | Feld | Ewg     | orig. Last | W1   | W2   | A<br>[m] | L<br>[m] |
|-----------------|------|---------|------------|------|------|----------|----------|
| L 1             | *    | ständig | 1          | 1.50 | 1.50 | 0.00     | 3.00     |
| L 2             | 1    | Kat. C  | 2          | 6.20 | 6.20 | 0.00     | 3.00     |

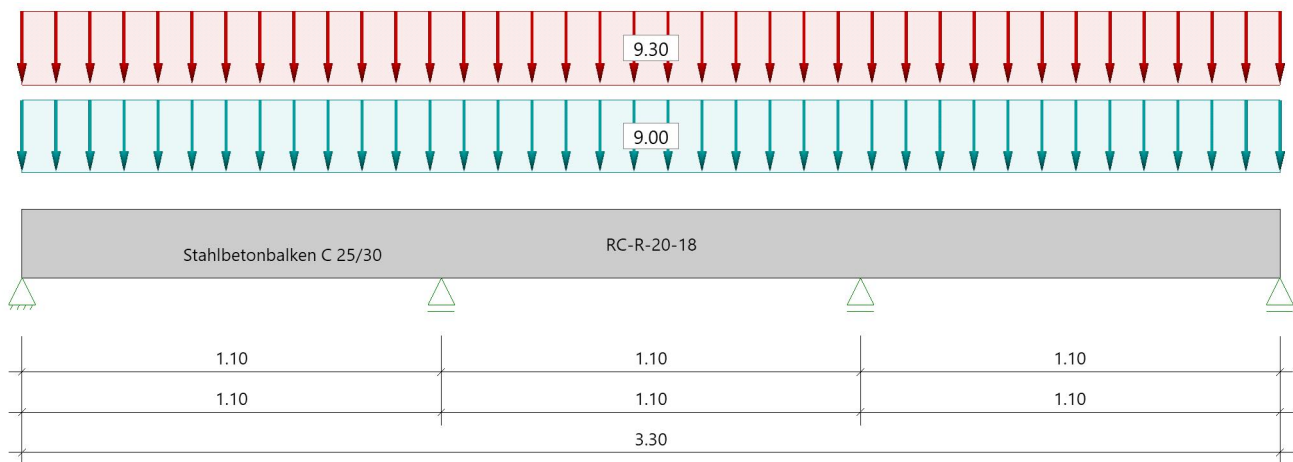
| gen. Last    | Lk 1 | Lk 2 | Lk 3 | Lk 4 | Lk 5 |
|--------------|------|------|------|------|------|
| L 1          | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| L 2          | 1.50 |      | 1.00 |      | 0.60 |
| Eigengewicht | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

**Position: B.2.7 - Deckengleicher Balken -**

Mehrfeldträger Stahlbeton (x64) BTM+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P06)

**Grundparameter**Stahlbetonbalken über 3 Felder  $E = 31000 \text{ N/mm}^2$ 

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

**System****Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30  $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$   $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl B500A  $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$   $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$   $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

**Geometrie****Querschnitte**

| Nr | Art      | $b_o$<br>[cm] | $h_o$<br>[cm] | $b$<br>[cm] | $h$<br>[cm] | $b_u$<br>[cm] | $h_u$<br>[cm] |
|----|----------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1  | Rechteck |               |               | 20.0        | 18.0        |               |               |

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt                                    |
|------|--------------|------------------------------------------------|
| 1    | 1.10         | RC-R-20-18 (konstant über gesamte Trägerlänge) |
| 2    | 1.10         |                                                |
| 3    | 1.10         |                                                |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | $x$<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |            |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00       | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 1.10       | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |
| 3  | 2.20       | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |
| 4  | 3.30       | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 3.30      |           | 9.00         |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 3.30      |           | 9.30         |              | Ja                 | Kat. C  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 297 kg mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig                                                                 |          |          |          | 1.00             | 1.35             |
| Kat. C: Versammlungsbereiche                                            | 0.70     | 0.70     | 0.60     |                  | 1.50             |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12                                       |
| Basis                               | : | EN 1992-1-1:2004/A1:2014                                            |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Zugversteifung GZG                  | : | wird angesetzt                                                      |
| Nachweis Spannungsbegrenzung        | : | wird geführt                                                        |
| Überprüfung des lin. Kriechansatzes | : | wird geführt                                                        |

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Betonangriff        | WO                                   |
| Bewehrungskorrosion | XC1                                  |
| Mindestbetonklasse  | C 16/20                              |
| Bügel               | $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$             |
| Längsbewehrung      | $d_{s,l} = 12 \text{ mm}$            |
| Vorhaltemaß         | $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$     |
| Bügel               | $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$          |
| Betondeckung        | $c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$          |
| Längsbewehrung      | $c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$ |
| Betondeckung        | $c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$ |
| Verlegemaß Bügel    | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$            |
| zul. Rissbreite     | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$          |

\*1: mit  $c_{min,b}$

\*5: Verbund maßgebend

**Kriechzahl und Schwindmaß**

|                       |                               |                        |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------|
| wirksame Bauteildicke | $h_0 = 9.5 \text{ cm}$        |                        |
| Luftfeuchte           | $LU = 50 \%$                  | Zement Typ N,R         |
| Normalbeton           | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  |                        |
| Belastungsalter       | $t_0 = 28 \text{ Tage}$       | $t = \text{unendlich}$ |
| Kriechzahl            | $\phi(t_0, t) = 2.98$         |                        |
| Schwindmaß            | $\epsilon_{cs}(t) = -0.55 \%$ |                        |



**Betondeckung**

Betondeckung      unten = 2.0 cm      oben = 2.5 cm  
                          links = 2.0 cm      rechts = 2.0 cm  
 Bewehrungslagen   unten = 3.4 cm      oben = 3.9 cm  
 Abminderung der Stützmomente  $\leq 15 \%$

**Bemessungseinstellungen**

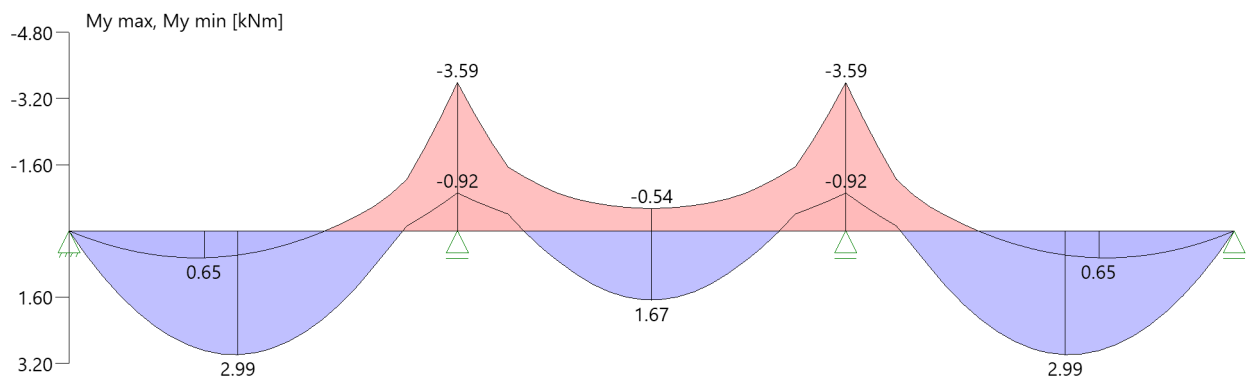
- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze  $k_x < .45$  wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal  $\cot(\Theta)/2$ .

**Auflagerbedingungen**

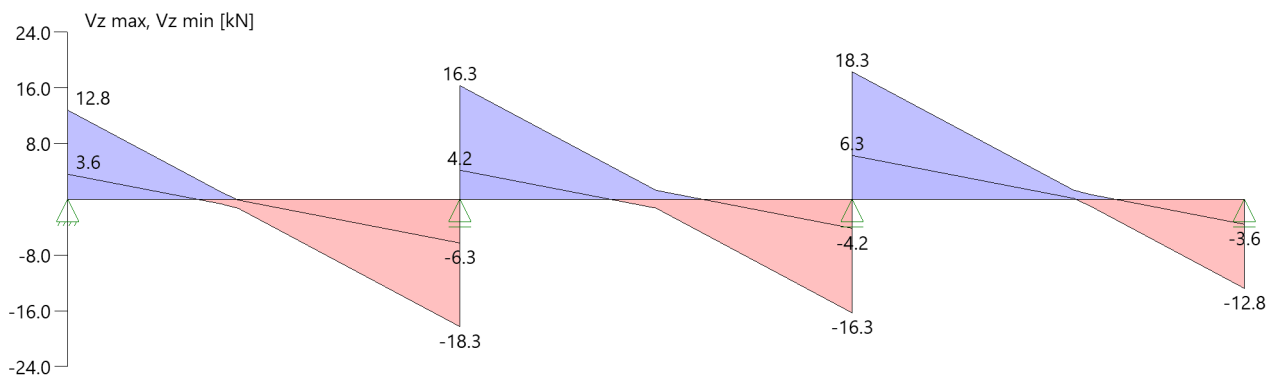
Alle Auflager gleich : Schneide  $b = 0.0$  cm

**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend****Schnittgrößen**

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte

**Schnittgrößen**

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|---------------------|--------------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 12.8               | 1  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 3.6                | 2  |
|        | 0.47        | 0.47     | 2.99                | 0.0                | 1  |
|        | 1.10        | 1.10     | -3.59               | -18.3              | 4  |
|        | 1.10        | 1.10     | -0.92               | -6.3               | 3  |
| Feld 2 | 0.00        | 1.10     | -0.92               | 4.2                | 3  |
|        | 0.00        | 1.10     | -3.59               | 16.3               | 4  |

| Feld   | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | M <sub>y,Ed</sub><br>[kNm] | V <sub>z,Ed</sub><br>[kN] | Lk |
|--------|-------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|----|
|        | 0.55                    | 1.65     | 1.67                       | 0.0                       | 5  |
|        | 1.10                    | 2.20     | -0.92                      | -4.2                      | 7  |
|        | 1.10                    | 2.20     | -3.59                      | -16.3                     | 8  |
| Feld 3 | 0.00                    | 2.20     | -0.92                      | 6.3                       | 7  |
|        | 0.00                    | 2.20     | -3.59                      | 18.3                      | 8  |
|        | 0.63                    | 2.83     | 2.99                       | 0.0                       | 1  |
|        | 1.10                    | 3.30     | 0.00                       | -3.6                      | 2  |
|        | 1.10                    | 3.30     | 0.00                       | -12.8                     | 1  |

**Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

| Querschnitt                                                        | min Mu<br>[kNm] | erf Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | min Mo<br>[kNm] | erf Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 20.0/18.0                                                          | 2.77            | 0.4                           | -2.77           | 0.4                           |
| Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt. |                 |                               |                 |                               |

**Feldbewehrung**

| Feld                                                                                                                                                                                                                        | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | Myd<br>[kNm] | min Myd<br>[kNm] | d<br>[cm] | kx   | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] |   | Lk |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|--------------|------------------|-----------|------|---------------------------|---------------------------|---|----|
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                      | 0.47                    | 0.47     | 2.99         | 2.99             | 14.6      | 0.08 | 0.5                       | 0.0                       |   | 1  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.73                    | 0.73     | -0.02        | -0.02            | 14.1      | 0.01 | 0.0                       | 0.4                       | 1 | 2  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.94                    | 0.94     | 0.05         | 0.05             | 14.6      | 0.01 | 0.4                       | 0.0                       | 1 | 6  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.95                    | 0.95     | -1.14        | -1.14            | 14.1      | 0.04 | 0.0                       | 0.4                       | 1 | 5  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 1.10                    | 1.10     | -3.57        | -3.57            | 14.1      | 0.09 | 0.0                       | 0.6                       |   | 4  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 1.10                    | 1.10     | -3.57        | -3.57            | 14.1      | 0.09 | 0.0                       | 0.6                       |   | 4  |
| Feld 2                                                                                                                                                                                                                      | 0.06                    | 1.16     | -2.66        | -2.66            | 14.1      | 0.07 | 0.0                       | 0.4                       | 1 | 4  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.19                    | 1.29     | 0.02         | 0.02             | 14.6      | 0.01 | 0.4                       | 0.0                       | 1 | 2  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.55                    | 1.65     | 1.67         | 1.67             | 14.6      | 0.05 | 0.4                       | 0.0                       | 1 | 5  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.91                    | 2.01     | 0.02         | 0.02             | 14.6      | 0.01 | 0.4                       | 0.0                       | 1 | 2  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.92                    | 2.02     | -1.33        | -1.33            | 14.1      | 0.05 | 0.0                       | 0.4                       | 1 | 1  |
| Feld 3                                                                                                                                                                                                                      | 0.06                    | 2.26     | -2.54        | -2.54            | 14.1      | 0.07 | 0.0                       | 0.4                       | 1 | 8  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 0.63                    | 2.83     | 2.99         | 2.99             | 14.6      | 0.08 | 0.5                       | 0.0                       |   | 1  |
|                                                                                                                                                                                                                             | 1.04                    | 3.24     | 0.72         | 0.72             | 14.6      | 0.03 | 0.4                       | 0.0                       | 1 | 1  |
| Am ersten Auflager sind mindestens 0.6 cm <sup>2</sup> zu verankern.<br>Am letzten Auflager sind mindestens 0.6 cm <sup>2</sup> zu verankern.<br>Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} * \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt. |                         |          |              |                  |           |      |                           |                           |   |    |
| 1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)                                                                                                                                                                         |                         |          |              |                  |           |      |                           |                           |   |    |

**Stützbewehrung**

| Stütze<br>[Nr]                                                                                                 |        | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | Myd<br>[kNm] | Mydx<br>[kNm] | Bem. Myd<br>[kNm] | Umlag.<br>[%] | d<br>[cm] | kx   | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | Lk |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------|----------|--------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|------|---------------------------|---------------------------|----|
| 1                                                                                                              | rechts | 0.00                    | 0.00     | 0.00         | 0.00          | 0.00              |               |           | 0.00 |                           |                           | 4  |
| 2                                                                                                              | links  | 0.00                    | 1.10     | -3.59        | -3.59         | -3.05             | 15.0          | 14.1      | 0.08 |                           | 0.5                       | 4  |
|                                                                                                                | rechts | 0.00                    | 1.10     | -3.59        | -3.59         | -3.05             | 15.0          | 14.1      | 0.08 |                           | 0.5                       | 4  |
| 3                                                                                                              | links  | 0.00                    | 2.20     | -3.59        | -3.59         | -3.05             | 15.0          | 14.1      | 0.08 |                           | 0.5                       | 8  |
|                                                                                                                | rechts | 0.00                    | 2.20     | -3.59        | -3.59         | -3.05             | 15.0          | 14.1      | 0.08 |                           | 0.5                       | 8  |
| 4                                                                                                              | links  | 0.00                    | 3.30     | 0.00         | 0.00          | 0.00              |               |           | 0.00 |                           |                           | 3  |
| Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet). |        |                         |          |              |               |                   |               |           |      |                           |                           |    |

**Querkraftbewehrung**

| Stütze<br>[Nr] |        | X <sub>rel</sub><br>[m] | x<br>[m] | kz   | V <sub>Ed</sub><br>[kN] | θ<br>[°] | VRd,c<br>[kN] | VRd,max<br>[kN] | a max<br>[cm]             | asw<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Lk |
|----------------|--------|-------------------------|----------|------|-------------------------|----------|---------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|----|
| 1              | rechts | 0.00                    | 0.00     | 0.57 | 12.8                    | 18.4     | 15.7          | 52.9            | VRd,max > V <sub>Ed</sub> |                             |    |
|                | rechts | 0.15                    | 0.15     | 0.57 | 8.8                     | 18.4     | 15.7          | 52.9            | 12.6                      | 1.64 <sup>1</sup>           | 1  |
|                | *      | 0.29                    | 0.29     | 0.57 | 4.8                     | 18.4     | 15.7          | 52.9            | 12.6                      | 1.64 <sup>1</sup>           | 1  |
| 2              | links  | 0.00                    | 1.10     | 0.60 | -18.3                   | 18.4     | 15.3          | 54.2            | VRd,max > V <sub>Ed</sub> |                             |    |
|                | links  | 0.14                    | 0.96     | 0.60 | -14.4                   | 18.4     | 15.3          | 54.2            | 12.6                      | 1.64 <sup>1</sup>           | 4  |
|                | *      | 0.28                    | 0.82     | 0.57 | -10.6                   | 18.4     | 15.3          | 51.1            | 12.6                      | 1.64 <sup>1</sup>           | 4  |
|                | rechts | 0.00                    | 1.10     | 0.60 | -18.3                   | 18.4     | 15.3          | 54.2            | VRd,max > V <sub>Ed</sub> |                             |    |
|                | rechts | 0.14                    | 1.24     | 0.60 | 12.5                    | 18.4     | 15.3          | 54.2            | 12.6                      | 1.64 <sup>1</sup>           | 4  |

| Stütze<br>[Nr] |        | $x_{rel}$<br>[m] | $x$<br>[m] | $k_z$ | $V_{Ed}$<br>[kN] | $\theta$<br>[°] | $VR_{d,c}$<br>[kN] | $VR_{d,max}$<br>[kN] | $a_{max}$<br>[cm]     | $asw$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Lk |
|----------------|--------|------------------|------------|-------|------------------|-----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|----|
| 3              | *      | 0.28             | 1.38       | 0.60  | 8.6              | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 4  |
|                | links  | 0.00             | 2.20       | 0.60  | -16.3            | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | $VR_{d,max} > V_{Ed}$ |                               |    |
|                | links  | 0.14             | 2.06       | 0.60  | -12.5            | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 8  |
|                | *      | 0.28             | 1.92       | 0.60  | -8.6             | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 8  |
|                | rechts | 0.00             | 2.20       | 0.60  | -16.3            | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | $VR_{d,max} > V_{Ed}$ |                               |    |
|                | rechts | 0.14             | 2.34       | 0.60  | 14.4             | 18.4            | 15.3               | 54.2                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 8  |
| 4              | *      | 0.28             | 2.48       | 0.57  | 10.6             | 18.4            | 15.7               | 52.9                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 8  |
|                | links  | 0.00             | 3.30       | 0.57  | -12.8            | 18.4            | 15.7               | 52.9                 | $VR_{d,max} > V_{Ed}$ |                               |    |
|                | links  | 0.15             | 3.15       | 0.57  | -8.8             | 18.4            | 15.7               | 52.9                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 1  |
|                | *      | 0.29             | 3.01       | 0.57  | -4.8             | 18.4            | 15.7               | 52.9                 | 12.6                  | 1.64 <sup>1</sup>             | 1  |

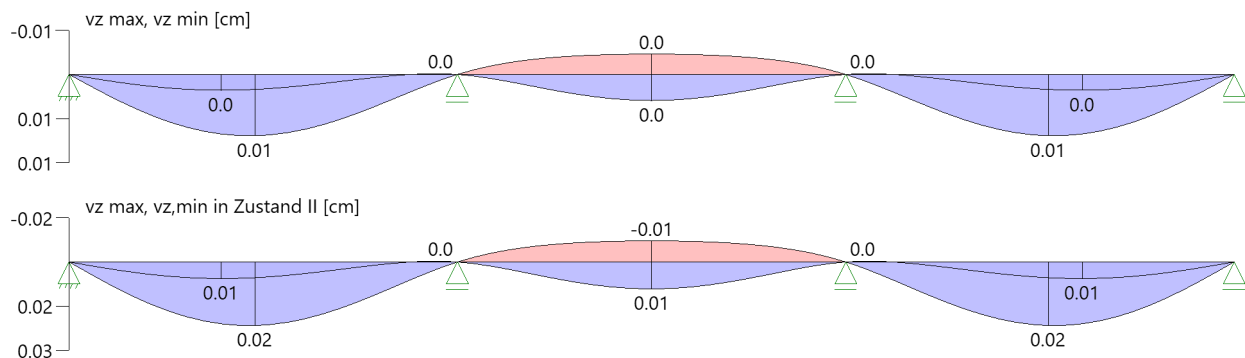
\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

**Gebrauchstauglichkeit****Grafik Verformungen**

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

| Baugruppe | $x$<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | Lfk |
|-----------|------------|--------------------|--------------------|-----|
| Feld 1    | 0.52       | 0.0                | 0.01               | 9   |
| Feld 2    | 0.55       | 0.0                | 0.0                | 15  |
| Feld 3    | 0.58       | 0.0                | 0.01               | 9   |

**Durchbiegungen Zustand II**Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 2.98$   $\epsilon_{cs} = -0.55 \text{ ‰}$ 

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

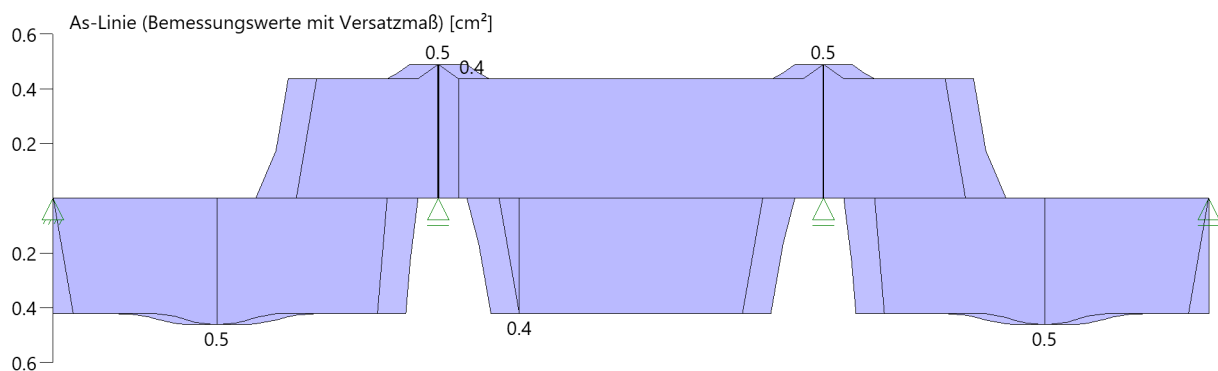
| Feld   | $x$<br>[m] | $f_{Ell,z,g}$<br>[cm] | $f_{Ell,z,g} / l_{eff}$ | $f_{Ell,z,\phi\epsilon}$<br>[cm] | $f_{Ell,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$ | $f_{Ell,\phi\epsilon}$<br>[cm] | $\eta$ |
|--------|------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Feld 1 | 0.46       | 0.0                   | 1/35762                 | 0.02                             | 1/4774                             | 0.02                           | 0.06   |
| Feld 2 | 0.55       | 0.0                   | 1/470999                | 0.01                             | 1/11262                            | 0.01                           | 0.03   |
| Feld 3 | 0.64       | 0.0                   | 1/35762                 | 0.02                             | 1/4774                             | 0.02                           | 0.06   |

 $x$  : Stelle  $x$  $f_{Ell,z,g}$  : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten $f_{Ell,z,\phi\epsilon}$  : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden $f_{Ell,\phi\epsilon}$  : maßgebende Durchbiegung

**Spannungsbegrenzung****Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination**

Nachweis der Rissbreite: XC1/W0-- > zul wk = 0.40 mm  
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

| Feld   | x<br>[m] | My<br>[kNm] | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\sigma_S(t=\infty)$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_C(t=0)$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | vorh ds<br>[mm] | zul ds<br>[mm] | Lfk |
|--------|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------|----------------|-----|
| Feld 1 | 0.00     |             |                           |                           | 0.00                                         | 0.00                                    | 0               | 0              | 10  |
|        | 0.29     | 1.42        | 2.3                       | 2.3                       | 51.83                                        | -2.70                                   | 12              | 100            | 10  |
|        | 0.46     | 1.64        | 2.3                       | 2.3                       | 59.80                                        | -3.12                                   | 12              | 100            | 10  |
|        | 1.10     | -1.99       | 2.3                       | 2.3                       | 74.80                                        | -3.94                                   | 12              | 85             | 12  |
|        | 1.10     | -1.99       | 2.3                       | 2.3                       | 74.82                                        | -3.94                                   | 12              | 85             | 12  |
| Feld 2 | 1.10     |             |                           |                           | 0.00                                         | 0.00                                    | 0               | 0              | 10  |
|        | 1.16     | -1.49       | 2.3                       | 2.3                       | 56.11                                        | -2.95                                   | 12              | 100            | 12  |
|        | 1.65     | 0.81        | 2.3                       | 2.3                       | 29.41                                        | -1.54                                   | 12              | 100            | 11  |
|        | 2.20     | -1.99       | 2.3                       | 2.3                       | 74.80                                        | -3.94                                   | 12              | 85             | 13  |
|        | 2.20     | -1.99       | 2.3                       | 2.3                       | 74.82                                        | -3.94                                   | 12              | 85             | 13  |
| Feld 3 | 2.20     |             |                           |                           | 0.00                                         | 0.00                                    | 0               | 0              | 10  |
|        | 2.20     | -1.99       | 2.3                       | 2.3                       | 74.80                                        | -3.94                                   | 12              | 85             | 13  |
|        | 2.84     | 1.64        | 2.3                       | 2.3                       | 59.80                                        | -3.12                                   | 12              | 100            | 10  |
|        | 3.01     | 1.42        | 2.3                       | 2.3                       | 51.83                                        | -2.70                                   | 12              | 100            | 10  |
|        | 3.30     |             |                           |                           | 14.09                                        | -0.74                                   | 12              | 100            | 10  |

**As-Deckungslinien****Biegebewehrung unten**

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | As,erf.,unten<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\Sigma A_{s,vorh.,unten}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | As,vorh.,unten<br>[Anz. Ø mm] |
|------------|------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 0,03       | 1,65       | 1,62         | 0,5                                 | 2,3                                              | 2,3                         | 2Ø12 <sup>1</sup>             |
| 1,65       | 3,27       | 1,62         | 0,5                                 | 2,3                                              | 2,3                         | 2Ø12 <sup>1</sup>             |

1 : erste Lage durchlaufend

## Biegebewehrung oben

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | A <sub>s,erf.,oben</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | ΣA <sub>s,vorh.,oben</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | A <sub>s,vorh.,oben</sub><br>[Anz. Ø mm] |
|------------|------------|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| 0,03       | 0,78       | 0,75         | 0,4                                            | 2,3                                              | 2,3                         | 2Ø12 <sup>1</sup>                        |
| 0,78       | 2,52       | 1,74         | 0,5                                            | 2,3                                              | 2,3                         | 2Ø12 <sup>1</sup>                        |
| 2,52       | 3,27       | 0,75         | 0,4                                            | 2,3                                              | 2,3                         | 2Ø12 <sup>1</sup>                        |

1 : erste Lage durchlaufend

## Schubbewehrung

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | A <sub>s,erf.</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m] | A <sub>s,vorh.</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m] | A <sub>s,vorh.</sub><br>[Anz. Ø mm / cm] |
|------------|------------|--------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0,05       | 1,05       | 1,00         | 1,6                                         | 4,0                                          | Ø8/25                                    |
| 1,15       | 2,15       | 1,00         | 1,6                                         | 4,0                                          | Ø8/25                                    |
| 2,25       | 3,25       | 1,00         | 1,6                                         | 4,0                                          | Ø8/25                                    |

## Auflagerkräfte

## Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | R <sub>z,min</sub><br>[kN] | R <sub>z,max</sub><br>[kN] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm] |
|----|----------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 4.4<br>-0.5                | 4.4<br>4.6                 |                             |                             |
| 2  | 1.10     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 12.0<br>-1.0               | 12.0<br>12.3               |                             |                             |
| 3  | 2.20     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 12.0<br>-1.0               | 12.0<br>12.3               |                             |                             |
| 4  | 3.30     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 4.4<br>-0.5                | 4.4<br>4.6                 |                             |                             |

## Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

| generierte Last | Feld | Ewg     | orig. Last | W1   | W2   | A<br>[m] | L<br>[m] |
|-----------------|------|---------|------------|------|------|----------|----------|
| L 1             | *    | ständig | 1          | 9.00 | 9.00 | 0.00     | 3.30     |
| L 2             | 1    | Kat. C  | 2          | 9.30 | 9.30 | 0.00     | 1.10     |
| L 3             | 2    | Kat. C  | 2          | 9.30 | 9.30 | 0.00     | 1.10     |
| L 4             | 3    | Kat. C  | 2          | 9.30 | 9.30 | 0.00     | 1.10     |

## Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

| gen. Last    | Lk 1        | Lk 2        | Lk 3        | Lk 4        | Lk 5        | Lk 6        | Lk 7        | Lk 8        |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| L 1          | 1.35        | 1.00        | 1.00        | 1.35        | 1.35        | 1.00        | 1.00        | 1.35        |
| L 2          | <b>1.50</b> |             |             | <b>1.50</b> |             | <b>1.50</b> | <b>1.50</b> |             |
| L 3          |             | <b>1.50</b> |             | <b>1.50</b> | <b>1.50</b> |             |             | <b>1.50</b> |
| L 4          | <b>1.50</b> |             | <b>1.50</b> |             |             | <b>1.50</b> |             | <b>1.50</b> |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.00        | 1.00        | 1.35        | 1.35        | 1.00        | 1.00        | 1.35        |

## Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

| gen. Last    | Lk 9        | Lk 10 | Lk 11 | Lk 12 | Lk 13 | Lk 15       |
|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| L 1          | 1.00        | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00        |
| L 2          | <b>1.00</b> | 0.60  |       | 0.60  |       |             |
| L 3          |             |       | 0.60  | 0.60  | 0.60  | <b>1.00</b> |
| L 4          | <b>1.00</b> | 0.60  |       |       | 0.60  |             |
| Eigengewicht | 1.00        | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00        |

**Position: B.2.7.1 - Auflager Stahlwinkel -**Nachweis Z- Winkel als Auflager für Pos. B.2.6

**gew.:    b/h/t = 110/200/15 mm, S235**  
**L= 300 mm**

Auflagerlast:

Pos. B.2.7            gk =    12,00 kN  
                             qk =    12,30 kN

Biegebemessung:

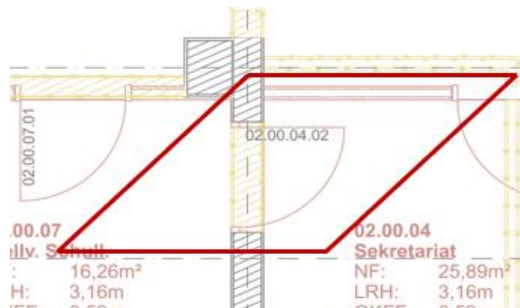
$F_{Ed} = 1,35 * 12,0 \text{ kN} + 1,50 * 12,30 \text{ kN} = 34,65 \text{ kN}$

$M_{Ed} = 34,65 \text{ kN} * 6 \text{ cm} = 207,9 \text{ kNcm}$

$W_{y,erf} = 208 \text{ kNcm} / 21,4 = 9,71 \text{ cm}^3$

$W_{y,vorh} = (30 \text{ cm} * 1,5 \text{ cm}^2)/6 = 11,25 \text{ cm}^3$

|                   |
|-------------------|
| $\eta = 0,86 < 1$ |
|-------------------|

**Position: B.2.8 - Fertigsturz -**
**Lasteinzugsfläche**

Einzugslänge:  $L = 4 \text{ m}^2 / 2 \text{ m} = 2 \text{ m}$ 
**Ständig**

|                |                                                                                |                |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|
| aus Pos. 1 + 3 | <u>Eigengewicht</u>                                                            |                |            |
|                | $g_k = 0,18 \text{ m} * 2,0 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 * 2$                 | =              | 18,00 kN/m |
|                | <u>Belag + Putz</u>                                                            |                |            |
|                | $g_k = 2,00 \text{ m} * 1,0 \text{ kN/m}^2 * 2$                                | =              | 4,00 kN/m  |
| aus Pos. 1E    | <u>Eigengewicht</u>                                                            |                |            |
|                | $g_k = 0,20 \text{ m} * 2,00 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3$                    | =              | 10,00 kN/m |
|                | <u>Belag + Putz</u>                                                            |                |            |
|                | $g_k = 2,00 \text{ m} * 1,0 \text{ kN/m}^2$                                    | =              | 2,00 kN/m  |
| aus Pos. 3E    | Eigengewicht + Aufbau, anteilig                                                | =              | 6,00 kN/m  |
| Mauerwerk      | $g_k = 18 \text{ kN/m}^2 * (0,90 \text{ m} + 3,70 \text{ m}) * 0,28 \text{ m}$ | =              | 23,18 kN/m |
|                |                                                                                | $\Sigma g_k =$ | 63,20 kN/m |

**Veränderlich**

|              |          |                                           |   |            |
|--------------|----------|-------------------------------------------|---|------------|
| aus Pos. 1+3 | Nutzlast | $2,0 \text{ m} * 1,50 \text{ kN/m}^2 * 2$ | = | 6,00 kN/m  |
| aus Pos. 1E  | Nutzlast | $2,0 \text{ m} * 5,0 \text{ kN/m}^2$      | = | 10,00 kN/m |
| aus Pos. 3E  | Nutzlast | anteilig                                  | = | 5,00 kN/m  |
|              |          | $\Sigma q_k =$                            |   | 21,00 kN/m |

**Wahl des Betonfertigteilsturzes**
**Fd = 116,8 kN/m**
**gew.: Betonfertigteil**

Beispielsweise von der Firma Dennert

RS-Tragender Betonfertigteilsturz

b/h= 24/24cm für  $L_i = 1,01 \text{ m}$  ( $F_{Rd} = 124 \text{ kN/m}$ )

**Position: 14E - Bestand, Stahlbetonunterzug -**

Durch die neue Stützung Pos. B.2.9 wird im Folgenden die Tragfähigkeit der Feldbewehrung von Pos. 14E als Einzelfeldträger geprüft.

**Einzellast**


---

aus Treppe

Bestand  $P_k = 5 \text{ kN}$ 

Neu  $G_k = 7,6 \text{ kN}$   
 $Q_k = 3,8 \text{ kN}$ 

aus Pos. B.2.15 (ohne Deckenlast)

**Veränderlich**


---

aus Pos. B.0.1 Nutzlast = 1,00 kN/m

---

---

 $\Sigma q_k = 1,00 \text{ kN/m}$



Position: 14E - Bestand, Stahlbetonunterzug -

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

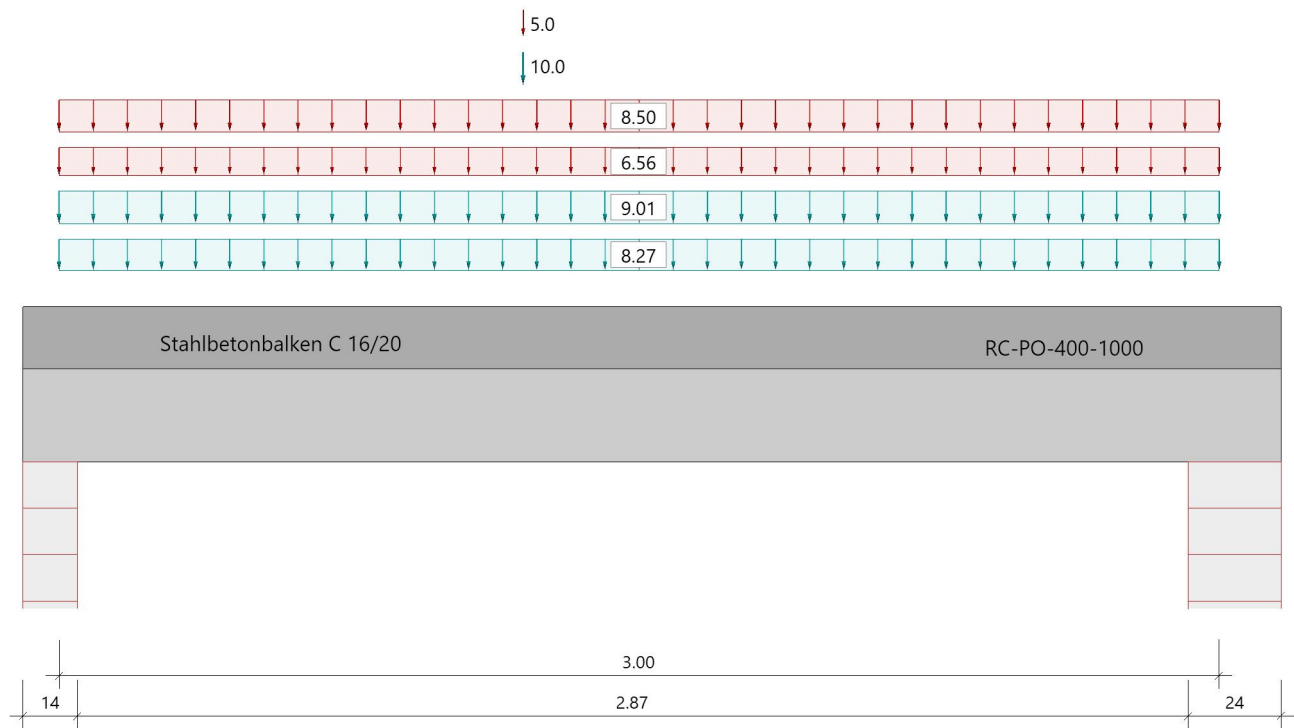
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 29000 N/mm²

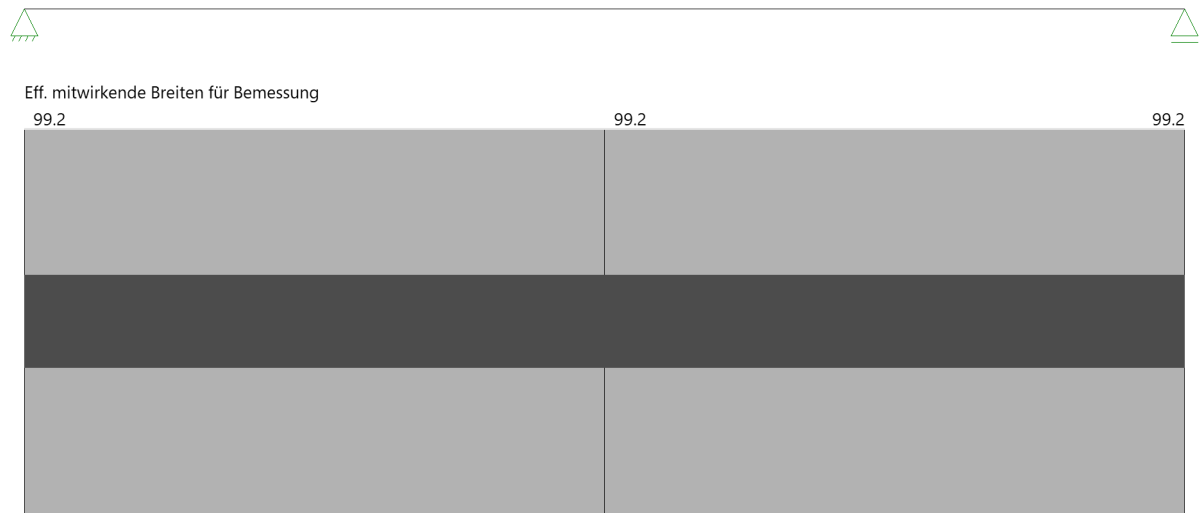
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



**Material****Materialauswahl**

Beton C 16/20  $f_{ck} = 16.00 \text{ N/mm}^2$   $E_{cm} = 29000 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl IIIb  $f_{yk} = 400.00 \text{ N/mm}^2$   $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$   $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

**Betonstahl IIIb**

| $f_{yk}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $f_{tk}/f_{yk}$<br>[-] | $\gamma_s$<br>[-] | $f_{yd}$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\epsilon_{ud}$<br>[‰] | $\epsilon_{uk}$<br>[‰] | $E_s$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 400.0                            | 1.05                   | 1.15              | 347.8                            | 25.00                  | 25.00                  | 200000                        |

**Geometrie****Querschnitte**

| Nr | Art         | $b_o$<br>[cm] | $h_o$<br>[cm] | $b$<br>[cm] | $h$<br>[cm] | $b_u$<br>[cm] | $h_u$<br>[cm] |
|----|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1  | Platte oben | 100.0         | 16.0          | 24.0        | 40.0        |               |               |

**Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite**

| $x$<br>[m] | $b_o$<br>[cm] | $h_o$<br>[cm] | $b_0$<br>[cm] | $h_0$<br>[cm] | $b_u$<br>[cm] | $h_u$<br>[cm] | min Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | min Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0.00       | 99.2          | 16.0          | 24.0          | 40.0          |               |               | 1.4                           | 2.1                           |
| 3.00       | 99.2          | 16.0          | 24.0          | 40.0          |               |               | 1.4                           | 2.1                           |

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf  $3 \cdot b_0$  begrenzt.

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | $x$<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |            |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00       | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.00       | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Einzellasten und Momente**

| Bezug  | Nr | Art   | A [m] | W [ ]   | EG                | Zus | Alt |
|--------|----|-------|-------|---------|-------------------|-----|-----|
| System | 1  | kraft | 1.20  | 10.0 kN | ständig<br>Kat. C |     |     |
|        | 2  | kraft | 1.20  | 5.0 kN  |                   |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung |
|----|-------------|
| 1  | ausTreppe   |
| 2  | ausTreppe   |

**Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3  | GL  |          | 3.00      |           | 9.01         |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4  | GL  |          | 3.00      |           | 8.50         |              | Ja                 | Kat. C  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5  | GL  |          | 3.00      |           | 8.27         |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6  | GL  |          | 3.00      |           | 6.56         |              | Ja                 | Kat. C  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung |
|----|-------------|
| 3  | aus Pos. 4E |
| 4  | aus Pos. 4E |
| 5  | aus Pos. 3E |
| 6  | aus Pos. 3E |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 1632 kg mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche                                 | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12                                       |
| Basis                               | : | EN 1992-1-1:2004/A1:2014                                            |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Zugversteifung GZG                  | : | wird angesetzt                                                      |
| Nachweis Spannungsbegrenzung        | : | wird geführt                                                        |
| Überprüfung des lin. Kriechansatzes | : | wird geführt                                                        |

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Betonangriff          | X0                                   |
| Bewehrungskorrosion   | XC1                                  |
| Mindestbetonklasse    | C 16/20                              |
| Bügel                 | $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$             |
| Längsbewehrung        | $d_{s,l} = 12 \text{ mm}$            |
| Vorhaltemaß           | $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$     |
| Bügel                 | $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$          |
| Betondeckung          | $c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$          |
| Längsbewehrung        | $c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$ |
| Betondeckung          | $c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$ |
| Verlegemaß Bügel      | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$            |
| zul. Rissbreite       | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$          |
| *1: mit $c_{min,b}$   |                                      |
| *5: Verbund maßgebend |                                      |

**Kriechzahl und Schwindmaß**

|                 |                      |                      |                |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------|
| Luftfeuchte     | LU =                 | 50 %                 | Zement Typ N,R |
| Normalbeton     | $f_{ck}$ =           | 16 N/mm <sup>2</sup> |                |
| Belastungsalter | $t_0$ =              | 28 Tage              | t= unendlich   |
| Kriechzahl      | $\phi(t_0, t)$ =     | 3.21                 |                |
| Schwindmaß      | $\epsilon_{cs}(t)$ = | -0.54 ‰              |                |

**Betondeckung**

|                                      |         |        |          |        |
|--------------------------------------|---------|--------|----------|--------|
| Betondeckung                         | unten = | 4.0 cm | oben =   | 3.0 cm |
|                                      | links = | 3.0 cm | rechts = | 3.0 cm |
| Bewehrungslagen                      | unten = | 7.8 cm | oben =   | 5.0 cm |
| Abminderung der Stützmomente <= 15 % |         |        |          |        |

**Bemessungseinstellungen**

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze  $k_x < .45$  wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal  $\cot(\Theta)/2$ .

**Auflagerbedingungen**

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk b = 14.0 cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk b = 24.0 cm

**Feldbewehrung**

| Feld                                                                                                                                                                                                                            | $x_{rel}$<br>[m] | x<br>[m] | Myd<br>[kNm] | min Myd<br>[kNm] | d<br>[cm] | $k_x$ | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | Lk |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|--------------|------------------|-----------|-------|---------------------------|---------------------------|----|
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                          | 1.34             | 1.34     | 73.18        | 73.18            | 32.2      | 0.11  | 6.5                       | 0.0                       | 1  |
|                                                                                                                                                                                                                                 | 2.78             | 2.78     | 18.52        | 18.52            | 32.2      | 0.04  | 1.6                       | 0.0                       | 1  |
| Am ersten Auflager sind mindestens 4.7 cm <sup>2</sup> zu verankern.<br>Am letzten Auflager sind mindestens 4.7 cm <sup>2</sup> zu verankern.<br>Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt. |                  |          |              |                  |           |       |                           |                           |    |

**Querkraftbewehrung**

| Stütze<br>[Nr] |        | $x_{rel}$<br>[m] | x<br>[m] | $k_z$ | VEd<br>[kN] | $\theta$<br>[°] | VRd,c<br>[kN] | VRd,max<br>[kN] | a max<br>[cm] | asw<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Lk |
|----------------|--------|------------------|----------|-------|-------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------------------|----|
| 1              | rechts | 0.05             | 0.05     | 0.79  | 90.0        | 26.2            | 43.9          | 164.2           | VRd,max > VEd |                             |    |
|                | rechts | 0.37             | 0.37     | 0.79  | 72.9        | 22.4            | 43.9          | 145.9           |               |                             |    |
|                | *      | 0.69             | 0.69     | 0.79  | 55.7        | 22.4            | 43.9          | 145.9           | 20.0          | 3.40                        | 1  |
| 2              | links  | 0.08             | 2.92     | 0.79  | -84.0       | 25.1            | 43.9          | 159.1           | 28.0          | 2.60                        | 1  |
|                | links  | 0.40             | 2.60     | 0.79  | -66.9       | 20.5            | 43.9          | 136.0           | VRd,max > VEd |                             |    |
|                | *      | 0.72             | 2.28     | 0.79  | -49.7       | 20.5            | 43.9          | 136.0           | 20.0          | 2.83                        | 1  |
|                |        |                  |          |       |             |                 |               |                 |               | 2.11                        | 1  |

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

**Schulterschub**

| Feld   | $x_a$<br>[cm] | $x_e$<br>[cm] | Mli<br>[kNm] | Mre<br>[kNm] | $a_v$<br>[cm] | $b_{eff}$<br>[cm] | dFcd<br>[kN] | vEd<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | vEd,zul<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | asf<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|--------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Feld 1 | 0.5           | 66.8          | 0.46         | 49.86        | 66.3          | 99.2              | 64.6         | 609.58                      | 3348.35                         | 2.34                        |
|        | 66.8          | 133.0         | 49.86        | 73.18        | 66.3          | 99.2              | 30.5         | 287.72                      | 3348.35                         | 1.10                        |
|        | 133.0         | 216.5         | 73.18        | 55.16        | 83.5          | 99.2              | 23.6         | 176.41                      | 3348.35                         | 0.68                        |
|        | 216.5         | 300.0         | 55.16        | 0.43         | 83.5          | 99.2              | 71.6         | 535.72                      | 3348.35                         | 2.05                        |

**Gebrauchstauglichkeit****Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

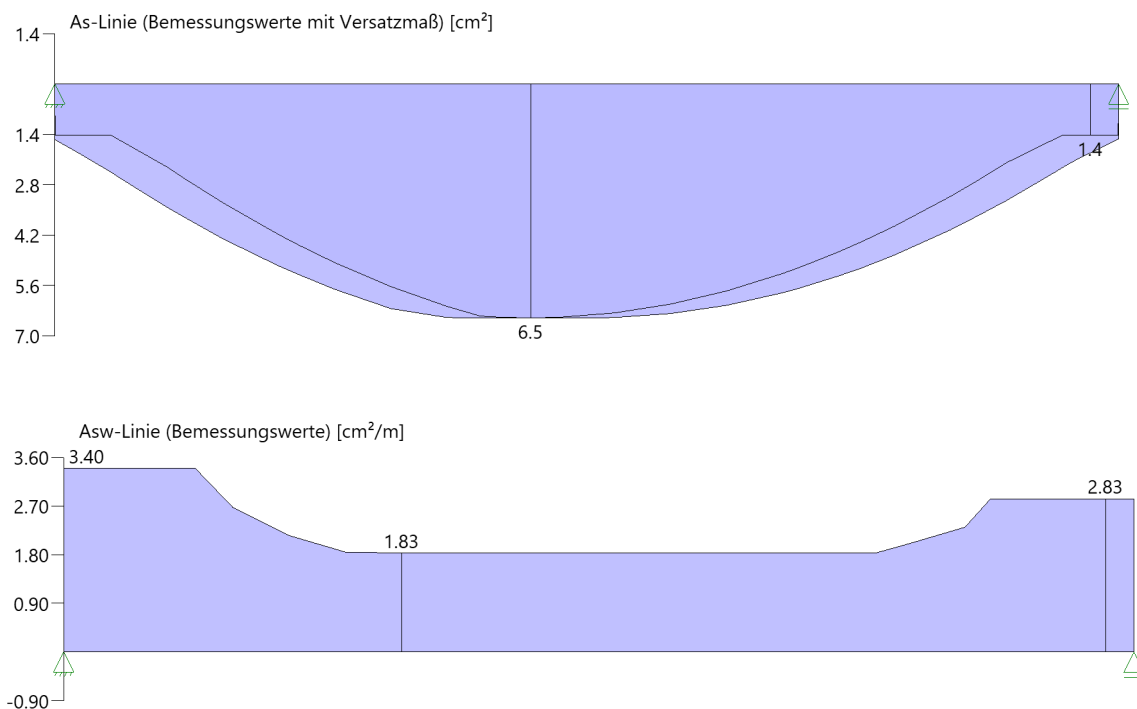
| Baugruppe | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | Lfk |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|-----|
| Feld 1    | 1.42     | 0.0                | 0.1                | 3   |

**Durchbiegungen Zustand II**Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{\text{eff}} = 2.72$   $\epsilon_{\text{cs}} = -0.54 \text{ ‰}$ 

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{\text{eff}} / 500$ )

| Feld                                                                                                                                                                                                                                                      | x<br>[m] | f <sub>Ellz,g</sub><br>[cm] | f <sub>Ellz,g</sub> / l <sub>eff</sub> | f <sub>Ellz,φε</sub><br>[cm] | f <sub>Ellz,φε</sub> / l <sub>eff</sub> | f <sub>Ell,φε</sub><br>[cm] | η    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|----------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------|
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.50     | 0.1                         | 1/3376                                 | 0.2                          | 1/1312                                  | 0.2                         | 0.38 |
| x : Stelle x<br>f <sub>Ellz,g</sub> : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten<br>f <sub>Ellz,φε</sub> : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden<br>f <sub>Ell,φε</sub> : maßgebende Durchbiegung |          |                             |                                        |                              |                                         |                             |      |

**As-Deckungslinien****Biegebewehrung unten**

| von<br>[m]                  | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | A <sub>s,erf.,unten</sub><br>[cm²] | ΣA <sub>s,vorh.,unten</sub><br>[cm²] | Summe<br>[cm²] | A <sub>s,vorh.,unten</sub><br>[Anz. Ø mm] |
|-----------------------------|------------|--------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-------------------------------------------|
| 0,00                        | 3,00       | 3,00         | 6,5                                | 18,8                                 | 18,8           | 6Ø20 <sup>1</sup>                         |
| 1 : erste Lage durchlaufend |            |              |                                    |                                      |                |                                           |

**Biegebewehrung oben**

| von<br>[m]                  | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | A <sub>s,erf.,oben</sub><br>[cm²] | ΣA <sub>s,vorh.,oben</sub><br>[cm²] | Summe<br>[cm²] | A <sub>s,vorh.,oben</sub><br>[Anz. Ø mm] |
|-----------------------------|------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| 0,00                        | 0,35       | 0,35         | 0,0                               | 2,3                                 | 2,3            | 2Ø12 <sup>1</sup>                        |
| 0,35                        | 3,00       | 2,65         | 0,0                               | 2,3                                 | 2,3            | 2Ø12 <sup>1</sup>                        |
| 1 : erste Lage durchlaufend |            |              |                                   |                                     |                |                                          |

**Schubbewehrung**

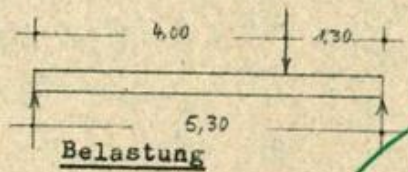
| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | A <sub>s,erf.</sub><br>[cm²/m] | A <sub>s,vorh.</sub><br>[cm²/m] | A <sub>s,vorh.</sub><br>[Anz. Ø mm / cm] |
|------------|------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|
| -0,09      | 3,16       | 3,25         | 3,4                            | 4,0                             | Ø8/25                                    |

**Schulterschubbewehrung**

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | Asf,oben,erf.<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Asf,oben,vorh.<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Asf,oben,vorh.   |
|------------|------------|--------------|---------------------------------------|----------------------------------------|------------------|
| 0,00       | 3,00       | 3,00         | 2,34                                  | 3,76                                   | R188-A<br>R188-A |

**Auflagerkräfte**
**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | R <sub>z,min</sub><br>[kN] | R <sub>z,max</sub><br>[kN] | M <sub>y,min</sub><br>[kNm] | M <sub>y,max</sub><br>[kNm] |
|----|----------|-----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 40.1                       | 40.1<br>25.6               |                             |                             |
| 2  | 3.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 38.1                       | 38.1<br>24.6               |                             |                             |

Pos. 14E (vorher Pos. 15a) Unterzug

Abmessung lt. Skizze

aus Pos. 4E

$$3,40 \cdot 0,980 \cdot 0,5 = 1,670 \text{ t/m}$$

aus Pos. 3E (anteilig)

$$\frac{5,25}{4} \cdot 0,930 = 1,220 \text{ "}$$

Eigengewicht

$$\sim 0,310 \text{ "}$$

$$q = 3,200 \text{ t/m}$$

$$\text{aus Treppe } \frac{1,500 \cdot 1,50 \cdot 0,75}{3,40} = 0,497 \text{ t}$$

$$\sim 0,500$$

$$A = 3,200 \cdot 5,30 \cdot 0,5 + \frac{0,500 \cdot 1,30}{5,30}$$

$$= 8,480 + 0,123 = 8,603 \text{ t}$$

$$\max M = \frac{8,603^2}{2 \cdot 3,200} = 11,600 \text{ tm}$$

Bemessung

$$d = 40 \text{ cm}, h \sim 36 \text{ cm}, b_0 = 24 \text{ cm}$$

$$b_{\text{zul}} = 12 \cdot 16 + 24 = 192 + 24 = 216 \text{ cm}$$

$$\sigma_{b/e} = 70/2000$$

$$r = \frac{36}{\sqrt{11600 / 2,16}} = 0,492$$

$$\sigma_b \sim 40$$

$$Re = 0,112 \cdot \sqrt{11600 \cdot 2,16} = 17,80 \text{ cm}^2$$

$$\text{gew. 5 } \emptyset 22 \text{ (III) mit } 19,01 \text{ cm}^2$$

58024 / 2.N.

Prüfexemplar

Schubspannung:  $\tau_o = \frac{8857}{24 \cdot 0,9 \cdot 36} = 11,40 \text{ kg/cm}^2 < 18,0$

Schubsicherung:  $F_{\text{(schub)}} = 17,80 \text{ cm}^2$

aus aufgeb. 2  $\bar{\varnothing}$  22 (III) =  $10,75 \text{ cm}^2$

aus Bügel  $\varnothing$  8 (I) alle 20 cm

$= 9,10 \text{ "}$   
 $19,85 \text{ cm}^2$

Über den Unterzug Abrißbewehrung anordnen.

Nachweis am Auflager:

gew. MZ 150 in M.G. II

$b_{\text{erf}} = \frac{9000}{24 \cdot 12} = 31,4 \text{ cm}$

gew. Auflagerlänge 35 cm



**Position: B.2.9 - Stahlstütze -**

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter****Norm und Sicherheitskonzept**

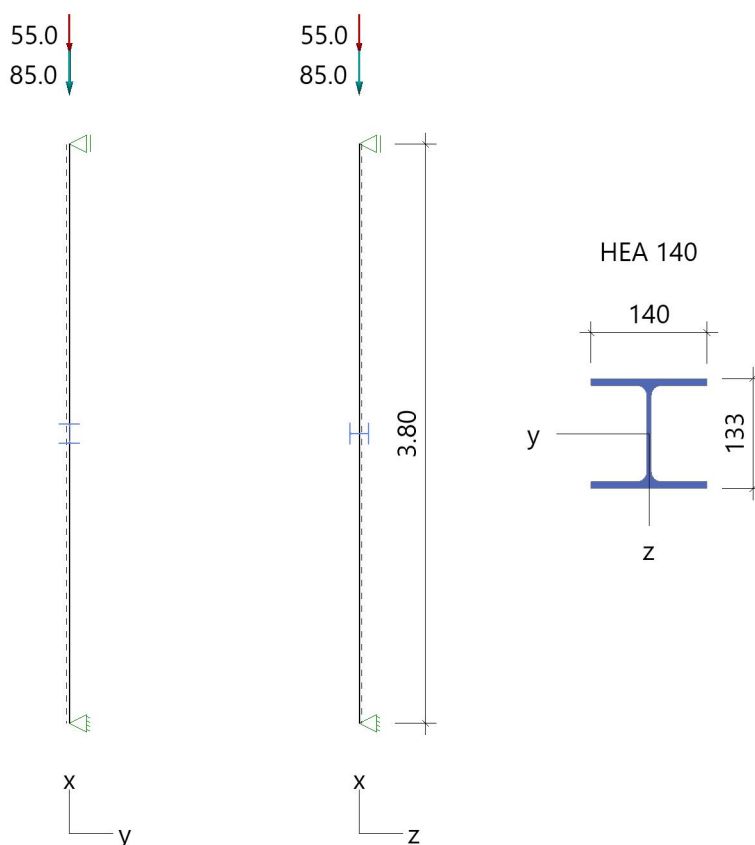
|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten             | : | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |

**Einstellungen zur Tragsicherheit**

|                          |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| Querschnittsbemessung    | : | plastisch        |
| Stabilitätsnachweis nach | : | 6.3.3 - Anhang B |

**Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit**

|                                               |                  |                  |
|-----------------------------------------------|------------------|------------------|
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm           |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | $l_{eff} / 300$  |

**System Pendelstütze**

Stütze: Höhe = 3.80 m

**Material S235**

|               |                          |             |                          |
|---------------|--------------------------|-------------|--------------------------|
| $E_k =$       | 210000 N/mm <sup>2</sup> | $G_k =$     | 80769 N/mm <sup>2</sup>  |
| $\gamma =$    | 78.50 kN/m <sup>3</sup>  | $\mu =$     | 0.30                     |
|               |                          | $\beta_w =$ | 0.80                     |
| Streckgrenze  | $t \leq 40$ mm           | $f_{yk} =$  | 235.00 N/mm <sup>2</sup> |
| Zugfestigkeit | $t \leq 40$ mm           | $f_{uk} =$  | 360.00 N/mm <sup>2</sup> |

**Querschnitt - HEA 140**

|                     |                  |                        |                  |                       |
|---------------------|------------------|------------------------|------------------|-----------------------|
| Profil              | h =              | 133 mm                 |                  |                       |
| Steg (lichte Höhe)  | h <sub>1</sub> = | 92 mm                  | s =              | 6 mm                  |
| Ober- und Untergurt | b =              | 140 mm                 | t =              | 9 mm                  |
| Ausrundung          | r =              | 12 mm                  |                  |                       |
| Fläche              | A =              | 31.4 cm <sup>2</sup>   |                  |                       |
| Statische Werte     | I <sub>y</sub> = | 1030.0 cm <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> = | 155.4 cm <sup>3</sup> |
|                     | I <sub>z</sub> = | 389.0 cm <sup>4</sup>  | W <sub>z</sub> = | 55.6 cm <sup>3</sup>  |

**Lagerbedingungen**

| Nr | x<br>[m] | Verschiebungen *)        |                          |                          | Verdrehungen *)             |                             |                             |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|    |          | u <sub>x</sub><br>[kN/m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Φ <sub>x</sub><br>[kNm/rad] | Φ <sub>y</sub><br>[kNm/rad] | Φ <sub>z</sub><br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                       | -1                          | 0.0                         | 0.0                         |
| 2  | 3.80     | 0.00                     | -1                       | -1                       | -1                          | 0.0                         | 0.0                         |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Belastung****Einwirkungen(Ew)**

| Id | Typ | Bemessungssituation   | Name                | γ <sub>sup</sub> | γ <sub>inf</sub> | ψ <sub>0</sub> | ψ <sub>1</sub> | ψ <sub>2</sub> |
|----|-----|-----------------------|---------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 99 | G   | ständig/vorübergehend | ständig             | 1.35             | 1.00             | 1.00           | 1.00           | 1.00           |
| 1  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. A: Wohngebäude | 1.50             | 0.00             | 0.70           | 0.50           | 0.30           |

**Lasten****Lastarten**

Art 14 = Kopflast kN

Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

**Standard-Lastfälle und Lasten**

| Beschreibung   | Nr | Art | in/um         | p <sub>i</sub> | a<br>[m] | p <sub>j</sub> | l<br>[m] | Ew | Zus |
|----------------|----|-----|---------------|----------------|----------|----------------|----------|----|-----|
| aus Pos.B. 1.8 | 1  | 14  | in x-Richtung | 85.0           | 3.80     |                | -        | 99 | 1   |
| aus Pos. B.1.8 | 2  | 14  | in x-Richtung | 55.0           | 3.80     |                | -        | 1  |     |

**Ergebnisse****Zusammenfassung**

| Bemessungssituation   | Lfk | Nachweis          | η    |
|-----------------------|-----|-------------------|------|
| ständig/vorübergehend | 1   | Querschnitt       | 0,27 |
| ständig/vorübergehend | 1   | Stabilität        | 0,64 |
| charakteristisch      | 5   | Absolutverformung | 0,02 |

**Tragfähigkeit ständig/vorübergehend****Schnittgrößen - Lfk 1**

| x<br>[m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | V <sub>z,Ed</sub><br>[kN] | M <sub>y,Ed</sub><br>[kNm] | V <sub>y,Ed</sub><br>[kN] | M <sub>z,Ed</sub><br>[kNm] |
|----------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 0.00     | -198.5                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |
| 3.80     | -197.3                  | 0.0                       | 0.00                       | 0.0                       | 0.00                       |

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ<sub>M0</sub> = 1,00**

| x<br>[m] | Q <sub>kl</sub> | η <sub>N</sub> | η <sub>Vz</sub> | η <sub>My</sub> | η <sub>Vy</sub> | η <sub>Mz</sub> | η <sub>MyMz</sub> | η    |
|----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|------|
| 0.00     | 1               | 0.27           | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00              | 0.27 |
| 3.80     | 1               | 0.27           | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 0.00              | 0.27 |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.00$  m**

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| $N_{pId} = 737.9$ kN    | $N_{Rd} = 737.9$ kN             |
| $N_{Ed} = -198.5$ kN    | $\eta_N = 0.27$                 |
| $M_{y,pId} = 40.86$ kNm | $M_{y,Rd} = 40.86$ kNm          |
| $M_{y,Ed} = 0.00$ kNm   | $\eta_{My} = 0.00$              |
| $V_{z,pId} = 137.1$ kN  | $V_{z,Rd} = 137.1$ kN           |
| $V_{z,Ed} = 0.0$ kN     | $\eta_{Vz} = 0.00$              |
| $M_{z,pId} = 19.95$ kNm | $M_{z,Rd} = 19.95$ kNm          |
| $M_{z,Ed} = 0.00$ kNm   | $\eta_{Mz} = 0.00$              |
| $V_{y,pId} = 322.9$ kN  | $V_{y,Rd} = 322.9$ kN           |
| $V_{y,Ed} = 0.0$ kN     | $\eta_{Vy} = 0.00$              |
|                         | <b><math>\eta = 0.27</math></b> |

**Stabilitätsnachweis**

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | Gl   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 0.00     | 1   | 198.5            | 0.00                | 6.46 | 0.64   | 1   |

**Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)**

$$N_{Ed} / (\chi_T \cdot N_{Rd}) = \mathbf{0.38} \quad N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) = \mathbf{0.64}$$

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| $N_{Ed} = 198.5$ kN    | $N_{Rk} = 737.9$ kN   |
| $\lambda_T = 0.62$     | $s_{kz} = 3.79$ m     |
| $N_{cr,T} = 1937.5$ kN | $\lambda_z = 1.15$    |
| $\chi_T = 0.78$        | $N_{cr,z} = 560.1$ kN |
| $\gamma_{M1} = 1.10$   | $\chi_z = 0.46$       |

Nachweis für Lfk 1 bei  $x = 0.00$  m nach Gl. (6.46) erfüllt.

**Gebrauchstauglichkeit****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0$  cm**

| x<br>[m] | $f_{x,Ed}$<br>[cm] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| 3.80     | -0.1               | 0.0                | 0.0                | 0.1                  | 0.02   | 5   |

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall**

| Lager | x<br>[m] | Lf                             | Ew | $R_x$<br>[kN] | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|--------------------------------|----|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | Eigengewicht<br>aus Pos. B.1.8 | 99 | -0.9          | -             | -              | -             | -              |
|       |          | Lasten mit Zus 1               | 1  | -55.0         | -             | -              | -             | -              |
|       |          |                                | 99 | -85.0         | -             | -              | -             | -              |

**Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen**

| Lfk | Bemessungssituation   | [Lastfall:Faktor]                   |
|-----|-----------------------|-------------------------------------|
| 1   | ständig/vorübergehend | Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 2:1,50 |
| 5   | charakteristisch      | Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 2:1,00 |

[illegible]

**Pfeiler**

| Abmessungen                                                                                |               |               | Go<br>[kN] | Lagerung      |               | Lasteinleitungsfläche |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| $h_s$<br>[m]                                                                               | $t_x$<br>[cm] | $t_y$<br>[cm] |            | in x-Richtung | in y-Richtung | $a_{x1}$<br>[cm]      | $a_{x2}$<br>[cm] | $a_{y1}$<br>[cm] | $a_{y2}$<br>[cm] |
| 3.90                                                                                       | 30.0          | 36.0          | 5.9        | Pendelstütze  | Pendelstütze  | 0.0                   | 0.0              | 0.0              | 0.0              |
| Go : Pfeilereigengewicht<br>Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche |               |               |            |               |               |                       |                  |                  |                  |

**Lasten****Vertikallasten**

| Nr.                                                                                                                                                                                     | G<br>[kN] | Q<br>[kN] | $e_x$<br>[cm] | $e_y$<br>[cm] | Einwirkung          | Text           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|---------------------|----------------|
| 1                                                                                                                                                                                       | 85.0      | 55.0      | 0.0           | 0.0           | Kat. A: Wohngebäude | aus B.1.8 - OG |
| G : ständiger Lastanteil<br>Q : veränderlicher Lastanteil<br>$e_x$ : Ausmitte in x-Richtung<br>$e_y$ : Ausmitte in y-Richtung<br>Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils |           |           |               |               |                     |                |

**Ergebnisse****Lastfallkombinationen**

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

| Nr.                                                                                                          | Typ | $K_0$ | $K_s$ | zugehörige Last |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| 1                                                                                                            | Gv  | 1.35  | 1.00  | Gv (Last 1)     |
| 2                                                                                                            | Qv  | 1.50  | 0.00  | Last 1          |
| Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten<br>Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten                        |     |       |       |                 |
| Typ : Lastfallart<br>$K_0$ : Drucknachweis<br>$K_s$ : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität) |     |       |       |                 |

**Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

| z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[cm] | $E_x$<br>[cm] | $E_y$ | vorh E | zul E | $\eta$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-------|--------|-------|--------|
| 3.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 1.95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt<br>$e_x$ : Exzentrizität in x-Richtung<br>$e_y$ : Exzentrizität in y-Richtung<br>$E_x$ : bezogene Exzentrizität in x-Richtung ( $e_x/t_x$ )<br>$E_y$ : bezogene Exzentrizität in y-Richtung ( $e_y/t_y$ )<br>vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität<br>zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität<br>$\eta$ : Auslastung |              |               |               |       |        |       |        |

**Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung

$$h_{ef,x} = 3.90 \text{ m}$$

Knicklänge in y-Richtung

$$h_{ef,y} = 3.90 \text{ m}$$

Pfeilerquerschnitt (brutto)

$$A_w = 1080.0 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit

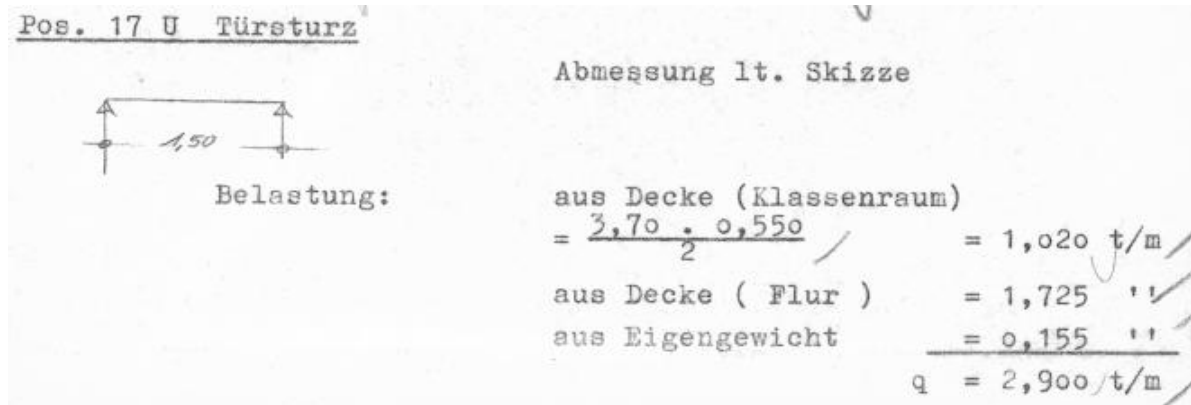
$$f_d = 4.08 \text{ N/mm}^2$$

[illegible]

## Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

| $N_{Edc}$<br>[kN]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $a_1$<br>[cm] | $A_{efm}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\beta$ | $A_b$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $N_{Rdc}$<br>[kN] | $\eta$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|--------|
| 197.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.0           | 1080.0                          | 1.00    | 1080.0                      | 440.6             | 0.45   |
| <p> <math>N_{Edc}</math> : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge<br/> <math>a_1</math> : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche<br/> <math>A_{efm}</math> : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe<br/> <math>\beta</math> : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung<br/> <math>A_b</math> : Übertragungsfläche<br/> <math>N_{Rdc}</math> : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge         </p> |               |                                 |         |                             |                   |        |

**Position: B.2.10 - Stahlträger -**
Auszug aus der Bestandsstatik, Seite 107

**Ständig**

|                          |                                                                       |                            |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| aus Pos. 4E              | <u>Eigengewicht, Belag + Putz</u>                                     |                            |
|                          | $g_k = (0,16 \cdot 25 + 1,00) \cdot 3,4 \text{ m} \cdot 0,5$          | $= 8,50 \text{ kN/m}$      |
| aus Decke<br>Klassenraum | (siehe oben)                                                          | $= 7,40 \text{ kN/m}$      |
| aus Mauerwerk            | $g_k = 18 \text{ kN/m}^2 \cdot 5,70 \text{ m} \cdot 0,36 \text{ m} =$ | $= 36,94 \text{ kN/m}$     |
|                          |                                                                       | $g_k = 52,90 \text{ kN/m}$ |
| aus Pos. B.2.15          |                                                                       | $G_k = 27,50 \text{ kN}$   |

**Veränderlich**

|                          |          |                                                     |                                   |
|--------------------------|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| aus Pos. 4E              | Nutzlast | $0,5 \cdot 3,40 \text{ m} \cdot 5,0 \text{ kN/m}^2$ | $= 8,50 \text{ kN/m}$             |
| aus Decke<br>Klassenraum | Nutzlast |                                                     | $= 2,80 \text{ kN/m}$             |
|                          |          |                                                     | $\Sigma q_k = 11,30 \text{ kN/m}$ |
| aus Pos. B.2.15          |          |                                                     | $Q_k = 18,50 \text{ kN}$          |

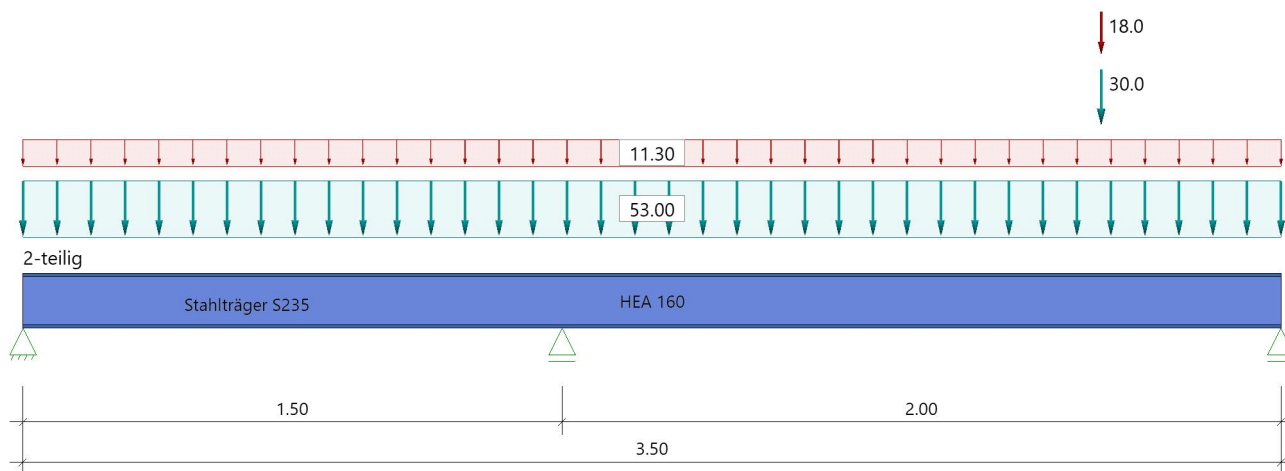
**Position: B.2.10 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger über 2 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Material****Material S235**

$$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

$$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0.30$$

$$\beta_w = 0.80$$

$$\text{Streckgrenze } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$\text{Zugfestigkeit } t \leq 40 \text{ mm}$$

$$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$$

**Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEA 160                                            | 1670                        | 616                         | 220                         | 77                          | 38.8                    |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                         |

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 1.50         | HEA 160     | x 2        |
| 2    | 2.00         | HEA 160     |            |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 1.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |
| 3  | 3.50     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch



Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

## Lasten

### Einzellasten und Momente

| Bezug                                                                                                                                                                                                            | Nr | Art   | A [m] | W [ ]   | EG      | Zus | Alt |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|-------|---------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                           | 1  | kraft | 3.00  | 30.0 kN | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                  | 2  | kraft | 3.00  | 18.0 kN | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |       |       |         |         |     |     |

### Lastbezeichnungen

| Nr | Bezeichnung |
|----|-------------|
| 1  | aus B.2.15  |

### Streckenlasten

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A [m] | L1 [m] | L2 [m] | W1 [kN/m] | W2 [kN/m] | wirkt Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|--------|--------|-----------|-----------|-----------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3  | GL  |       | 3.50   |        | 53.00     |           | Nein            | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4  | GL  |       | 3.50   |        | 11.30     |           | Ja              | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |       |        |        |           |           |                 |         |     |     |

### Lastbezeichnungen

| Nr | Bezeichnung |
|----|-------------|
|----|-------------|

### Eigengewicht

Gesamtgewicht = 152 kg mit Gamma = 78.50 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen

#### Einwirkungen

| Bezeichnung                                                                    | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                                 | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K <sub>FI</sub> = 1.0 Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

## Ergebnisse

### Bemessungsparameter

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

### Zusammenfassung

| Nachweis                               | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.93        | 0.47           | 0.74                |

## Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

| Bemessungssituation   | Querschnitt        | Stelle                       | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ | Lk     |
|-----------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|--------|
| ständig/vorübergehend | HEA 160<br>HEA 160 | Feld 2, $x = 1.50$<br>Feld 1 | 131.1              | -50.69              | 0.93        | 0.47           | 6<br>4 |

Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.00$  m Lk 6

|                          |                                                          |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|
| $N_{pId} = 0.0$ kN       | $N_{Rd} = 846.0$ kN                                      |
| $N_{Ed} = 0.0$ kN        | $\eta_N = 0.00$                                          |
| $M_{y,pId} = -50.69$ kNm | $M_{y,Rd} = 54.60$ kNm <sup>6.29, <math>V_y</math></sup> |
| $M_{y,Ed} = -50.69$ kNm  | $\eta_{My} = 0.93$                                       |
| $V_{z,pId} = 131.1$ kN   | $V_{z,Rd} = 179.6$ kN                                    |
| $V_{z,Ed} = 131.1$ kN    | $\eta_{Vz} = 0.73$                                       |
|                          | $\eta = 0.93$                                            |

6.29,  $V_y$ ) Gleichung 6.29 Abminderung  $M_{Rd}$  infolge  $V_z$ ,  $\rho_{Vz} = 0.79$

## Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0$  cm

| Feld   | $x$<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.03       | 0.0                | -0.03              | 0.03                 | 0.01   | 7   |
| Feld 2 | 1.16       | 0.0                | 0.3                | 0.3                  | 0.06   | 7   |

Verformungsnachweis - Relativverformung in  $z$   $f_{cd} = l_{eff}/500$ 

| Feld   | $x$<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.03       | 1.50             | 0.00                | 1.50                | 0.01              | 0.03               | 0.3                | 0.09   | 7   |
| Feld 2 | 1.16       | 2.00             | 0.00                | 2.00                | 0.2               | 0.3                | 0.4                | 0.74   | 7   |

Feld : Bezeichnung  
 $x$  : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
Lfk : Lastfallkombination

## Auflagerkräfte

## Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

| Nr | $x$<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00       | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 21.1<br>-4.8        | 21.1<br>7.9         |                      |                      |
| 2  | 1.50       | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 134.4               | 134.4<br>33.7       |                      |                      |
| 3  | 3.50       | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 61.5<br>-0.4        | 61.5<br>21.2        |                      |                      |

## Auflagerkräfte - Bemessungswerte

| Auflager | $x$<br>[m] | Lk           | $R_z$<br>[kN]  | $M_y$<br>[kNm] |
|----------|------------|--------------|----------------|----------------|
| 1        | 0.00       | Lk 1<br>Lk 2 | 40.4<br>14.0   |                |
| 2        | 1.50       | Lk 6<br>Lk 5 | 231.9<br>134.4 |                |
| 3        | 3.50       | Lk 4<br>Lk 3 | 114.8<br>60.8  |                |

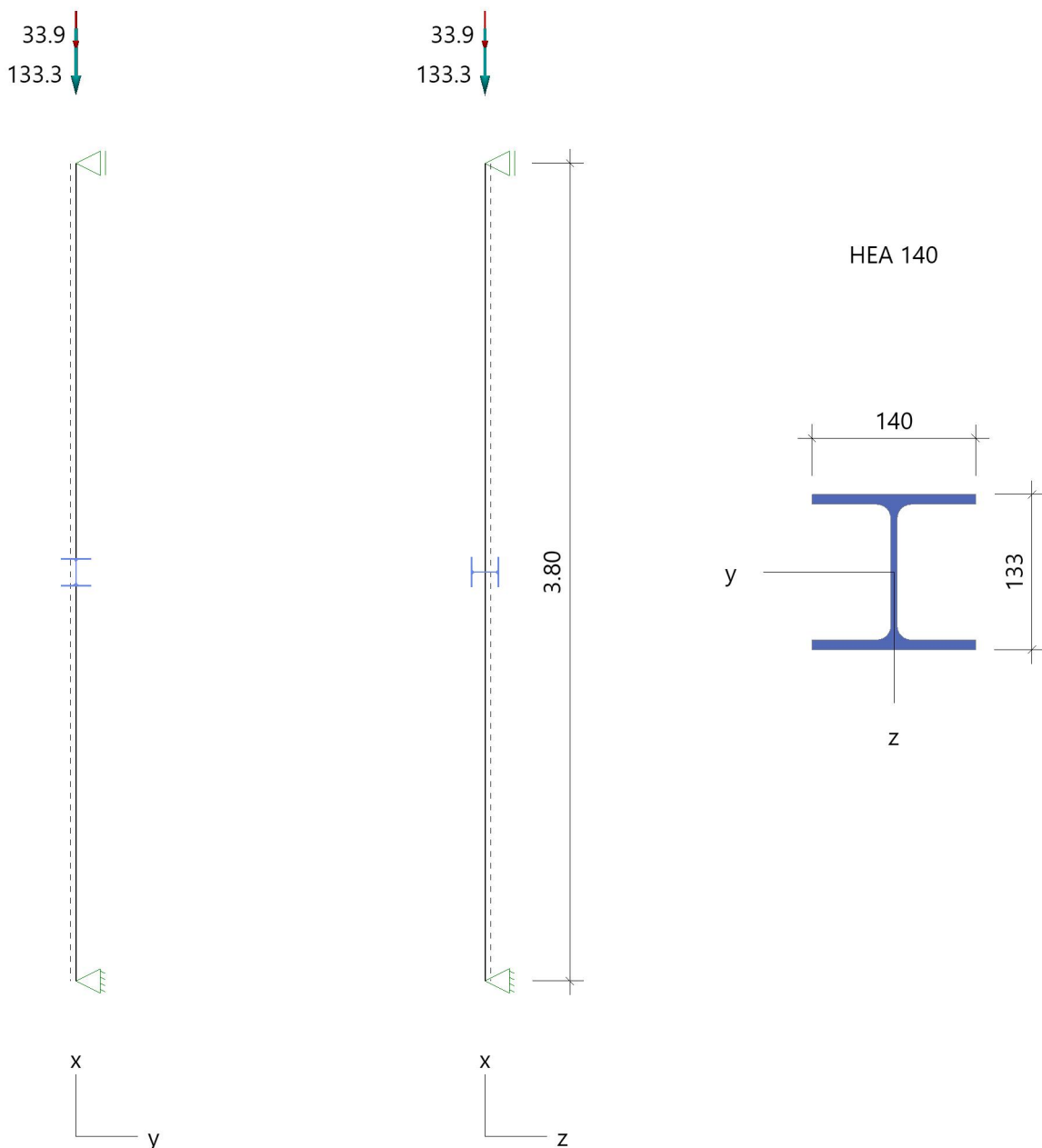
## Position: B.2.11 - Stahlstütze -

Stahlstütze (x64) STS+ 02/2025 (FRILO R-2025-2/P07)

### Grundparameter

|                                           |                  |                                                                     |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                            | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12                                          |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik       | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| $\Psi_2$ für Kranlasten                   | :                | 0.90                                                                |
| $\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)            | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten              | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                     | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                  | :                | 6.3.3 - Anhang A                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit            | $\delta_{lim} =$ | 0.0 cm                                                              |

### System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 3.80 m Material: S235 Querschnitt: HEA 140

**Lagerbedingungen**

| Nr | x<br>[m] | Verschiebungen *) |              |              | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|-------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          | ux<br>[kN/m]      | uy<br>[kN/m] | uz<br>[kN/m] | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.80     | 0.00              | -1           | -1           | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Belastung****Einwirkungen(Ew)**

| Id | Typ | Bemessungssituation   | Name                         | $\gamma_{sup}$ | $\gamma_{inf}$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|----|-----|-----------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|
| 99 | G   | ständig/vorübergehend | ständig                      | 1.35           | 1.00           | 1.00     | 1.00     | 1.00     |
| 3  | Q   | ständig/vorübergehend | Kat. C: Versammlungsbereiche | 1.50           | 0.00           | 0.70     | 0.70     | 0.60     |

**Lasten****Lastarten**

Art 14 = Kopflast kN

**Standard-Lastfälle und Lasten**

| Beschreibung | Nr | Art | in/um         | pi    | a<br>[m] | pj | l<br>[m] | Ew | Alt |
|--------------|----|-----|---------------|-------|----------|----|----------|----|-----|
| (DLT+)       | 1  | 14  | in x-Richtung | 133.3 | 3.80     |    | -        | 99 | 1   |
| (DLT+)       | 2  | 14  | in x-Richtung | 33.9  | 3.80     |    | -        | 3  | 2   |

**Ergebnisse****Zusammenfassung**

| Bemessungssituation   | Lfk | Nachweis    | $\eta$ |
|-----------------------|-----|-------------|--------|
| ständig/vorübergehend | 1   | Querschnitt | 0,31   |
| ständig/vorübergehend | 1   | Stabilität  | 0,75   |

**Tragfähigkeit ständig/vorübergehend****Schnittgrößen - Lfk 1**

| x<br>[m] | $N_{Ed}$<br>[kN] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{y,Ed}$<br>[kN] | $M_{z,Ed}$<br>[kNm] |
|----------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 0.00     | -230.8           | 0.0                | 0.00                | 0.0                | 0.00                |
| 3.80     | -230.8           | 0.0                | 0.00                | 0.0                | 0.00                |

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1  $\gamma_{M0} = 1,00$** 

| x<br>[m] | Qkl | $\eta_N$ | $\eta_{Vz}$ | $\eta_{My}$ | $\eta_{Vy}$ | $\eta_{Mz}$ | $\eta_{MyMz}$ | $\eta$ |
|----------|-----|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|--------|
| 0.00     | 1   | 0.31     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.31   |
| 3.80     | 1   | 0.31     | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00          | 0.31   |

**Stabilitätsnachweis**

| x<br>[m] | Qkl | $N_{Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | GI   | $\eta$ | Lfk |
|----------|-----|------------------|---------------------|------|--------|-----|
| 0.00     | 1   | 230.8            | 0.00                | 6.46 | 0.75   | 1   |

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall**

| Lager | x<br>[m] | Lf     | Ew | $R_x$<br>[kN] | $R_z$<br>[kN] | $M_y$<br>[kNm] | $R_y$<br>[kN] | $M_z$<br>[kNm] |
|-------|----------|--------|----|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Fuss  | 0.00     | (DLT+) | 99 | -133.3        | -             | -              | -             | -              |
|       |          | (DLT+) | 3  | -33.9         | -             | -              | -             | -              |

**Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen**

| Lfk | Bemessungssituation   | [Lastfall:Faktor] |
|-----|-----------------------|-------------------|
| 1   | ständig/vorübergehend | 1:1,35 + 2:1,50   |



**Pfeiler**

| Abmessungen                                                                                |               |               | Go<br>[kN] | Lagerung      |               | Lasteinleitungsfläche |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| $h_s$<br>[m]                                                                               | $t_x$<br>[cm] | $t_y$<br>[cm] |            | in x-Richtung | in y-Richtung | $a_{x1}$<br>[cm]      | $a_{x2}$<br>[cm] | $a_{y1}$<br>[cm] | $a_{y2}$<br>[cm] |
| 3.90                                                                                       | 30.0          | 36.5          | 6.0        | Pendelstütze  | Pendelstütze  | 0.0                   | 0.0              | 0.0              | 0.0              |
| Go : Pfeilereigengewicht<br>Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche |               |               |            |               |               |                       |                  |                  |                  |

**Lasten****Vertikallasten**

| Nr.                                                                                                                                                                                     | G<br>[kN] | Q<br>[kN] | $e_x$<br>[cm] | $e_y$<br>[cm] | Einwirkung          | Text           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|---------------------|----------------|
| 1                                                                                                                                                                                       | 133.3     | 34.0      | 0.0           | 0.0           | Kat. A: Wohngebäude | aus B.1.8 - OG |
| G : ständiger Lastanteil<br>Q : veränderlicher Lastanteil<br>$e_x$ : Ausmitte in x-Richtung<br>$e_y$ : Ausmitte in y-Richtung<br>Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils |           |           |               |               |                     |                |

**Ergebnisse****Lastfallkombinationen**

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

| Nr.                                                                                                          | Typ | $K_0$ | $K_5$ | zugehörige Last |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| 1                                                                                                            | Gv  | 1.35  | 1.00  | Gv (Last 1)     |
| 2                                                                                                            | Qv  | 1.50  | 0.00  | Last 1          |
| Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten<br>Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten                        |     |       |       |                 |
| Typ : Lastfallart<br>$K_0$ : Drucknachweis<br>$K_5$ : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität) |     |       |       |                 |

**Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

| z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[cm] | $E_x$<br>[cm] | $E_y$ | vorh E | zul E | $\eta$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-------|--------|-------|--------|
| 3.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 1.95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt<br>$e_x$ : Exzentrizität in x-Richtung<br>$e_y$ : Exzentrizität in y-Richtung<br>$E_x$ : bezogene Exzentrizität in x-Richtung ( $e_x/t_x$ )<br>$E_y$ : bezogene Exzentrizität in y-Richtung ( $e_y/t_y$ )<br>vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität<br>zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität<br>$\eta$ : Auslastung |              |               |               |       |        |       |        |

**Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung

$$h_{ef,x} = 3.90 \text{ m}$$

Knicklänge in y-Richtung

$$h_{ef,y} = 3.90 \text{ m}$$

Pfeilerquerschnitt (brutto)

$$A_w = 1095.0 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit

$$f_d = 4.08 \text{ N/mm}^2$$

| $N_{Edc}$<br>[kN]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $a_1$<br>[cm] | $A_{efm}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\beta$ | $A_b$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $N_{Rdc}$<br>[kN] | $\eta$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|--------|
| 231.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.0           | 1095.0                          | 1.00    | 1095.0                      | 446.8             | 0.52   |
| <p> <math>N_{Edc}</math> : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge<br/> <math>a_1</math> : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche<br/> <math>A_{efm}</math> : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe<br/> <math>\beta</math> : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung<br/> <math>A_b</math> : Übertragungsfläche<br/> <math>N_{Rdc}</math> : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge         </p> |               |                                 |         |                             |                   |        |



**Position: B.2.12 - Stb.-Treppe -**Belastung aus:Ständige Lasten

---

Betonwerkstein, Estrich, Putz 1,50 kN/m<sup>2</sup>

Das Eigengewicht der Decke wird programmintern berücksichtigt.

Veränderliche Lasten

---

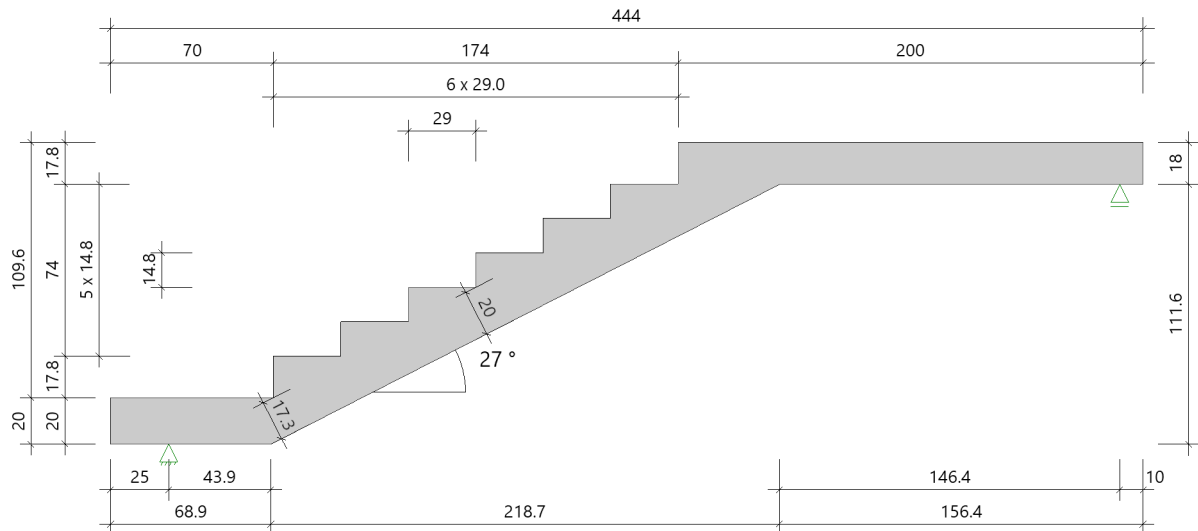
Nutzlast 5,00 kN/m<sup>2</sup>  
Kat. T2

## Position: B.2.12 - GOK - EG -

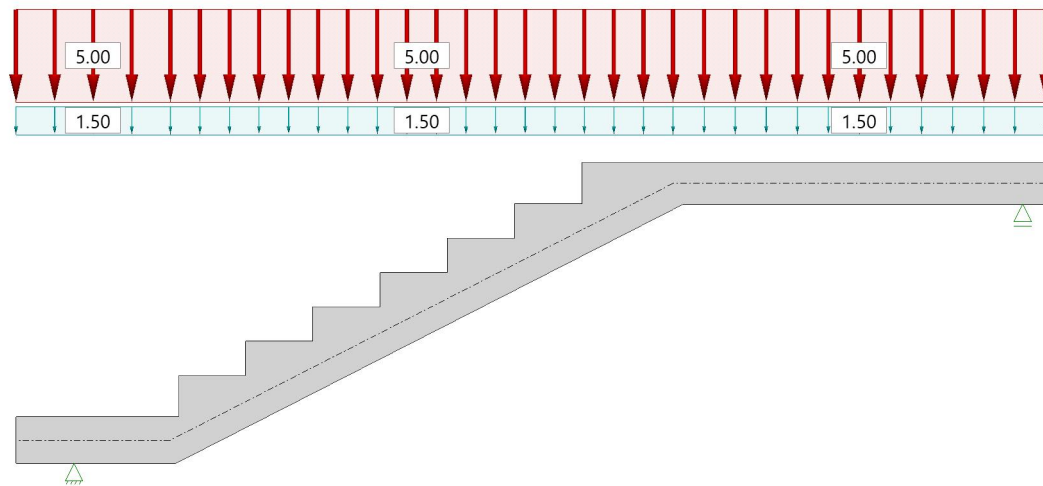
Treppenlauf (x64) B7+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

### System

#### Systemgrafik



#### Belastungsgrafik



## Geometrie

|                                              |                                   |                |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Rfb Podest oben - Rfb Podest unten           | H <sub>1</sub> =                  | 109.6 cm       |
| Länge vom 1. bis zum letzten Antritt         | L <sub>1</sub> =                  | 174.0 cm       |
| Länge unteres Podest bis VK Auflager         | L <sub>2</sub> =                  | 70.0 cm        |
| Länge oberes Podest bis VK Auflager          | L <sub>3</sub> =                  | 200.0 cm       |
| Laufbreite                                   | B <sub>1</sub> =                  | 150.0 cm       |
| Belagbreite                                  | B <sub>2</sub> =                  | 150.0 cm       |
| Verkehrslastbreite                           | B <sub>3</sub> =                  | 130.0 cm       |
| Anzahl der Steigungen                        | n <sub>s</sub> =                  | 7              |
| Antrittshöhe unten                           | H <sub>u</sub> =                  | 17.8 cm        |
| Antrittshöhe oben                            | H <sub>o</sub> =                  | 17.8 cm        |
| Treppenstufen                                | H <sub>s</sub> / L <sub>s</sub> = | 14.8 / 29.0 cm |
| Unterschneidung                              | u =                               | 0.0 cm         |
| Treppenlaufdicke                             | D <sub>1</sub> =                  | 20.0 cm        |
| Dicke unteres Podest                         | D <sub>2</sub> =                  | 20.0 cm        |
| Dicke oberes Podest                          | D <sub>3</sub> =                  | 18.0 cm        |
| Länge der Laufuntersicht im Grundriß         | L <sub>4</sub> =                  | 218.7 cm       |
| Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten  | L <sub>5</sub> =                  | -1.1 cm        |
| Abstand des unteren Auflagers zum Podestende | L <sub>16</sub> =                 | 25.0 cm        |
| Abstand des oberen Auflagers zum Podestende  | L <sub>17</sub> =                 | 10.0 cm        |

## Lagerung

unten: gelenkig ohne Konsole

oben: gelenkig ohne Konsole

## Auflager

| Ort<br>[-] | horizontal<br>[kN/m] | vertikal<br>[kN/m] | drehend<br>[kNm/rad] |
|------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| links      | starr                | starr              | frei                 |
| rechts     | frei                 | starr              | frei                 |

## Dauerhaftigkeit

### Anforderungen Dauerhaftigkeit

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| Betonangriff          | X0                            |
| Bewehrungskorrosion   | XC1                           |
| Mindestbetonklasse    | C 16/20                       |
| Längsbewehrung        | d <sub>s,l</sub> = 10 mm      |
| Vorhaltemaß           | ΔC <sub>dev</sub> = 10 mm     |
| Längsbewehrung        | c <sub>min,l</sub> = 10 mm *5 |
| Betondeckung          | c <sub>nom,l</sub> = 20 mm    |
| Verlegemaß Bügel      | c <sub>v,b</sub> = 20 mm      |
| zul. Rissbreite       | w <sub>max</sub> = 0.40 mm    |
| *5: Verbund maßgebend |                               |

## Lasten

### Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

| Einwirkungsgruppe            | γ <sub>G</sub> | γ <sub>Q</sub> | ψ <sub>0</sub> | ψ <sub>1</sub> | ψ <sub>2</sub> |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kat. C: Versammlungsbereiche | 1,35           | 1,5            | 0,7            | 0,7            | 0,6            |

## Belastung

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-] | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |

## Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-]   | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Eigengewicht | 5.00                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.50                        | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Eigengewicht | 7.46                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 8.96                        | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Eigengewicht | 4.50                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.00                        | 5.00                        |

Das Eigengewicht ist mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

## Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

|            |            |                          |            |                           |
|------------|------------|--------------------------|------------|---------------------------|
| Baustoffe: | Beton      | C25/30                   | Betonstahl | B500A                     |
|            | $\gamma_c$ | = 1.50                   | $\gamma_s$ | = 1.15                    |
|            | $f_{ck}$   | = 25.0 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yk}$   | = 500.0 N/mm <sup>2</sup> |
|            | $f_{cd}$   | = 14.2 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yd}$   | = 434.8 N/mm <sup>2</sup> |

## Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

|           | unteres Podest<br>(davon Kragarm) | Treppenlauf                                                           | oberes Podest<br>(davon Kragarm) |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Abmessung | 0.67 m<br>(0.25 m)                | 2.17 m ( $L_{hor}$ )<br>1.11 m ( $L_{vert}$ )<br>2.43 m ( $L_{ges}$ ) | 1.61 m<br>(0.10 m)               |

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Bewehrungslage unten | $d_1$ = 3.0 cm |
| Bewehrungslage oben  | $d_2$ = 3.0 cm |

## Ergebnisse Treppe

### Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

### Biegebewehrung

| Ort<br>[-]                                           | $h$<br>[cm] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Info<br>[-] |
|------------------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| unteres Podest rechts vom Auflager, untere Bewehrung | 20.0        | 13.04               | 0.0                | 2.2                                   | 0.0                                   | *)          |
| Treppenlauf, untere Bewehrung                        | 20.0        | 36.21               | 0.4                | 4.9                                   | 0.0                                   | #)          |
| oberes Podest links vom Auflager, untere Bewehrung   | 18.0        | 33.01               | 0.0                | 5.1                                   | 0.0                                   |             |
| unteres Podest links vom Auflager, obere Bewehrung   | 20.0        | -0.48               | 0.0                | 0.0                                   | 2.2                                   | *)          |
| unteres Podest rechts vom Auflager, obere Bewehrung  | 20.0        | -0.48               | 0.0                | 0.0                                   | 2.2                                   | *)          |
| oberes Podest links vom Auflager, obere Bewehrung    | 18.0        | -0.07               | 0.0                | 0.0                                   | 2.1                                   | *)          |
| oberes Podest rechts vom Auflager, obere Bewehrung   | 18.0        | -0.07               | 0.0                | 0.0                                   | 2.1                                   | *)          |

\*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

#)  $H_u > H_s$ , die statische Höhe des Treppenlaufes wurde im Bereich der Einkerbung reduziert

**vorh. Bewehrung**untere Bewehrung 10 Ø 10 / 15.6 cm  
vorh.  $a_{su}$  = 5.24 cm<sup>2</sup>/m

(Programmvorschlag für Anzahl Ø)

obere Bewehrung 8 Ø 8 / 20.0 cm  
vorh.  $a_{so}$  = 2.68 cm<sup>2</sup>/m

(Anzahl Ø vom Anwender gewählt)

Hinweis: vorh.  $a_s$  (bezogene Bewehrung) = vorh.  $A_s$  (absolute Bewehrung) /  $B_1$  (Laufbreite).**Schubbemessung****Schubbewehrung B500A**

| Ort<br>[-]                                                            | $V_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $k_z$<br>[-] | $\theta$<br>[Grad] | $a_{sL}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $V_{Rd,c}$<br>[kN/m] | $V_{Rd,max}$<br>[kN/m] | erf. $a_{sBü}$<br>[cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] | Info<br>[-] |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| unteres Podest links                                                  | 0.0                | 0.0                | 0.76         | 18.4               | 0.0                              | 84.1                 | 414.4                  | 0.0                                                  | #)          |
| unteres Podest links neben Auflager                                   | -3.8               | 0.0                | 0.76         | 18.4               | 2.2                              | 84.1                 | 414.4                  | 0.0                                                  |             |
| unteres Podest rechts neben Auflager                                  | 35.7               | 0.0                | 0.76         | 18.4               | 2.2                              | 84.1                 | 414.4                  | 0.0                                                  |             |
| unteres Podest rechts                                                 | 29.4               | 0.0                | 0.76         | 18.4               | 2.2                              | 84.1                 | 414.4                  | 0.0                                                  |             |
| Treppenlauf links                                                     | 26.2               | -13.4              | 0.72         | 18.4               | 2.0                              | 72.2                 | 329.2                  | 0.0                                                  |             |
| Treppenlauf rechts                                                    | -9.7               | 5.0                | 0.76         | 18.4               | 4.5                              | 83.6                 | 414.4                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest links                                                   | -10.9              | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 5.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest links neben Auflager                                    | -32.9              | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest rechts neben Auflager                                   | 1.5                | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest rechts                                                  | 0.0                | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 0.0                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| #) $H_u > H_s$ , die statische Höhe an diesem Schnitt wurde reduziert |                    |                    |              |                    |                                  |                      |                        |                                                      |             |

**Rissbreitennachweis**

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

**Rissbreitenbegrenzung Treppe:**

| Ort<br>[-]                              | $h$<br>[cm] | $M_{Ed}$<br>[kNm] | $N_{Ed}$<br>[kN] | vorh. $A_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | vorh. $A_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | UWK<br>[-] | $d_{s,vorh}$<br>[mm] | $d_{s,Grenz}$<br>[mm] | vorh. $w$<br>[mm] | zul. $w$<br>[mm] |
|-----------------------------------------|-------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Treppenlauf, untere Seite               | 20.0        | 33.34             | 0.5              | 7.9                                  | 0.0                                  | XC1        | 10                   | 14                    | 0.28              | 0.40             |
| unt. Podest re. vom Auflager, ob. Seite | 20.0        | -0.43             | 0.0              | 0.0                                  | 4.0                                  | XC1        | 8                    | 100                   | 0.00              | 0.40             |

**Verformung**Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ( $E_{cm} = 31000$  N/mm<sup>2</sup>).max.  $f = 0.2$  cm (im Treppenlauf bei  $x = 1.82$  m)Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der  $x$ -Wert bezieht sich auf den Bauteilanzfang (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.**Auflagerkräfte****Definition Auflagerkräfte**(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft  
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft**Auflagerkräfte je m Treppenbreite**

|                                  | $A_v$<br>[kN/m] | $A_h$<br>[kN/m] | $B_v$<br>[kN/m] | $B_h$<br>[kN/m] |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b><math>\gamma = 1.0</math></b> |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 28.2            | 0.0             | 24.5            | 0.0             |
| aus g                            | 18.2            | 0.0             | 15.2            | 0.0             |
| aus q                            | 10.0            | 0.0             | 9.3             | 0.0             |
| <b><math>\gamma</math>-fach</b>  |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 39.5            | 0.0             | 34.4            | 0.0             |
| aus g                            | 24.6            | 0.0             | 20.5            | 0.0             |
| aus q                            | 15.0            | 0.0             | 13.9            | 0.0             |

**Treppeneigengewicht**Das Treppeneigengewicht (ohne Belag)  $G_k$  beträgt 40.1 kN

**Schnittkrafttabelle (Bemessungs LK)**

Die Schnittkräfte und die Bewehrung beziehen sich auf einem Meter Treppenlaufbreite.

**unt. Podest links vom Auflager (Kragarm) (h = 20.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 0.0                | 0.0                | 0.00                | -          | 0.0                                   | 0.0                                   |
| 1          | 0.13               | -1.9               | 0.0                | -0.12               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |
| 2          | 0.25               | -3.8               | 0.0                | -0.48               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**unt. Podest rechts vom Auflager (h = 20.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 35.7               | 0.0                | -0.48               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |
| 1          | 0.10               | 34.1               | 0.0                | 3.15                | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.21               | 32.5               | 0.0                | 6.61                | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 3          | 0.31               | 31.0               | 0.0                | 9.90                | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 4          | 0.42               | 29.4               | 0.0                | 13.04               | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**Treppenlauf (Hu > Hs, h wird im Bereich der Einkerbung reduziert)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | h<br>[cm] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 26.2               | -13.4              | 13.04               | 17.3      | -4.88      | 2.0*)                                 | 0.0                                   |
| 1          | 0.15               | 23.9               | -12.2              | 16.84               | 19.9      | -6.90      | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.30               | 21.7               | -11.1              | 20.31               | 20.0      | -9.18      | 2.6                                   | 0.0                                   |
| 3          | 0.46               | 19.4               | -9.9               | 23.44               | 20.0      | -11.82     | 3.0                                   | 0.0                                   |
| 4          | 0.61               | 17.2               | -8.8               | 26.22               | 20.0      | -14.95     | 3.4                                   | 0.0                                   |
| 5          | 0.76               | 14.9               | -7.6               | 28.66               | 20.0      | -18.79     | 3.7                                   | 0.0                                   |
| 6          | 0.91               | 12.7               | -6.5               | 30.76               | 20.0      | -23.74     | 4.1                                   | 0.0                                   |
| 7          | 1.06               | 10.5               | -5.3               | 32.52               | 20.0      | -30.48     | 4.3                                   | 0.0                                   |
| 8          | 1.22               | 8.2                | -4.2               | 33.94               | 20.0      | -40.51     | 4.5                                   | 0.0                                   |
| 9          | 1.37               | 6.0                | -3.0               | 35.02               | 20.0      | -57.52     | 4.7                                   | 0.0                                   |
| 10         | 1.52               | 3.7                | -1.9               | 35.76               | 20.0      | -94.15     | 4.8                                   | 0.0                                   |
| 11         | 1.67               | 1.5                | -0.8               | 36.15               | 20.0      | -239.84    | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 12         | 1.82               | -0.8               | 0.4                | 36.21               | 20.0      | 462.38     | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 13         | 1.98               | -3.0               | 1.5                | 35.92               | 20.0      | 116.86     | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 14         | 2.13               | -5.3               | 2.7                | 35.29               | 20.0      | 65.79      | 4.8                                   | 0.0                                   |
| 15         | 2.28               | -7.5               | 3.8                | 34.32               | 20.0      | 44.84      | 4.7                                   | 0.0                                   |
| 16         | 2.43               | -9.7               | 5.0                | 33.01               | 20.0      | 33.19      | 4.5                                   | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**oberes Podest links vom Auflager (h = 18.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | -10.9              | 0.0                | 33.01               | $\infty$   | 5.1                                   | 0.0                                   |
| 1          | 0.15               | -13.1              | 0.0                | 31.19               | $\infty$   | 4.8                                   | 0.0                                   |
| 2          | 0.30               | -15.3              | 0.0                | 29.05               | $\infty$   | 4.5                                   | 0.0                                   |
| 3          | 0.45               | -17.5              | 0.0                | 26.57               | $\infty$   | 4.1                                   | 0.0                                   |
| 4          | 0.60               | -19.7              | 0.0                | 23.76               | $\infty$   | 3.6                                   | 0.0                                   |
| 5          | 0.75               | -21.9              | 0.0                | 20.62               | $\infty$   | 3.1                                   | 0.0                                   |
| 6          | 0.90               | -24.1              | 0.0                | 17.14               | $\infty$   | 2.6                                   | 0.0                                   |
| 7          | 1.06               | -26.3              | 0.0                | 13.34               | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 8          | 1.21               | -28.5              | 0.0                | 9.20                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 9          | 1.36               | -30.7              | 0.0                | 4.73                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 10         | 1.51               | -32.9              | 0.0                | -0.07               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**oberes Podest rechts vom Auflager (Kragarm) (h = 18.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 1.5                | 0.0                | -0.07               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |
| 1          | 0.05               | 0.7                | 0.0                | -0.02               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |
| 2          | 0.10               | 0.0                | 0.0                | 0.00                | -          | 0.0                                   | 0.0                                   |

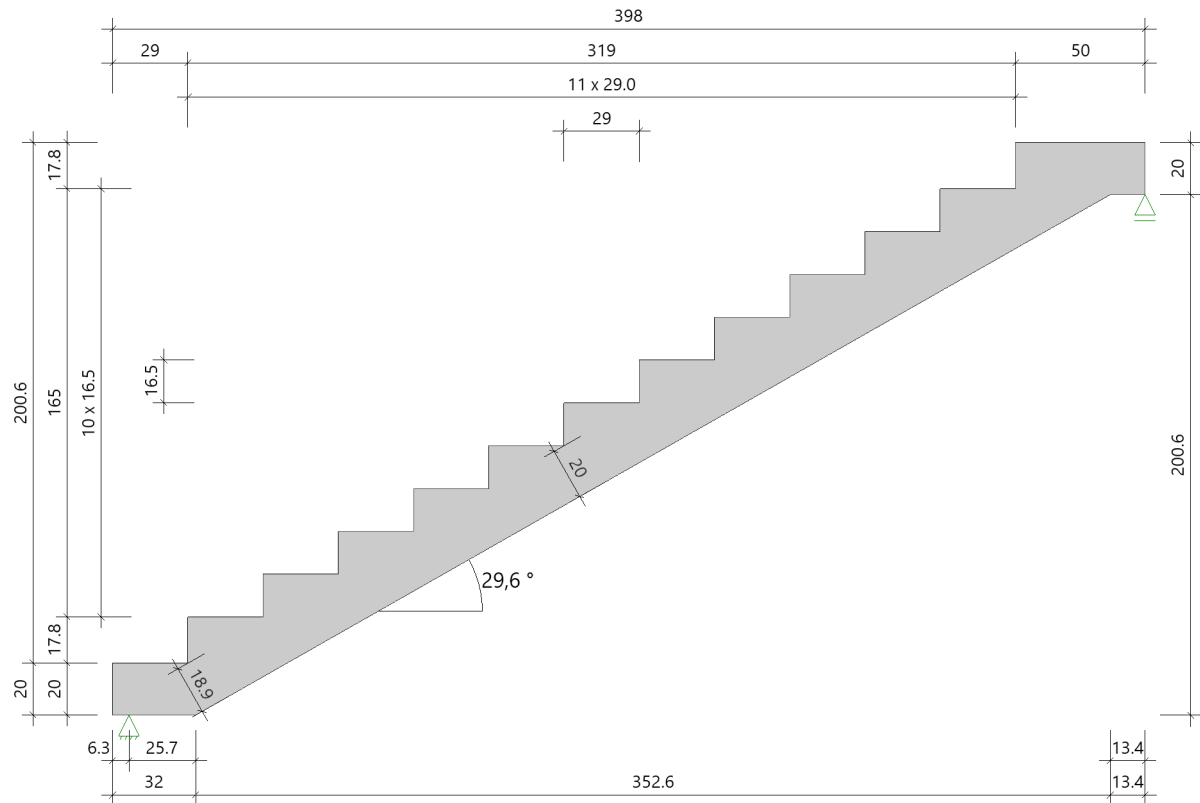
\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**Position: B.2.13 - EG - OG -**

Treppenlauf (x64) B7+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

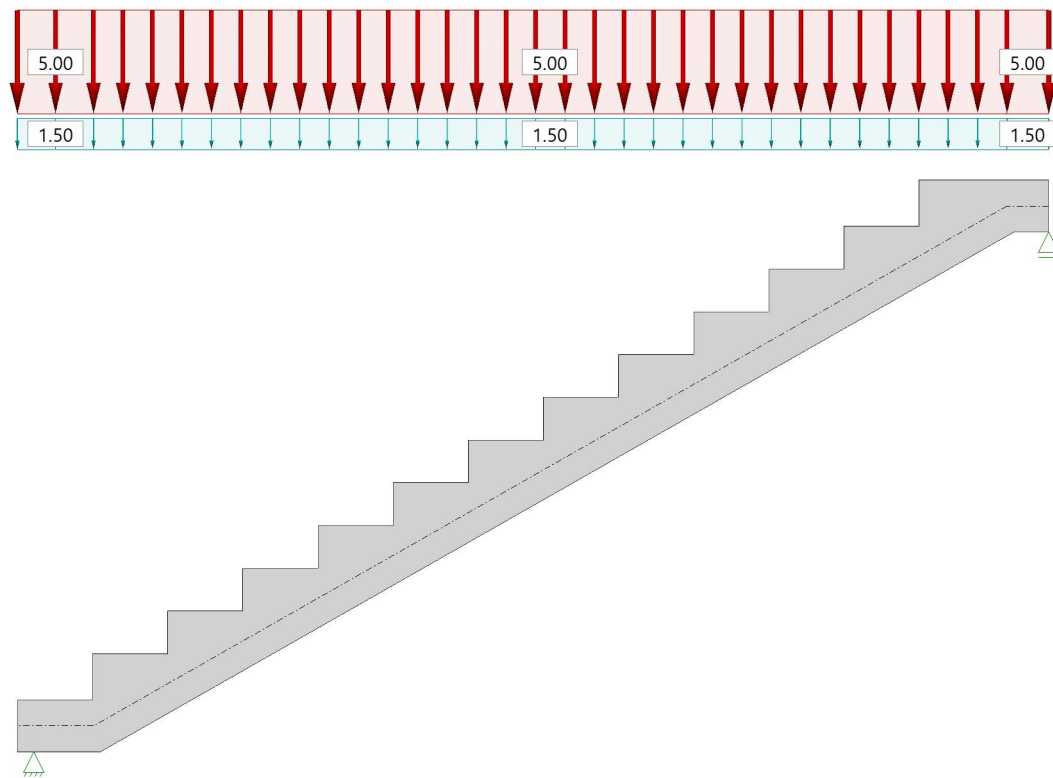
**System**

**Systemgrafik**





## Belastungsgrafik



## Geometrie

|                                              |               |                |
|----------------------------------------------|---------------|----------------|
| Rfb Podest oben - Rfb Podest unten           | $H_1 =$       | 200.6 cm       |
| Länge vom 1. bis zum letzten Antritt         | $L_1 =$       | 319.0 cm       |
| Länge unteres Podest bis VK Auflager         | $L_2 =$       | 29.0 cm        |
| Länge oberes Podest bis VK Auflager          | $L_3 =$       | 50.0 cm        |
| Laufbreite                                   | $B_1 =$       | 150.0 cm       |
| Belagbreite                                  | $B_2 =$       | 150.0 cm       |
| Verkehrslastbreite                           | $B_3 =$       | 130.0 cm       |
| Anzahl der Steigungen                        | $n_s =$       | 12             |
| Antrittshöhe unten                           | $H_u =$       | 17.8 cm        |
| Antrittshöhe oben                            | $H_o =$       | 17.8 cm        |
| Treppenstufen                                | $H_s / L_s =$ | 16.5 / 29.0 cm |
| Unterschneidung                              | $u =$         | 0.0 cm         |
| Treppenlaufdicke                             | $D_1 =$       | 20.0 cm        |
| Dicke unteres Podest                         | $D_2 =$       | 20.0 cm        |
| Dicke oberes Podest                          | $D_3 =$       | 20.0 cm        |
| Länge der Laufuntersicht im Grundriß         | $L_4 =$       | 352.6 cm       |
| Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten  | $L_5 =$       | 3.0 cm         |
| Abstand des unteren Auflagers zum Podestende | $L_{16} =$    | 6.3 cm         |
| Abstand des oberen Auflagers zum Podestende  | $L_{17} =$    | 0.0 cm         |

## Lagerung

unten: gelenkig ohne Konsole  
oben: gelenkig ohne Konsole

**Auflager**

| Ort<br>[-] | horizontal<br>[kN/m] | vertikal<br>[kN/m] | drehend<br>[kNm/rad] |
|------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| links      | starr                | starr              | frei                 |
| rechts     | frei                 | starr              | frei                 |

**Dauerhaftigkeit****Anforderungen Dauerhaftigkeit**

|                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Betonangriff          | X0                                   |
| Bewehrungskorrosion   | XC1                                  |
| Mindestbetonklasse    | C 16/20                              |
| Längsbewehrung        | $d_{s,l} = 10 \text{ mm}$            |
| Vorhaltemaß           | $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$     |
| Längsbewehrung        | $c_{min,l} = 10 \text{ mm} \quad *5$ |
| Betondeckung          | $c_{nom,l} = 20 \text{ mm}$          |
| Verlegemaß Bügel      | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$            |
| zul. Rissbreite       | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$          |
| *5: Verbund maßgebend |                                      |

**Lasten****Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte**

| Einwirkungsgruppe            | $\gamma_G$ | $\gamma_Q$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|------------------------------|------------|------------|----------|----------|----------|
| Kat. C: Versammlungsbereiche | 1,35       | 1,5        | 0,7      | 0,7      | 0,6      |

**Belastung**

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-] | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |

**Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)**

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-]   | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Eigengewicht | 5.00                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.50                        | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Eigengewicht | 7.82                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 9.32                        | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Eigengewicht | 5.00                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.50                        | 5.00                        |

Das Eigengewicht ist mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Norm, Materialien und Bewehrungslage**

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

|            |              |                        |              |                         |
|------------|--------------|------------------------|--------------|-------------------------|
| Baustoffe: | Beton        | C25/30                 | Betonstahl   | B500A                   |
|            | $\gamma_c =$ | 1.50                   | $\gamma_s =$ | 1.15                    |
|            | $f_{ck} =$   | 25.0 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yk} =$   | 500.0 N/mm <sup>2</sup> |
|            | $f_{cd} =$   | 14.2 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yd} =$   | 434.8 N/mm <sup>2</sup> |

**Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)**

|           | unteres Podest<br>(davon Kragarm) | Treppenlauf                                                                             | oberes Podest |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Abmessung | 0.29 m<br>(0.06 m)                | 3.53 m (L <sub>hor</sub> )<br>2.01 m (L <sub>vert</sub> )<br>4.06 m (L <sub>ges</sub> ) | 0.16 m        |

Bewehrungslage unten  $d_1 = 3.0 \text{ cm}$ Bewehrungslage oben  $d_2 = 3.0 \text{ cm}$ **Ergebnisse Treppe****Biegebemessung**

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

**Biegebewehrung**

| Ort<br>[-]                                           | h<br>[cm] | M <sub>Ed</sub><br>[kNm/m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN/m] | erf. a <sub>su</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. a <sub>so</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m] | Info<br>[-] |
|------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|
| unteres Podest rechts vom Auflager, untere Bewehrung | 20.0      | 7.98                       | 0.0                       | 2.2                                          | 0.0                                          | *)          |
| Treppenlauf, untere Bewehrung                        | 20.0      | 36.48                      | 0.3                       | 4.9                                          | 0.0                                          | #)          |
| oberes Podest, untere Bewehrung                      | 20.0      | 5.70                       | 0.0                       | 2.2                                          | 0.0                                          | *)          |
| unteres Podest links vom Auflager, obere Bewehrung   | 20.0      | -0.03                      | 0.0                       | 0.0                                          | 2.2                                          | *)          |
| unteres Podest rechts vom Auflager, obere Bewehrung  | 20.0      | -0.03                      | 0.0                       | 0.0                                          | 2.2                                          | *)          |

\*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

#)  $H_u > H_s$ , die statische Höhe des Treppenlaufes wurde im Bereich der Einkerbung reduziert**vorh. Bewehrung**untere Bewehrung 11 Ø 10 / 14.0 cm  
vorh. a<sub>su</sub> = 5.76 cm<sup>2</sup>/m

(Programmvorschlag für Anzahl Ø)

obere Bewehrung 8 Ø 8 / 20.0 cm  
vorh. a<sub>so</sub> = 2.68 cm<sup>2</sup>/m

(Anzahl Ø vom Anwender gewählt)

Hinweis: vorh. a<sub>s</sub> (bezogene Bewehrung) = vorh. A<sub>s</sub> (absolute Bewehrung) / B<sub>1</sub> (Laufbreite).**Schubbemessung****Schubbewehrung B500A**

| Ort<br>[-]                           | V <sub>Ed</sub><br>[kN/m] | N <sub>Ed</sub><br>[kN/m] | k <sub>z</sub><br>[-] | θ<br>[Grad] | a <sub>sL</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m] | V <sub>Rd,c</sub><br>[kN/m] | V <sub>Rd,max</sub><br>[kN/m] | erf. a <sub>sBü</sub><br>[cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] | Info<br>[-] |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------|
| unteres Podest links                 | 0.0                       | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 0.0                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| unteres Podest links neben Auflager  | -1.0                      | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 2.2                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| unteres Podest rechts neben Auflager | 36.5                      | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 2.2                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| unteres Podest rechts                | 33.0                      | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 2.2                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| Treppenlauf links                    | 28.7                      | -16.3                     | 0.75                  | 18.4        | 2.1                                     | 80.2                        | 378.4                         | 0.0                                                         | #)          |
| Treppenlauf rechts                   | -29.8                     | 16.9                      | 0.76                  | 18.4        | 2.3                                     | 82.4                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| oberes Podest links                  | -34.3                     | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 2.2                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |
| oberes Podest rechts                 | -36.7                     | 0.0                       | 0.76                  | 18.4        | 0.0                                     | 84.1                        | 414.4                         | 0.0                                                         |             |

#)  $H_u > H_s$ , die statische Höhe an diesem Schnitt wurde reduziert**Rissbreitennachweis**

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

**Rissbreitenbegrenzung Treppe:**

| Ort<br>[-]                              | h<br>[cm] | M <sub>Ed</sub><br>[kNm] | N <sub>Ed</sub><br>[kN] | vorh. A <sub>su</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | vorh. A <sub>so</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | UWK<br>[-] | d <sub>s,vorh</sub><br>[mm] | d <sub>s,Grenz</sub><br>[mm] | vorh. w<br>[mm] | zul. w<br>[mm] |
|-----------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|
| Treppenlauf, untere Seite               | 20.0      | 34.17                    | 0.3                     | 8.6                                         | 0.0                                         | XC1        | 10                          | 19                           | 0.21            | 0.40           |
| unt. Podest re. vom Auflager, ob. Seite | 20.0      | -0.03                    | 0.0                     | 0.0                                         | 4.0                                         | XC1        | 8                           | 100                          | 0.00            | 0.40           |

**Verformung**Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ( $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ ).

max. f = 0.2 cm (im Treppenlauf bei x = 2.03 m)

Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der x-Wert bezieht sich auf den Bauteilanzug (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.

### Auflagerkräfte

#### Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft  
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

#### Auflagerkräfte je m Treppenbreite

|                                  | $A_v$<br>[kN/m] | $A_h$<br>[kN/m] | $B_v$<br>[kN/m] | $B_h$<br>[kN/m] |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b><math>\gamma = 1.0</math></b> |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 26.8            | 0.0             | 26.3            | 0.0             |
| aus g                            | 18.0            | 0.0             | 17.8            | 0.0             |
| aus q                            | 8.8             | 0.0             | 8.5             | 0.0             |
| <b><math>\gamma</math>-fach</b>  |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 37.5            | 0.0             | 36.7            | 0.0             |
| aus g                            | 24.3            | 0.0             | 24.0            | 0.0             |
| aus q                            | 13.1            | 0.0             | 12.7            | 0.0             |

#### Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag)  $G_k$  beträgt 44.7 kN

#### Schnittkrafttabelle (Bemessungs LK)

Die Schnittkräfte und die Bewehrung beziehen sich auf einem Meter Treppenlaufbreite.

#### unt. Podest links vom Auflager (Kragarm) ( $h = 20.0$ cm)

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 0.0                | 0.0                | 0.00                | -          | 0.0                                   | 0.0                                   |
| 1          | 0.03               | -0.5               | 0.0                | -0.01               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |
| 2          | 0.06               | -1.0               | 0.0                | -0.03               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

#### unt. Podest rechts vom Auflager ( $h = 20.0$ cm)

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 36.5               | 0.0                | -0.03               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.2*)                                 |
| 1          | 0.12               | 34.7               | 0.0                | 4.08                | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.23               | 33.0               | 0.0                | 7.98                | $\infty$   | 2.2*)                                 | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

#### Treppenlauf ( $H_u > H_s$ , h wird im Bereich der Einkerbung reduziert)

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | h<br>[cm] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 28.7               | -16.3              | 7.98                | 18.9      | -2.45      | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 1          | 0.14               | 26.6               | -15.1              | 11.98               | 20.0      | -3.96      | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.29               | 24.5               | -13.9              | 15.68               | 20.0      | -5.63      | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 3          | 0.43               | 22.4               | -12.7              | 19.08               | 20.0      | -7.48      | 2.4                                   | 0.0                                   |
| 4          | 0.58               | 20.3               | -11.6              | 22.17               | 20.0      | -9.59      | 2.8                                   | 0.0                                   |
| 5          | 0.72               | 18.2               | -10.4              | 24.97               | 20.0      | -12.04     | 3.2                                   | 0.0                                   |
| 6          | 0.87               | 16.1               | -9.2               | 27.46               | 20.0      | -14.95     | 3.6                                   | 0.0                                   |
| 7          | 1.01               | 14.1               | -8.0               | 29.64               | 20.0      | -18.54     | 3.9                                   | 0.0                                   |
| 8          | 1.16               | 12.0               | -6.8               | 31.53               | 20.0      | -23.16     | 4.2                                   | 0.0                                   |
| 9          | 1.30               | 9.9                | -5.6               | 33.11               | 20.0      | -29.46     | 4.4                                   | 0.0                                   |
| 10         | 1.45               | 7.8                | -4.4               | 34.39               | 20.0      | -38.80     | 4.6                                   | 0.0                                   |
| 11         | 1.59               | 5.7                | -3.2               | 35.37               | 20.0      | -54.51     | 4.7                                   | 0.0                                   |
| 12         | 1.74               | 3.6                | -2.1               | 36.04               | 20.0      | -87.64     | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 13         | 1.88               | 1.5                | -0.9               | 36.41               | 20.0      | -209.64    | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 14         | 2.03               | -0.6               | 0.3                | 36.48               | 20.0      | 571.20     | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 15         | 2.17               | -2.6               | 1.5                | 36.25               | 20.0      | 120.26     | 4.9                                   | 0.0                                   |

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | $h$<br>[cm] | $e/h$<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 16         | 2.32               | -4.7               | 2.7                | 35.72               | 20.0        | 66.26        | 4.9                                   | 0.0                                   |
| 17         | 2.46               | -6.8               | 3.9                | 34.88               | 20.0        | 44.91        | 4.8                                   | 0.0                                   |
| 18         | 2.61               | -8.9               | 5.1                | 33.74               | 20.0        | 33.27        | 4.6                                   | 0.0                                   |
| 19         | 2.75               | -11.0              | 6.3                | 32.30               | 20.0        | 25.80        | 4.4                                   | 0.0                                   |
| 20         | 2.90               | -13.1              | 7.4                | 30.55               | 20.0        | 20.51        | 4.2                                   | 0.0                                   |
| 21         | 3.04               | -15.2              | 8.6                | 28.50               | 20.0        | 16.51        | 3.9                                   | 0.0                                   |
| 22         | 3.19               | -17.3              | 9.8                | 26.15               | 20.0        | 13.31        | 3.6                                   | 0.0                                   |
| 23         | 3.33               | -19.4              | 11.0               | 23.50               | 20.0        | 10.67        | 3.3                                   | 0.0                                   |
| 24         | 3.48               | -21.4              | 12.2               | 20.55               | 20.0        | 8.42         | 2.9                                   | 0.0                                   |
| 25         | 3.62               | -23.5              | 13.4               | 17.29               | 20.0        | 6.46         | 2.5                                   | 0.0                                   |
| 26         | 3.77               | -25.6              | 14.6               | 13.73               | 20.0        | 4.71         | 2.3*)                                 | 0.0                                   |
| 27         | 3.91               | -27.7              | 15.8               | 9.87                | 20.0        | 3.13         | 2.3*)                                 | 0.0                                   |
| 28         | 4.06               | -29.8              | 16.9               | 5.70                | 20.0        | 1.68         | 2.3*)                                 | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**oberes Podest (h = 20.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | $e/h$<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | -34.3              | 0.0                | 5.70                | $\infty$     | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 1          | 0.08               | -35.5              | 0.0                | 2.90                | $\infty$     | 2.2*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.16               | -36.7              | 0.0                | 0.00                | -            | 0.0                                   | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**Position: B.2.13.1 - Auflager Stahlwinkel -**Nachweis Z- Winkel als Auflager für die Treppe

**gew.:**            **t = 12 mm, S235**  
                      **L= Treppenlänge**

Auflagerlast:

Pos. B.2.13      gk = 17,70 kN/m  
                      qk = 8,50 kN/m

Biegebemessung:

$$F_{Ed} = 1,35 * 17,7 \text{ kN} + 1,50 * 8,5 \text{ kN} = 37,0 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 37 \text{ kN} * 10 \text{ cm} = 370 \text{ kNcm/m}$$

$$W_{y,erf} = 370 \text{ kNcm} / 21,4 = 17,29 \text{ cm}^3$$

$$W_{y,vorh} = (100 \text{ cm} * 1,2 \text{ cm}^2) / 6 = 24 \text{ cm}^3$$

|                   |
|-------------------|
| $\eta = 0,72 < 1$ |
|-------------------|

Nachweis der Bolzen

Im Abstand  $e \leq 50 \text{ cm}$

$$F_{Ed} = 37 \text{ kN/m} * 0,50 \text{ m} = 18,5 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 18,5 \text{ kN} * 17,5 \text{ cm} = 324 \text{ kNcm}$$

$$F_{ax, Ed} = 324 \text{ kNcm} / 20 \text{ cm} = 16,2 \text{ kN}$$

→ Nachweis erfolgt mittels Softwareprogramm von Fischer, s. ff. Seiten

**Position: B.2.13.1 - Bolzen Nachweis -**

**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



[www.fischer.de](http://www.fischer.de)

**Bemessungsgrundlagen****Anker**

Ankersystem  
Anker

fischer Bolzenanker FAZ II Plus  
Bolzenanker FAZ II Plus 12/50,  
galvanisch verzinkter Stahl  
80,00 mm



Rechnerische  
Verankerungstiefe  
Bemessungsdaten

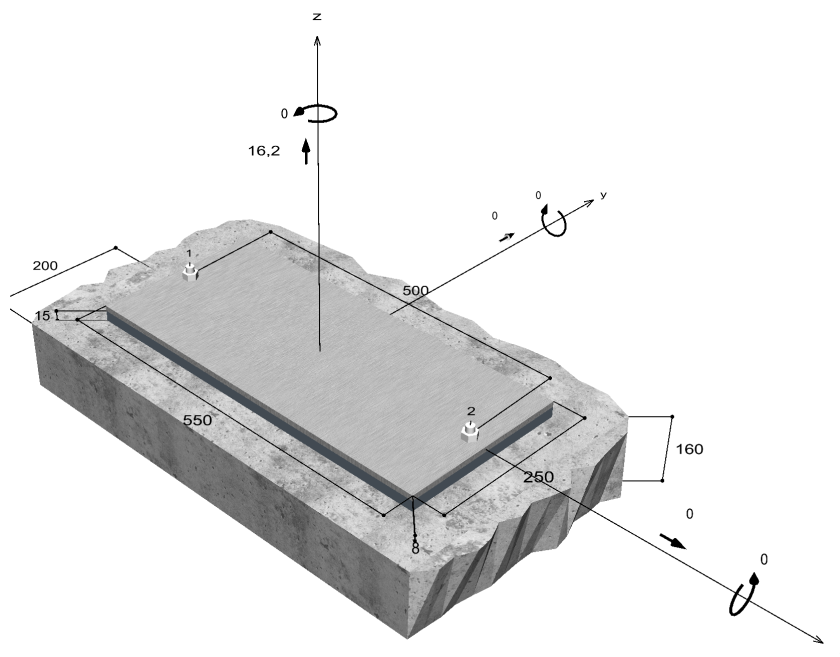
Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer  
Bewertung ETA-19/0520, Option 1,  
Erteilungsdatum 24.05.2023

**Geometrie / Lasten / Maßeinheiten**

mm, kN, kNm

**Bemessungswert der Einwirkungen**

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu



**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



### Eingabedaten

|                      |                                                                      |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsverfahren  | EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente                      |
| Verankerungsgrund    | C20/25, EN 206                                                       |
| Betonzustand         | Gerissen, Trockenes Bohrloch                                         |
| Bewehrung            | Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung |
| Bohrverfahren        | Hammerbohren                                                         |
| Montageart           | Durchsteckmontage                                                    |
| Ringspalt            | gemäß Benutzereingabe                                                |
| Belastungsart        | Statisch oder quasi-statisch                                         |
| Ankerplattenposition | Ankerplatte mit nicht tragender Ausgleichsschicht, g = 15 mm         |
| Ankerplattenmaße     | Mörteldruckfestigkeit: 30,0 N/mm <sup>2</sup>                        |
| Profiltyp            | 550 mm x 250 mm x 8 mm<br>Kein Profil                                |

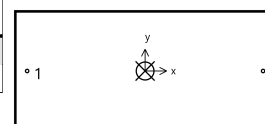
### Bemessungslasten \*)

| # | N <sub>Ed</sub><br>kN | V <sub>Ed,x</sub><br>kN | V <sub>Ed,y</sub><br>kN | M <sub>Ed,x</sub><br>kNm | M <sub>Ed,y</sub><br>kNm | M <sub>T,Ed</sub><br>kNm | Belastungsart                |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1 | 16,20                 | 0,00                    | 0,00                    | 0,00                     | 0,00                     | 0,00                     | Statisch oder quasi-statisch |

\*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

### Resultierende Ankerkräfte

| Anker-Nr. | Zugkraft<br>kN | Querkraft<br>kN | Querkraft x<br>kN | Querkraft y<br>kN |
|-----------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1         | 8,10           | 0,00            | 0,00              | 0,00              |
| 2         | 8,10           | 0,00            | 0,00              | 0,00              |



Max. Betonstauchung : 0,00 ‰  
Max. Betondruckspannung : 0 N/mm<sup>2</sup>  
Resultierende Zugkraft : 16,2 kN , X/Y Position ( 0 / 0 )  
Resultierende Druckkraft : 0 kN , X/Y Position ( 0 / 0 )

### Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

| Nachweis        | Last<br>kN | Tragfähigkeit<br>kN | Ausnutzung β <sub>N</sub><br>% |
|-----------------|------------|---------------------|--------------------------------|
| Stahlversagen * | 8,1        | 35,2                | 23,0                           |
| Herausziehen *  | 8,1        | 13,3                | 60,7                           |
| Betonausbruch   | 8,1        | 16,4                | 49,3                           |

\* Ungünstigster Anker



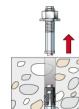


**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



### Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$

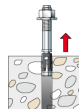


| $N_{Rk,s}$<br>kN | $\gamma_{Ms}$ | $N_{Rd,s}$<br>kN | $N_{Ed}$<br>kN | $\beta_{N,s}$<br>% |
|------------------|---------------|------------------|----------------|--------------------|
| 49,3             | 1,40          | 35,2             | 8,1            | 23,0               |

| Anker-Nr. | $\beta_{N,s}$<br>% | Gruppe Nr. | Maßgebendes<br>Beta |
|-----------|--------------------|------------|---------------------|
| 1         | 23,0               | 1          | $\beta_{N,s;1}$     |
| 2         | 23,0               | 2          | $\beta_{N,s;2}$     |

### Herausziehen

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



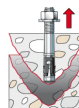
| $N_{Rk,p}$<br>kN | $\Psi_c$ | $\gamma_{Mp}$ | $N_{Rd,p}$<br>kN | $N_{Ed}$<br>kN | $\beta_{N,p}$<br>% |
|------------------|----------|---------------|------------------|----------------|--------------------|
| 20               | 1,000    | 1,50          | 13,3             | 8,1            | 60,7               |

Der Psi,c-Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

| Anker-Nr. | $\beta_{N,p}$<br>% | Gruppe Nr. | Maßgebendes<br>Beta |
|-----------|--------------------|------------|---------------------|
| 1, 2      | 60,7               | 1          | $\beta_{N,p;1}$     |

### Betonausbruch

$$N_{Ed} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 24,64kN \cdot \frac{57.600mm^2}{57.600mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 24,64kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{20,0N/mm^2} \cdot (80mm)^{1,5} = 24,64kN \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{200mm}{120mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$



**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{240mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{240mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.7)}$$

| $N_{Rk,c}$<br>kN | $\gamma_{Mc}$ | $N_{Rd,c}$<br>kN | $N_{Ed}$<br>kN | $\beta_{N,c}$<br>% |
|------------------|---------------|------------------|----------------|--------------------|
| 24,6             | 1,50          | 16,4             | 8,1            | 49,3               |

| Anker-Nr. | $\beta_{N,c}$<br>% | Gruppe Nr. | Maßgebendes<br>Beta |
|-----------|--------------------|------------|---------------------|
| 1         | 49,3               | 1          | $\beta_{N,c;1}$     |
| 2         | 49,3               | 2          | $\beta_{N,c;2}$     |

## Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastrung

$$\beta_N = \beta_{N,p;1} = 0,61 \leq 1$$



**Nachweis erfolgreich**

## Angaben zur Ankerplatte

### Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

$t = 8 \text{ mm}$

Profiltyp

Kein Profil

## Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.

Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.

Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

## Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einbaufeldspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das

Die Eingabewerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen. Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung. Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.



**C-FIX 1.132.0.0**  
Datenbankversion  
2025.8.22.8.25  
Datum  
16.03.2026



## Angaben zur Montage

### Anker

Ankersystem  
Anker

**fischer Bolzenanker FAZ II Plus**  
Bolzenanker FAZ II Plus 12/50,  
galvanisch verzinkter Stahl

Art.-Nr. 564589



Zubehör

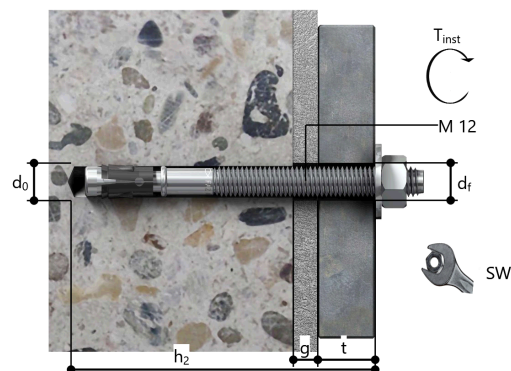
Handausbläser Groß ABG  
SDS Plus-V II 12/160/210

Art.-Nr. 567792  
Art.-Nr. 531804

### Montagedetails

Gewindegröße  
Bohrlochdurchmesser  
Bohrlochtiefe  
Rechnerische  
Verankerungstiefe  
Einbautiefe  
Bohrverfahren  
Bohrlochreinigung

M 12  
 $d_0 = 12 \text{ mm}$   
 $h_2 = 139 \text{ mm}$   
 $h_{\text{ef}} = 80,00 \text{ mm}$   
 $h_{\text{nom}} = 94 \text{ mm}$   
Hammerbohren  
Bohrloch mit Handausbläser  
ausblasen.  
Die Montageanleitung sollte beachtet  
werden, wenn die Installation ohne  
Bohrlochreinigung erfolgt.  
Durchsteckmontage  
gemäß Benutzereingabe  
 $T_{\text{inst}} = 60,0 \text{ Nm}$   
19 mm  
 $t = 8 \text{ mm}$   
Dicke der Ausgleichsschicht  $g \leq 15 \text{ mm}$   
Gesamte Befestigungsdicke  $t_{\text{fix}} \leq 23 \text{ mm}$   
 $t_{\text{fix, max}} = 40 \text{ mm}$



### Ankerplattendetails

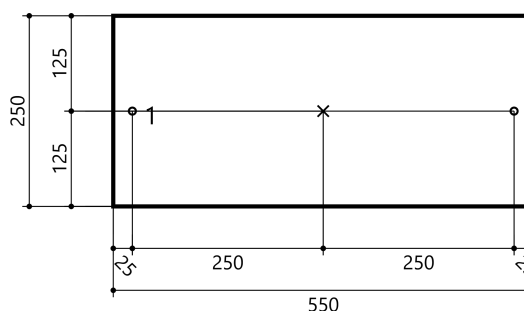
Material der Ankerplatte  
Ankerplattendicke  
Durchgangsloch im  
Anbauteil

Nicht verfügbar  
 $t = 8 \text{ mm}$   
 $d_f = 14 \text{ mm}$

### Anbauteil

Profiltyp

Kein Profil



### Ankerkoordinaten

| Anker-Nr. | x<br>mm | y<br>mm |
|-----------|---------|---------|
| 1         | -250    | 0       |
| 2         | 250     | 0       |

**Position: B.2.14 - Stb.-Podest -**

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2025 (FRIL0 R-2025-2/P07)

**System****Grundriss**

Maßstab 1 : 25

**Übersicht**

Plattendicke 20.0 [cm]  
 Bettungsmodul 0 [kN/m³]  
 Systempunkte 8  
 Stützen 6

**Material**

|                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Beton                            | C 25/30                       |
| E-Modul                          | 3100 [kN/cm²]                 |
| Querdehnzahl                     | 0.20                          |
| Spezifisches Gewicht             | 25 [kN/m³]                    |
| Temperaturausdehnungskoeffizient | 1.0e-05 [1/Grad]              |
| Bewehrungsstahl                  | B500A                         |
| Bewehrungslagen, oben            | d-1 : 3.1      d-2 : 4.5 [cm] |
| Bewehrungslagen, unten           | d-1 : 3.1      d-2 : 4.5 [cm] |

**Bemessung: Einstellungen**

Norm DIN EN 1992-1-1/NA:2015-12

**Global vorgegebene Längsbewehrung**

- Platte  
 oben as-1 : 1.88      as-2 : 1.88 [cm²/m]  
 unten as-1 : 1.88      as-2 : 1.88 [cm²/m]  
 - Unter-/Überzüge  
 oben 4.0 [cm²]  
 unten 4.0 [cm²]

**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte  
 Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung  
 eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN  
 - Unter-/Überzüge  
 Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung  
 eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit  
den  $k_z$ -Werten aus der Biegebemessung

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und  
der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

**Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge**

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]  
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

**FE-Eigenschaften**

FE-Netz

Viereck-Elemente  
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten 32

Anzahl der Elemente 21

Durchschnittliche Elementgröße 50 [cm]

Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0

Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN

Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

**Systempunkte**

| Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] | Punkt | x<br>[m] | y<br>[m] |
|-------|----------|----------|-------|----------|----------|
| 1     | 0.000    | 0.000    | 2     | 3.500    | 0.000    |
| 3     | 3.500    | 1.500    | 4     | 0.000    | 1.500    |
| 5     | 0.000    | 1.250    | 6     | 3.500    | 1.250    |
| 7     | 0.000    | 0.650    | 8     | 3.500    | 0.650    |

**Platte**

| Kante | Von<br>Punkt | Bis<br>Punkt | Radius<br>[m] | x-Mitte<br>[m] | y-Mitte<br>[m] |
|-------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| 1     | 1            | 2            |               |                |                |
| 2     | 2            | 3            |               |                |                |
| 3     | 3            | 4            |               |                |                |
| 4     | 4            | 1            |               |                |                |

**Stützen****Eigenschaften**

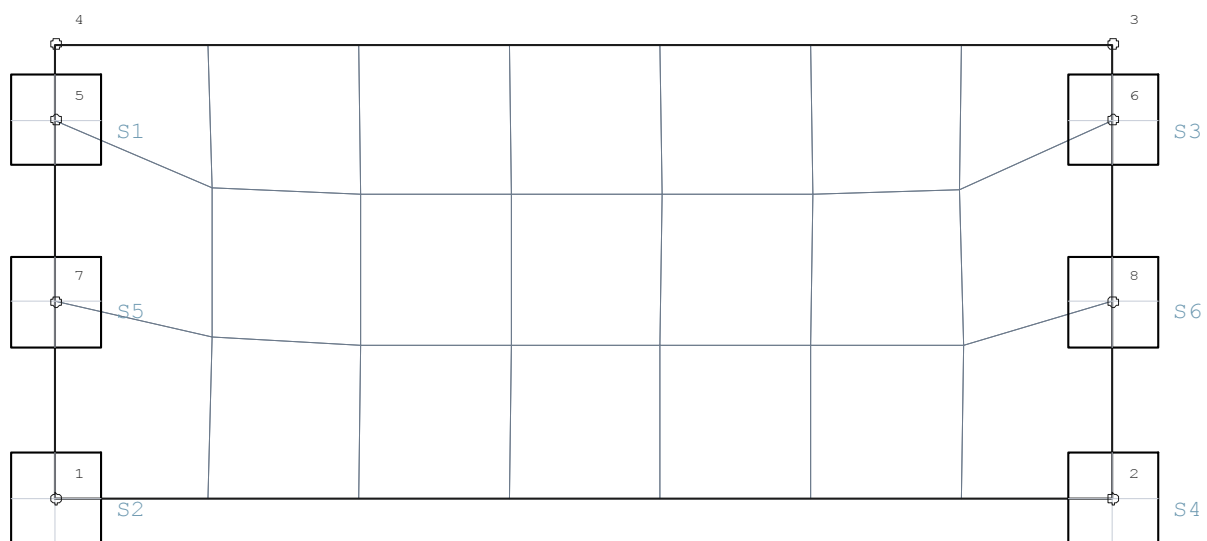
| Nummer | Punkt | Form     | b<br>[cm] | d<br>[cm] | bi<br>[cm] | di<br>[cm] | Material |
|--------|-------|----------|-----------|-----------|------------|------------|----------|
| 1      | 5     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |
| 2      | 1     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |
| 3      | 6     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |
| 4      | 2     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |
| 5      | 7     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |
| 6      | 8     | Rechteck | 30.0      | 30.0      |            |            | C 25/30  |

**Lagerbedingungen**

| Nummer | Zug-<br>feder-<br>Ausfall | Richtung 1<br>[Grad] | Verschiebung<br>Vertikal<br>[kN/m] | Verdrehung<br>Um Achse 1<br>[kNm/rad] | Verdrehung<br>Um Achse 2<br>[kNm/rad] |
|--------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |
| 2      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |
| 3      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |
| 4      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |
| 5      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |
| 6      | NEIN                      | 0.0                  | starr                              | frei                                  | frei                                  |

**System****Grundriss: FE-Netz - 32 Knoten 21 Elemente**

Maßstab 1 : 25

**Lastfall 1 "Ständige Lasten"****Übersicht**

|                                                                                 |         |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Art                                                                             | ständig |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | JA      |
| Einwirkung                                                                      | ständig |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.35    |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50    |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15    |
| Lastpunkte                                                                      | 4       |
| Punktlasten                                                                     | 0       |
| Linienlasten                                                                    | 1       |
| Flächenlasten                                                                   | 1       |
| Temperaturlasten                                                                | 0       |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 71 [kN] |
| Anteil auf der Platte                                                           |         |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen                    | 26 [kN] |
| Summe aller Lasten                                                              | 97 [kN] |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 97 [kN] |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 1 "Ständige Lasten"****Linienlasten****Geometrie**

| Nummer | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 1      | 1         | 2         |            |             |             |

**Lastwerte**

| Nummer | Kraft Anfang [kN/m] | Kraft Ende [kN/m] | Moment Anfang [kNm/m] | Moment Ende [kNm/m] |
|--------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| 1      | 18.00               | 18.00             | 0.00                  | 0.00                |

**Vertikale Lastsummen**

| Nummer | Gesamt [kN] | Auf Platte [kN] |
|--------|-------------|-----------------|
| 1      | 63.00       | 63.00           |
| Gesamt | 63.00       | 63.00           |

**Lastfall 1 "Ständige Lasten"****Flächenlasten****Geometrie**

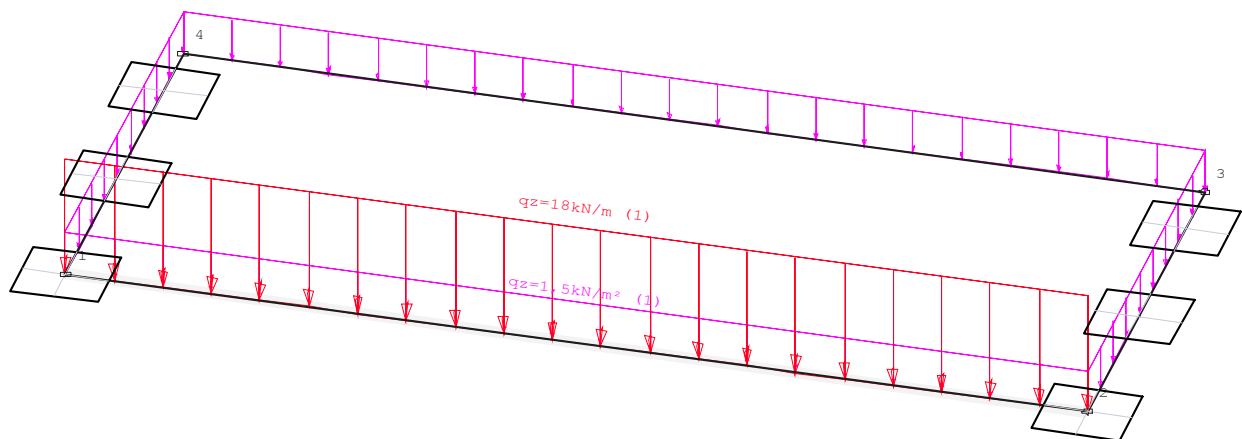
| Nummer | Lastwert [kN/m²] | Kante | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|------------------|-------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 1      | 1.50             | 1     | 1         | 2         |            |             |             |
|        |                  | 2     | 2         | 3         |            |             |             |
|        |                  | 3     | 3         | 4         |            |             |             |
|        |                  | 4     | 4         | 1         |            |             |             |

**Lastsummen**

| Nummer | Gesamt [kN] | Auf Platte [kN] |
|--------|-------------|-----------------|
| 1      | 7.87        | 7.87            |
| Gesamt | 7.87        | 7.87            |

**Lastfall 1 "Ständige Lasten"****Lasten**

Maßstab 1 : 25





**Lastfall 1 "Ständige Lasten"****Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - Summe: 97.1 [kN]**

Charakteristische Werte (1-fach)

Maßstab 1 : 25

**Lastfall 2 "Veränderliche Lasten Podest"****Übersicht**

|                                                                                 |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Art                                                                             | nicht ständig                |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN                         |
| Einwirkung                                                                      | Kat. C: Versammlungsbereiche |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50                         |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50                         |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15                         |
| Lastpunkte                                                                      | 4                            |
| Punktlasten                                                                     | 0                            |
| Linienlasten                                                                    | 0                            |
| Flächenlasten                                                                   | 1                            |
| Temperaturlasten                                                                | 0                            |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 26 [kN]                      |
| Anteil auf der Platte                                                           |                              |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 26 [kN]                      |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
 Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 2 "Veränderliche Lasten Podest"****Flächenlasten****Geometrie**

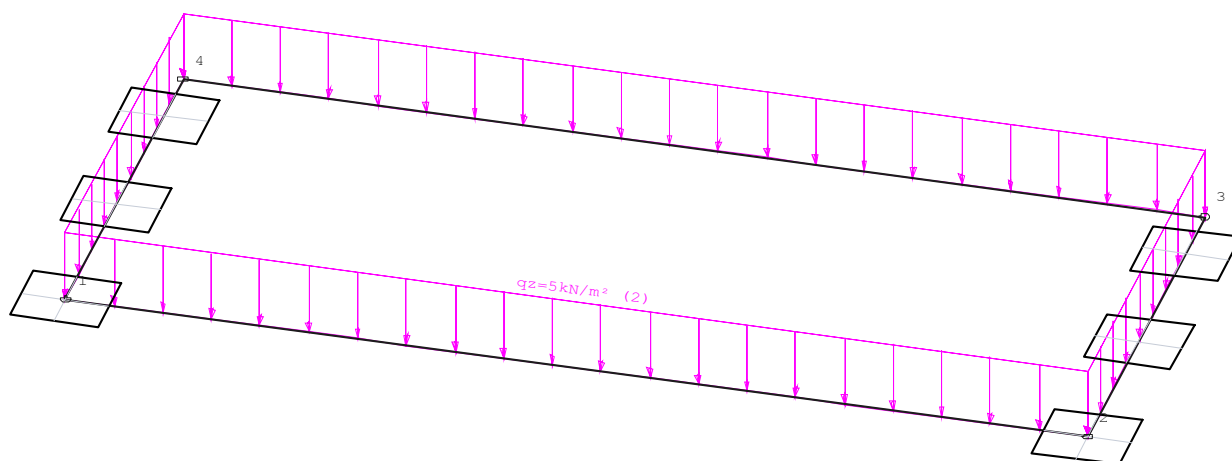
| Nummer | Lastwert [kN/m²] | Kante | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|------------------|-------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 2      | 5.00             | 1     | 1         | 2         |            |             |             |
|        |                  | 2     | 2         | 3         |            |             |             |
|        |                  | 3     | 3         | 4         |            |             |             |
|        |                  | 4     | 4         | 1         |            |             |             |

**Lastsummen**

|  | Nummer | Gesamt<br>[kN] | Auf Platte<br>[kN] |
|--|--------|----------------|--------------------|
|  | 2      | 26.25          | 26.25              |
|  | Gesamt | 26.25          | 26.25              |

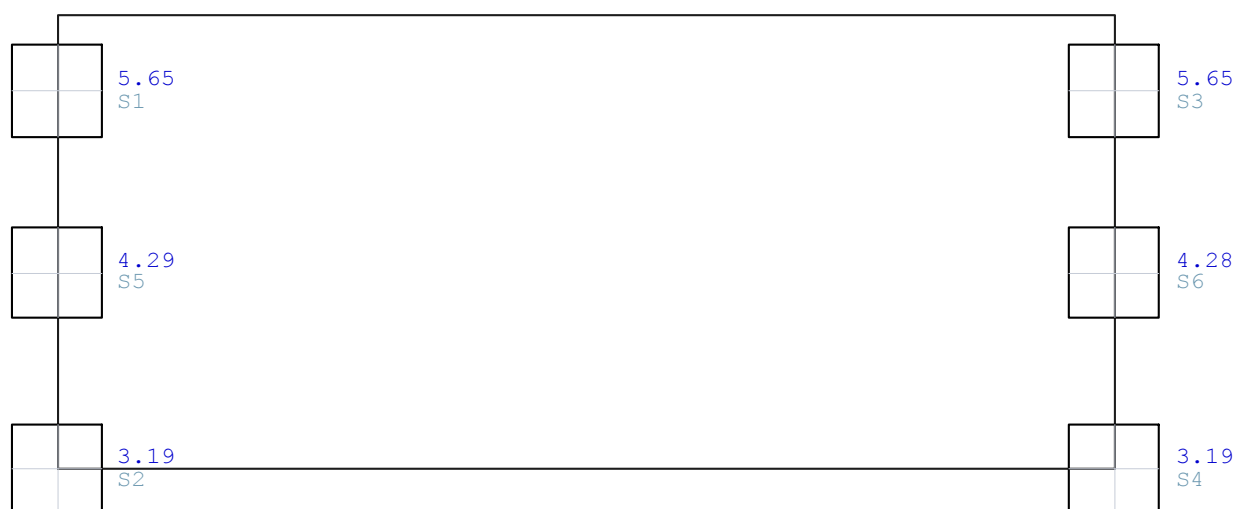
**Lastfall 2 "Veränderliche Lasten Podest"**
**Lasten**

Maßstab 1 : 25


**Lastfall 2 "Veränderliche Lasten Podest"**
**Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - Summe: 26.2 [kN]**

Charakteristische Werte (1-fach)

Maßstab 1 : 25



**Lastfall 3 "Veränderliche Lasten Treppe"****Übersicht**

|                                                                                 |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Art                                                                             | nicht ständig                |
| Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt | NEIN                         |
| Einwirkung                                                                      | Kat. C: Versammlungsbereiche |
| Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung                                               | 1.50                         |
| Teilsicherheitsbeiwert Beton                                                    | 1.50                         |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl                                                    | 1.15                         |
| Lastpunkte                                                                      | 2                            |
| Punktlasten                                                                     | 0                            |
| Linienlasten                                                                    | 1                            |
| Flächenlasten                                                                   | 0                            |
| Temperaturlasten                                                                | 0                            |
| Summe der eingegebenen Lasten                                                   | 31 [kN]                      |
| Anteil auf der Platte                                                           |                              |
| Summe der Auflagerkräfte                                                        | 31 [kN]                      |

**HINWEIS**

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.  
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

**Lastfall 3 "Veränderliche Lasten Treppe"****Linienlasten****Geometrie**

| Nummer | Von Punkt | Bis Punkt | Radius [m] | x-Mitte [m] | y-Mitte [m] |
|--------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| 2      | 1         | 2         |            |             |             |

**Lastwerte**

| Nummer | Kraft Anfang [kN/m] | Kraft Ende [kN/m] | Moment Anfang [kNm/m] | Moment Ende [kNm/m] |
|--------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| 2      | 8.80                | 8.80              | 0.00                  | 0.00                |

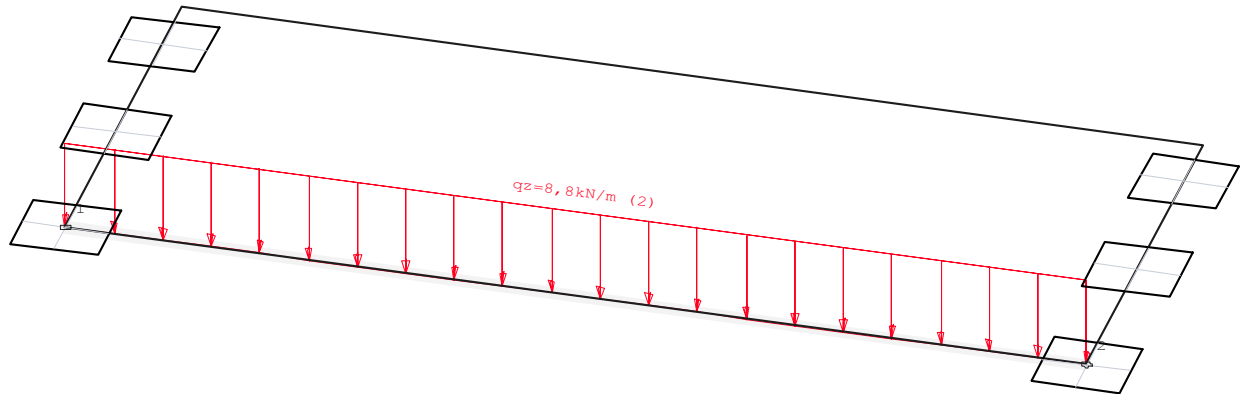
**Vertikale Lastsummen**

| Nummer | Gesamt [kN] | Auf Platte [kN] |
|--------|-------------|-----------------|
| 2      | 30.80       | 30.80           |
| Gesamt | 30.80       | 30.80           |

### Lastfall 3 "Veränderliche Lasten Treppe"

#### Lasten

Maßstab 1 : 25

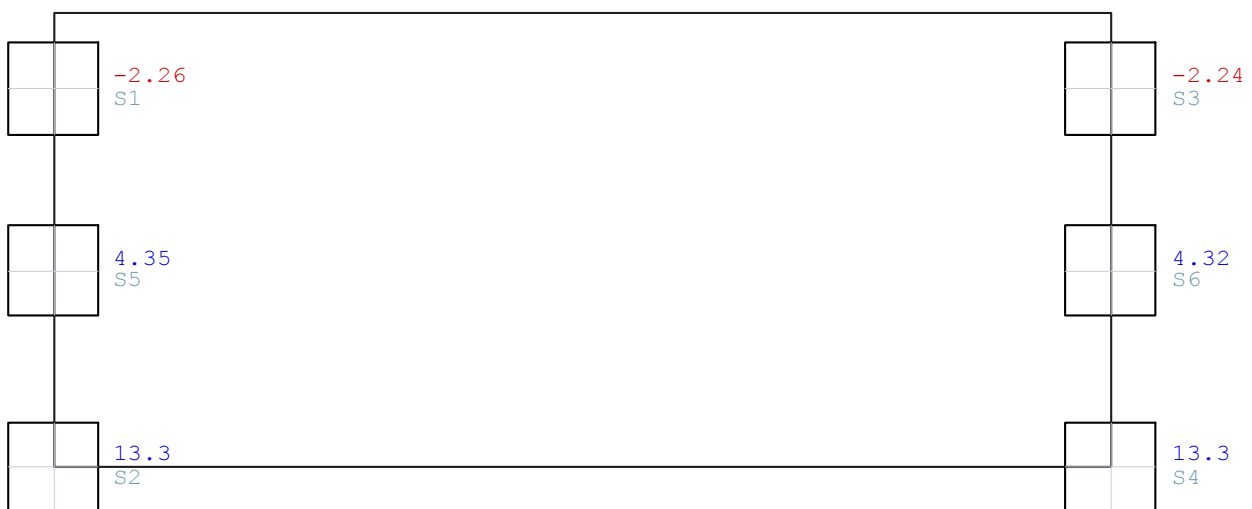


### Lastfall 3 "Veränderliche Lasten Treppe"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - Summe: 30.8 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

Maßstab 1 : 25



### Überlagerung 1 "Charakteristisch"

#### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

| Nummer | Lastfall           | Art           | Mit<br>Eigen-<br>gewicht | Einwirkung          |                              | Alter-<br>nativ-<br>gruppe |
|--------|--------------------|---------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|
|        |                    |               |                          | Kurz<br>Bezeichnung | Name                         |                            |
| 1      | Ständige Lasten    | ständig       | ja                       | g                   | ständig                      | -                          |
| 2      | Veränderliche L... | nicht ständig | nein                     | 3                   | Kat. C: Versammlungsbereiche | 0                          |
| 3      | Veränderliche L... | nicht ständig | nein                     | 3                   | Kat. C: Versammlungsbereiche | 0                          |

#### Beteiligte Einwirkungen

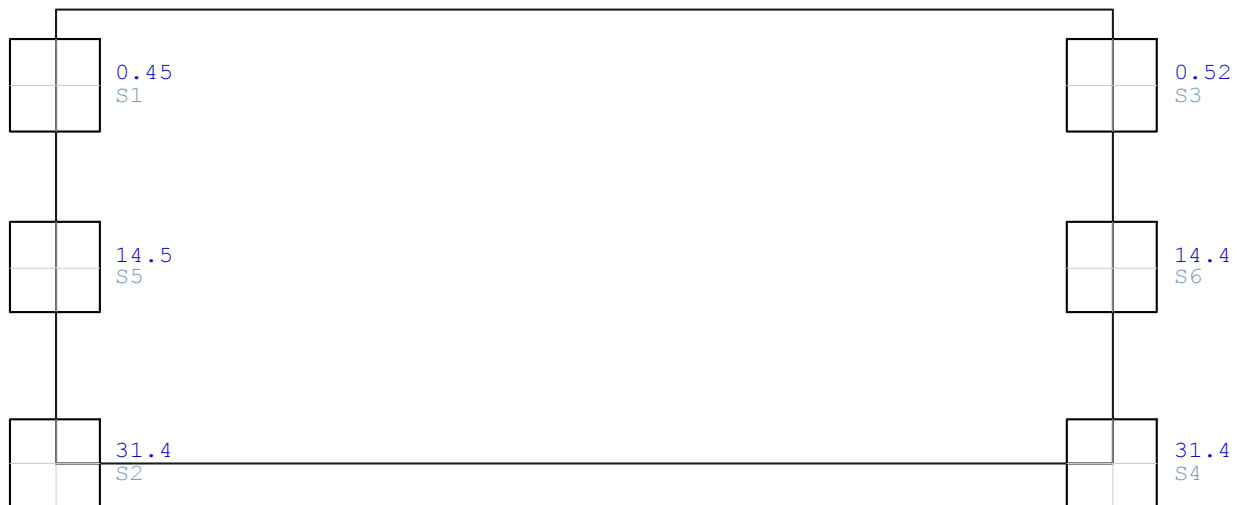
| Nummer | Kurz<br>Bezeichnung | Name                         | Art           |
|--------|---------------------|------------------------------|---------------|
| 1      | g                   | ständig                      | ständig       |
| 2      | 3                   | Kat. C: Versammlungsbereiche | nicht ständig |

**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX**

Maßstab 1 : 25

**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN**

Maßstab 1 : 25

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

| Nummer | Lastfall           | Art           | Mit Eigen-<br>gewicht | Einwirkung       |                              | Alternativ-<br>gruppe |
|--------|--------------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|
|        |                    |               |                       | Kurz Bezeichnung | Name                         |                       |
| 1      | Ständige Lasten    | ständig       | ja                    | g                | ständig                      | -                     |
| 2      | Veränderliche L... | nicht ständig | nein                  | 3                | Kat. C: Versammlungsbereiche | 0                     |
| 3      | Veränderliche L... | nicht ständig | nein                  | 3                | Kat. C: Versammlungsbereiche | 0                     |

**Beteiligte Einwirkungen**

| Nummer | Kurz Bezeichnung | Name                         | Art           | Teilsicherheit |      | Kombination |               |
|--------|------------------|------------------------------|---------------|----------------|------|-------------|---------------|
|        |                  |                              |               | sup            | inf  | leitend     | nicht leitend |
| 1      | g                | ständig                      | ständig       | 1.35           | 1.00 | 1.00        | 1.00          |
| 2      | 3                | Kat. C: Versammlungsbereiche | nicht ständig | 1.50           | 0.00 | 1.00        | 0.70          |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| Teilsicherheitsbeiwert Beton | 1.50 |
| Teilsicherheitsbeiwert Stahl | 1.15 |

**HINWEIS: Bemessungswerte**

Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

**HINWEIS: Kombinationsbeiwerte**

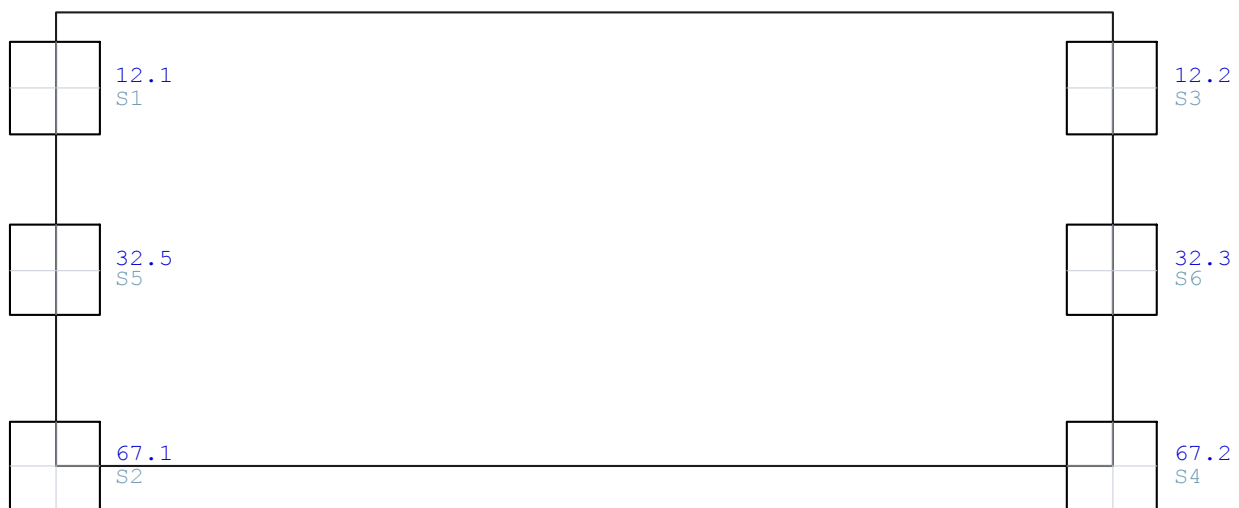
Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.

Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**
**Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX**

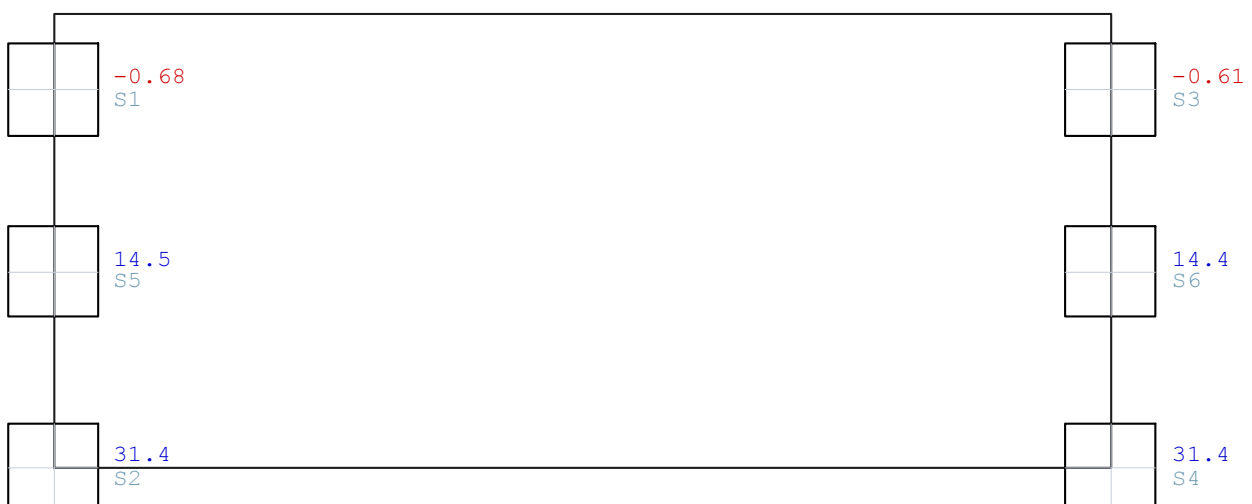
Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 25


**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**
**Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN**

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 25

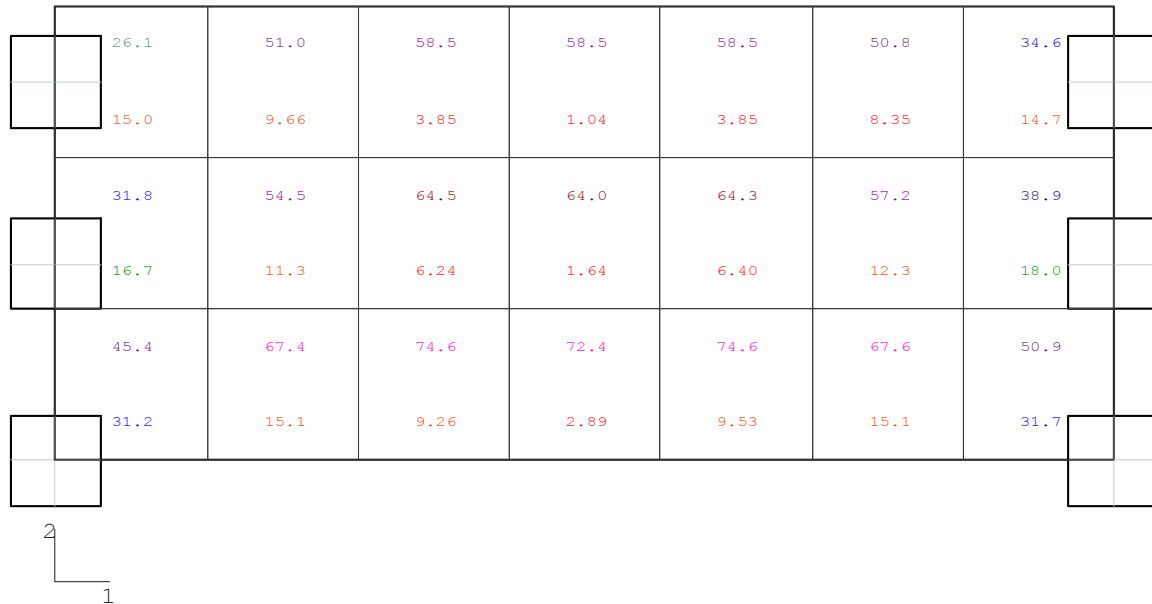


## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

**Bemessungsmomente, unten - mB-1, mB-2 [kNm/m]**

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 25

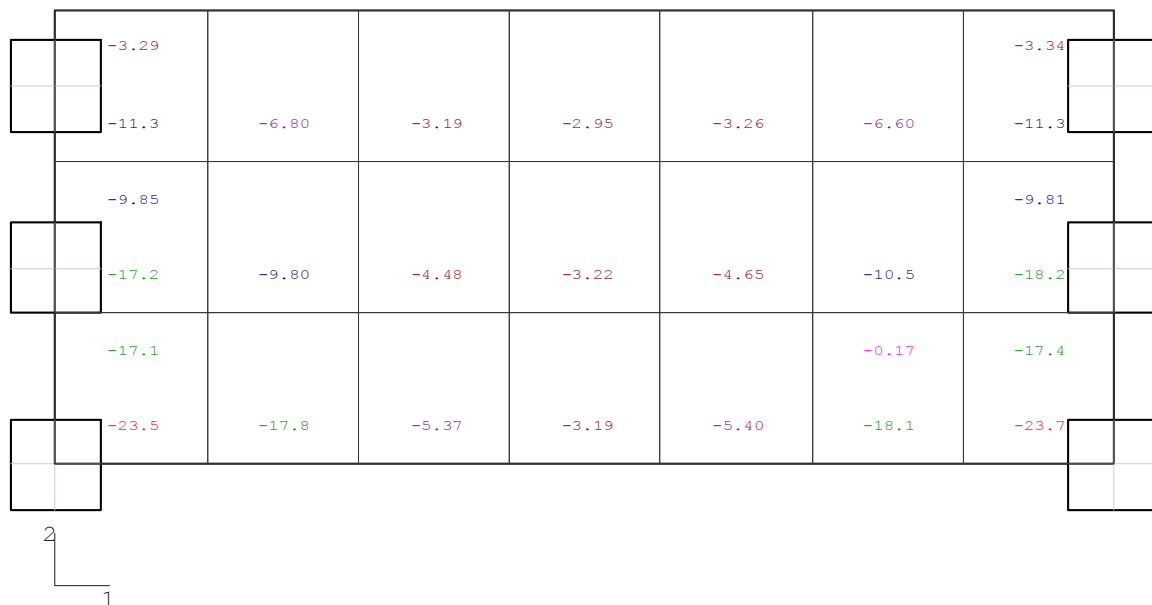


## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

**Bemessungsmomente, oben - mB-1, mB-2 [kNm/m]**

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 25



## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

**Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 25

|  |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 3.50 | 7.23 | 8.44 | 8.44 | 8.44 | 7.18 | 4.70 |
|  | 2.18 | 1.45 | 1.69 | 1.69 | 1.69 | 1.44 | 2.14 |
|  | 4.30 | 7.79 | 9.44 | 9.35 | 9.40 | 8.22 | 5.32 |
|  | 2.43 | 1.64 | 1.89 | 1.87 | 1.88 | 1.78 | 2.63 |
|  | 6.33 | 9.92 | 11.2 | 10.8 | 11.2 | 9.95 | 7.20 |
|  | 4.64 | 2.19 | 2.23 | 2.16 | 2.23 | 2.20 | 4.72 |

2  
1

max as-1: 11.2 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 4.72 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis

## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

**Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]**

Maßstab 1 : 25

|  |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 0.43 | 0.20 |      |      |      | 0.19 | 0.44 |
|  | 1.62 | 0.98 | 0.46 | 0.42 | 0.47 | 0.95 | 1.63 |
|  | 1.30 | 0.28 | 0.13 |      | 0.13 | 0.30 | 1.29 |
|  | 2.51 | 1.41 | 0.64 | 0.46 | 0.67 | 1.51 | 2.65 |
|  | 2.27 | 0.52 | 0.15 |      | 0.15 | 0.53 | 2.31 |
|  | 3.46 | 2.60 | 0.77 | 0.46 | 0.77 | 2.63 | 3.49 |

2  
1

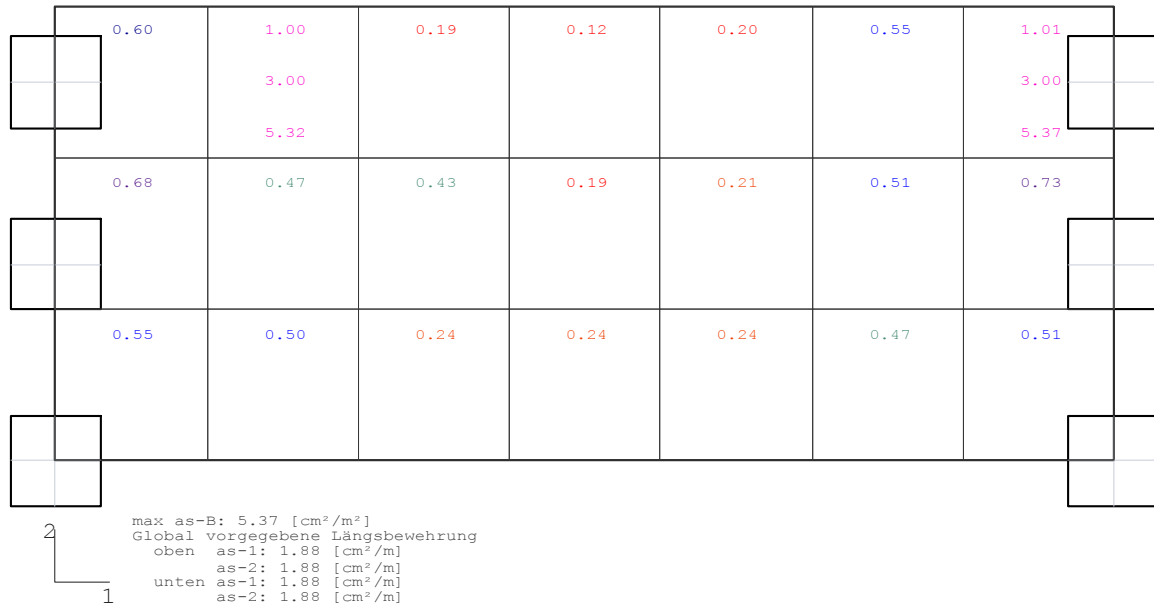
max as-1: 2.31 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 3.49 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 1.88 [cm<sup>2</sup>/m]  
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis

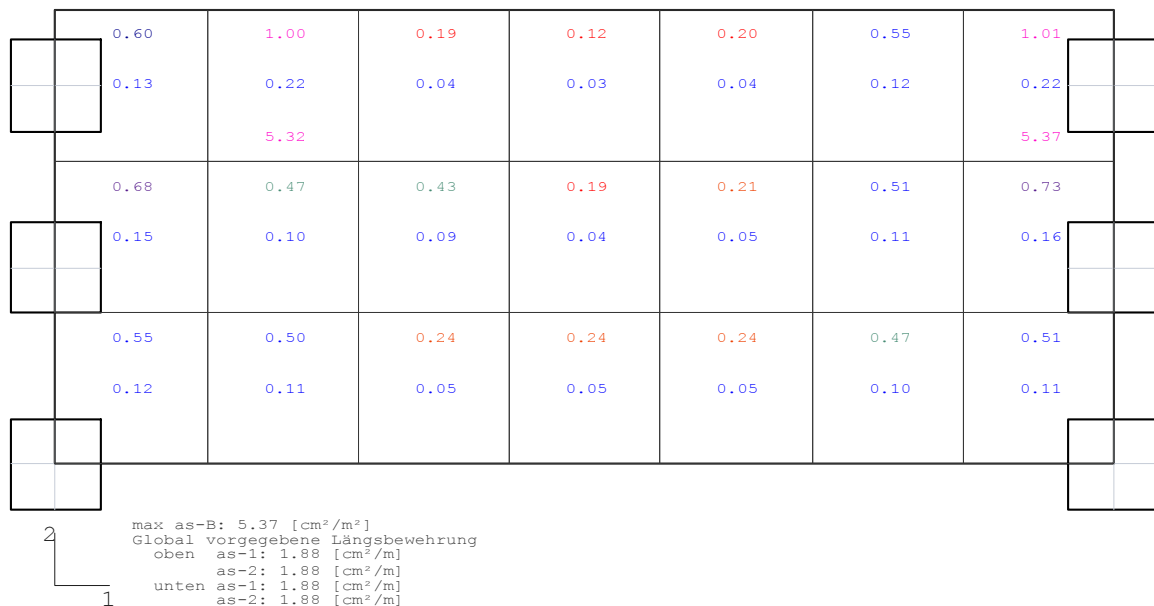


**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]**

Maßstab 1 : 25

**Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"****Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]**

Maßstab 1 : 25



## Bemessung | Bauseitige Bewehrung

| Schöck Tronsole® Typ    | Z-V                           | Z-V+V      | Z-VH+VH    |
|-------------------------|-------------------------------|------------|------------|
| Bemessungswerte bei     | Betonfestigkeit $\geq C20/25$ |            |            |
| $V_{Rd,z}$ [kN/Element] | 75,0                          | 75,0/-15,0 | 75,0/-15,0 |
| $V_{Rd,y}$ [kN/Element] | –                             | –          | $\pm 15,0$ |

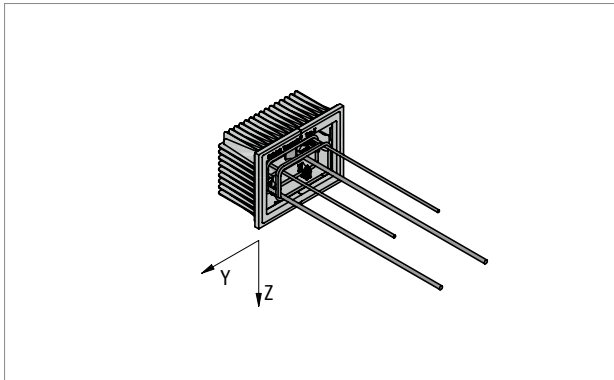


Abb. 69: Schöck Tronsole® Typ Z: Vorzeichenregel für die Bemessung

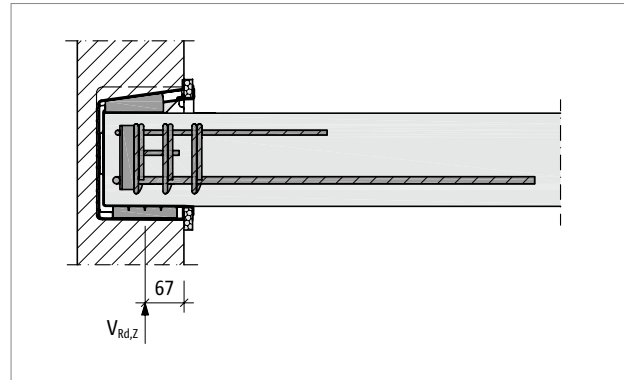


Abb. 70: Schöck Tronsole® Typ Z: Darstellung der Wirkungslinie der Auflagerkraft in der Wand

### Bemessung

Das bewehrungskorbähnliche Tragelement der Schöck Tronsole® Typ Z wird in das Podest einbetoniert und überträgt über Auflagerkonsolen Querkräfte und daraus resultierende Versatzmomente auf die Treppenhauswände.

Zur Auflagerung der Tronsole® bei der maximalen Belastung von 75 kN wird als Mauerwerk mindestens die Steinfestigkeitsklasse 20 in Verbindung mit Mörtelgruppe III ( $f_k \geq 6,0 \text{ N/mm}^2$ ) vorausgesetzt. Bei geringeren Steinfestigkeitsklassen kann ein Druckpolster aus Beton unter dem Wandelement verwendet werden, mit dem die zulässigen Pressungen eingehalten werden.

Die positive Querkraft  $V_{Ed,z}$  wird im Wandelement der Tronsole® Typ Z über zwei Elastomerlager Elodur® mit einer Grundfläche von jeweils  $110 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$  übertragen.

Für die beiderseits der Schöck Tronsole® anschließenden Bauteile ist ein statischer Nachweis vorzulegen. Der Querkraftwiderstand der (Podest-)Platte ist nachzuweisen. Bei einem Anschluss mit Schöck Tronsole® Typ Z ist als statisches System eine frei drehbare Auflagerung (Momentengelenk) anzunehmen.

#### **i** Hinweise zur Bemessung

- Die auf das Mauerwerk einwirkende Spannung wird wie folgt berechnet:  $\sigma_{Ed} = V_{Ed} / (2 \cdot 110 \cdot 80) \text{ mm}^2$ . Bei der maximalen Ausnutzung von 75 kN beträgt  $\sigma_{Ed} = 4,26 \text{ N/mm}^2$ .
- Bei der vorgegebenen Betonfestigkeit handelt es sich um eine Mindestanforderung, die der Bemessung zugrunde liegt.
- Für das Podest wird Expositionsklasse XC1 angenommen.
- Nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA ergeben sich bei Expositionsklasse XC1 folgende nominelle Betondeckungen:  
Ortbeton-Treppenpodest:  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$ .  
Fertigteil-Treppenpodest:  $c_{nom} = 15 \text{ mm}$ .
- Bei Verwendung des Tragelements mit Ortbeton gilt für die Betondeckung im Bereich der Konsole  $c_{nom} = 15 \text{ mm}$ .
- Die Schöck Tronsole® Typ Z trägt unter vorwiegend ruhender Belastung.
- Unter den beiden unteren Elastomerlagern Elodur® der Tronsole® Typ Z kann von einer gleichförmigen Auflagerpressung ausgegangen werden.
- Der Höhenversatz zwischen den Unterkanten des Podests und der Auflagerkonsole ist auf maximal 42 mm begrenzt, um in jedem Fall die Ausbildung eines Übergreifungsstoßes des Tragelements mit der unteren Podestbewehrung zu ermöglichen.

#### **i** Bauseitige Bewehrung

- Die Zugbewehrung des Tragelements ist mit der bauseitigen Bewehrung im angrenzenden Podest zu übergreifen.
- Dabei beginnt die Übergreifungslänge am Übergang der Konsole zum Podest.
- Die freien Ränder am Treppenpodest zu beiden Seiten der Tronsole® Typ Z sind durch Steckbügel zu sichern.

---

**Nachweis Betonpolster unter Schöck Tronsole Typ Z**

---

**gewählt:**      **b/h = 15/12 cm**  
**X0, C20/25**

aus Pos. B.2.14:       $G_k = 31,40 \text{ kN}$       Auflagertiefe:      11 cm  
                          $Q_k = 16,50 \text{ kN}$

$$N_{Ed} = 1,35 * 32,20 \text{ kN} + 1,5 * 19,58 \text{ kN} = 67,14 \text{ kN}$$

Annahme Mauerwerk:      MZ 8 II      b = 8 cm

$$f_k = 0,42 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_d = 0,85 * 0,42/1,5 = 0,238 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{67,14}{15 * (11+12)} = 0,21 \text{ kN/cm}^2$$

$$\eta = 0,88 < 1$$

Auflagerpressung Beton

$$A = 0,8 \text{ m} * 0,11 \text{ m} = 0,009 \text{ m}^2$$

Betongüte:      C20/25

$$f_{cd} = 0,85 * 20/1,5 = 11,33 \text{ MN/m}^2$$

$$\eta = (0,223 \text{ MN}/0,072 \text{ m}^2)/11,3 \text{ MN/m}^2 = 0,67 < 1$$

|       |                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|
| Bezug | : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast                       |
| Art   | : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) |
| A     | : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger                |
| EG    | : Lasteinwirkung                                                         |
| Zus   | : Zusammenhörigkeitsgruppe                                               |
| Alt   | : Alternativgruppe                                                       |

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung                   |
|----|-------------------------------|
| 1  | anteilig Pos. 4, 1m -Streifen |
| 2  | anteilig Pos. 4, 1m -Streifen |
| 3  | Treppe                        |
| 4  | Treppe                        |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 174 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche                                 | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit                                            | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.45        | 1)             | 0.76                |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                                           |             |                |                     |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$ [kN] | $M_{y,Ed}$ [kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ |
|-----------------------|-------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------|----------------|
| ständig/vorübergehend | HEB 180     | Feld 1, $x = 1.99$ | 0.0             | 51.04            | 0.45        |                |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.99 \text{ m}$  Lk 1**

|                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$      | $N_{Rd} = 1533.4 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$       | $\eta_N = 0.00$                 |
| $M_{y,pld} = 51.04 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 113.33 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 51.04 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.45$              |
| $V_{z,pld} = 0.0 \text{ kN}$    | $V_{z,Rd} = 274.6 \text{ kN}$   |
| $V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$     | $\eta_{Vz} = 0.00$              |
|                                 | $\eta = 0.45$                   |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$** 

| Feld   | $x$ [m] | $f_{y,Ed}$ [cm] | $f_{z,Ed}$ [cm] | $f_{res,Ed}$ [cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|---------|-----------------|-----------------|-------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.79    | 0.0             | 0.5             | 0.5               | 0.10   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

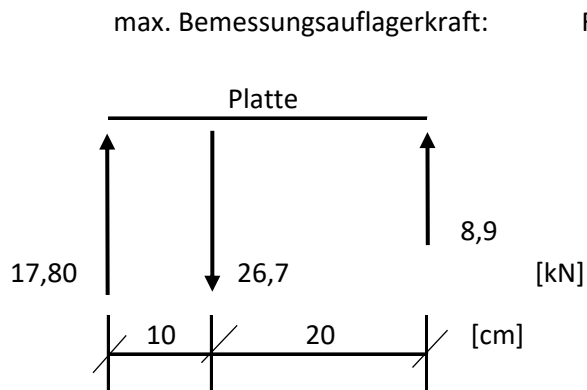
| Feld                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1.79     | 3.40             | 0.00                | 3.40                | 0.3               | 0.5                | 0.7                | 0.76   | 3   |
| Feld : Bezeichnung<br>x : Koordinate X der berechneten Stelle<br>$l_{eff}$ : effektive Länge dieses Abschnittes<br>$l_{eff,x0}$ : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)<br>$l_{eff,x1}$ : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)<br>$f_{z,g}$ : ständiger Anteil der Verschiebung<br>$f_{z,Ed}$ : Bemessungswert der Verschiebung<br>$f_{z,Cd}$ : zulässige Verschiebung aus $l_{eff}$<br>$\eta$ : größte Auslastung der berechneten Stelle<br>Lfk : Lastfallkombination |          |                  |                     |                     |                   |                    |                    |        |     |

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 17.7                | 17.7<br>12.1        |                      |                      |
| 2  | 3.40     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 29.5                | 29.5<br>17.7        |                      |                      |

**Position: B.2.15.1 - Trägersaufhängung -**

**Nachweis der Hochhängung des Trägers**



**Abmessungen der Platte** S 235

$b = 25 \text{ cm}$   $t = 1,48 \text{ cm}$   
 $l = 30 \text{ cm}$  gew.  $t = 1,5 \text{ cm}$

Kontrolle:  $\sum Q = 0 : 0,0$

**Nachweis der Bolzen**

gew.: 2 x M12 Bolzen 4.6  $\rightarrow F_{t,Rd} = 24,3 \text{ kN}$

$F_{t,Rd,ges} = 48,6 \text{ kN}$

$F_{t,Ed} = 26,7 \text{ kN}$

$\eta = 0,55 [-]$

**Nachweis der Platte**

$M_{Ed} = 17,80 * 10,00 = 178,00 \text{ kNcm}$

$W_{erf} = \frac{M_{Ed}}{f_y/1,1} = 8,3319 \text{ cm}^3$

$W_{vorh} = \frac{b * t^2}{6} = 9,17 \text{ cm}^3$

Kontrolle:  $\eta = 0,91$

**Position: B.2.16 - Stahlbetonbalken -**
**Ständig**


---

1-m Streifen

$$g_k = 2,0 \text{ kN/m}^2 + 0,18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,0 \text{ m} = 6,50 \text{ kN/m}$$

$$\text{aus Mauerwerk } g_k = 18 \text{ kN/m}^2 \cdot 7 \text{ m} \cdot 0,24 \text{ m} = 30,24 \text{ kN/m}$$

---

---


$$g_k = 36,80 \text{ kN/m}$$

**Veränderlich**


---

$$\text{aus Pos. B.1.1 pauschal} = 1,00 \text{ kN/m}$$

---

---


$$\Sigma q_k = 1,00 \text{ kN/m}$$

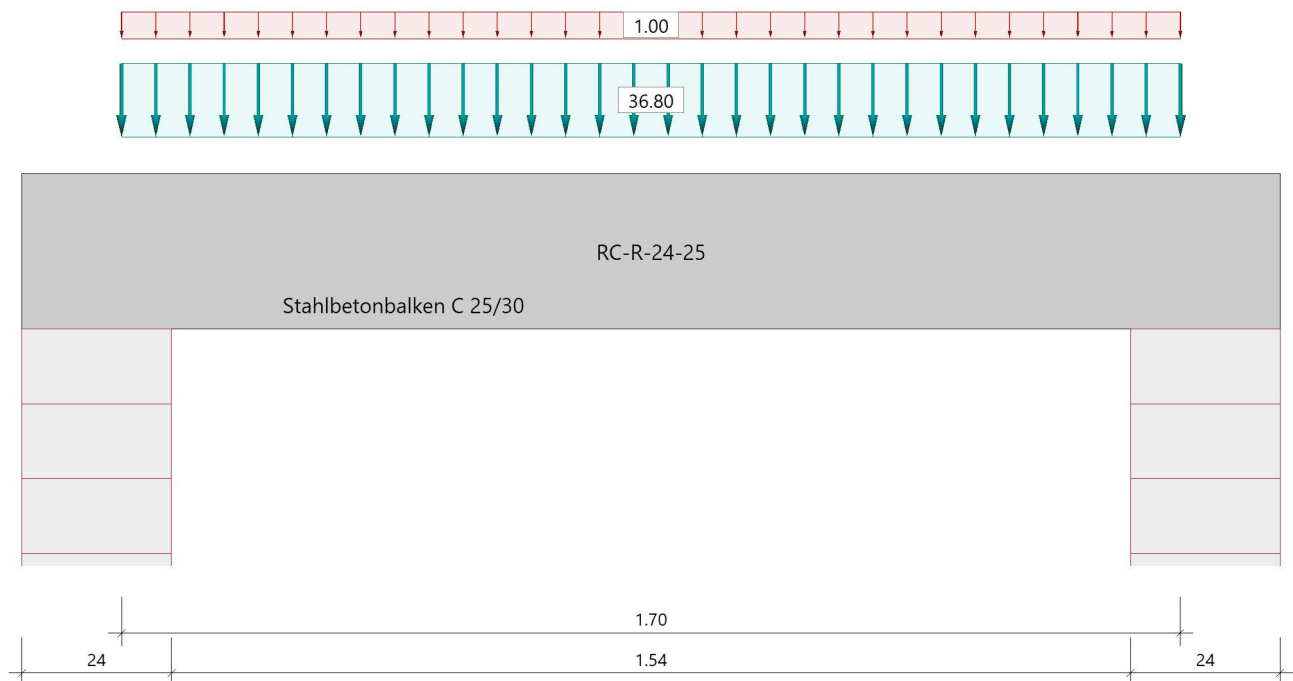


**Position: B.2.16 - Stb.-Balken -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**Stahlbetonbalken  $E = 31000 \text{ N/mm}^2$ 

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

**System****Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30  $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$   $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl B500A  $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$   $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$   $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

**Geometrie****Querschnitte**

| Nr | Art      | $b_o$<br>[cm] | $h_o$<br>[cm] | $b$<br>[cm] | $h$<br>[cm] | $b_u$<br>[cm] | $h_u$<br>[cm] |
|----|----------|---------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1  | Rechteck |               |               | 24.0        | 25.0        |               |               |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | $u_y$<br>[kN/m] | $u_z$<br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                 |                 | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1              | -1              | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 1.70     | -1              | -1              | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 1.70      |           | 36.80        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 1.70      |           | 1.00         |              | Ja                 | Kat. A  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 255 kg mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig                                                                 |          |          |          | 1.00             | 1.35             |
| Kat. A: Wohngebäude                                                     | 0.70     | 0.50     | 0.30     |                  | 1.50             |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                     |   |                                                                     |
|-------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                      | : | DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12                                       |
| Basis                               | : | EN 1992-1-1:2004/A1:2014                                            |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik | : | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                 | : | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)      | : | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten        | : | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Zugversteifung GZG                  | : | wird angesetzt                                                      |
| Nachweis Spannungsbegrenzung        | : | wird geführt                                                        |
| Überprüfung des lin. Kriechansatzes | : | wird geführt                                                        |

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

|                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| Betonangriff        | X0                                   |
| Bewehrungskorrosion | XC1                                  |
| Mindestbetonklasse  | C 16/20                              |
| Bügel               | $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$             |
| Längsbewehrung      | $d_{s,l} = 12 \text{ mm}$            |
| Vorhaltemaß         | $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$     |
| Bügel               | $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$          |
| Betondeckung        | $c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$          |
| Längsbewehrung      | $c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$ |
| Betondeckung        | $c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$ |
| Verlegemaß Bügel    | $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$            |
| zul. Rissbreite     | $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$          |

\*1: mit  $c_{min,b}$

\*5: Verbund maßgebend

**Kriechzahl und Schwindmaß**

|                 |                                      |                        |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------|
| Luftfeuchte     | LU = 50 %                            | Zement Typ N,R         |
| Normalbeton     | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$         |                        |
| Belastungsalter | $t_0 = 28 \text{ Tage}$              | $t = \text{unendlich}$ |
| Kriechzahl      | $\phi(t_0, t) = 2.85$                |                        |
| Schwindmaß      | $\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$ |                        |

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear  $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.85$ ; resultiert aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.80$  und dem Erhöhungsfaktor 1.02

### Betondeckung

Betondeckung      unten = 2.5 cm      oben = 2.5 cm  
                          links = 2.5 cm      rechts = 2.5 cm  
 Bewehrungslagen   unten = 4.0 cm      oben = 3.8 cm  
 Abminderung der Stützmomente  $\leq 15 \%$

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze  $k_x < .45$  wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal  $\cot(\Theta)/2$ .

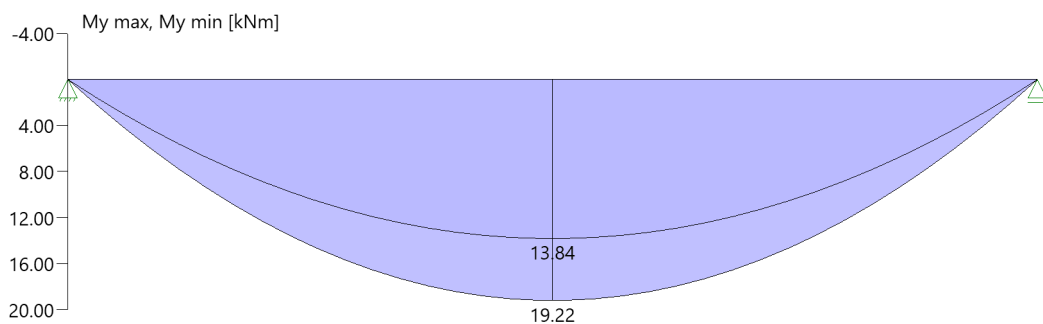
### Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk  $b = 24.0$  cm

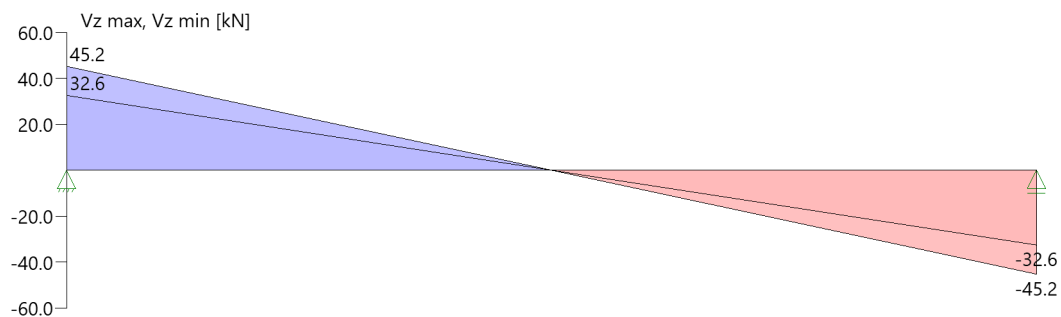
### Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | Lk |
|--------|-------------|----------|---------------------|--------------------|----|
| Feld 1 | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 45.2               | 1  |
|        | 0.00        | 0.00     | 0.00                | 32.6               | 2  |
|        | 0.85        | 0.85     | 19.22               | 0.0                | 1  |
|        | 1.70        | 1.70     | 0.00                | -32.6              | 2  |
|        | 1.70        | 1.70     | 0.00                | -45.2              | 1  |

**Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

| Querschnitt | min Mu<br>[kNm] | erf Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | min Mo<br>[kNm] | erf Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|-------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 24.0/25.0   | 6.41            | 0.7                           | -6.41           | 0.7                           |

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

**Feldbewehrung**

| Feld   | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | Myd<br>[kNm] | min Myd<br>[kNm] | d<br>[cm] | kx   | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | Lk |
|--------|-------------|----------|--------------|------------------|-----------|------|---------------------------|---------------------------|----|
| Feld 1 | 0.85        | 0.85     | 19.22        | 19.22            | 21.0      | 0.17 | 2.2                       | 0.0                       | 1  |
|        | 1.54        | 1.54     | 6.55         | 6.55             | 21.0      | 0.07 | 0.7                       | 0.0                       | 1  |

Am ersten Auflager sind mindestens 1.4 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.4 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit  $F = V_{Ed} * \cot(\Theta) / 2$  berücksichtigt.

**Querkraftbewehrung**

| Stütze<br>[Nr] |        | Xrel<br>[m] | x<br>[m] | kz   | VEd<br>[kN] | θ<br>[°] | VRd,c<br>[kN] | VRd,max<br>[kN] | a max<br>[cm] | asw<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Lk |
|----------------|--------|-------------|----------|------|-------------|----------|---------------|-----------------|---------------|-----------------------------|----|
| 1              | rechts | 0.08        | 0.08     | 0.70 | 41.0        | 18.4     | 24.7          | 112.5           | VRd,max > VEd |                             |    |
|                | rechts | 0.29        | 0.29     | 0.70 | 29.8        | 18.4     | 24.7          | 112.5           | 17.5          | 1.97 <sup>1</sup>           | 1  |
|                | *      | 0.50        | 0.50     | 0.70 | 18.6        | 18.4     | 24.7          | 112.5           | 17.5          | 1.97 <sup>1</sup>           | 1  |
| 2              | links  | 0.08        | 1.62     | 0.70 | -41.0       | 18.4     | 24.7          | 112.5           | VRd,max > VEd |                             |    |
|                | links  | 0.29        | 1.41     | 0.70 | -29.8       | 18.4     | 24.7          | 112.5           | 17.5          | 1.97 <sup>1</sup>           | 1  |
|                | *      | 0.50        | 1.20     | 0.70 | -18.6       | 18.4     | 24.7          | 112.5           | 17.5          | 1.97 <sup>1</sup>           | 1  |

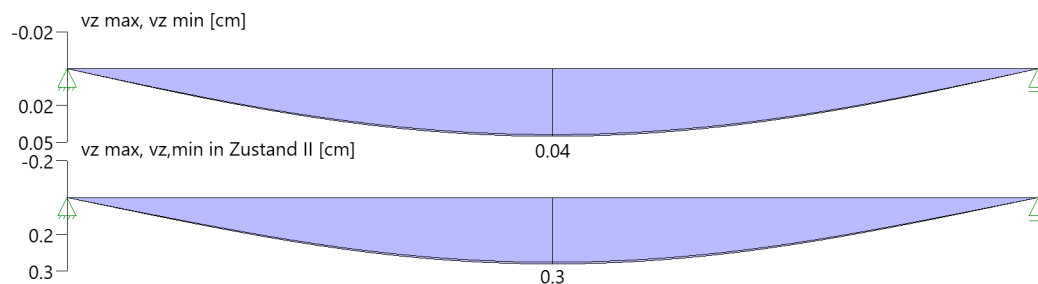
\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

**Gebrauchstauglichkeit****Grafik Verformungen**

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

| Baugruppe | x<br>[m] | f <sub>y,Ed</sub><br>[cm] | f <sub>z,Ed</sub><br>[cm] | Lfk |
|-----------|----------|---------------------------|---------------------------|-----|
| Feld 1    | 0.85     | 0.0                       | 0.04                      | 3   |

**Durchbiegungen Zustand II**

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl:  $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.85$   $\epsilon_{cs} = -0.53$  ‰

Resultierend aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.80$  und dem Erhöhungsfaktor 1.02

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $I_{eff} / 300$ )

| Feld   | x<br>[m] | f <sub>Ellz,g</sub><br>[cm] | f <sub>Ellz,g</sub> / l <sub>eff</sub> | f <sub>Ellz,φ<sub>E</sub></sub><br>[cm] | f <sub>Ellz,φ<sub>E</sub></sub> / l <sub>eff</sub> | f <sub>Ell,φ<sub>E</sub></sub><br>[cm] | η    |
|--------|----------|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|------|
| Feld 1 | 0.85     | 0.2                         | 1/904                                  | 0.3                                     | 1/628                                              | 0.3                                    | 0.48 |

x : Stelle x  
 f<sub>Ellz,g</sub> : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten  
 f<sub>Ellz,φ<sub>E</sub></sub> : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden  
 f<sub>Ell,φ<sub>E</sub></sub> : maßgebende Durchbiegung

### Spannungsbegrenzung

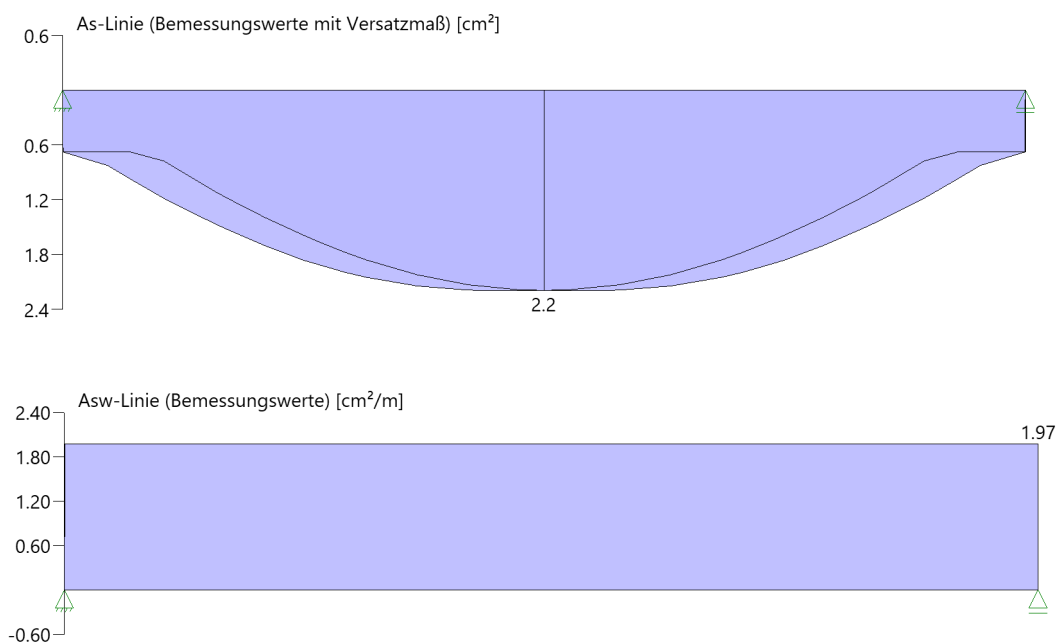
#### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm  
 nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 \* f<sub>ck</sub> = 11.25 N/mm<sup>2</sup>

| Feld   | x<br>[m] | My<br>[kNm] | Asu<br>[cm <sup>2</sup> ] | Aso<br>[cm <sup>2</sup> ] | σ <sub>S</sub> (t=∞)<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | φ <sub>nl</sub> (t <sub>0</sub> ,t) | vorh ds<br>[mm] | zul ds<br>[mm] | Lfk |
|--------|----------|-------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|----------------|-----|
| Feld 1 | 0.00     | 0.03        | 3.1                       | 1.6                       | 1.78                                         | 2.85                                | 14              | 100            | 4   |
|        | 0.63     | 12.98       | 3.1                       | 1.6                       | 233.31                                       | 2.85                                | 14              | 16             | 4   |
|        | 0.85     | 13.94       | 3.1                       | 1.6                       | 250.67                                       | 2.85                                | 14              | 14             | 4   |
|        | 1.07     | 12.98       | 3.1                       | 1.6                       | 233.31                                       | 2.85                                | 14              | 16             | 4   |
|        | 1.70     | 0.03        | 3.1                       | 1.6                       | 1.78                                         | 2.85                                | 14              | 100            | 4   |

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

### As-Deckungslinien



### Biegebewehrung unten

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | As <sub>erf.,unten</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | ΣAs <sub>vorh.,unten</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | As <sub>vorh.,unten</sub><br>[Anz. Ø mm] |
|------------|------------|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| 0,00       | 1,70       | 1,70         | 2,2                                            | 3,1                                              | 3,1                         | 2Ø14 <sup>1</sup>                        |

1 : erste Lage durchlaufend

### Biegebewehrung oben

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | As <sub>erf.,oben</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | ΣAs <sub>vorh.,oben</sub><br>[cm <sup>2</sup> ] | Summe<br>[cm <sup>2</sup> ] | As <sub>vorh.,oben</sub><br>[Anz. Ø mm] |
|------------|------------|--------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| 0,00       | 0,85       | 0,85         | 0,0                                           | 1,6                                             | 1,6                         | 2Ø10 <sup>1</sup>                       |
| 0,85       | 1,70       | 0,85         | 0,0                                           | 1,6                                             | 1,6                         | 2Ø10 <sup>1</sup>                       |

1 : erste Lage durchlaufend

### Schubbewehrung

| von<br>[m] | bis<br>[m] | Länge<br>[m] | $A_{s,erf.}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $A_{s,vorh.}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $A_{s,vorh.}$<br>[Anz. Ø mm / cm] |
|------------|------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| -0,13      | 1,83       | 1,95         | 2,0                                  | 6,7                                   | Ø8/15                             |

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 32.6                | 32.6<br>0.9         |                      |                      |
| 2  | 1.70     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 32.6                | 32.6<br>0.8         |                      |                      |

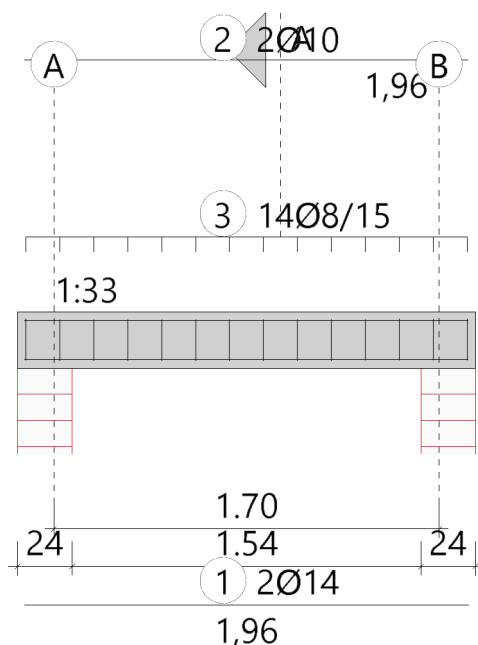
### Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

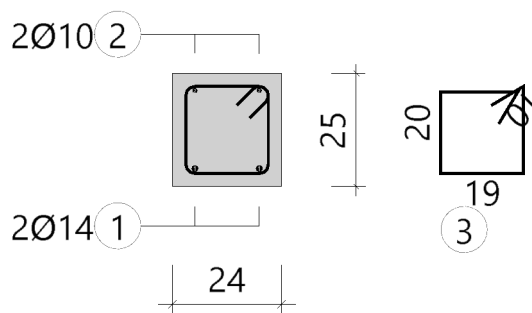
| generierte Last | Feld | Ewg     | orig. Last | W1    | W2    | A<br>[m] | L<br>[m] |
|-----------------|------|---------|------------|-------|-------|----------|----------|
| L 1             | *    | ständig | 1          | 36.80 | 36.80 | 0.00     | 1.70     |
| L 2             | 1    | Kat. A  | 2          | 1.00  | 1.00  | 0.00     | 1.70     |

| gen. Last    | Lk 1        | Lk 2 | Lk 3        | Lk 4 |
|--------------|-------------|------|-------------|------|
| L 1          | 1.35        | 1.00 | 1.00        | 1.00 |
| L 2          | <b>1.50</b> |      | <b>1.00</b> | 0.30 |
| Eigengewicht | 1.35        | 1.00 | 1.00        | 1.00 |

### Bewehrung



### Schnitt A - A



**Position: B.2.17 - Mauerwerksnachweis -****Ständig**

---

aus Pos. B.2.1 = 191,50 kN

aus Pos. 14E anteilig = 35,00 kN

aus B. 1.7 = 131,20 kN

---

---

Gk= 357,70 kN

**Veränderlich**

---

aus Pos. B.2.1 = 75,00 kN

aus Pos. 14E = 20,00 kN

aus B. 1.7 = 34,30 kN

---

---

Qk= 129,30 kN

| Type                                                                                                                                                                                                                                               | Stfk | MG | RDK | Bezeichnung      | f <sub>k</sub><br>[N/mm²] | f <sub>b</sub><br>[N/mm²] | f <sub>m</sub><br>[N/mm²] | f <sub>vk0</sub><br>[N/mm²] | γ<br>[kN/m³] | φ∞  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|-----|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|-----|
| MZ                                                                                                                                                                                                                                                 | 8    | II | 1.0 | HLzA-8-1,0-MG II | 3.10                      | 8.00                      | 2.50                      | 0.08                        | 12.00        | 1.0 |
| Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton<br>Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine<br>MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412<br>RDK : Rohdichteklasse<br>φ∞ : Endkriechzahl |      |    |     |                  |                           |                           |                           |                             |              |     |



**Pfeiler**

| Abmessungen                                                                                |               |               | Go<br>[kN] | Lagerung      |               | Lasteinleitungsfläche |                  |                  |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| $h_s$<br>[m]                                                                               | $t_x$<br>[cm] | $t_y$<br>[cm] |            | in x-Richtung | in y-Richtung | $a_{x1}$<br>[cm]      | $a_{x2}$<br>[cm] | $a_{y1}$<br>[cm] | $a_{y2}$<br>[cm] |
| 3.90                                                                                       | 150.0         | 36.0          | 25.3       | Pendelstütze  | Pendelstütze  | 0.0                   | 0.0              | 0.0              | 0.0              |
| Go : Pfeilereigengewicht<br>Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche |               |               |            |               |               |                       |                  |                  |                  |

**Lasten****Vertikallasten**

| Nr.                                                                                                                                                                                     | G<br>[kN] | Q<br>[kN] | $e_x$<br>[cm] | $e_y$<br>[cm] | Einwirkung          | Text           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|---------------------|----------------|
| 1                                                                                                                                                                                       | 358.0     | 130.0     | 0.0           | 0.0           | Kat. A: Wohngebäude | aus B.1.8 - OG |
| G : ständiger Lastanteil<br>Q : veränderlicher Lastanteil<br>$e_x$ : Ausmitte in x-Richtung<br>$e_y$ : Ausmitte in y-Richtung<br>Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils |           |           |               |               |                     |                |

**Ergebnisse****Lastfallkombinationen**

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

| Nr.                                                                                                          | Typ | $K_0$ | $K_s$ | zugehörige Last |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|-----------------|
| 1                                                                                                            | Gv  | 1.35  | 1.00  | Gv (Last 1)     |
| 2                                                                                                            | Qv  | 1.50  | 0.00  | Last 1          |
| Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten<br>Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten                        |     |       |       |                 |
| Typ : Lastfallart<br>$K_0$ : Drucknachweis<br>$K_s$ : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität) |     |       |       |                 |

**Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

| z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $e_x$<br>[m] | $e_y$<br>[cm] | $E_x$<br>[cm] | $E_y$ | vorh E | zul E | $\eta$ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-------|--------|-------|--------|
| 3.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 1.95                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0.0          | 0.0           | 0.00          | 0.00  | 0.00   | 0.33  | 0.00   |
| z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt<br>$e_x$ : Exzentrizität in x-Richtung<br>$e_y$ : Exzentrizität in y-Richtung<br>$E_x$ : bezogene Exzentrizität in x-Richtung ( $e_x/t_x$ )<br>$E_y$ : bezogene Exzentrizität in y-Richtung ( $e_y/t_y$ )<br>vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität<br>zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität<br>$\eta$ : Auslastung |              |               |               |       |        |       |        |

**Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung**

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung

$$h_{ef,x} = 3.90 \text{ m}$$

Knicklänge in y-Richtung

$$h_{ef,y} = 3.90 \text{ m}$$

Pfeilerquerschnitt (brutto)

$$A_w = 5400.0 \text{ cm}^2$$

Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit

$$f_d = 1.76 \text{ N/mm}^2$$

| $N_{Edc}$<br>[kN]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $a_1$<br>[cm] | $A_{efm}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $\beta$ | $A_b$<br>[cm <sup>2</sup> ] | $N_{Rdc}$<br>[kN] | $\eta$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------|--------|
| 678.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.0           | 5400.0                          | 1.00    | 5400.0                      | 948.6             | 0.72   |
| <p> <math>N_{Edc}</math> : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge<br/> <math>a_1</math> : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche<br/> <math>A_{efm}</math> : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe<br/> <math>\beta</math> : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung<br/> <math>A_b</math> : Übertragungsfläche<br/> <math>N_{Rdc}</math> : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge         </p> |               |                                 |         |                             |                   |        |

## 2.4. Kellergeschoss

### Position: B.3.1 - Stahlträger, Treppe-

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

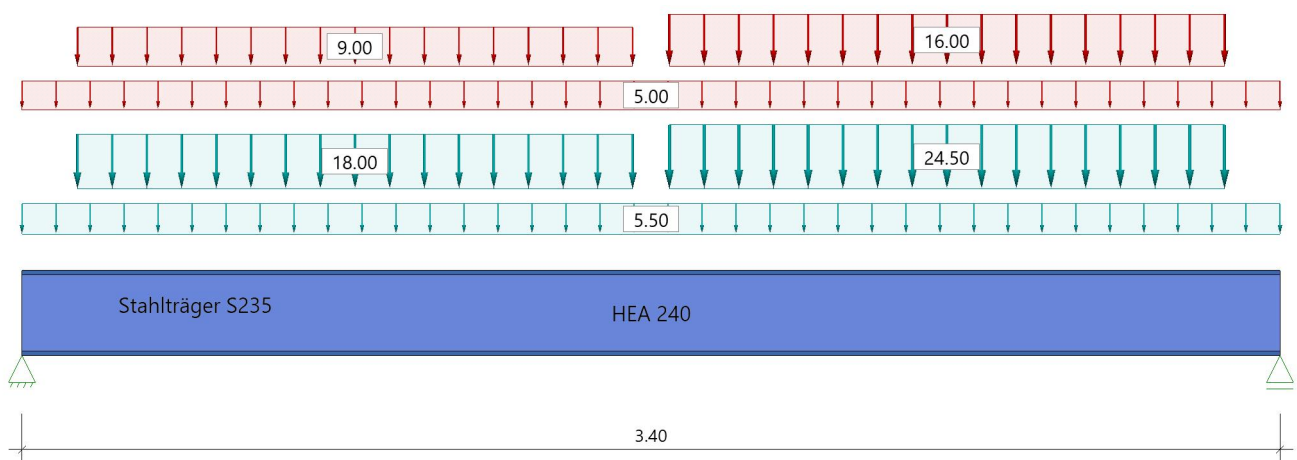
#### Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

#### System

##### Systembild



#### Geometrie

##### Querschnitte

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $A$<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| HEA 240                                            | 7760                        | 2770                        | 675                         | 231                         | 76.8                      |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                           |

##### Auflager (Lagerbedingungen)

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 3.40     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch

**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 3.40      |           | 5.50         |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | GL  |          | 3.40      |           | 5.00         |              | Ja                 | Kat. C  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3  | TL  | 1.75     | 1.50      |           | 24.50        | 24.50        | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4  | TL  | 1.75     | 1.50      |           | 16.00        | 16.00        | Ja                 | Kat. C  |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5  | TL  | 0.15     | 1.50      |           | 18.00        | 18.00        | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6  | TL  | 0.15     | 1.50      |           | 9.00         | 9.00         | Ja                 | Kat. C  |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung                         |
|----|-------------------------------------|
| 1  | anteilig aus Bestandsdecke vor 1958 |
| 2  | anteilig aus Bestandsdecke vor 1958 |
| 3  | Treppe B.2.12                       |
| 4  | Treppe B.2.12                       |
| 5  | Treppe B.2.13                       |
| 6  | Treppe B.2.13                       |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 205 kg mit Gamma = 78.50 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche                                 | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation                       | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit                                            | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.50        | 1)             | 0.67                |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                                           |             |                |                     |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle           | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{Qs}$ | $\eta_{Stabi}$ |
|-----------------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|
| ständig/vorübergehend | HEA 240     | Feld 1, x = 1.84 | 0.0                | 87.47               | 0.50        |                |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 1.84$  m Lk 1**

|               |           |               |             |
|---------------|-----------|---------------|-------------|
| $N_{pld} =$   | 0.0 kN    | $N_{Rd} =$    | 1804.8 kN   |
| $N_{Ed} =$    | 0.0 kN    | $\eta_N =$    | 0.00        |
| $M_{y,pld} =$ | 87.47 kNm | $M_{y,Rd} =$  | 175.49 kNm  |
| $M_{y,Ed} =$  | 87.47 kNm | $\eta_{My} =$ | 0.50        |
| $V_{z,pld} =$ | 0.0 kN    | $V_{z,Rd} =$  | 341.1 kN    |
| $V_{z,Ed} =$  | 0.0 kN    | $\eta_{Vz} =$ | 0.00        |
|               |           | $\eta =$      | <b>0.50</b> |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.75     | 0.0                | 0.5                | 0.5                  | 0.09   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.75     | 3.40             | 0.00                | 3.40                | 0.3               | 0.5                | 0.7                | 0.67   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                              | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|-----------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 40.0                | 40.0<br>24.8        |                      |                      |
| 2  | 3.40     | ständig<br>Kat. C: Versammlungsbereiche | 44.5                | 44.5<br>29.7        |                      |                      |

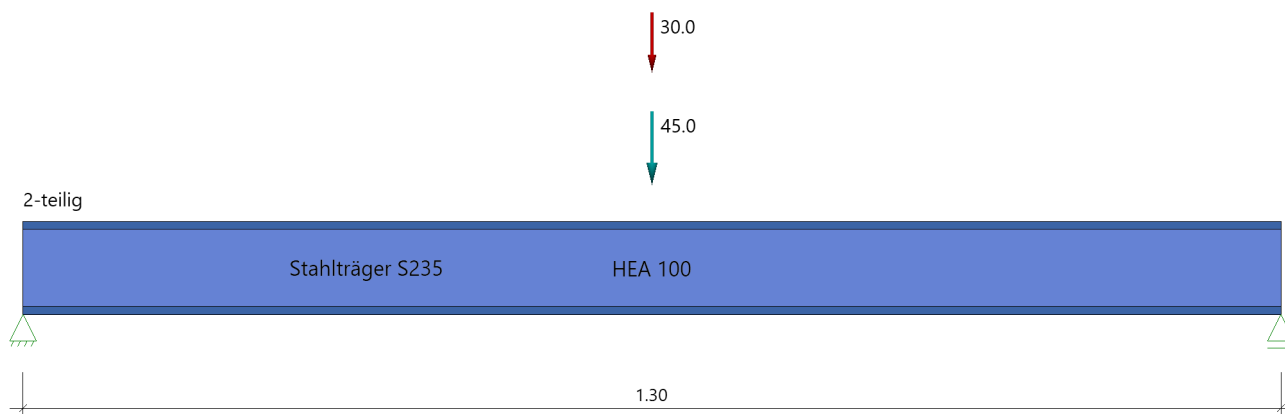
**Position: B.3.2 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEA 100                                            | 349                         | 134                         | 73                          | 27                          | 21.2                    |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                         |

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 1.30         | HEA 100     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 1.30     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lasten****Einzellasten und Momente**

| Bezug  | Nr | Art   | A [m] | W [ ]   | EG                | Zus | Alt |
|--------|----|-------|-------|---------|-------------------|-----|-----|
| System | 1  | kraft | 0.65  | 45.0 kN | ständig<br>Kat. A |     |     |
|        | 2  | kraft | 0.65  | 30.0 kN |                   |     |     |

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast  
 A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger  
 EG : Lasteinwirkung  
 Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe  
 Alt : Alternativgruppe

**Eigengewicht**Gesamtgewicht = 43 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig<br>Kat. A: Wohngebäude                                          | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.00             | 1.35<br>1.50     |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation                       | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit<br>Gebrauchstauglichkeit                                            | ständig/vorübergehend<br>charakteristisch | 0.88        | 1)             | 0.90                |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                                           |             |                |                     |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|
| ständig/vorübergehend | HEA 100     | Feld 1, $x = 0.65$ | -26.4              | 17.23               | 0.88        |                |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.65 \text{ m Lk } 1$** 

|                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| $N_{pld} = 0.0 \text{ kN}$      | $N_{Rd} = 498.2 \text{ kN}$    |
| $N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$       | $\eta_N = 0.00$                |
| $M_{y,pld} = 17.23 \text{ kNm}$ | $M_{y,Rd} = 19.57 \text{ kNm}$ |
| $M_{y,Ed} = 17.23 \text{ kNm}$  | $\eta_{My} = 0.88$             |
| $V_{z,pld} = -26.4 \text{ kN}$  | $V_{z,Rd} = 102.0 \text{ kN}$  |
| $V_{z,Ed} = -26.4 \text{ kN}$   | $\eta_{Vz} = 0.26$             |
|                                 | $\eta = 0.88$                  |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$** 

| Feld   | $x$<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 0.65       | 0.0                | 0.2                | 0.2                  | 0.05   | 3   |

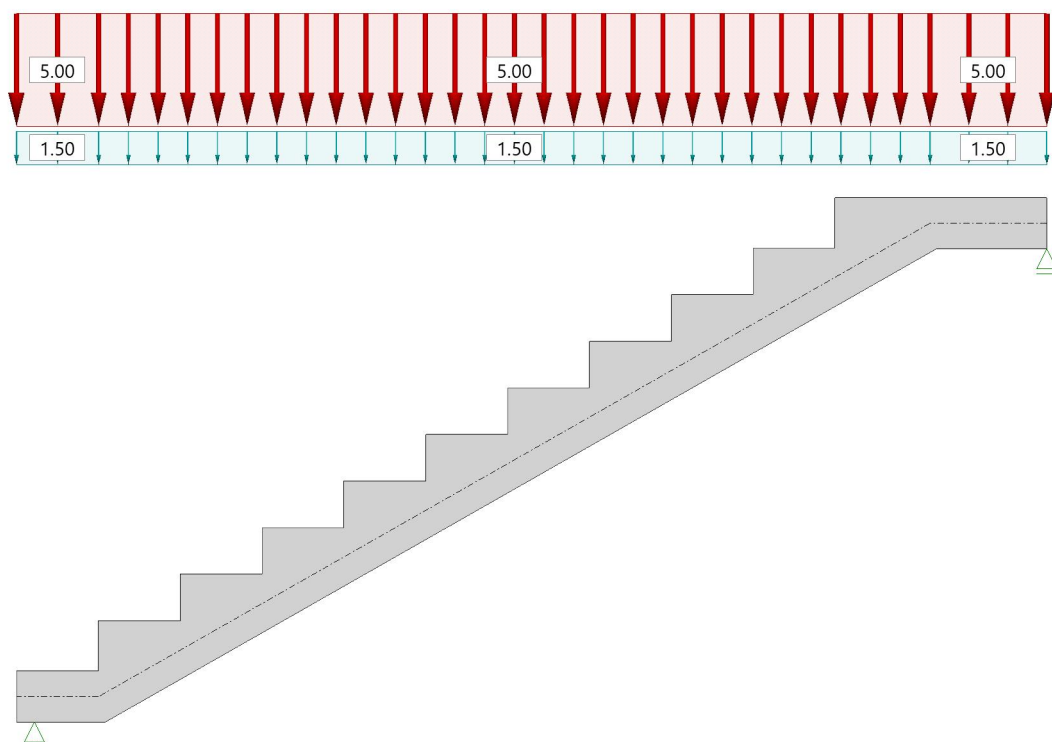
**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.65     | 1.30             | 0.00                | 1.30                | 0.1               | 0.2                | 0.3                | 0.90   | 3   |
| Feld : Bezeichnung<br>x : Koordinate X der berechneten Stelle<br>$l_{eff}$ : effektive Länge dieses Abschnittes<br>$l_{eff,x0}$ : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)<br>$l_{eff,x1}$ : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)<br>$f_{z,g}$ : ständiger Anteil der Verschiebung<br>$f_{z,Ed}$ : Bemessungswert der Verschiebung<br>$f_{z,Cd}$ : zulässige Verschiebung aus $l_{eff}$<br>$\eta$ : größte Auslastung der berechneten Stelle<br>Lfk : Lastfallkombination |          |                  |                     |                     |                   |                    |                    |        |     |

**Auflagerkräfte**
**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung                     | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 22.7                | 22.7<br>15.0        |                      |                      |
| 2  | 1.30     | ständig<br>Kat. A: Wohngebäude | 22.7                | 22.7<br>15.0        |                      |                      |





## Geometrie

|                                              |                                   |                |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Rfb Podest oben - Rfb Podest unten           | H <sub>1</sub> =                  | 167.6 cm       |
| Länge vom 1. bis zum letzten Antritt         | L <sub>1</sub> =                  | 261.0 cm       |
| Länge unteres Podest bis VK Auflager         | L <sub>2</sub> =                  | 29.0 cm        |
| Länge oberes Podest bis VK Auflager          | L <sub>3</sub> =                  | 75.0 cm        |
| Laufbreite                                   | B <sub>1</sub> =                  | 150.0 cm       |
| Belagbreite                                  | B <sub>2</sub> =                  | 150.0 cm       |
| Verkehrslastbreite                           | B <sub>3</sub> =                  | 130.0 cm       |
| Anzahl der Steigungen                        | n <sub>s</sub> =                  | 10             |
| Antrittshöhe unten                           | H <sub>u</sub> =                  | 17.8 cm        |
| Antrittshöhe oben                            | H <sub>o</sub> =                  | 17.8 cm        |
| Treppenstufen                                | H <sub>s</sub> / L <sub>s</sub> = | 16.5 / 29.0 cm |
| Unterschneidung                              | u =                               | 0.0 cm         |
| Treppenlaufdicke                             | D <sub>1</sub> =                  | 18.0 cm        |
| Dicke unteres Podest                         | D <sub>2</sub> =                  | 18.0 cm        |
| Dicke oberes Podest                          | D <sub>3</sub> =                  | 18.0 cm        |
| Länge der Laufuntersicht im Grundriß         | L <sub>4</sub> =                  | 294.6 cm       |
| Abstand 1. Antritt bis zum Knickpunkt unten  | L <sub>5</sub> =                  | 2.5 cm         |
| Abstand des unteren Auflagers zum Podestende | L <sub>16</sub> =                 | 6.3 cm         |
| Abstand des oberen Auflagers zum Podestende  | L <sub>17</sub> =                 | 0.0 cm         |

## Lagerung

unten: gelenkig ohne Konsole

oben: gelenkig ohne Konsole

## Auflager

| Ort<br>[-] | horizontal<br>[kN/m] | vertikal<br>[kN/m] | drehend<br>[kNm/rad] |
|------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| links      | starr                | starr              | frei                 |
| rechts     | frei                 | starr              | frei                 |

## Dauerhaftigkeit

### Anforderungen Dauerhaftigkeit

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| Betonangriff          | X0                            |
| Bewehrungskorrosion   | XC1                           |
| Mindestbetonklasse    | C 16/20                       |
| Längsbewehrung        | d <sub>s,l</sub> = 10 mm      |
| Vorhaltemaß           | ΔC <sub>dev</sub> = 10 mm     |
| Längsbewehrung        | c <sub>min,l</sub> = 10 mm *5 |
| Betondeckung          | c <sub>nom,l</sub> = 20 mm    |
| Verlegemaß Bügel      | c <sub>v,b</sub> = 20 mm      |
| zul. Rissbreite       | w <sub>max</sub> = 0.40 mm    |
| *5: Verbund maßgebend |                               |

## Lasten

### Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte

| Einwirkungsgruppe            | γ <sub>G</sub> | γ <sub>Q</sub> | ψ <sub>0</sub> | ψ <sub>1</sub> | ψ <sub>2</sub> |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kat. C: Versammlungsbereiche | 1,35           | 1,5            | 0,7            | 0,7            | 0,6            |

### Belastung

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-] | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Belag      | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr    | -                           | 5.00                        |

### Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

| Ort<br>[-]              | Typ<br>[-]   | $g$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | $q$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| unteres Podest/ Konsole | Eigengewicht | 4.50                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.00                        | 5.00                        |
| Treppenlauf             | Eigengewicht | 7.24                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 8.74                        | 5.00                        |
| oberes Podest/ Konsole  | Eigengewicht | 4.50                        | -                           |
|                         | Belag        | 1.50                        | -                           |
|                         | Verkehr      | -                           | 5.00                        |
|                         | Summe        | 6.00                        | 5.00                        |

Das Eigengewicht ist mit  $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Norm, Materialien und Bewehrungslage

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

|            |            |                          |            |                           |
|------------|------------|--------------------------|------------|---------------------------|
| Baustoffe: | Beton      | C25/30                   | Betonstahl | B500A                     |
|            | $\gamma_c$ | = 1.50                   | $\gamma_s$ | = 1.15                    |
|            | $f_{ck}$   | = 25.0 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yk}$   | = 500.0 N/mm <sup>2</sup> |
|            | $f_{cd}$   | = 14.2 N/mm <sup>2</sup> | $f_{yd}$   | = 434.8 N/mm <sup>2</sup> |

### Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

|           | unteres Podest<br>(davon Kragarm) | Treppenlauf                                                           | oberes Podest |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Abmessung | 0.29 m<br>(0.06 m)                | 2.95 m ( $L_{hor}$ )<br>1.68 m ( $L_{vert}$ )<br>3.39 m ( $L_{ges}$ ) | 0.41 m        |

|                      |       |          |
|----------------------|-------|----------|
| Bewehrungslage unten | $d_1$ | = 3.0 cm |
| Bewehrungslage oben  | $d_2$ | = 3.0 cm |

### Ergebnisse Treppe

#### Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

#### Biegebewehrung

| Ort<br>[-]                                           | $h$<br>[cm] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | Info<br>[-] |
|------------------------------------------------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| unteres Podest rechts vom Auflager, untere Bewehrung | 18.0        | 6.87                | 0.0                | 2.1                                   | 0.0                                   | *)          |
| Treppenlauf, untere Bewehrung                        | 18.0        | 29.20               | 0.3                | 4.5                                   | 0.0                                   | #)          |
| oberes Podest, untere Bewehrung                      | 18.0        | 11.71               | 0.0                | 2.1                                   | 0.0                                   | *)          |
| unteres Podest links vom Auflager, obere Bewehrung   | 18.0        | -0.03               | 0.0                | 0.0                                   | 2.1                                   | *)          |
| unteres Podest rechts vom Auflager, obere Bewehrung  | 18.0        | -0.03               | 0.0                | 0.0                                   | 2.1                                   | *)          |

\*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.

#)  $H_u > H_s$ , die statische Höhe des Treppenlaufes wurde im Bereich der Einkerbung reduziert

**vorh. Bewehrung**

untere Bewehrung 11 Ø 10 / 14.0 cm  
vorh.  $a_{su}$  = 5.76 cm<sup>2</sup>/m

(Programmvorschlag für Anzahl Ø)

obere Bewehrung 8 Ø 8 / 20.0 cm  
vorh.  $a_{so}$  = 2.68 cm<sup>2</sup>/m

(Anzahl Ø vom Anwender gewählt)

Hinweis: vorh.  $a_s$  (bezogene Bewehrung) = vorh.  $A_s$  (absolute Bewehrung) /  $B_1$  (Laufbreite).**Schubbemessung****Schubbewehrung B500A**

| Ort<br>[-]                           | $V_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $k_z$<br>[-] | $\theta$<br>[Grad] | $a_{sL}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | $V_{Rd,c}$<br>[kN/m] | $V_{Rd,max}$<br>[kN/m] | erf. $a_{sBü}$<br>[cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ] | Info<br>[-] |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| unteres Podest links                 | 0.0                | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 0.0                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| unteres Podest links neben Auflager  | -0.9               | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| unteres Podest rechts neben Auflager | 31.9               | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| unteres Podest rechts                | 28.6               | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| Treppenlauf links                    | 24.9               | -14.1              | 0.71         | 18.4               | 1.9                              | 70.0                 | 314.6                  | 0.0                                                  | #)          |
| Treppenlauf rechts                   | -22.0              | 12.5               | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 73.0                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest links                  | -25.3              | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 2.1                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |
| oberes Podest rechts                 | -31.3              | 0.0                | 0.73         | 18.4               | 0.0                              | 74.2                 | 350.6                  | 0.0                                                  |             |

#)  $H_u > H_s$ , die statische Höhe an diesem Schnitt wurde reduziert**Rissbreitennachweis**

Der Nachweis erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination

**Rissbreitenbegrenzung Treppe:**

| Ort<br>[-]                              | $h$<br>[cm] | $M_{Ed}$<br>[kNm] | $N_{Ed}$<br>[kN] | vorh. $A_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | vorh. $A_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> ] | UWK<br>[-] | $d_{s,vorh}$<br>[mm] | $d_{s,Grenz}$<br>[mm] | vorh. $w$<br>[mm] | zul. $w$<br>[mm] |
|-----------------------------------------|-------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Treppenlauf, untere Seite               | 18.0        | 27.11             | 0.3              | 8.6                                  | 0.0                                  | XC1        | 10                   | 23                    | 0.17              | 0.40             |
| unt. Podest re. vom Auflager, ob. Seite | 18.0        | -0.03             | 0.0              | 0.0                                  | 4.0                                  | XC1        | 8                    | 100                   | 0.00              | 0.40             |

**Verformung**Die Berechnung erfolgt mit der quasiständigen Einwirkungskombination für den Zustand I ( $E_{cm} = 31000$  N/mm<sup>2</sup>).max.  $f = 0.2$  cm (im Treppenlauf bei  $x = 1.84$  m)Hinweis: Der Durchbiegungswert ist senkrecht zur entsprechenden Bauteilachse zu verstehen. Der  $x$ -Wert bezieht sich auf den Bauteilanzug (Anfang unteres Podest, Treppenlauf, oberes Podest usw.) und verläuft in Richtung der Bauteilachse.**Auflagerkräfte****Definition Auflagerkräfte**

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft  
(B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

**Auflagerkräfte je m Treppenbreite**

|                                  | $A_v$<br>[kN/m] | $A_h$<br>[kN/m] | $B_v$<br>[kN/m] | $B_h$<br>[kN/m] |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b><math>\gamma = 1.0</math></b> |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 23.4            | 0.0             | 22.4            | 0.0             |
| aus $g$                          | 15.4            | 0.0             | 14.6            | 0.0             |
| aus $q$                          | 8.0             | 0.0             | 7.8             | 0.0             |
| <b><math>\gamma</math>-fach</b>  |                 |                 |                 |                 |
| gesamt                           | 32.8            | 0.0             | 31.3            | 0.0             |
| aus $g$                          | 20.8            | 0.0             | 19.7            | 0.0             |
| aus $q$                          | 12.1            | 0.0             | 11.7            | 0.0             |

**Treppeneigengewicht**Das Treppeneigengewicht (ohne Belag)  $G_k$  beträgt 36.7 kN

**Schnittkrafttabelle (Bemessungs LK)**

Die Schnittkräfte und die Bewehrung beziehen sich auf einem Meter Treppenlaufbreite.

**unt. Podest links vom Auflager (Kragarm) (h = 18.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 0.0                | 0.0                | 0.00                | -          | 0.0                                   | 0.0                                   |
| 1          | 0.03               | -0.5               | 0.0                | -0.01               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |
| 2          | 0.06               | -0.9               | 0.0                | -0.03               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**unt. Podest rechts vom Auflager (h = 18.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 31.9               | 0.0                | -0.03               | $\infty$   | 0.0                                   | 2.1*)                                 |
| 1          | 0.11               | 30.3               | 0.0                | 3.51                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.23               | 28.6               | 0.0                | 6.87                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**Treppenlauf (Hu > Hs, h wird im Bereich der Einkerbung reduziert)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | h<br>[cm] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | 24.9               | -14.1              | 6.87                | 16.9      | -2.70      | 1.9*)                                 | 0.0                                   |
| 1          | 0.14               | 22.9               | -13.0              | 10.24               | 18.0      | -4.37      | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.28               | 20.9               | -11.9              | 13.34               | 18.0      | -6.22      | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 3          | 0.42               | 19.0               | -10.8              | 16.16               | 18.0      | -8.30      | 2.3                                   | 0.0                                   |
| 4          | 0.56               | 17.0               | -9.7               | 18.70               | 18.0      | -10.71     | 2.7                                   | 0.0                                   |
| 5          | 0.71               | 15.1               | -8.6               | 20.97               | 18.0      | -13.57     | 3.1                                   | 0.0                                   |
| 6          | 0.85               | 13.1               | -7.5               | 22.96               | 18.0      | -17.06     | 3.4                                   | 0.0                                   |
| 7          | 0.99               | 11.2               | -6.4               | 24.68               | 18.0      | -21.54     | 3.7                                   | 0.0                                   |
| 8          | 1.13               | 9.2                | -5.3               | 26.12               | 18.0      | -27.62     | 3.9                                   | 0.0                                   |
| 9          | 1.27               | 7.3                | -4.1               | 27.29               | 18.0      | -36.58     | 4.1                                   | 0.0                                   |
| 10         | 1.41               | 5.3                | -3.0               | 28.18               | 18.0      | -51.61     | 4.3                                   | 0.0                                   |
| 11         | 1.55               | 3.4                | -1.9               | 28.80               | 18.0      | -83.19     | 4.4                                   | 0.0                                   |
| 12         | 1.69               | 1.4                | -0.8               | 29.14               | 18.0      | -199.24    | 4.5                                   | 0.0                                   |
| 13         | 1.84               | -0.5               | 0.3                | 29.20               | 18.0      | 543.96     | 4.5                                   | 0.0                                   |
| 14         | 1.98               | -2.5               | 1.4                | 28.99               | 18.0      | 114.31     | 4.5                                   | 0.0                                   |
| 15         | 2.12               | -4.4               | 2.5                | 28.50               | 18.0      | 62.84      | 4.4                                   | 0.0                                   |
| 16         | 2.26               | -6.4               | 3.6                | 27.74               | 18.0      | 42.45      | 4.3                                   | 0.0                                   |
| 17         | 2.40               | -8.3               | 4.7                | 26.70               | 18.0      | 31.29      | 4.1                                   | 0.0                                   |
| 18         | 2.54               | -10.3              | 5.9                | 25.38               | 18.0      | 24.10      | 3.9                                   | 0.0                                   |
| 19         | 2.68               | -12.2              | 7.0                | 23.79               | 18.0      | 18.99      | 3.7                                   | 0.0                                   |
| 20         | 2.82               | -14.2              | 8.1                | 21.93               | 18.0      | 15.09      | 3.4                                   | 0.0                                   |
| 21         | 2.97               | -16.1              | 9.2                | 19.79               | 18.0      | 11.97      | 3.1                                   | 0.0                                   |
| 22         | 3.11               | -18.1              | 10.3               | 17.37               | 18.0      | 9.37       | 2.7                                   | 0.0                                   |
| 23         | 3.25               | -20.0              | 11.4               | 14.68               | 18.0      | 7.15       | 2.3                                   | 0.0                                   |
| 24         | 3.39               | -22.0              | 12.5               | 11.71               | 18.0      | 5.20       | 2.1*)                                 | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**oberes Podest (h = 18.0 cm)**

| Nr.<br>[-] | Ort: x-Wert<br>[m] | $Q_{Ed}$<br>[kN/m] | $N_{Ed}$<br>[kN/m] | $M_{Ed}$<br>[kNm/m] | e/h<br>[-] | erf. $a_{su}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] | erf. $a_{so}$<br>[cm <sup>2</sup> /m] |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 0          | 0.00               | -25.3              | 0.0                | 11.71               | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 1          | 0.10               | -26.8              | 0.0                | 9.01                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 2          | 0.21               | -28.3              | 0.0                | 6.17                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 3          | 0.31               | -29.8              | 0.0                | 3.16                | $\infty$   | 2.1*)                                 | 0.0                                   |
| 4          | 0.41               | -31.3              | 0.0                | 0.00                | -          | 0.0                                   | 0.0                                   |

\*) Mindestlängsbewehrung ist maßgebend.

**Position: B.3.4 - Stb.-Podest -**

Die Bemessung der Pos. B.3.4 erfolgt analog zu Pos. B.2.14.

**Position: B.3.5 - Stahlträger -****Ständig**

---

aus Pos. B.2.17 inkl. Mauerwerk = 383,00 kN

Pressung: 383 kN/1,50 m = 256 kN/m

aus Decke (Flur), n. A. der Bestandsstatik = 18,00 kN/m

**Veränderlich**

---

aus Pos. B.1.8 = 130,00 kN

Pressung: 130 kN/1,50 m = 87 kN/m

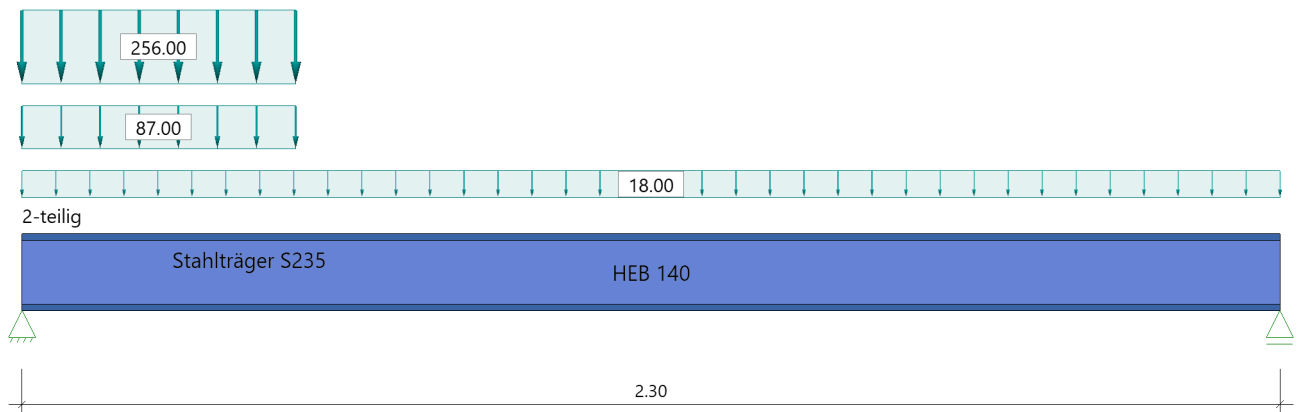
**Position: B.3.5 - Stahlträger -**

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

**Grundparameter**

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

**System****Systembild****Geometrie****Querschnitte**

| Name                                               | $I_y$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $I_z$<br>[cm <sup>4</sup> ] | $W_y$<br>[cm <sup>3</sup> ] | $W_z$<br>[cm <sup>3</sup> ] | A<br>[cm <sup>2</sup> ] |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| HEB 140                                            | 1509                        | 550                         | 216                         | 79                          | 43.0                    |
| Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge. |                             |                             |                             |                             |                         |

**Felder**

| Feld | Länge<br>[m] | Querschnitt | Mehrteilig |
|------|--------------|-------------|------------|
| 1    | 2.30         | HEB 140     | x 2        |

**Auflager (Lagerbedingungen)**

| Nr | x<br>[m] | u <sub>y</sub><br>[kN/m] | u <sub>z</sub><br>[kN/m] | Verdrehungen *)       |                       |                       |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |          |                          |                          | $\Phi_x$<br>[kNm/rad] | $\Phi_y$<br>[kNm/rad] | $\Phi_z$<br>[kNm/rad] |
| 1  | 0.00     | -1                       | -1                       | -1                    | 0.0                   | 0.0                   |
| 2  | 2.30     | -1                       | -1                       | 0.0                   | 0.0                   | 0.0                   |

\*) -1 = starr, 0 = frei, &gt; 0 = elastisch



**Lasten****Streckenlasten**

| Bezug                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Nr | Art | A<br>[m] | L1<br>[m] | L2<br>[m] | W1<br>[kN/m] | W2<br>[kN/m] | wirkt<br>Feldweise | EG      | Zus | Alt |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------------|---------|-----|-----|
| System                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1  | GL  |          | 2.30      |           | 18.00        |              | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2  | TL  |          | 0.50      |           | 256.00       | 256.00       | Nein               | ständig |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3  | TL  |          | 0.50      |           | 87.00        | 87.00        | Nein               | ständig |     |     |
| Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast<br>Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)<br>A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger<br>EG : Lasteinwirkung<br>Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe<br>Alt : Alternativgruppe |    |     |          |           |           |              |              |                    |         |     |     |

**Lastbezeichnungen**

| Nr | Bezeichnung       |
|----|-------------------|
| 1  | aus Bestandsdecke |
| 2  | aus B.1.8         |
| 3  | aus B.1.8         |

**Eigengewicht**

Gesamtgewicht = 155 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

| Bezeichnung                                                             | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma_{F,inf}$ | $\gamma_{F,sup}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|
| ständig                                                                 |          |          |          | 1.00             | 1.35             |
| Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3 |          |          |          |                  |                  |

**Ergebnisse****Bemessungsparameter**

|                                               |                  |                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Bemessungsnorm                                | :                | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08                                          |
| Basis                                         | :                | EN 1993-1-1:2010                                                    |
| Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik           | :                | DIN EN 1990/NA:2010-12                                              |
| Schadensfolgeklasse                           | :                | CC 2                                                                |
| $\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)                | :                | nicht angesetzt                                                     |
| Kombination ständiger Lasten                  | :                | alle gleiches $\gamma_F$ ( $\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$ ) |
| Querschnittsbemessung                         | :                | plastisch                                                           |
| Stabilitätsnachweis nach                      | :                | 6.3.3 - Anhang B                                                    |
| Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit     | :                | charakteristisch                                                    |
| Nachweis Absolutverformung mit                | $\delta_{lim} =$ | 5.0 cm                                                              |
| Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit | $\delta_{lim} =$ | Kragarm $l_{eff}/150$                                               |
|                                               | $\delta_{lim} =$ | Felder $l_{eff}/500$                                                |

**Zusammenfassung**

| Nachweis                                                                          | Bemessungssituation   | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ | $\eta_{Verformung}$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Tragfähigkeit                                                                     | ständig/vorübergehend | 0.66        | 1)             |                     |
| Gebrauchstauglichkeit                                                             | charakteristisch      |             |                | 0.71                |
| 1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten. |                       |             |                |                     |

**Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)**

| Bemessungssituation   | Querschnitt | Stelle             | $V_{z,Ed}$<br>[kN] | $M_{y,Ed}$<br>[kNm] | $\eta_{QS}$ | $\eta_{Stabi}$ |
|-----------------------|-------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------|----------------|
| ständig/vorübergehend | HEB 140     | Feld 1, $x = 0.00$ | 117.7              | 0.00                | 0.66        |                |

**Nachweis für maximale Auslastung bei  $x = 0.00$  m Lk 1**

|               |          |               |             |
|---------------|----------|---------------|-------------|
| $N_{pld} =$   | 0.0 kN   | $N_{Rd} =$    | 976.9 kN    |
| $N_{Ed} =$    | 0.0 kN   | $\eta_N =$    | 0.00        |
| $M_{y,pld} =$ | 0.00 kNm | $M_{y,Rd} =$  | 56.38 kNm   |
| $M_{y,Ed} =$  | 0.00 kNm | $\eta_{My} =$ | 0.00        |
| $V_{z,pld} =$ | 117.7 kN | $V_{z,Rd} =$  | 177.5 kN    |
| $V_{z,Ed} =$  | 117.7 kN | $\eta_{Vz} =$ | 0.66        |
|               |          | $\eta =$      | <b>0.66</b> |

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Verformungsnachweis - Absolutverformung  $f_{Cd} = 5.0$  cm**

| Feld   | x<br>[m] | $f_{y,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{res,Ed}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|--------------------|--------------------|----------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.09     | 0.0                | 0.3                | 0.3                  | 0.07   | 3   |

**Verformungsnachweis - Relativverformung in z  $f_{Cd} = l_{eff}/500$** 

| Feld   | x<br>[m] | $l_{eff}$<br>[m] | $l_{eff,x0}$<br>[m] | $l_{eff,x1}$<br>[m] | $f_{z,g}$<br>[cm] | $f_{z,Ed}$<br>[cm] | $f_{z,Cd}$<br>[cm] | $\eta$ | Lfk |
|--------|----------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|
| Feld 1 | 1.09     | 2.30             | 0.00                | 2.30                | 0.3               | 0.3                | 0.5                | 0.71   | 3   |

Feld : Bezeichnung  
 x : Koordinate X der berechneten Stelle  
 $l_{eff}$  : effektive Länge dieses Abschnittes  
 $l_{eff,x0}$  : Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $l_{eff,x1}$  : Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)  
 $f_{z,g}$  : ständiger Anteil der Verschiebung  
 $f_{z,Ed}$  : Bemessungswert der Verschiebung  
 $f_{z,Cd}$  : zulässige Verschiebung aus  $l_{eff}$   
 $\eta$  : größte Auslastung der berechneten Stelle  
 Lfk : Lastfallkombination

**Auflagerkräfte****Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

| Nr | x<br>[m] | Einwirkung | $R_{z,min}$<br>[kN] | $R_{z,max}$<br>[kN] | $M_{y,min}$<br>[kNm] | $M_{y,max}$<br>[kNm] |
|----|----------|------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 1  | 0.00     | ständig    | 174.3               | 174.3               |                      |                      |
| 2  | 2.30     | ständig    | 40.1                | 40.1                |                      |                      |

**Position: 7K - Stahlbetonstütze -****Ständig**

aus Pos. B.1.8 = 65,00 kN

aus Pos. B.2.1 + EG = 80,50 kN

---



---

$\Sigma g_k = 145,50 \text{ kN}$

**Veränderlich**

aus Pos. B.1.8 = 17,00 kN

aus Pos. B.2.1 = 48,00 kN

---



---

$\Sigma q_k = 65,00 \text{ kN}$

**Pk = 210,50 kN**

Pos. 7 K Stahlbetonstütze unter Pos. 6 K

Belastung:

|                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| aus Pos. 6 K     | = 23,100 t ✓                |
| aus Eigengewicht | $\approx 0,900 \text{ t}$ ✓ |
|                  | $P = 24,000 \text{ t}$ ✓    |

$h_s \sim 2,78 \text{ m}$  ✓

Querschnitt 24/20 cm ✓

$h : d = 278 : 20 \approx 14$  ✓

$\mu_{\text{gew.}} 0,008$  ✓

$F_b \text{ erf} = \frac{24\,000}{76,2} = 315 \text{ cm}^2 < 480 \text{ cm}^2$  ✓

$F_e \text{ erf} = 0,008 \cdot 315 = 2,53 \text{ cm}^2$  ✓

**Lastvergleich**

Die Pos. 7K wurde für eine charakteristische Last von 240 kN bemessen. Durch den Umbau wird die neue Pos. 7K mit 211 kN belastet und gilt somit als nachgewiesen.

### 3. Prüfung der Bestandsdecken

#### Lastszusammenstellung

##### Neuer Fußbodenaufbau im Bestand nach Fermacell

|                                                    |                             |            |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Bodenbelag Kautschuk/Linoleum                      | gk= 0,15 kN/m <sup>2</sup>  | h= 0,010 m |
| Gipsfaserplatte, 15 mm                             | gk= 0,175 kN/m <sup>2</sup> | h= 0,015 m |
| Heizelement Therm 25                               | gk= 0,27 kN/m <sup>2</sup>  | h= 0,025 m |
| Holzfaserdämmung, 20 mm                            | gk= 0,05 kN/m <sup>2</sup>  | h= 0,020 m |
| Wabenschüttung                                     | gk= 0,45 kN/m <sup>2</sup>  | h= 0,030 m |
| gebundene Schüttung T, 3,9 kg/m <sup>2</sup> je cm | gk= 0,51 kN/m <sup>2</sup>  | h= 0,130 m |

|                            |
|----------------------------|
| gk= 1,05 kN/m <sup>2</sup> |
|----------------------------|

|                       |
|-----------------------|
| Aufbauhöhe: h= 0,23 m |
|-----------------------|

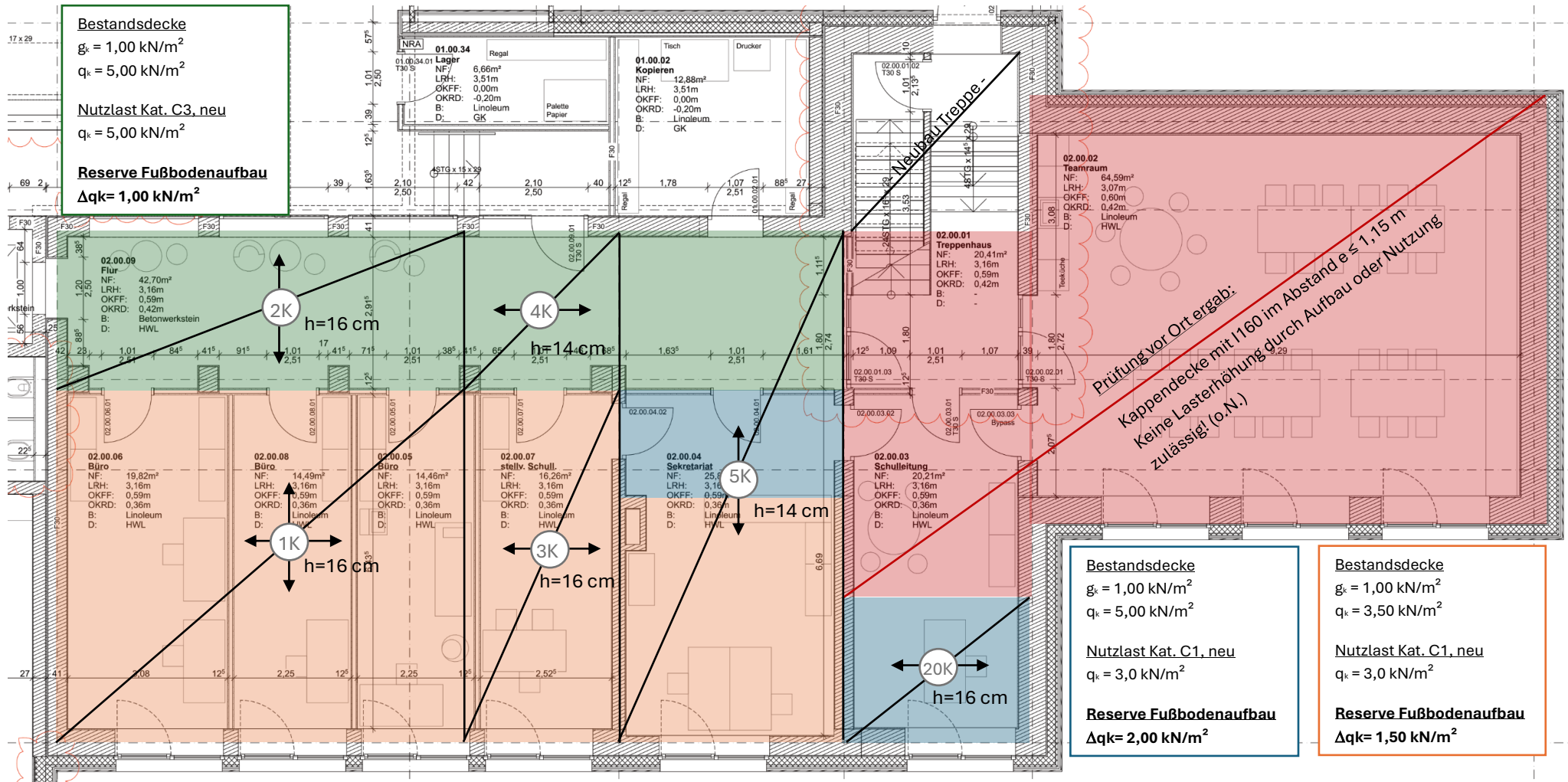
Abhangdecke + Installationslasten

gk= 0,50 kN/m<sup>2</sup>

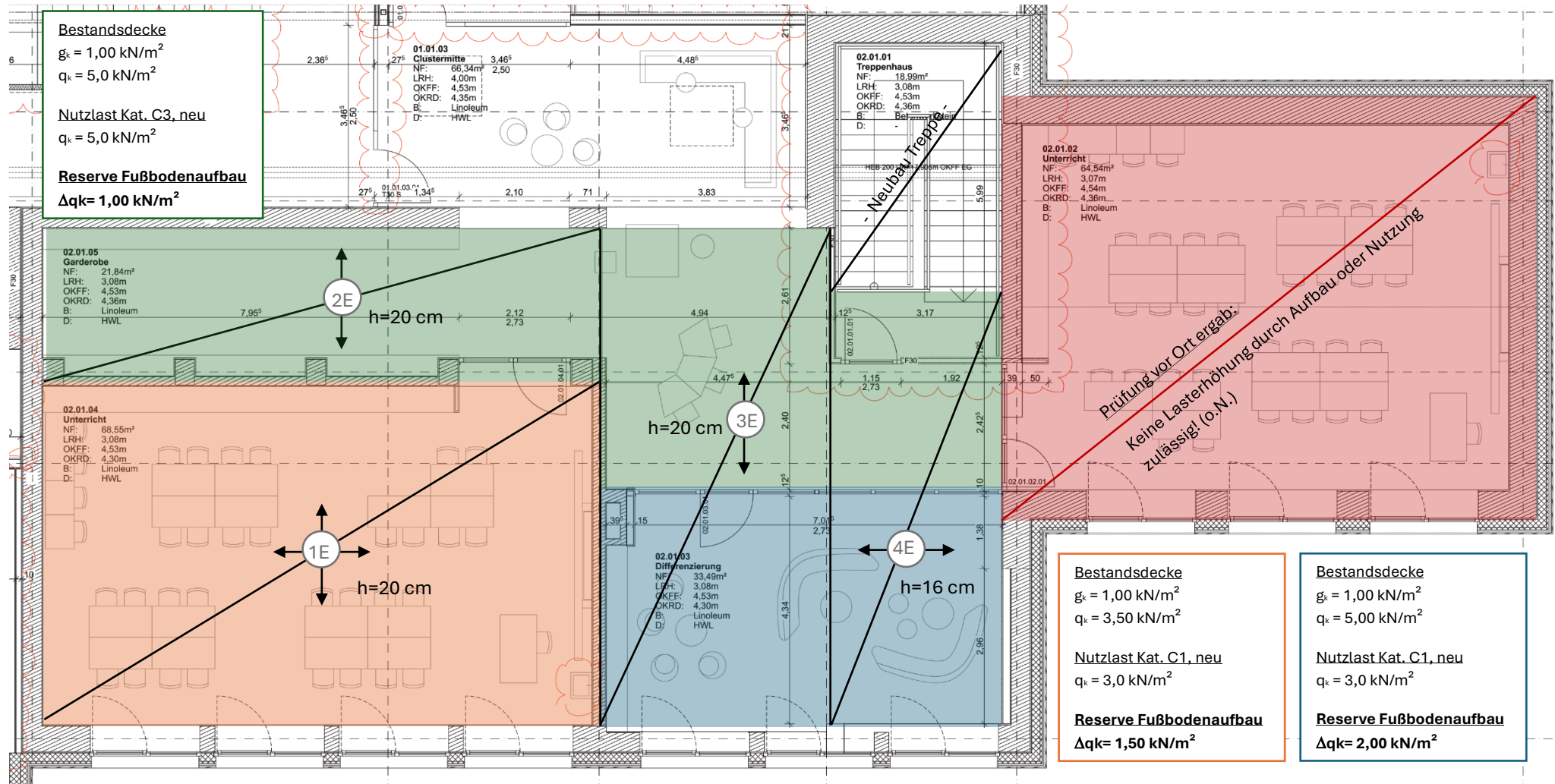
|                       |
|-----------------------|
| Abhanghöhe: h= 0,35 m |
|-----------------------|

|                                    |
|------------------------------------|
| Gesamt: gk= 1,55 kN/m <sup>2</sup> |
|------------------------------------|

## Erdgeschoss, Prüfung Kellergeschossdecke



## Obergeschoss, Prüfung Erdgeschossdecke



## Nachweis mittels Lastreserven

Y= 25 kN/m<sup>2</sup>

Fußbodenaufbau + Unterdecke: 1,55 kN/m<sup>2</sup>

\*<sub>1</sub> = Lastüberschreitung

Δ\* = Ausnutzung

\*<sub>2</sub> = Reserve Bewehrung

### Erdgeschossdecke

| Pos. | Dicke<br>d [m] | Eigengewicht<br>EG [kN/m²] | Bestandsdecke |            | Summe<br>EG+gk+qk | Sanierung  |            | Summe<br>EG+gk+qk | * <sub>1</sub><br>[%] | erf. As             |      | vorh. As | * <sub>2</sub><br>[%] | Δ*<br>* <sub>1</sub> - * <sub>2</sub> [%] |
|------|----------------|----------------------------|---------------|------------|-------------------|------------|------------|-------------------|-----------------------|---------------------|------|----------|-----------------------|-------------------------------------------|
|      |                |                            | gk [kN/m²]    | qk [kN/m²] |                   | gk [kN/m²] | qk [kN/m²] |                   |                       | [cm²]               |      |          |                       |                                           |
| 2E   | 0,20           | 5,0                        | 1,0           | 5,0        | 11,0              | 1,55       | 5,0        | 11,6              | 5,00                  | Stütz               | 8,30 | 8,86     | 6,75                  | -1,75                                     |
|      |                |                            |               |            |                   |            |            |                   |                       | Feld y <sub>2</sub> | 1,90 | 2,22     | 16,84                 | -11,84                                    |
| 3E   | 0,18           | 4,5                        | 1,0           | 5,0        | 10,5              | 1,55       | 5,0        | 11,1              | 5,24                  | Feld 1              | 3,10 | 3,17     | 2,26                  | 2,98                                      |
|      |                |                            |               |            |                   |            |            |                   |                       | Feld 2              | 4,52 | 4,69     | 3,76                  | 1,48                                      |
|      |                |                            |               |            |                   |            |            |                   |                       | Stütz               | 7,80 | 8,20     | 5,13                  | 0,11                                      |
| 4E   | 0,16           | 4,0                        | 1,0           | 5,0        | 10,0              | 1,55       | 5,0        | 10,6              | 5,50                  | Feld                | 4,15 | 4,43     | 6,75                  | -1,25                                     |

### Kellergeschossdecke

| Pos. | Dicke<br>d [m] | Eigengewicht<br>EG [kN/m²] | Bestandsdecke |            | Summe<br>EG+gk+qk | Sanierung  |            | Summe<br>EG+gk+qk | * <sub>1</sub><br>[%] | erf. As |      | vorh. As | * <sub>2</sub><br>[%] | Δ*<br>* <sub>1</sub> - * <sub>2</sub> [%] |
|------|----------------|----------------------------|---------------|------------|-------------------|------------|------------|-------------------|-----------------------|---------|------|----------|-----------------------|-------------------------------------------|
|      |                |                            | gk [kN/m²]    | qk [kN/m²] |                   | gk [kN/m²] | qk [kN/m²] |                   |                       | [cm²]   |      |          |                       |                                           |
| 2K   | 0,16           | 4,0                        | 1,0           | 5,0        | 10,0              | 1,55       | 5,0        | 10,6              | 5,50                  | Stütz   | 7,28 | 7,54     | 3,57                  | 1,93                                      |
|      |                |                            |               |            |                   |            |            |                   |                       | Feld    | 1,64 | 1,85     | 12,80                 | -7,30                                     |
| 4K   | 0,14           | 3,5                        | 1,0           | 5,0        | 9,5               | 1,55       | 5,0        | 10,1              | 5,79                  | Feld    | 2,80 | 3,17     | 13,21                 | -7,42                                     |
| 5K   | 0,14           | 3,5                        | 1,0           | 5,0        | 9,5               | 1,55       | 5,0        | 10,1              | 5,79                  | Stütz c | 2,21 | 2,62     | 18,55                 | -12,76                                    |
|      |                |                            |               |            |                   |            |            |                   |                       | Feld 3  | k.A. | k.A.     |                       |                                           |

## statisch-konstruktiver Brandschutznachweis

Gemäß DIN 4102



## **I Vorbemerkung**

Gemäß dem Brandschutzkonzept des Ingenieurbüros Andreas + Brück GmbH vom 26.02.2025 wird das Gebäude in die Gebäudeklasse 3 eingestuft.

Im Zuge der Umbaumaßnahmen werden die Stahlträger und Stahlstützen im Erdgeschoss, Obergeschoss sowie im Dachgeschoss mit einer feuerhemmenden Bekleidung versehen.

Die Stahlträger und Stahlstützen im Kellergeschoss werden entsprechend den Anforderungen des § 28 der Musterbauordnung mit einer feuerbeständigen Bekleidung ausgeführt. Die Auswahl der hierfür erforderlichen Bekleidung wird im Folgenden in festgelegt.

Tragende Bauteile in Stahlbetonbauweise erfüllen die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer infolge ihrer Massivbauweise. Der brandschutztechnische Nachweis dieser Bauteile erfolgt in Kapitel IV.

## **II Nachweis der neuen Bauteile im Bestandsgebäude mit Anforderung F30**

### **Stahlträger als Stürze**

Träger unter dreiseitiger Brandbelastung:

| Position      | Geometrie            | U/A- Verhältnis    |
|---------------|----------------------|--------------------|
| B.1.2         | 2x HE-A 120          | 92 m <sup>-1</sup> |
| B.1.4         | 2x HE-B 180          | 55 m <sup>-1</sup> |
| B.1.6         | 1x HE-B 220          | 72 m <sup>-1</sup> |
| B.1.12        | 1x RRO 250*150*10 mm | 87 m <sup>-1</sup> |
| B.2.1         | 1x HE-B 260          | 66 m <sup>-1</sup> |
| B.2.3, B.2.10 | 2x HE-A 160          | 81 m <sup>-1</sup> |
| B.2.4, B.2.5  | 2x HE-A 140          | 87 m <sup>-1</sup> |
| B.2.15        | 1x HE-B 180          | 83 m <sup>-1</sup> |

Träger unter zweiseitiger Brandbelastung:

| Position  | Geometrie | U/A- Verhältnis    |
|-----------|-----------|--------------------|
| Zu B.1.12 | UPE 240   | 86 m <sup>-1</sup> |

- geeigneter Putzauftrag gemäß DIN 4102-4: 2016-05, Tabelle 7.1 bzw. 7.2 ODER:
- Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 10 mm

### Stahlträger als Stütze

Stütze unter vierseitiger Brandbelastung:

| Position      | Geometrie   | U/A- Verhältnis     |
|---------------|-------------|---------------------|
| B.1.7         | HE-B 120    | 141 m <sup>-1</sup> |
| B.1.8         | QRO 80*5 mm | 223 m <sup>-1</sup> |
| B.2.2, B.2.11 | HE-A 140    | 174 m <sup>-1</sup> |

- geeigneter Putzauftrag gemäß DIN 4102-4: 2016-05, Tabelle 7.1 bzw. 7.2  
ODER:
- Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 10 mm (B.1.7, B2.2, B2.11)  
Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 12 mm (B.1.8)

## III Nachweis der neuen Bauteile im Bestandsgebäude mit Anforderung F90

### Stahlträger als Stürze

Träger unter zweiseitiger Brandbelastung:

| Position | Geometrie   | U/A- Verhältnis    |
|----------|-------------|--------------------|
| B.3.1    | 1x HE-A 240 | 62 m <sup>-1</sup> |

- geeigneter Putzauftrag gemäß DIN 4102-4: 2016-05, Tabelle 7.1 bzw. 7.2  
ODER:
- Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 12 mm

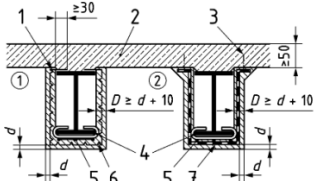
Träger unter dreiseitiger Brandbelastung:

| Position | Geometrie   | U/A- Verhältnis    |
|----------|-------------|--------------------|
| B.3.2    | 2x HE-A 100 | 92 m <sup>-1</sup> |
| B.3.5    | 2x HE-B 140 | 65 m <sup>-1</sup> |

- geeigneter Putzauftrag gemäß DIN 4102-4: 2016-05, Tabelle 7.1 bzw. 7.2  
ODER:
- Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 25 mm (Pos. B.3.2)  
Verkleidung mit Promat Promatect-H d = 12 mm (Pos. B.3.5)

DIN 4102-4:2016-05

Tabelle 7.1 — Mindestdicken von Putzen bekleideter Stahlträger ohne Ausmauerung

|                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |      |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |      |       |       |                                                |      |      |       |       |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|-------|------------------------------------------------|------|------|-------|-------|----|
| $A_p/V$<br><br>Profilfaktor nach<br>DIN EN 1993-1-2                                                                                                                                                                                            | <div>Maße in Millimeter</div>                                                                                                                                                  |      |      |       |       | <div>Legende</div> <div>1 Klembefestigung <math>\geq 30</math> mm</div> <div>2 Platten oder Hohlplatten nach 5.4 und 5.5</div> <div>3 Schraubbefestigung: mindestens 3 Schrauben/m</div> <div>4 Bügel <math>\varnothing \geq 5</math> mm, <math>a \leq 500</math> mm</div> <div>5 Rippenstreckmetall</div> <div>6 Abstandhalter <math>\varnothing \geq 5</math> mm, 2 bis 3 Stück je Breite</div> <div>7 Streckmetall oder Drahtgewebe</div> |      |      |       |       |                                                |      |      |       |       |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                | <div>Mindestputzdicke<sup>a</sup> <math>d</math> in mm über Putzträger (Rippenstreckmetall, Streckmetall oder Drahtgewebe) nach nebenstehender Schema-Skizze — Gesamtputzdicke<br/><math>D \geq d + 10</math> mm — bei Verwendung von Putz<sup>b</sup> aus</div> |      |      |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |      |       |       |                                                |      |      |       |       |    |
| $m^{-1}$                                                                                                                                                                                                                                       | Putze aus Kalk-Zementmörtel nach DIN EN 998-1 oder aus Gipskalkmörtel nach DIN EN 13279-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2                                                                                                                      |      |      |       |       | Putze aus Gipsmörtel nach DIN EN 13279-1 in Verbindung mit DIN 18550-2 bzw. DIN EN 13914-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |      |       |       | Vermiculite- oder Perlite-Mörtel nach 5.1.4(5) |      |      |       |       |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                | F 30                                                                                                                                                                                                                                                             | F 60 | F 90 | F 120 | F 180 | F 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | F 60 | F 90 | F 120 | F 180 | F 30                                           | F 60 | F 90 | F 120 | F 180 |    |
|                                                                                                                                                                                                                                                | < 90                                                                                                                                                                                                                                                             | 5    | 15   | —     | —     | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5    | 5    | 15    | 15    | 25                                             | 5    | 5    | 15    | 15    | 25 |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 90 bis 119                                                                                                                                                                                                                                                       | 5    | 15   | —     | —     | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5    | 5    | 15    | 25    | —                                              | 5    | 5    | 15    | 25    | —  |
|                                                                                                                                                                                                                                                | 120 bis 179                                                                                                                                                                                                                                                      | 5    | 15   | —     | —     | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5    | 15   | 15    | 25    | —                                              | 5    | 5    | 15    | 25    | —  |
| 180 bis 300                                                                                                                                                                                                                                    | 5                                                                                                                                                                                                                                                                | 15   | —    | —     | —     | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 15   | 25   | —     | —     | 5                                              | 5    | 25   | 25    | —     |    |
| <div><sup>a</sup> Die Benennungen lauten jeweils F 30-A, F 60-A, F 90-A, F 120-A und F 180-A.</div> <div><sup>b</sup> Sofern eine brandschutztechnische Bemessung nicht möglich ist, sind die betreffenden Fälle mit "—" gekennzeichnet.</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |      |       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |      |       |       |                                                |      |      |       |       |    |

## DIN 4102-4:2016-05

Tabelle 7.2 — Mindestdicke  $d_M$  in mm der Ausmauerung von Stahlträgern mit Putzbekleidung der Untergurte<sup>c</sup>

| Zeile | <div><p>Maße in Millimeter</p><p>Legende</p><ul style="list-style-type: none"><li>1 Klemmbefestigung der Putzträger</li><li>2 Platten oder Hohlplatten nach 5.4 bis 5.6</li><li>3 Bügel <math>\varnothing \geq 5</math>, <math>a \leq 500</math></li><li>4 Abstandhalter <math>\varnothing \geq 5</math>, 2 bis 3 Stück je Breite</li></ul><p>Mauerwerk nach DIN EN 1996-2 aus</p></div> | Mindestdicke $d_M^{a,b}$ der Ausmauerung für die Feuerwiderstandsklasse-Benennung |        |        |         |         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|---------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | F 30-A                                                                            | F 60-A | F 90-A | F 120-A | F 180-A |
| 1     | Porenbetonsteinen nach DIN EN 771-4 in Verbindung mit DIN V 20000-404 und DIN V 4165-100 oder Hohlblock- oder Vollsteinen bzw. Wandbauplatten aus Leichtbeton oder Beton nach DIN EN 771-3 in Verbindung mit DIN V 20000-403 und DIN V 18151-100, DIN V 18152-100, DIN V 18153-100                                                                                                       | 50                                                                                | 50     | 50     | 50      | 75      |
| 2     | Mauerziegeln nach DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN 20000-401 und DIN 105-6, DIN 105-100 oder Kalksandsteinen nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN V 20000-402 und DIN V 106                                                                                                                                                                                                         | 50                                                                                | 50     | 50     | 70      | 115     |
| 3     | Gips-Wandbauplatten nach DIN EN 12859                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 60                                                                                | 60     | 60     | 60      | 60      |

<sup>a</sup> Bei hohen Trägern können aus Gründen der Standsicherheit gegebenenfalls größere Dicken notwendig werden.

<sup>b</sup> Lochungen von Steinen oder Ziegeln dürfen nicht senkrecht zum Trägersteg verlaufen.

<sup>c</sup> Die Mindestputzdicken  $d$  und  $D$  für den Bereich der Untergurte sind den Angaben nach Tabelle 7.1 zu entnehmen.

## 7.2.3 Gipsplattenbekleidungen

(1) Gipsplattenbekleidungen müssen hinsichtlich der Platten-Anordnung und -Mindestdicke die in Tabelle 7.3 angegebenen Bedingungen erfüllen. Die Spannweite der Platten — das heißt die Abstände der Stahlhalterprofile — muss  $\leq 400$  mm sein. Fugen einlagiger Bekleidungen sind mit Gipsplattenstreifen zu hinterfüllen. Fugen mehrlagiger Bekleidungen sind  $\geq 400$  mm zu versetzen. Jede Bekleidungs-lage ist für sich an der Unterkonstruktion zu befestigen und zu verspachteln. Im Übrigen gilt für die Befestigung und Verspachtelung der Fugen DIN 18181.



## Konstruktion 445

30 - 180

## Berechnung des U/A-Wertes von Stahlunterzügen

Nach DIN 4102 wird die für einen Feuerwiderstand erforderliche Bekleidungsstärke über einen Verhältniswert  $U/A$  [ $m^{-1}$ ] ermittelt. Dieser Quotient beschreibt das Verhältnis vom beflamten Umfang  $U$  (das heißt bei Unterzügen unter Decken 3-seitig) und der Querschnittsfläche  $A$  eines Stahlprofils.

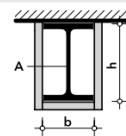
Dieser nach DIN 4102 verwendete Profilfaktor  $U/A$  entspricht dem ebenfalls gebräuchlichen Verhältniswert  $Ap/V$  entsprechend DIN EN 1993-1-2 (Eurocode 3).

Grundsätzlich gilt, dass bei gleichem Umfang schlanke Profile einen hohen und massive Profile einen niedrigen  $U/A$ -Wert aufweisen. Demnach ist die Bekleidungsstärke größer, je höher der  $U/A$ -Wert ist.

## Gleichung für U/A-Wert nach Brandbeanspruchung (Beispiele)

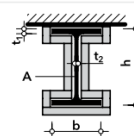
## 3-seitig

$$\frac{2h + b}{A} \times 100$$



## 3-seitig (profilfolgend)

$$\frac{\text{Abwicklung} - \frac{b}{100}}{A} \times 10^4 \quad \text{oder} \quad \frac{200}{t_1}$$

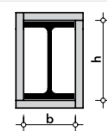


Der größere Wert ist maßgebend.

Bei Trägerhöhen  $> 600$  mm kann auch  $\frac{200}{t_2}$  maßgebend werden.

## 4-seitig

$$\frac{2h + 2b}{A} \times 100$$



Alle Maße ( $b$ ,  $h$ ,  $t_1$  und  $t_2$ ) in cm.

## Berechnungsbeispiel 3-seitige Brandbeanspruchung

Stahlunterzug, Profil HE-M 200, Profilhöhe  $h$ : 22,0 cm, Profilbreite  $b$ : 20,6 cm, Querschnittsfläche  $A$ : 131  $cm^2$

$$\begin{aligned} \frac{U}{A} &= \frac{2h + b}{A} \times 100 \\ &= \frac{2 \times 22,0 \text{ cm} + 20,6 \text{ cm}}{131 \text{ cm}^2} \times 100 \\ &= \frac{64,6 \text{ cm}}{131 \text{ cm}^2} \times 100 \\ &= 49 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

Dieser Stahlunterzug mit dem errechneten  $U/A$ -Wert  $49 \text{ m}^{-1}$  ist zum Beispiel für die Feuerwiderstandsklasse F 90-A gemäß allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis mit PROMATECT®-H in 12 mm Dicke (mit Stoßhinterlegung) zu bekleden.

## Tabellen Bekleidungsstärken für Stahlunterzüge

Gemäß ABP können Stahlunterzüge ein- oder zweilagig mit Brandschutzbauplatten PROMATECT®-H oder PROMATECT®-L bekledet werden.

Bei einer Bekleidungsstärke von mehr als 25 mm empfehlen wir, die Bekleidung einlagig mit PROMATECT®-L auszuführen.

Mit PROMATECT®-H ist die Ausführung ohne waagerechte Stoßhinterlegung möglich. Bei zweilagiger Bekleidung ist grundsätzlich keine waagerechte Stoßhinterlegung notwendig.

Alle Werte dieser Tabelle wurden auf Grundlage der geforderten Brandprüfreihe nach DIN 4102 ermittelt.

## Unterzugbekleidung entsprechend Verhältniswert U/A

| PROMATECT®-H | F 30-A         | F 60-A         | F 90-A         | F 120-A        | F 180-A        |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 10 mm        | ≤ 210 $m^{-1}$ | ≤ 65 $m^{-1}$  | ≤ 34 $m^{-1}$  |                |                |
| 12 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 130 $m^{-1}$ | ≤ 65 $m^{-1}$  |                |                |
| 15 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 130 $m^{-1}$ | ≤ 65 $m^{-1}$  |                |                |
| 20 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 80 $m^{-1}$  |                |                |
| 25 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 170 $m^{-1}$ |                |                |
| 12+12 mm     | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 150 $m^{-1}$ | ≤ 70 $m^{-1}$  |                |
| 10+15 mm     | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 150 $m^{-1}$ | ≤ 70 $m^{-1}$  |                |
| 15+20 mm     | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 250 $m^{-1}$ | ≤ 80 $m^{-1}$  |
| 25+25 mm     | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 160 $m^{-1}$ |

Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3802/8029-MPA BS

| PROMATECT®-L | F 30-A         | F 60-A         | F 90-A         | F 120-A        |  |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| 20 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 160 $m^{-1}$ | ≤ 95 $m^{-1}$  |  |
| 25 mm        | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 250 $m^{-1}$ | ≤ 150 $m^{-1}$ |  |

Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3738/7388-MPA BS

| PROMATECT®-H ohne waagerechte Stoßhinterlegung | F 30-A         | F 60-A         | F 90-A         | F 120-A        | F 180-A        |
|------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 10 mm                                          | ≤ 210 $m^{-1}$ | ≤ 65 $m^{-1}$  |                |                |                |
| 12 mm                                          | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 130 $m^{-1}$ |                |                |                |
| 15 mm                                          | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 170 $m^{-1}$ |                |                |                |
| 20 mm                                          | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ |                |                |                |
| 25 mm                                          | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ |                |                |                |
| 12+12 mm                                       | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 150 $m^{-1}$ | ≤ 70 $m^{-1}$  |                |
| 10+15 mm                                       | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 150 $m^{-1}$ | ≤ 70 $m^{-1}$  |                |
| 15+20 mm                                       | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 250 $m^{-1}$ | ≤ 80 $m^{-1}$  |
| 25+25 mm                                       | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 300 $m^{-1}$ | ≤ 160 $m^{-1}$ |

Bekleidungsstärken gemäß ABP Nr. P-3193/4629-MPA BS

**IV Stb.-Podeste, Stb.-Treppen nach DIN EN 1992-1-2:2025-11, Abs. 6.7****Ein- und zweiachsig statisch bestimmt gelagerte Stahlbeton- und Spannbetonplatten****Tabelle 6.9 — Mindestdicke und Achsabstände für statisch bestimmt liniengelagerte, einachsig oder zweiachsig gespannte Stahlbeton- oder Spannbetonplatten**

| Feuerwiderstand<br>unter Einheits-<br>Temperatur-<br>zeitkurve                                                                                                                        | Mindestabmessungen<br>[mm] |                    |                     |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
|                                                                                                                                                                                       | Plattendicke $h$<br>[mm]   | Achsabstand $a$    |                     |                        |
|                                                                                                                                                                                       |                            | einachsig gespannt | zweiachsig gespannt |                        |
|                                                                                                                                                                                       |                            |                    | $l_y/l_x \leq 1,5$  | $1,5 < l_y/l_x \leq 2$ |
| 1                                                                                                                                                                                     | 2                          | 3                  | 4                   | 5                      |
| REI 30                                                                                                                                                                                | 60                         | 10 <sup>a</sup>    | 10 <sup>a</sup>     | 10 <sup>a</sup>        |
| REI 60                                                                                                                                                                                | 80                         | 20                 | 10 <sup>a</sup>     | 15 <sup>a</sup>        |
| REI 90                                                                                                                                                                                | 100                        | 30                 | 15 <sup>a</sup>     | 20                     |
| REI 120                                                                                                                                                                               | 120                        | 40                 | 20                  | 25                     |
| REI 180                                                                                                                                                                               | 150                        | 55                 | 30                  | 40                     |
| REI 240                                                                                                                                                                               | 175                        | 65                 | 40                  | 50                     |
| ANMERKUNG Spalte 4 und Spalte 5 gelten für an allen vier Rändern gelagerte Platten; Platten, auf die das nicht zutrifft, sollten als einachsig gespannt betrachtet werden (Spalte 3). |                            |                    |                     |                        |
| <sup>a</sup> Gewöhnlich wird die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung größer sein.                                                                                             |                            |                    |                     |                        |

**➤ Erdgeschoss & Obergeschoss**

Erforderlich: REI 30

|                     |              |                          |
|---------------------|--------------|--------------------------|
| Mindestabmessungen: | Plattendicke | $h_s \geq 60 \text{ mm}$ |
|                     | Achsabstand  | $a \geq 10 \text{ mm}$   |

Vorhanden:

|              |                        |                          |
|--------------|------------------------|--------------------------|
| Plattendicke | $h_s = 200 \text{ mm}$ |                          |
| Achsabstand  | einachsig              | $a \geq 10 \text{ mm}$ ✓ |
|              | zweiachsig             | $a \geq 10 \text{ mm}$ ✓ |

**➤ Kellergeschoss**

Erforderlich: REI 90

|                     |              |                           |
|---------------------|--------------|---------------------------|
| Mindestabmessungen: | Plattendicke | $h_s \geq 100 \text{ mm}$ |
|                     | Achsabstand  | $a \geq 20 \text{ mm}$    |

Vorhanden:

|              |                               |                          |
|--------------|-------------------------------|--------------------------|
| Plattendicke | $h_{s,\min} = 180 \text{ mm}$ |                          |
| Achsabstand  | einachsig                     | $a \geq 30 \text{ mm}$ ✓ |
|              | zweiachsig                    | $a \geq 20 \text{ mm}$ ✓ |

## 1. Fortsetzung zur statischen Berechnung

Seite: 846

Auftragsnr.: 24-114

Aufgestellt: Mareike Leusder, B. Eng.

Seiten: 1 bis 846

Greven den, 18.03.2026

LOPES & ALBERS Beratende Ingenieure PartG mbB



A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Lopes', written over a horizontal line.