

## Statische Berechnung

der Erneuerung der Decke über dem KG des  
Mehrfamilienhauses Gardes-du Corps Str. 12  
in 14059 Berlin-Charlottenburg

### Auftraggeber + Bauherr :

Richert Group Immobilien Investments  
Herr Dipl.-Kfm. Rico Richert  
Grolmannstr. 36  
10623 Berlin  
Tel. 030 / 2 888 4085 - 0  
Fax 030 / 2 888 4085 - 85  
Mail: rr@richertgroup.com

### Statik:

Dipl.-Ing. Martin Bruder  
Beratender Ingenieur für Bauwesen  
Wilhelmstr. 119  
13593 Berlin  
Tel.: 030 / 33 98 18 86  
Fax 030 / 33 98 18 87  
Mobil: 0178 / 421 90 68  
Mail: info@bruder-statik.de



Berlin, den 04.02.21

## Inhaltsverzeichnis

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| Vorbemerkungen        | Seite 1      |
| Lastannahmen          | Seite 2      |
| Baulicher Brandschutz | Seite 3 - 4  |
| Statische Berechnung  |              |
| Decke über KG         | Seite 5 – 12 |

P6a: Stat. Positions- und Konstruktionsplan Teilgrundriss-KG, M:1:50, mit Details,  
(Plannr. folgt der Balkensanierung)

## Vorbemerkungen

Bei diesem Bauvorhaben handelt es sich um den Austausch der Holzbalkendecke über dem KG gegen eine mineralische Decke beim Wohnhaus Gardes-du Corps Str. in 14059 Berlin-Charlottenburg.

Das Gebäude wurde ca. um 1880 mit Kellergeschoß, Erdgeschoß, 4 Obergeschossen und einem Dachgeschoß in Mauerwerksbauweise und mit überwiegend Holzbalkendecken und einem hölzernen Dachstuhl (Berliner Dach) errichtet. Anstelle der Holzbalkendecke wurde nur im Bereich von Küchen teilweise eine Kappendecke verwendet.

Die über dem Kellergeschoß errichtete Holzbalkendecke ist so stark geschädigt, dass sie – bis auf die Kappendeckenbereiche, sofern diese nach Freilegung/Überprüfung der Träger als ausreichend tragfähig eingeschätzt werden - gegen eine Konstruktion aus Stahlträgern mit Stahlbetonhohldielen ausgetauscht wird.

Die vorliegende statische Berechnung führt den Nachweis der Standsicherheit der neuen Deckenkonstruktion.

### Verkehrslasten:

- Wohnräume ohne Querverteilung der Lasten = 2,00 kN/m<sup>2</sup>
- zuzügl. Trennwandzuschlag für Trockenbauwände = 1,20 kN/m<sup>2</sup>

### Verwendete Baustoffe:

- Baustahl S235-JR, mit einem zugelassenen Korrosionsschutzanstrich versehen, Fehlstellen ggf. örtlich nachbessern;
- Stahlbeton C20/25, B 500A für Hohldielen
- Beton C20/25 als Aufbeton

### Verwendete Normen + Regelwerke:

- DIN EN 1991-1-1, 1-1/NA Einwirkungen auf Tragwerke: Eigenlasten - Nutzlasten für Hochbauten, Ausgabe 12/2010
- DIN EN 1991 -1-3, 1-3 NA, Schneelasten, Ausgabe 12/2010
- DIN EN 1991 -1-4, 1-4/NA, Windlasten, Ausgabe 12/2010
- DIN EN 1993 -1-1, -1/NA, Stahlbau, Ausgabe 12/2010, Allgemeine Bemessungsregeln
- DIN EN 1990 -2, Stahlbau, Ausgabe 10/2011, Ausführung
- DIN 1053-1, Mauerwerksbau, Ausgabe 1996-11
- DIN 4102 Teil 4, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, März 1994, mit Ber. 3 vom September 1998

### Verwendete Literatur:

- [1] Schneider Bautabellen, 24. Auflage 2020, Reguvis-Verlag

## Lastannahmen zur Erneuerung der Decken über dem Kellergeschoß

### Neue Massivdecke über KG, mit Trägerhöhe 140mm

|  |          |                                |
|--|----------|--------------------------------|
| Belag: z.B. Fliesen + Kleber, Ausgleichschicht |          | = 0,45 kN/m <sup>2</sup>       |
| Abdichtung, Entkopplungsmatte                  |          | = 0,05 kN/m <sup>2</sup>       |
| 5cm Zementestrich                              |          | = 1,10 kN/m <sup>2</sup>       |
| Trittschalldämmung                             |          | = 0,02 kN/m <sup>2</sup>       |
| ca. 50mm Aufbeton                              |          | = 1,10 kN/m <sup>2</sup>       |
| 8cm Stahlbetonhohldielen                       |          | = 1,80 kN/m <sup>2</sup>       |
| unterseitig Putz 25mm PII                      |          | = 0,45 kN/m <sup>2</sup>       |
| ev. Rohrinstallationen                         |          | = <u>0,30 kN/m<sup>2</sup></u> |
| ohne Träger                                    | g        | = 5,27 kN/m <sup>2</sup>       |
| <b>angesetzt</b>                               | <b>g</b> | <b>= 5,30 kN/m<sup>2</sup></b> |

### **Verkehr:**

für Wohnräume zuzügl. Trennwandzuschlag:  $2,0 + 1,2 = q = 3,20 \text{ kN/m}^2$

## Nachweis des Brandschutzes für die erneuerten Teile der Kellerdecke nach DIN 4102 und der Bauordnung Berlin

### Anforderung: F90-A

#### - Stahlbetonhohldielen:

gew. 8cm dick aus Beton C20/25 mit Bewehrung BST 500, je 3 Ø6, Betondeckung unten 15mm, auf den Hohldielen Zementestrich 50mm auf Trittschalldämmung aus Mineralfaser

#### - Minstdicken nach DIN 4102 Tab. 13, Zeile 1:

Hohldielen: min.  $d = 80\text{mm}$  der Hohldielen bei Anordnung eines Estrichs der Baustoffklasse A oder eines Gussasphaltestrichs

-> wird erfüllt, gew.  $d = 80\text{mm}$ ;

#### - Minstdicke der Hohldielen + Estrich: min. $D = 120\text{mm}$

-> wird erfüllt, gew.  $D = 80 + 50 = 130\text{mm} > 120\text{mm}$ ;

#### - Erf. Achsabstand der Bewehrung: nach DIN 4102, Tab. 14 = 35mm;

vorh.  $u_s = 15 + 6/2 = 18\text{mm}$

-> es muss ein Achsmaß von  $35 - 18 = 17\text{mm}$  ersetzt werden, z.B. durch Putz der Putzgruppe II nach Tab. 2 der DIN 4102;

15mm Putz PII ersetzen 10mm Betondeckung -> erf.  $d\text{-Putz} = 17/10 \times 15 = 25,5\text{mm}$

-> gew. 25mm Putz der Putzgruppe PII  $\cong 25,5\text{mm}$

-> die Anforderung F90-A wird für die Hohldielen erfüllt;

#### - In Beton eingebettete Stahlträger:

nach dem Diagramm des Beton-Brandschutz-Handbuches (VBT Verlag Bau + Technik – 2. Auflage 1999) Bild 3-23 auf Seite 125, Kurve  $\Delta f/\Delta t$ :

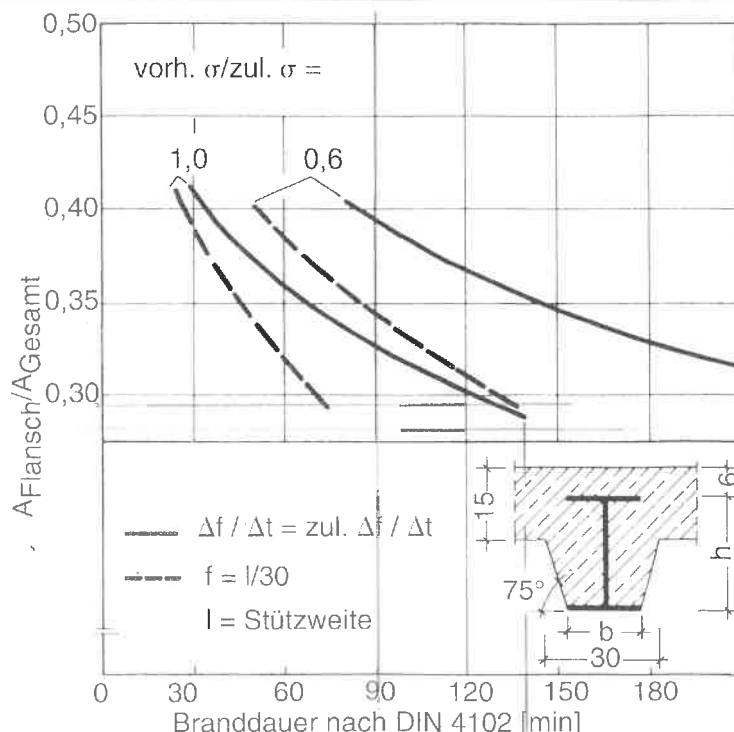


Bild 3-23: Feuerwiderstandsdauer von in Beton eingebetteten Stahlträgern mit freiliegendem unteren Flansch in Abhängigkeit von  $A_{\text{Flansch}} / A_{\text{Gesamt}}$  (Maße in cm)

|   |  |                              |                 |
|---|--|------------------------------|-----------------|
| <b>Ingenieurbüro Martin Bruder</b><br>Wilhelmstr. 119    Tel. 030 / 33 98 18 86<br>13593 Berlin       Fax 030 / 33 98 18 87 | Projekt:<br><b>Gardes-du-Corps Str. 12</b> | Pos. :<br><b>Brandschutz</b> | Seite: <b>4</b> |
|---|--|------------------------------|-----------------|

- für Träger Pos. D-K 1: HEB 140

A-Flansch/A-gesamt =  $9,8/43 = 0,23$  und max.  $\sigma$  / zul.  $\Sigma = 0,51$

-> F90 ist erfüllt

- für Träger Pos. D-K 2: U 140

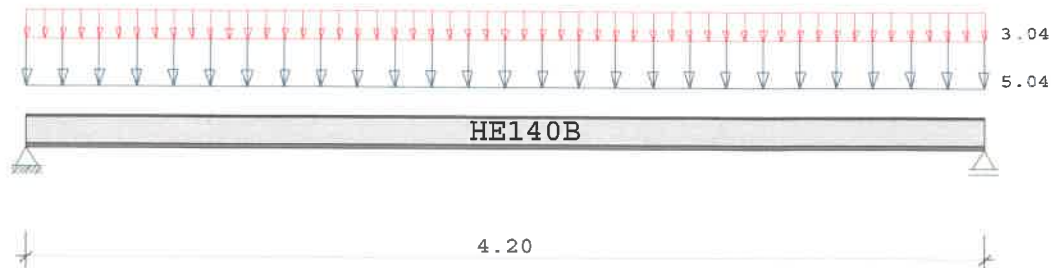
A-Flansch/A-gesamt =  $6/20,4 = 0,29$  und max.  $\sigma$  / zul.  $\Sigma = 0,35\#$

-> F90 ist erfüllt

**Position: DK-1**

Durchlaufträger DLT10 01/2021 (Frilo R-2021-1/P04)

Maßstab 1 : 33



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08  
E-Modul  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

| System | Länge | Querschnittswerte |      |                      |                                   |                                   |        |
|--------|-------|-------------------|------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Feld   | L (m) |                   | QNr. | I (cm <sup>4</sup> ) | W <sub>o</sub> (cm <sup>3</sup> ) | W <sub>u</sub> (cm <sup>3</sup> ) |        |
| 1      | 4.200 | konstant          | 1    | 1510.0               | 216.0                             | 216.0                             | HE140B |

| Belastung (kN,m) | Lasttyp: | 1=Gleichlast über L<br>3=Einzelmoment bei a<br>5=Dreieckslast über L |    | 2=Einzellast bei a<br>4=Trapezlast von a - a+b<br>6=Trapezlast über L |                  |        |         |
|------------------|----------|--|----|---|------------------|--------|---------|
| Feld             | Typ      | EG   | Gr | g <sub>l/r</sub>  | q <sub>l/r</sub> | Faktor | Abstand |
| 1                | 1        | A  |    | 5.300   | 3.200            | 0.950  |         |

Eigengewicht des Trägers ist mit  $\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

| Einwirkungen: |    |             |  | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma$ |
|---------------|----|-------------|--|----------|----------|----------|----------|
| Nr            | Kl | Bezeichnung |  |          |          |          |          |
| A             | 1  | Wohnräume   |  | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.50     |

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

| Ergebnisse für 1-fache Lasten |            |                |                 |                 |                 |                 |
|-------------------------------|------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Feldmomente Maximum           |            |                |                 |                 |                 | ( kNm , kN )    |
| Feld                          |            | M <sub>f</sub> | M <sub>li</sub> | M <sub>re</sub> | V <sub>li</sub> | V <sub>re</sub> |
| 1                             | x0 = 2.100 | 18.55          | 0.00            | 0.00            | 17.67           | -17.67          |

| Stützmomente Maximum |  |                 |                 |                 |                 | ( kNm , kN ) |
|----------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Stütze               |  | M <sub>li</sub> | M <sub>re</sub> | V <sub>li</sub> | V <sub>re</sub> | max F        |
| 1                    |  | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 17.67           | 17.67        |
| 2                    |  | 0.00            | 0.00            | -17.67          | 0.00            | 17.67        |

| Auflagerkräfte |       |       |       |         |       | ( kN ) |
|----------------|-------|-------|-------|---------|-------|--------|
| Stütze         | aus g | max q | min q | Vollast | max   | min    |
| 1              | 11.28 | 6.38  | 0.00  | 17.67   | 17.67 | 11.28  |
| 2              | 11.28 | 6.38  | 0.00  | 17.67   | 17.67 | 11.28  |
| Summe:         | 22.56 | 12.77 | 0.00  | 35.33   | 35.33 | 22.56  |

Ergebnisse für  $\gamma$ -fache LastenTeilsicherheitsbeiwert  $\gamma_G * K_{FI} = 1.35$  über Trägerlänge konstant

| Feldmomente Maximum ( kNm , kN ) |            |       |      |      |              |
|----------------------------------|------------|-------|------|------|--------------|
| Feld                             |            | Mfd   | Mdli | Mdre | V li V re    |
| 1                                | x0 = 2.100 | 26.05 | 0.00 | 0.00 | 24.81 -24.81 |

| Stützmomente Maximum ( kNm , kN ) |  |      |      |        |       |             |
|-----------------------------------|--|------|------|--------|-------|-------------|
| Stütze                            |  | Mdli | Mdre | Vdli   | Vdre  | max F min F |
| 1                                 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00   | 24.81 | 24.81 11.28 |
| 2                                 |  | 0.00 | 0.00 | -24.81 | 0.00  | 24.81 11.28 |

| Querschnitte S235 $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ |        |      |       |       |       |       |
|---|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| Art   | Name   | Npl  | Mplyd | Vplzd | Mplzd | Vplyd |
| 4   | HE140B | 1011 | 58    | 178   | 28    | 456   |

| Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1) $\gamma_{M0} = 1.00$ |       |      |                  |                 |                                  |        |     |        |
|---|-------|------|------------------|-----------------|----------------------------------|--------|-----|--------|
| Feld Nr.  | x (m) | QNr. | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | $\sigma_v$ ( N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau$ | QKL | $\eta$ |
| 1   | 0.000 | 1    | 0.0              | 24.8            | 50                               | 29     | 1   | 0.21   |
|   | 2.100 | 1    | 26.0             | 0.0             | 121                              | 0      | 1   | 0.51   |
|   | 4.200 | 1    | 0.0              | -24.8           | 50                               | 29     | 1   | 0.21   |

| Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2) $\gamma_{M0} = 1.00$ |       |                  |                 |         |            |                |        |
|---|-------|------------------|-----------------|---------|------------|----------------|--------|
| Feld Nr.  | x (m) | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | QKL (-) | $\rho$ (-) | $M_{Rd}$ (kNm) | $\eta$ |
| 1   | 0.000 | 0.0              | 24.8            | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.14   |
|   | 2.100 | 26.0             | 0.0             | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.45   |
|   | 4.200 | 0.0              | -24.8           | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.14   |

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.  
Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

Zulässige Durchbiegungen : im Feld  $zul f = L / 300$   
charakteristische Kombination

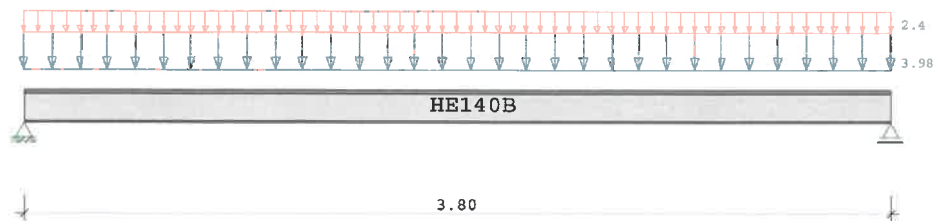
| Feld Nr. | x (m) | $f_g$ (cm) | $f_{tot}$ (cm) | f (cm) | zul f (cm) | $\eta$ |   |
|----------|-------|------------|----------------|--------|------------|--------|---|
| 1        | 2.100 | 0.69       | 1.07           | 1.075  | 1.400      | 0.77   | 2 |

7

**Position: DK-1-1 Randträger an Wechsel**

Durchlaufträger DLT10 01/2021 (Frilo R-2021-1/P04)

Maßstab 1 : 33



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08  
E-Modul  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

| System | Länge |          | Querschnittswerte |                      |                       |                       |        |
|--------|-------|----------|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| Feld   | L (m) |          | QNr.              | I (cm <sup>4</sup> ) | Wo (cm <sup>3</sup> ) | Wu (cm <sup>3</sup> ) |        |
| 1      | 3.800 | konstant | 1                 | 1510.0               | 216.0                 | 216.0                 | HE140B |

| Belastung<br>(kN,m) | Lasttyp: | 1=Gleichlast über L<br>3=Einzelmoment bei a<br>5=Dreieckslast über L |     |       | 2=Einzellast bei a<br>4=Trapezlast von a - a+b<br>6=Trapezlast über L |                   |                   |        |         |       |        |       |
|---------------------|----------|--|-----|-------|---|-------------------|-------------------|--------|---------|-------|--------|-------|
|                     |          | Feld   | Typ | EG    | Gr  | g <sub>L</sub> /r | q <sub>L</sub> /r | Faktor | Abstand | Länge | ausPOS | Phi   |
| 1                   | 1        | A  |     | 5.300 | 3.200   | 0.750             |                   |        |         |       |        | Decke |

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

| Einwirkungen: |    |             |  | ψ0   | ψ1   | ψ2   | γ    |
|---------------|----|-------------|--|------|------|------|------|
| Nr            | Kl | Bezeichnung |  |      |      |      |      |
| A             | 1  | Wohnräume   |  | 0.70 | 0.50 | 0.30 | 1.50 |

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

**Ergebnisse für 1-fache Lasten**

| Feldmomente Maximum |            |       |      |      | ( kNm , kN ) |        |
|---------------------|------------|-------|------|------|--------------|--------|
| Feld                |            | Mf    | M li | M re | V li         | V re   |
| 1                   | x0 = 1.900 | 12.12 | 0.00 | 0.00 | 12.75        | -12.75 |

| Stützmomente Maximum |      |      |        |       | ( kNm , kN ) |       |
|----------------------|------|------|--------|-------|--------------|-------|
| Stütze               | M li | M re | V li   | V re  | max F        | min F |
| 1                    | 0.00 | 0.00 | 0.00   | 12.75 | 12.75        | 8.19  |
| 2                    | 0.00 | 0.00 | -12.75 | 0.00  | 12.75        | 8.19  |

| Auflagerkräfte |       |       |       |         | ( kN ) |       |
|----------------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|
| Stütze         | aus g | max q | min q | Vollast | max    | min   |
| 1              | 8.19  | 4.56  | 0.00  | 12.75   | 12.75  | 8.19  |
| 2              | 8.19  | 4.56  | 0.00  | 12.75   | 12.75  | 8.19  |
| Summe:         | 16.39 | 9.12  | 0.00  | 25.51   | 25.51  | 16.39 |



00

Ergebnisse für  $\gamma$ -fache LastenTeilsicherheitsbeiwert  $\gamma_G \cdot K_{FI} = 1.35$  über Trägerlänge konstant

| Feldmomente Maximum ( kNm , kN ) |               |       |      |      |              |
|----------------------------------|---------------|-------|------|------|--------------|
| Feld                             |               | Mfd   | Mdli | Mdre | V li V re    |
| 1                                | $x_0 = 1.900$ | 17.01 | 0.00 | 0.00 | 17.90 -17.90 |

| Stützmomente Maximum ( kNm , kN ) |  |      |      |        |       |             |
|-----------------------------------|--|------|------|--------|-------|-------------|
| Stütze                            |  | Mdli | Mdre | Vdli   | Vdre  | max F min F |
| 1                                 |  | 0.00 | 0.00 | 0.00   | 17.90 | 17.90 8.19  |
| 2                                 |  | 0.00 | 0.00 | -17.90 | 0.00  | 17.90 8.19  |

| Querschnitte S235 $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ |        |      |       |       |       |       |
|---|--------|------|-------|-------|-------|-------|
| Art   | Name   | Npl  | Mplyd | Vplzd | Mplzd | Vplyd |
| 4   | HE140B | 1011 | 58    | 178   | 28    | 456   |

| Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1) $\gamma_{M0} = 1.00$ |       |      |                  |                 |                                  |        |     |        |
|---|-------|------|------------------|-----------------|----------------------------------|--------|-----|--------|
| Feld Nr.  | x (m) | QNr. | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | $\sigma_v$ ( N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau$ | QKL | $\eta$ |
| 1   | 0.000 | 1    | 0.0              | 17.9            | 36                               | 21     | 1   | 0.15   |
|   | 1.900 | 1    | 17.0             | 0.0             | 79                               | 0      | 1   | 0.34   |
|   | 3.800 | 1    | 0.0              | -17.9           | 36                               | 21     | 1   | 0.15   |

| Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2) $\gamma_{M0} = 1.00$ |       |                  |                 |         |            |                |        |
|---|-------|------------------|-----------------|---------|------------|----------------|--------|
| Feld Nr.  | x (m) | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | QKL (-) | $\rho$ (-) | $M_{Rd}$ (kNm) | $\eta$ |
| 1   | 0.000 | 0.0              | 17.9            | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.10   |
|   | 1.900 | 17.0             | 0.0             | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.29   |
|   | 3.800 | 0.0              | -17.9           | 1       | 0.00       | 57.8           | 0.10   |

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

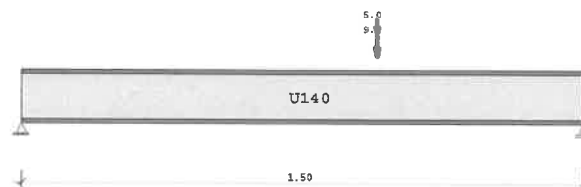
Zulässige Durchbiegungen : im Feld  $zul f = L / 300$   
charakteristische Kombination

| Feld Nr. | x (m) | $f_g$ (cm) | $f_{tot}$ (cm) | f (cm) | zul f (cm) | $\eta$ |   |
|----------|-------|------------|----------------|--------|------------|--------|---|
| 1        | 1.900 | 0.37       | 0.57           | 0.575  | 1.267      | 0.45   | 2 |

**Position: DK-2 Wechsel Kellerdecke**

Durchlaufträger DLT10 01/2021 (Frilo R-2021-1/P04)

Maßstab 1 : 20



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08  
E-Modul  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

| System | Länge | Querschnittswerte |      |                      |                                   |                                   |
|--------|-------|-------------------|------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Feld   | L (m) |                   | QNr. | I (cm <sup>4</sup> ) | W <sub>o</sub> (cm <sup>3</sup> ) | W <sub>u</sub> (cm <sup>3</sup> ) |
| 1      | 1.500 | konstant          | 1    | 605.0                | 86.4                              | 86.4 U140                         |

| Belastung<br>(kN,m) | Lasttyp: | 1=Gleichlast über L<br>3=Einzelmoment bei a<br>5=Dreieckslast über L |    | 2=Einzellast bei a<br>4=Trapezlast von a - a+b<br>6=Trapezlast über L |           |        |         |       |        |        |
|---------------------|----------|--|----|---|-----------|--------|---------|-------|--------|--------|
|                     |          |  |    |   |           |        |         |       |        |        |
| Feld                | Typ      | EG   | Gr | $g_{l/r}$   | $q_{l/r}$ | Faktor | Abstand | Länge | ausPOS | Phi    |
| 1                   | 2        | A  |    | 9.000   | 5.000     | 1.000  | 0.950   |       |        | D-K1-1 |

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt.

| Einwirkungen: |    |             |  | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\gamma$ |
|---------------|----|-------------|--|----------|----------|----------|----------|
| Nr            | Kl | Bezeichnung |  |          |          |          |          |
| A             | 1  | Wohnräume   |  | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 1.50     |

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

**Ergebnisse für 1-fache Lasten**

| Feldmomente Maximum |            |      |      |      | ( kNm , kN ) |       |
|---------------------|------------|------|------|------|--------------|-------|
| Feld                |            | Mf   | M li | M re | V li         | V re  |
| 1                   | x0 = 0.949 | 4.92 | 0.00 | 0.00 | 5.25         | -8.99 |

| Stützmomente Maximum (kNm, kN) |                 |                 |                 |                 |       |       |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|
| Stütze                         | M <sub>li</sub> | M <sub>re</sub> | V <sub>li</sub> | V <sub>re</sub> | max F | min F |
| 1                              | 0.00            | 0.00            | 0.00            | 5.25            | 5.25  | 3.42  |
| 2                              | 0.00            | 0.00            | -8.99           | 0.00            | 8.99  | 5.82  |

| Auflagerkräfte (kN) |       |       |       |         |       |      |
|---------------------|-------|-------|-------|---------|-------|------|
| Stütze              | aus g | max q | min q | Vollast | max   | min  |
| 1                   | 3.42  | 1.83  | 0.00  | 5.25    | 5.25  | 3.42 |
| 2                   | 5.82  | 3.17  | 0.00  | 8.99    | 8.99  | 5.82 |
| Summe:              | 9.24  | 5.00  | 0.00  | 14.24   | 14.24 | 9.24 |

Ergebnisse für  $\gamma$ -fache LastenTeilsicherheitsbeiwert  $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$  über Trägerlänge konstant

## Feldmomente Maximum

( kNm , kN )

| Feld |               | Mfd  | Mdli | Mdre | V li | V re   |
|------|---------------|------|------|------|------|--------|
| 1    | $x_0 = 0.949$ | 6.90 | 0.00 | 0.00 | 7.37 | -12.61 |

## Stützmomente Maximum

( kNm , kN )

| Stütze | Mdli | Mdre | Vdli   | Vdre | max F | min F |
|--------|------|------|--------|------|-------|-------|
| 1      | 0.00 | 0.00 | 0.00   | 7.37 | 7.37  | 3.42  |
| 2      | 0.00 | 0.00 | -12.61 | 0.00 | 12.61 | 5.82  |

## Querschnitte S235

 $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ 

| Art | Name | Npl | Mplyd | Vplzd | Mplzd | Vplyd |
|-----|------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 6   | U140 | 479 | 24    | 137   | 7     | 136   |

## Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)

 $\gamma_{M0} = 1.00$ 

| Feld Nr. | x (m) | QNr. | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | $\sigma_v$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau$ | QKL | $\eta$ |
|----------|-------|------|------------------|-----------------|---------------------------------|--------|-----|--------|
| 1        | 0.000 | 1    | 0.0              | 7.4             | 16                              | 9      | 1   | 0.07   |
|          | 0.949 | 1    | 6.9              | 7.2             | 81                              | 6      | 1   | 0.34   |
|          | 0.951 | 1    | 6.9              | -12.5           | 82                              | 11     | 1   | 0.35   |
|          | 1.500 | 1    | 0.0              | -12.6           | 27                              | 15     | 1   | 0.11   |

## Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)

 $\gamma_{M0} = 1.00$ 

| Feld Nr. | x (m) | $M_{y,ed}$ (kNm) | $V_{z,ed}$ (kN) | QKL (-) | $\rho$ (-) | $M_{Rd}$ (kNm) | $\eta$ |
|----------|-------|------------------|-----------------|---------|------------|----------------|--------|
| 1        | 0.000 | 0.0              | 7.4             | 1       | 0.00       | 24.2           | 0.05   |
|          | 0.949 | 6.9              | 7.2             | 1       | 0.00       | 24.2           | 0.29   |
|          | 0.951 | 6.9              | -12.5           | 1       | 0.00       | 24.2           | 0.29   |
|          | 1.500 | 0.0              | -12.6           | 1       | 0.00       | 24.2           | 0.09   |

Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.

Nachweis Biegedrillknicken ist nicht erforderlich.

Zulässige Durchbiegungen : im Feld  $z_{ul} f = L / 300$   
charakteristische Kombination

| Feld Nr. | x (m) | $f_g$ (cm) | $f_{tot}$ (cm) | f (cm) | $z_{ul} f$ (cm) | $\eta$ |
|----------|-------|------------|----------------|--------|-----------------|--------|
| 1        | 0.750 | 0.05       | 0.07           | 0.071  | 0.500           | 0.14   |

11

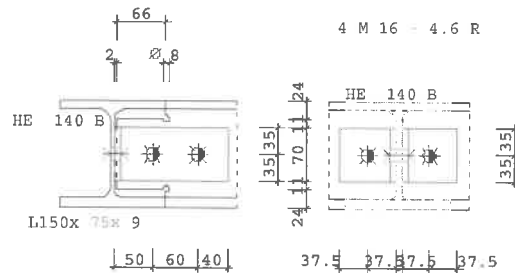
**Position: W-DK2 Winkelanschluss Wechsel an Hauptträger**

Schraubanschlüsse Stahl ST9 01/2021 (Frilo R-2021-1/P04)

**TRÄGERANSCHLUß****DIN EN 1993**

Grafik

Maßstab 1 : 10

**Kennwerte**

| Profil      |             | h     | tw  | b     | tf   | r    | (mm) |
|-------------|-------------|-------|-----|-------|------|------|------|
| Hauptträger | HE 140 B    | 140.0 | 7.0 | 140.0 | 12.0 | 12.0 |      |
| Nebenträger | HE 140 B    | 140.0 | 7.0 | 140.0 | 12.0 | 12.0 |      |
| Winkel      | L150x 75x 9 | 150.0 | 9.0 | 75.0  | 10.0 | 10.5 |      |

Winkel Länge = 70.0 mm  
 Uw = 11.0 mm Abstand von OK Ausklinkung  
 Versatz = 2.0 mm  
 Ausklinkung oben = 24.0 mm  
 unten = 24.0 mm  
 Länge = 66.0 mm mit Bohrung d = 8.0 mm

| Stahl | fy<br>N/mm <sup>2</sup> | fu<br>N/mm <sup>2</sup> | γM0  | γM2  | Schraube     | fyb<br>N/mm <sup>2</sup> | fub<br>N/mm <sup>2</sup> | d0<br>mm |                 |
|-------|-------------------------|-------------------------|------|------|--------------|--------------------------|--------------------------|----------|-----------------|
| S235  | 235                     | 360                     | 1.00 | 1.25 | M 16 - 4.6 R | 240                      | 400                      | 17.0     | Gewinde in Fuge |

| Schraubenbild      | p1(Mitte) | e1(Rand) | e2(Rand) | p2(Mitte) | (mm) |
|--------------------|-----------|----------|----------|-----------|------|
| Hauptträger        |           | 70.0     |          |           |      |
| Winkel-Hauptträger |           | 35.0     | 37.5     |           |      |
| Winkel-Nebenträger |           | 35.0     | 40.0     | 60.0      |      |
| Nebenträger        |           | 46.0     | 48.0     | 60.0      |      |

|                    | Schraubenreihen | Schrauben je Reihe | gesamt |
|--------------------|-----------------|--------------------|--------|
| Winkel-Hauptträger | 1               | 1                  | 1      |
| Winkel-Nebenträger | 2               | 1                  | 2      |

**Nachweis mit Vd = 20.00 kN**

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 \* 1 Schrauben

| V <sub>z,d</sub><br>kN | I <sub>p</sub><br>cm <sup>2</sup> | M <sub>yv,d</sub><br>kNcm | T <sub>d</sub><br>kN | T <sub>z,d</sub><br>kN | T <sub>y,d</sub><br>kN |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 10.0                   | 9.0                               | 37.5                      | 16.0                 | 10.0                   | 12.5                   |

Gegenseitige Druckabstützung der Winkel:

b<sub>D</sub> = 22.2 mm h<sub>D</sub> = 10.0 mm  
 Kontaktfläche A<sub>D</sub> = 2.22 cm<sup>2</sup>  
 Kontaktpressung σ<sub>D</sub> = 56.4 N/mm<sup>2</sup> σ<sub>Rd</sub> = 235.0 N/mm<sup>2</sup>  
 η = 0.24 ≤ 1

12

| Lochleibung | Lage<br>Richtung | $\alpha_d$ | $k_1$ | $F_{b,Rd}$<br>kN | $T_d$<br>kN | $\eta$ |
|-------------|------------------|------------|-------|------------------|-------------|--------|
| Profil      | Rand,z           | 1.00       | 2.50  | 80.6             | 10.0        | 0.12   |
|             | Rand,y           | 1.00       | 2.50  | 80.6             | 12.5        | 0.16   |
| Winkel      | Rand,z           | 0.69       | 2.50  | 71.2             | 10.0        | 0.14   |
|             | Rand,y           | 0.74       | 2.50  | 76.2             | 12.5        | 0.16   |

| Abscheren | $\alpha_v$ | $F_{v,Rd}$<br>kN | $T_d$<br>kN | $\eta$ |
|-----------|------------|------------------|-------------|--------|
|           | 0.60       | 30.1             | 16.0        | 0.53   |

**Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 2 Schrauben**

| $V_{z,d}$<br>kN | $I_p$<br>cm <sup>2</sup> | $M_{y,d}$<br>kNcm | $T_d$<br>kN | $T_{z,d}$<br>kN | $T_{y,d}$<br>kN |
|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| 20.0            | 18.0                     | 160.0             | 36.7        | 36.7            | 0.0             |

| Lochleibung | Lage<br>Richtung | $\alpha_d$ | $k_1$ | $F_{b,Rd}$<br>kN | $T_d$<br>kN | $\eta$ |
|-------------|------------------|------------|-------|------------------|-------------|--------|
| Profil      | Rand,z           | 0.90       | 2.50  | 72.7             | 36.7        | 0.50   |
| Winkel      | Rand,z           | 0.69       | 2.50  | 142.3            | 36.7        | 0.26   |

| Abscheren | $\alpha_v$ | $F_{v,Rd}$<br>kN | $T_d$<br>kN | $\eta$ |
|-----------|------------|------------------|-------------|--------|
|           | 0.60       | 60.3             | 36.7        | 0.61   |

**Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers**

|  |   |
|--|---|
| $h_{red}$ = 84.0 mm                      | $s$ = 7.0 mm                            |
| $QKL$ = 1                                | $y_s$ = 68.0 mm                         |
| $V_{zd}$ = 20.0 kN                       | $M_{yd}$ = -1.4 kNm                     |
| $I_y$ = 34.6 cm <sup>4</sup>             | $S_y$ = 6.2 cm <sup>3</sup>             |
|  | $A$ = 5.9 cm <sup>2</sup>               |
| $\sigma$ = 165.2 N/mm <sup>2</sup>       | $\tau$ = 51.0 N/mm <sup>2</sup>         |
| $\sigma_{vgl}$ = 165.2 N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{Rd}$ = 235.0 N/mm <sup>2</sup> |
| $\eta$ = 0.70                            | $\leq 1$                                |

**Nachweis des Winkels**

|  |   |
|--|---|
| $h$ = 70.0 mm                            | $s$ = 9.0 mm                            |
|  | $y_s$ = 80.0 mm                         |
| $V_{zd}$ = 10.0 kN                       | $M_{yd}$ = 0.8 kNm                      |
| $I_y$ = 25.7 cm <sup>4</sup>             | $S_y$ = 5.5 cm <sup>3</sup>             |
| $\sigma$ = 108.8 N/mm <sup>2</sup>       | $\tau$ = 23.8 N/mm <sup>2</sup>         |
| $\sigma_{vgl}$ = 108.8 N/mm <sup>2</sup> | $\sigma_{Rd}$ = 235.0 N/mm <sup>2</sup> |
| $\eta$ = 0.46                            | $\leq 1$                                |

**Blockversagen des Winkels am Nebenträger**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| $An_v$ = 2.4 cm <sup>2</sup> | $Ant$ = 6.7 cm <sup>2</sup> |
| $V_{eff,2,Rd}$ = 128.9 kN    | $\eta$ = 0.08               |
|                              | $\leq 1$                    |

**Blockversagen des Nebenträgers**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| $An_v$ = 2.6 cm <sup>2</sup> | $Ant$ = 5.8 cm <sup>2</sup> |
| $V_{eff,2,Rd}$ = 118.8 kN    | $\eta$ = 0.17               |
|                              | $\leq 1$                    |

**maximale Auslastung**Ausklinkung  $\eta$  = 0.70  $\leq 1$