

## **Gebäude 2136 – Erweiterung des Gymnasium Horn**

### **Neubau Schulgebäude**

Genehmigungsplanung – Teil 1 – Bemessung

#### **2. Bemessung Decken**

2.1.	Allgemeines.....	1/2-4
2.2.	Bemessung Decke über Ebene 5.....	1/2-5
2.2.1.	Beschreibung .....	1/2-5
2.2.2.	Grundlagen.....	1/2-6
2.2.3.	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite .....	1/2-7
2.2.4.	Einwirkungen .....	1/2-10
2.2.5.	Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung .....	1/2-11
2.2.6.	Auflagerkräfte.....	1/2-24
2.2.7.	Biegebewehrung .....	1/2-28
2.2.8.	Querkraftbewehrung .....	1/2-31
2.2.9.	Durchstanznachweise .....	1/2-35
2.2.10.	Auswertung Querkraftplot.....	1/2-49
2.2.11.	Bewehrungswahl Biegebewehrung .....	1/2-51
2.2.12.	Verformungen .....	1/2-55
2.2.13.	Balken .....	1/2-59
2.3.	Bemessung Decke über Ebene 4.....	1/2-73
2.3.1.	Beschreibung .....	1/2-73
2.3.2.	Grundlagen.....	1/2-74
2.3.3.	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite .....	1/2-75
2.3.4.	Einwirkungen .....	1/2-78
2.3.5.	Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung .....	1/2-79
2.3.6.	Auflagerkräfte.....	1/2-98
2.3.7.	Biegebewehrung .....	1/2-102
2.3.8.	Querkraftbewehrung .....	1/2-106
2.3.9.	Durchstanznachweise .....	1/2-110

2.3.10.	Auswertung Querkraftplot.....	1/2-132
2.3.11.	Bewehrungswahl Biegebewehrung.....	1/2-134
2.3.12.	Verformungen.....	1/2-137
2.3.13.	Balken.....	1/2-141
2.4.	Bemessung Decke über Ebene 3.....	1/2-175
2.4.1.	Beschreibung.....	1/2-175
2.5.	Bemessung Decke über Ebene 2.....	1/2-176
2.5.1.	Beschreibung.....	1/2-176
2.5.2.	Grundlagen.....	1/2-177
2.5.3.	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite .....	1/2-178
2.5.4.	Einwirkungen .....	1/2-181
2.5.5.	Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung.....	1/2-181
2.5.6.	Auflagerkräfte.....	1/2-203
2.5.7.	Biegebewehrung .....	1/2-207
2.5.8.	Querkraftbewehrung.....	1/2-211
2.5.9.	Durchstanznachweise.....	1/2-215
2.5.10.	Auswertung Querkraftplot.....	1/2-223
2.5.11.	Bewehrungswahl Biegebewehrung.....	1/2-225
2.5.12.	Verformungen.....	1/2-228
2.5.13.	Balken.....	1/2-232
2.6.	Bemessung Decke über Ebene 1.....	1/2-336
2.6.1.	Beschreibung.....	1/2-336
2.6.2.	Grundlagen.....	1/2-337
2.6.3.	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite .....	1/2-338
2.6.4.	Einwirkungen .....	1/2-341
2.6.5.	Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung.....	1/2-342
2.6.6.	Auflagerkräfte.....	1/2-358
2.6.7.	Biegebewehrung .....	1/2-362
2.6.8.	Querkraftbewehrung.....	1/2-353
2.6.9.	Durchstanznachweise.....	1/2-370

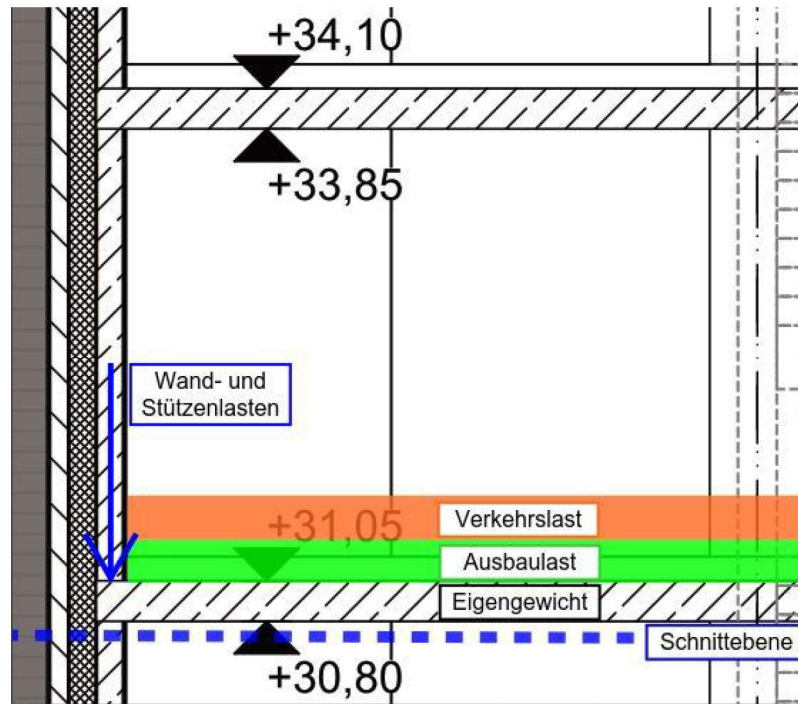


2.6.10.	Auswertung Querkraftplot.....	1/2-373
2.6.11.	Bewehrungswahl Biegebewehrung.....	1/2-375
2.6.12.	Verformungen.....	1/2-378
2.7.	Schlussseite .....	1/2-382

## 2.1. Allgemeines

Im Folgenden werden die Obergeschossdecken des Bauvorhabens Erweiterung des Gymnasiums Horn bemessen.

Die Bemessung erfolgt als FE-System.



Lasttechnisch wird gedanklich knapp unterhalb der jeweiligen betrachteten Deckenebene geschnitten und nach oben geschaut. An Belastungen werden auf den Decken demnach folglich:

- das Eigengewicht der Deckenplatten und der tragenden Unterzüge (durch die EDV)
- die Ausbaulast auf der Deckenebene
- die Verkehrslast auf der Deckenebene und
- das Eigengewicht der auf der Decke befindlichen aufgehenden Bauteile, wie tragende Wände und Stützen oder nichttragende Bauteile

berücksichtigt.

Unterzüge werden in den Deckensystemen als Stäbe modelliert.

## 2.2. Bemessung Decke über Ebene 5 (Dachdecke)

### 2.2.1. Beschreibung

Die Deckenflächen dieser Decke werden mit dem hier beschriebenen FE-System berechnet.

Nicht behandelte Bestandteile wie z.B. die Treppenhäuser werden im Kapitel Sonderbetrachtungen ergänzt.

Die Bemessung der Decke erfolgt mithilfe der EDV. Die Decke wird als FE-System mit dem Berechnungsprogramm Frilo PLT modelliert.

Die Abbildung erfolgt als gefedert gelagerte Platte.

Stützen werden dabei als Punktlager und tragende Wände als Linienlager berücksichtigt.

Die Grundlagen für die Bemessung sind in Statik Teil 0 „Allgemeines“ zusammengefasst.

Sofern in den folgenden Kapiteln einzelne Angaben vom Statik Teil 0 abweichen, sind diese Angaben im Zuge der fortschreitenden Planung überholt worden und werden durch die Angaben in diesem Teil der Statik ersetzt.

Nachweise für Bauzustände sowie für Arbeitsfugen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen.

## 2.2.2. Grundlagen

### Übersicht der Bauteilabmessungen und Baustoffe

<u>Deckenstärke</u>	<u>Beton</u>	<u>Betonstahl</u>
30 cm	C 30/37	B 500 A (S)

### Bewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung.
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für Flachdecken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 Tab. 5.9 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von REI 90:

Mindestdicke	$h_s = 20 \text{ cm}$	$h_{\text{vorh}} \geq 20 \text{ cm}$
Mindestachsabstand	$a_{\text{min}} = 25 \text{ mm}$	$a_{\text{vorh}} \geq 25 \text{ mm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

### Umweltbedingungen und Betondeckung

Angaben gemäß Statik Teil 0 und DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1 NA, Abschnitt 4.2, 4.4 und 7.3:

#### A) Allgemein Oberseite und Unterseite

Expositionsklasse	XC1, W0
Betondeckung	bis $d_s = 10 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$ ab $d_s = 12 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,4 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

#### B) Dachdecken, Terrassen – Oberseite

Expositionsklasse	XC3, WF
Betondeckung	bis $d_s = 20 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ ab $d_s = 25 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,3 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

## 2.2.3. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Bei der Begrenzung der Rissbreite für die Stahlbetonbauteile wurde ein Beton unter Berücksichtigung der aktuell angebotenen Baustoffe sowie der einschlägigen Veröffentlichungen angenommen. Die für die Rissbildung entscheidende frühe Zugfestigkeitsentwicklung wird entsprechend der Bauteilstärke und dem Erhärtungsverlauf angenommen.

Es wird ein **normal erhärtender Beton** angenommen

$$\max f_{ct,eff,3d} = 0,65 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h \leq 30 \text{ cm})$$

$$\max f_{ct,eff,5d} = 0,75 * f_{ctm,28d}$$

$$\max f_{ct,eff,7d} = 0,85 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h = 80 \text{ cm})$$

Dies ist bei der Festlegung der Festigkeitsentwicklung des Betons und der Bauausführung geeignet zu berücksichtigen. Die betroffenen Bauteile sind explizit in der Ausschreibung anzugeben, auf den Ausführungsplänen der von dieser Annahme betroffenen Bauteile ist die obige Festlegung jeweils mit anzugeben.

Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen gegen späten Zwang während des Bauzustandes, z.B. im Winter, durch die ausführende Firma eigenverantwortlich festzulegen und auszuführen.

Details dazu siehe DBV Merkblatt Begrenzung der Rissbildung sowie „Erläuterungen zur Änderung des deutschen Nationalen Anhangs zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12)“ von Fingerloos und Hegger aus Beton- und Stahlbetonbau 111 (2016), Heft 1.

- Grundbewehrung: Ø 10 | 10 # (7,85 cm<sup>2</sup>/m) oben + unten

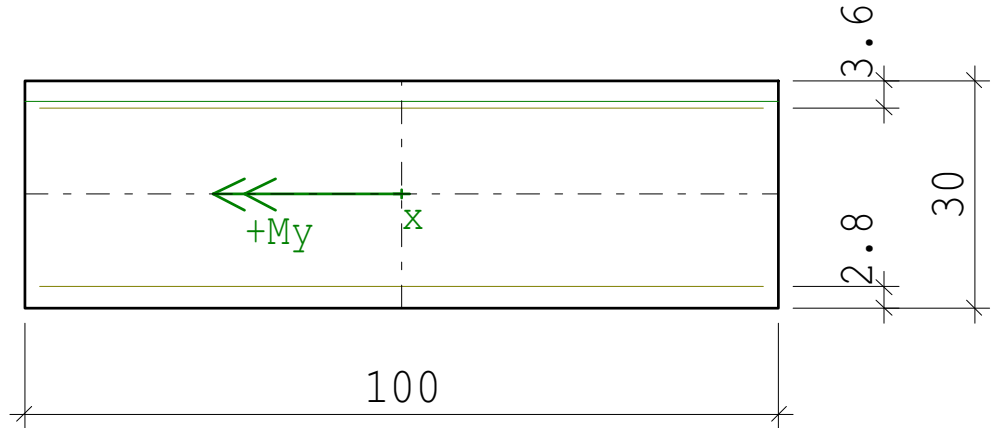
## D-05 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Maßstab 1 : 10

XC3/WF

XC1/WF



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl

B500A

Beton

C 30/37

t= 4d (normale Erh.)

Betonzugfestigkeit

kFct(t)= 0.66 (Gl. 3.4)

fcteff= 1.92 N/mm<sup>2</sup>

E-Modul Beton

$\alpha E$  = 1.00 (Zuschlagstoffe)

kEc(t) = 0.88 (nach MC90) Ecm= 29168 N/mm<sup>2</sup>

KRIECHZAHL

Betonalter

t = 4 Tage

junger Beton

$\phi t$  = 0.48 (nach Lohmeyer)

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	WF	WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC1
Mindestbetonklasse	C 20/25	C 16/20
Längsbewehrung	$d_{s,l}$ = 10 mm	$d_{s,l}$ = 10 mm
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev}$ = 15 mm	$\Delta c_{dev}$ = 10 mm
reduziertes cmin	>=C 20/25	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$ = 15 mm	$c_{min,l}$ = 10 mm
Betondeckung	$c_{nom,l}$ = 30 mm	$c_{nom,l}$ = 20 mm
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$ = 30 mm	$c_{v,b}$ = 20 mm
zul. Rissbreite	$w_{max}$ = 0.30 mm	$w_{max}$ = 0.40 mm

QUERSCHNITT

Rechteck bw = 100.0 cm h = 30.0 cm

Bewehrung dob = 3.6 cm dun = 2.8 cm

## NACHWEIS RISSBREITE

$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$        $d_s = 10.0 \text{ mm}$

Lastbeanspruchung (Dauerlast  $\beta_t = 0.4$ )

q.-stä. LK       $N_{xd} = 0.0 \text{ kN}$        $M_{yd} = 10.0 \text{ kNm}$

gewählt:       $A_{so} = 7.85 \text{ cm}^2$

Dehnung mit  $\phi = 0.48$        $\epsilon_1 = -0.17 \text{ o/oo}$        $\epsilon_2 = 1.74 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe       $X = 27.1 \text{ mm}$

$\epsilon_{2s} = 1.52 \text{ o/oo}$        $F_s = 37.1 \text{ kN}$

$heff = 7.0 \text{ cm}$        $F_{cre} = 134.4 \text{ kN}$

erforderlich:       $A_{su} = 1.22 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, Dauerlast  $k_t = 0.4$

Risschnittkräfte:      vorgegebene Längskraft  $N_{cr} = 0.00 \text{ kN}$

$f_{cteff} = 1.92 \text{ N/mm}^2$

Teilquer- schnitt-	$d_s$ [mm]	$w_{max}$ [mm]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$heff$ [cm]	$A_{s751a}$ [cm <sup>2</sup> ]	$k_c$	$k$	$A_{s751b}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s71}$ [cm <sup>2</sup> ]
Steg ob+un	10	0.30	262.9	10.2	14.90	1.00	0.80	9.21	15.82
maßgebend: $A_s =$		14.90	cm <sup>2</sup> , je Seite		$A_s = 7.45$	cm <sup>2</sup>			

## 2.2.4. Einwirkungen

Das Eigengewicht der Strukturelemente wird automatisch durch die EDV mit einer Wichte von  $25 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Flächenlasten

Ausbau (inklusive PV-Anlage)	$\Delta g =$	$2,50 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast (inklusive Schnee + Wind)	$q =$	$2,00 \text{ kN/m}^2$

### Linienlasten

Fassade	$\Delta g =$	$5,00 \text{ kN/m}$
Oberlicht / Rauchabzug	$\Delta g =$	$0,50 \text{ kN/m}$
Attika im Eigengewicht enthalten		

### Einwirkungen aus Wind, Schnee, und Wasseraufstau

Die Lasten aus Wind, Schnee und einem unplanmäßigen Wasseraufstau sind ohne weiteren Nachweis durch die angesetzte Verkehrslast abgedeckt. Abhebende Windlasten sind für die Stahlbetondecke nicht bemessungsrelevant.



## 2.2.5. Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung

Auf den folgenden Seiten sind die erforderlichen Strukturbeschreibungen des untersuchten Tragwerks als Ausgabeplots des verwendeten FE-Systems Frilo PLT dargestellt. Dabei sind die Ausgabeplots wie folgt angeordnet:

### **Ausgabeplot Frilo PLT**

System

Materialkennwerte

Bemessungsvorgaben

Systemeigenschaften

FE-Netz

Lastfälle

Überlagerungen

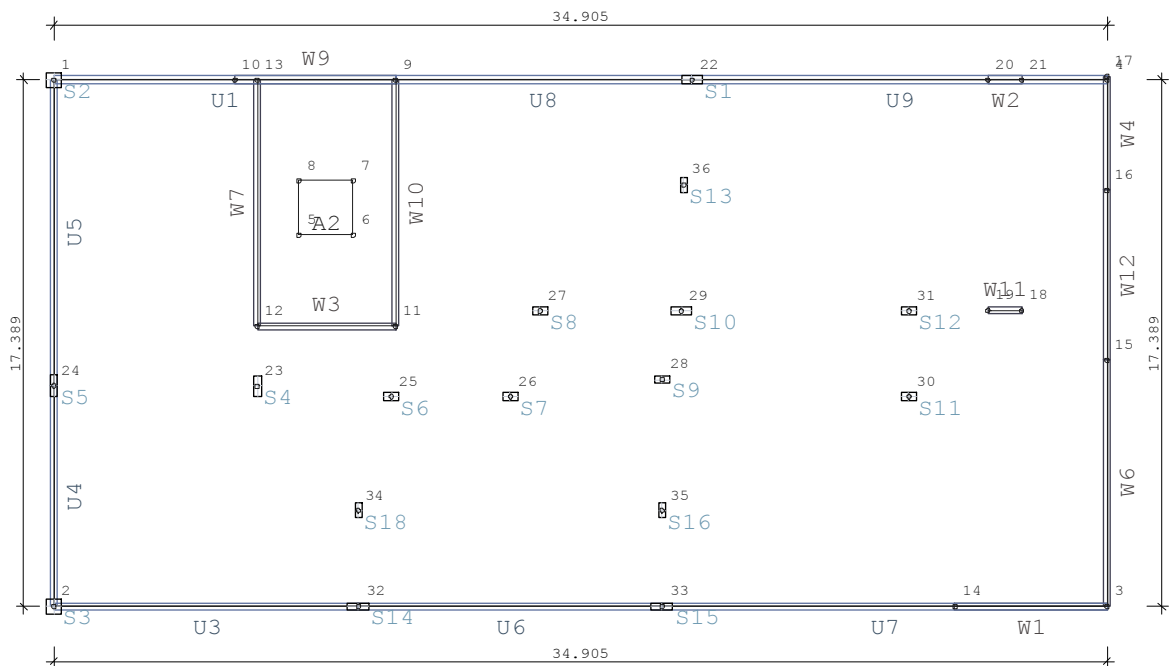
## D-05 Decke über Ebene 5 (Dachdecke)

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P06)

### System

#### Grundriss

Maßstab 1 : 250



### Übersicht

Plattendicke	30.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m <sup>3</sup> ]
Systempunkte	36
Wandzüge	10
Stützen	17
Unter-/Überzüge	8
Aussparungen	1

### Material

Beton	C 30/37
E-Modul	3300 [kN/cm <sup>2</sup> ]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m <sup>3</sup> ]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 4.0 d-2 : 5.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]

### Bemessung: Einstellungen

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

## Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte  
oben as-1 : 7.85 as-2 : 7.85 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1 : 7.85 as-2 : 7.85 [cm<sup>2</sup>/m]  
- Unter-/Überzüge  
oben 4.0 [cm<sup>2</sup>]  
unten 4.0 [cm<sup>2</sup>]

## Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

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

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben
Betonangriff	X0		X0
Bewehrungskorrosion	XC1		XC3
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 20/25
Durchmesser, längs	ds,L : 12.0		ds,L : 12.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0		ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	$\Delta c$ : 1.0		$\Delta c$ : 1.5 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$ : -0.0		$\Delta \Delta c$ : -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.2		cmin,L : 1.5 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.2		cnom,L : 3.0 [cm]
Zul. Rissbreite	wk : 0.30		wk : 0.20 [mm]

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus  
- der global vorgegebenen Bewehrung  
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung  
Längsbewehrung wird erhöht, falls Nachweis nicht möglich oder Rissbreiten größer als zulässig

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Durchbiegungen (Zustand II)

Belastungsalter  $t_0$  28 [d]  
 Endkriechbeiwert  $\phi$  2.50 [-]  
 Schwinddehnung  $\epsilon_{cs}$  -0.47 [1/1000]

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

## FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente  
 Anzahl der Knoten 5174  
 Anzahl der Elemente 5013  
 Durchschnittliche Elementgröße 35 [cm]  
 Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 0.0  
 Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN  
 Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

## Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	16.558	27.424	2	16.558	10.035
3	51.463	10.035	4	51.463	27.424
5	24.670	22.297	6	26.470	22.297
7	26.470	24.097	8	24.670	24.097
9	27.876	27.424	10	22.555	27.424
11	27.876	19.290	12	23.298	19.290
13	23.298	27.424	14	46.424	10.035
15	51.463	18.169	16	51.463	23.777
17	51.463	27.544	18	48.635	19.808
19	47.520	19.808	20	47.520	27.424
21	48.635	27.424	22	37.702	27.424
23	23.300	17.306	24	16.558	17.327
25	27.748	16.967	26	31.686	16.967
27	32.669	19.795	28	36.719	17.520
29	37.352	19.795	30	44.897	16.970
31	44.897	19.795	32	26.653	10.035
33	36.719	10.035	34	26.643	13.199
35	36.709	13.199	36	37.438	23.960

## Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [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]
2	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	24.0	5.039	14	3				C 30/37
2	25.0	1.115	20	21				C 30/37
3	24.0	4.578	11	12				C 30/37
4	24.0	3.767	16	17				C 30/37
6	24.0	8.134	3	15				C 30/37
7	24.0	8.134	13	12				C 30/37
9	25.0	5.321	9	10				C 30/37
10	24.0	8.134	11	9				C 30/37
11	24.0	1.115	18	19				C 30/37
12	24.0	5.608	15	16				C 30/37

### Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1	NEIN	1955556	frei	frei
2	NEIN	2037037	frei	frei
3	NEIN	1955556	frei	frei
4	NEIN	1955556	frei	frei
6	NEIN	1955556	frei	frei
7	NEIN	1955556	frei	frei
9	NEIN	2037037	frei	frei
10	NEIN	1955556	frei	frei
11	NEIN	1955556	frei	frei
12	NEIN	1955556	frei	frei

## Stützen

### Eigenschaften

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
1	22	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50
2	1	Rechteck	50.0	50.0			C 40/50
3	2	Rechteck	50.0	50.0			C 40/50
4	23	Rechteck	25.0	65.0			C 40/50
5	24	Rechteck	25.0	72.0			C 40/50
6	25	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
7	26	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
8	27	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
9	28	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
10	29	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50
11	30	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
12	31	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
13	36	Rechteck	22.0	50.0			C 40/50
14	32	Rechteck	72.0	25.0			C 40/50
15	33	Rechteck	72.0	25.0			C 40/50
16	35	Rechteck	22.0	50.0			C 40/50
18	34	Rechteck	22.0	50.0			C 40/50

## 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	1512346	frei	frei
2	NEIN	0.0	2160494	frei	frei
3	NEIN	0.0	2160494	frei	frei
4	NEIN	0.0	1404321	frei	frei
5	NEIN	0.0	1555556	frei	frei
6	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
7	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
8	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
9	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
10	NEIN	0.0	1512346	frei	frei
11	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
12	NEIN	0.0	1080247	frei	frei
13	NEIN	0.0	950617	frei	frei
14	NEIN	0.0	1555556	frei	frei
15	NEIN	0.0	1555556	frei	frei
16	NEIN	0.0	950617	frei	frei
18	NEIN	0.0	950617	frei	frei

## Unter-/Überzüge

### Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	11.318	1	9			
U3	1	10.095	2	32			
U4	1	7.292	2	24			
U5	1	10.097	24	1			
U6	1	10.066	32	33			
U7	1	14.744	33	3			
U8	1	9.826	9	22			
U9	1	13.761	22	4			

### Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U3	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U4	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U5	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U6	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U7	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U8	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01
U9	Überzug	25.0	30.0	25.0	240.0	1.40	0.01

### Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage oben [cm]	unten [cm]
U1	C 30/37	4.0	4.0
U3	C 30/37	4.0	4.0
U4	C 30/37	4.0	4.0
U5	C 30/37	4.0	4.0
U6	C 30/37	4.0	4.0
U7	C 30/37	4.0	4.0
U8	C 30/37	4.0	4.0
U9	C 30/37	4.0	4.0

### Lastfall 1 "Lastfall G"

#### 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	8
Punktlasten	0
Linienlasten	8
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	2036 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	5672 [kN]
Summe aller Lasten	7708 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	7708 [kN]

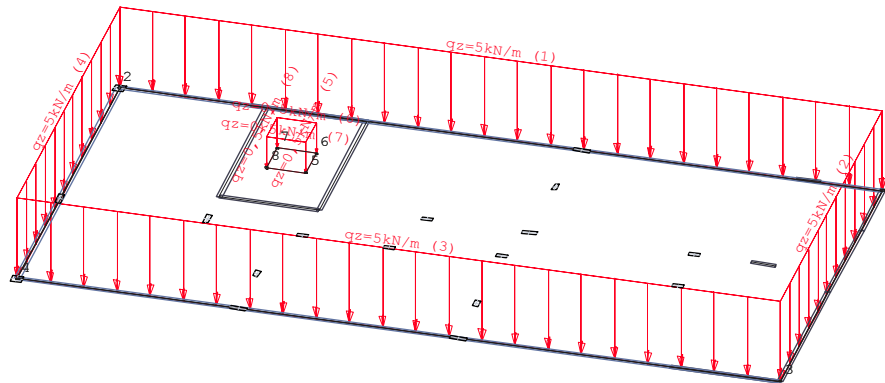
#### HINWEIS

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 "Lastfall G"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Linienlasten

#### Geometrie

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

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	5.00	5.00	0.00	0.00
2	5.00	5.00	0.00	0.00
3	5.00	5.00	0.00	0.00
4	5.00	5.00	0.00	0.00
5	0.50	0.50	0.00	0.00
6	0.50	0.50	0.00	0.00
7	0.50	0.50	0.00	0.00
8	0.50	0.50	0.00	0.00



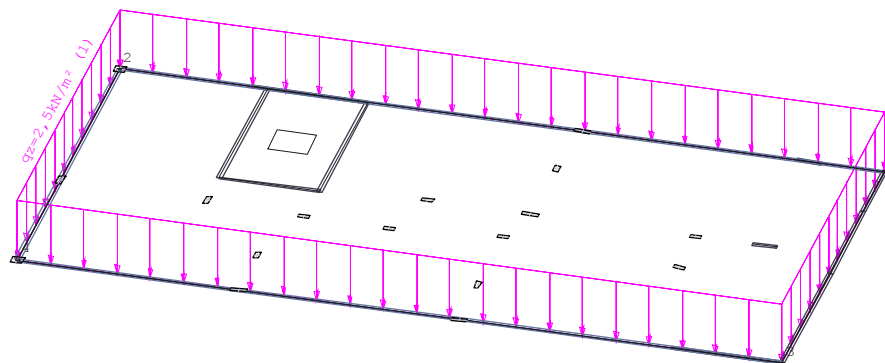
## Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	174.53	174.53
2	86.95	86.95
3	174.53	174.53
4	86.95	86.95
5	0.90	0.90
6	0.90	0.90
7	0.90	0.90
8	0.90	0.90
Gesamt	526.54	526.54

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.50	1	2	4			
		2	4	3			
		3	3	1			
		4	1	2			

## Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1517.41	1509.31
Gesamt	1517.41	1509.31

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen
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	1207 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	1207 [kN]

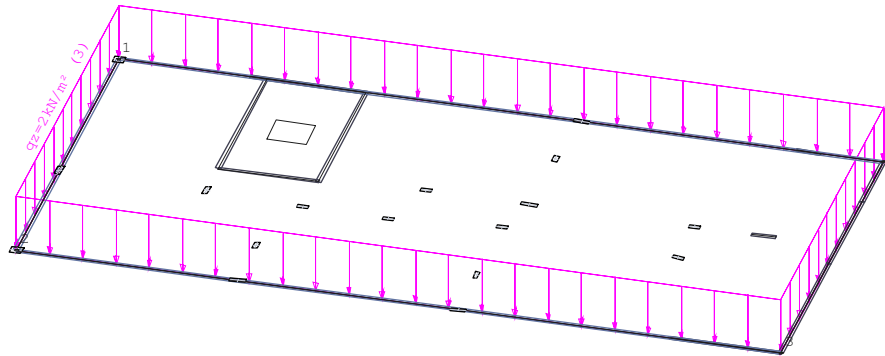
### HINWEIS

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 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	2.00	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			

#### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	1213.93	1207.45
Gesamt	1213.93	1207.45

#### Überlagerung 1 "Charakteristisch"

##### Übersicht

##### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

##### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

#### Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

##### Übersicht

##### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

##### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit sup	Teilsicherheit inf	Kombination leitend	Kombination nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.80

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 3 "GZG Quasi-Ständig"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

#### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit sup inf	Kombination
1	g	ständig	ständig	1.00 1.00	1.00
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.00 0.00	0.50

## HINWEIS: Bemessungswerte

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

## Überlagerung 4 "Maßgebend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

## Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

## 2.2.6. Auflagerkräfte

Auf den folgenden Seiten sind die im Zuge der vorliegenden statischen Berechnung ermittelten Auflagerreaktionen dargestellt.

Die Dokumentation der vertikalen Auflagerreaktionen erfolgt für die folgenden Lastfälle:

### **Überlagerung „Maßgebend“**

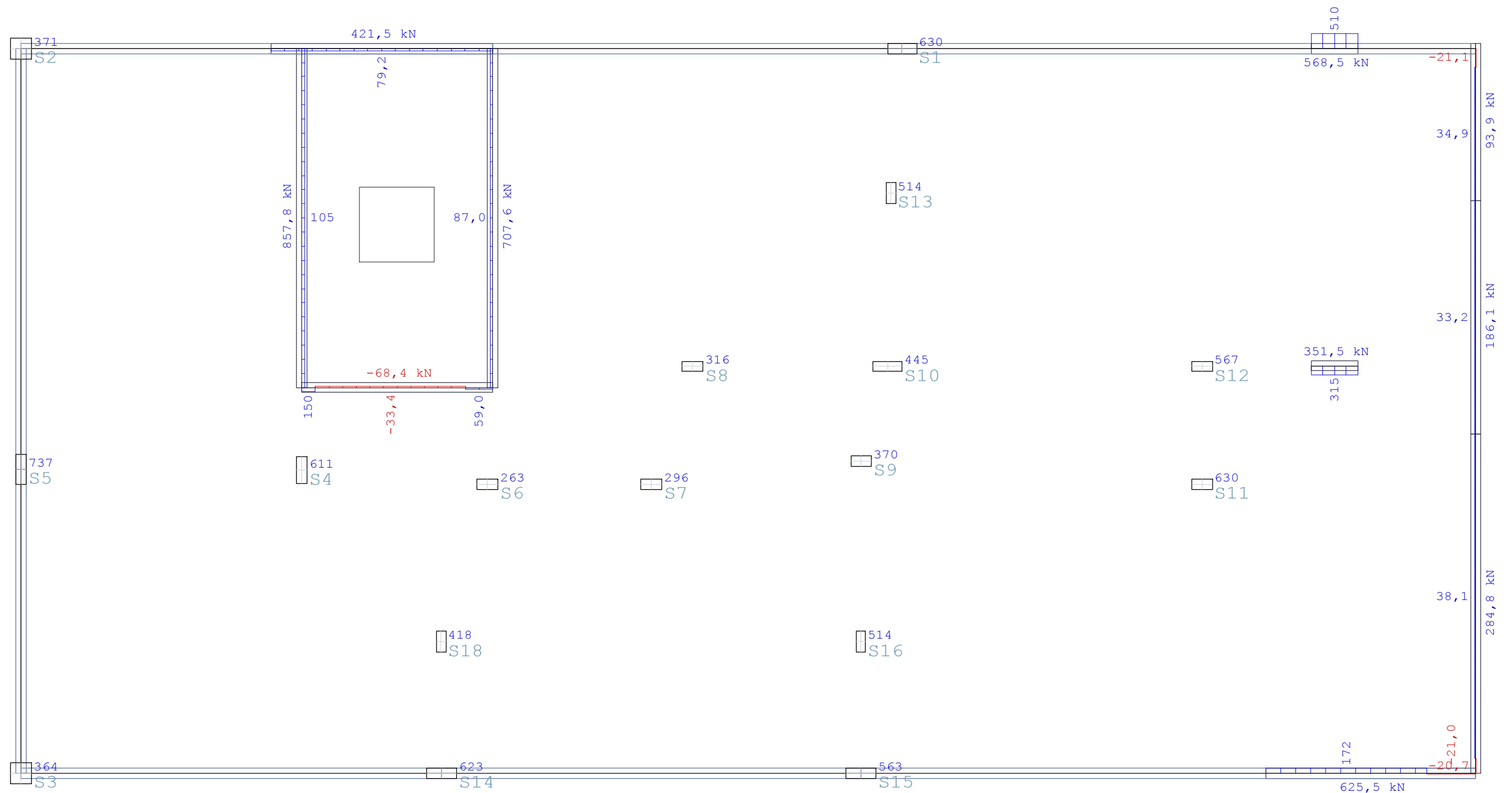
Gamma-fache Auflagerkräfte

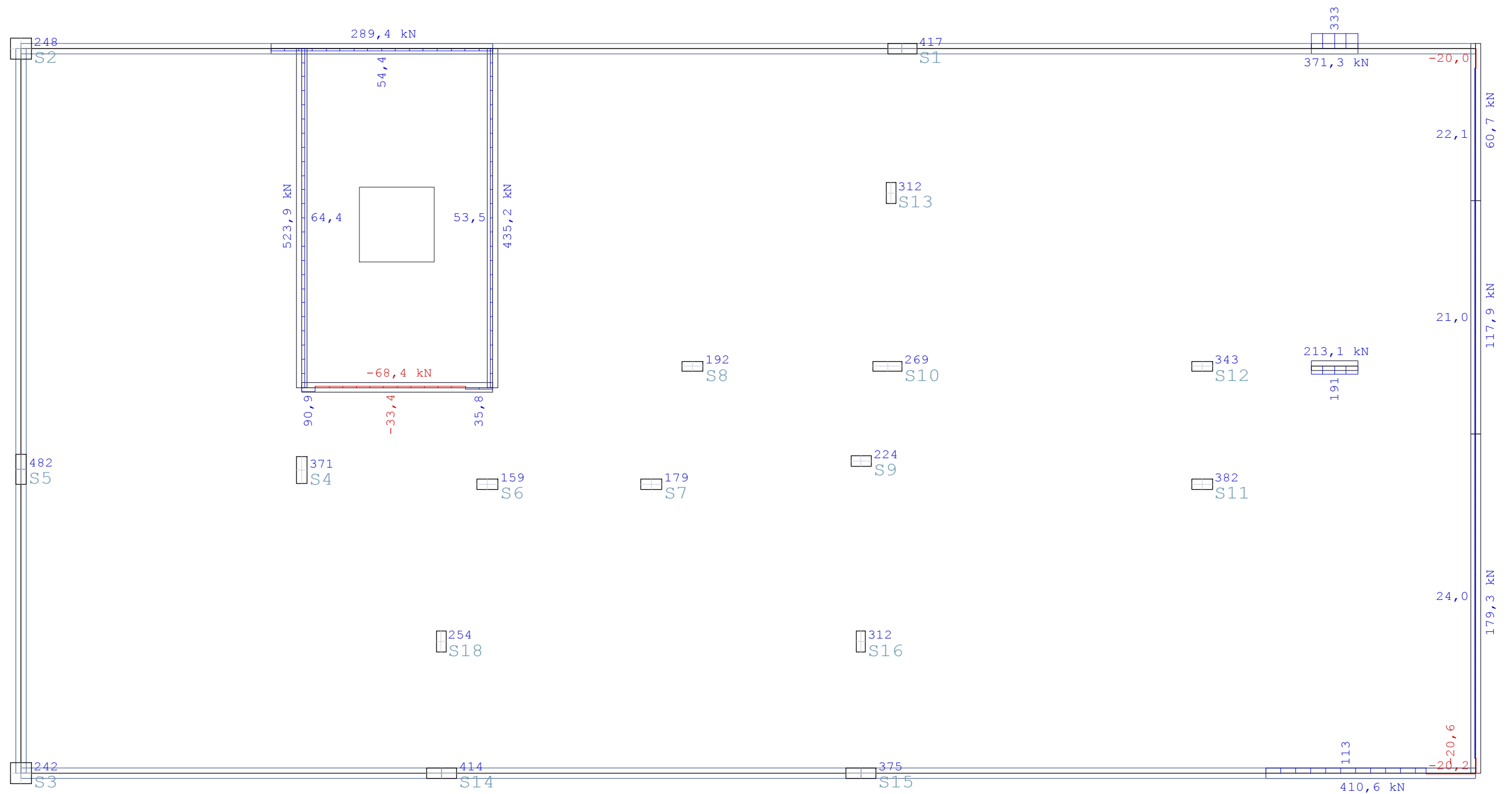
### **Ständige Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 1 „Egw. und Ausbau“

### **Veränderliche Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 2 „Verkehrslast“





Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-05

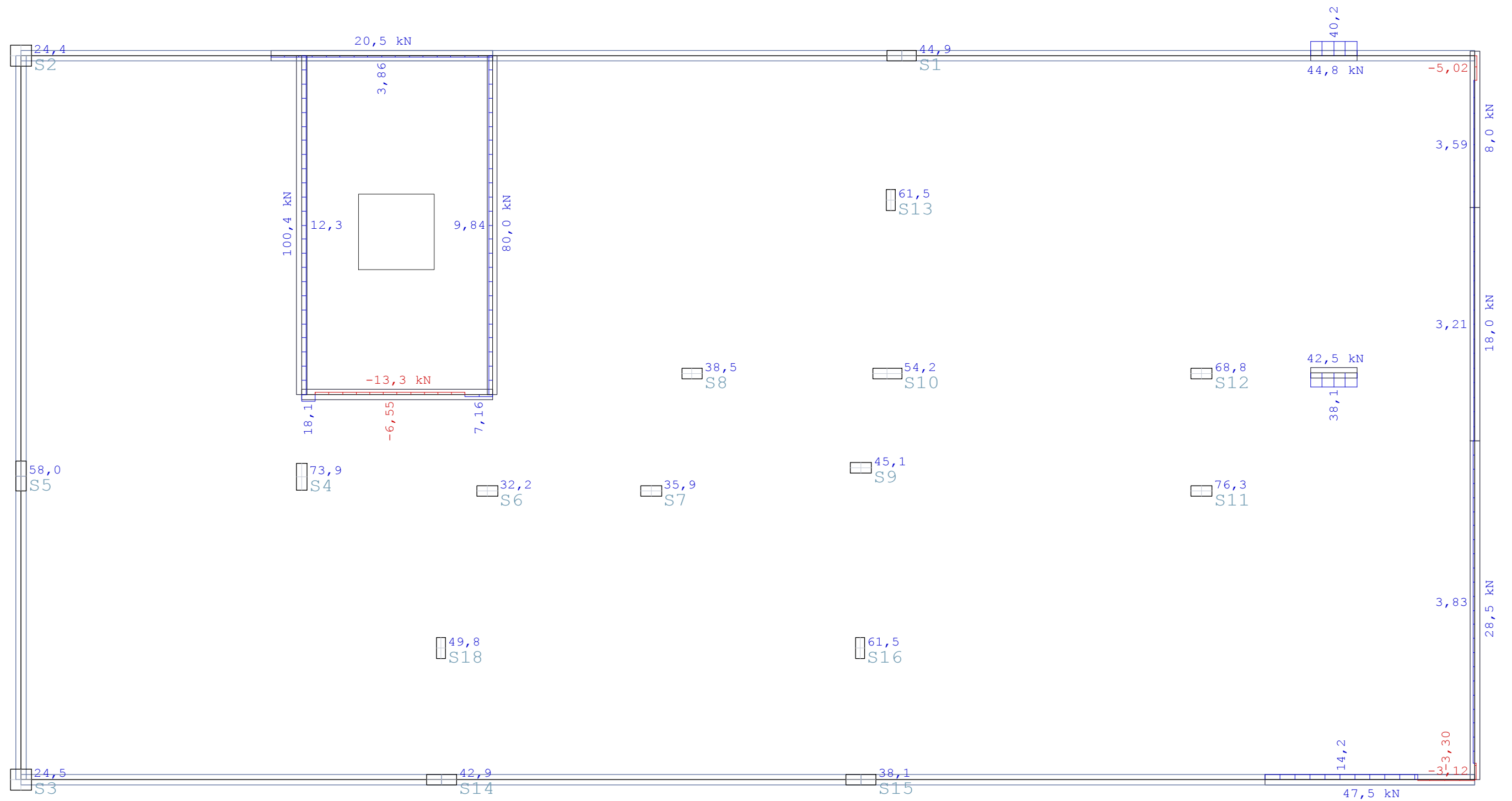
Lastfall 1 "Lastfall G"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - Summe: 7708,3 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100





Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-05

Lastfall 2 "Lastfall Q"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - Summe: 1207,4 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100

## 2.2.7. Biegebewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die statisch erforderliche Biegebewehrung der Deckenplatte als Ergebnis der FE-Berechnung angegeben.

In der maximalen Bewehrung werden die Tragfähigkeits-, Rissicherungs- und Robustheitsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 berücksichtigt.

Die erforderliche Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NDP zu 9.2.1.1 (1) Anmerkung 2, ist durch die gewählte Grundbewehrung abgedeckt.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebemessung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist numerisch bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Es ist jeweils die maßgebende Längsbewehrung (Maximum aus Biegebewehrung, Rissbreitenbewehrung und den Nachweisen auf Durchstanzen) einzulegen.

Die im Modell berücksichtigten Bewehrungsrichtungen (lokale x- und y-Richtung) entsprechen dem auf den  $a_s$ -Plots dargestellten globalen Koordinatensystem.

Deckenversprünge sind, sofern vorhanden und nicht anders angegeben, biegesteif zu bewehren.

[illegible]

2

max as-1: 7,37 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 10,2 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

unten as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

```
max as-1: 23,1 [cm2/m] (Gesamt)
max as-2: 22,9 [cm2/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
    oben as-1: 7,85 [cm2/m]
        as-2: 7,85 [cm2/m]
    unten as-1: 7,85 [cm2/m]
        as-2: 7,85 [cm2/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)
```

## 2.2.8. Querkraftbewehrung

Nachfolgend sind die für die Querkraftbewehrung maßgebenden Resultate der Berechnung des FE-Systems als Ergebnisplots ausgegeben:

- numerischer  $V_{Ed}$  – Querkraftverlauf
- das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,c}$
- der Druckstrebenneigungswinkel
- Bügelbewehrung  $a_{sb}$  infolge Querkraft
- das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,max}$  für die Werte  $> 1/3$  (1992-1-1/NA:2011-01 NDP 9.3.2 (3))

Im Ergebnisplot „Bügelbewehrung  $a_{sb}$ “ werden die Bereiche sichtbar, in denen die Anordnung einer Querkraftbewehrung erforderlich ist.

Eine Ausführung der Querkraftbewehrung als geschlossenen Bügel ist jedoch nur in den Bereichen notwendig, in denen das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,max} > 1/3$  ist. In den übrigen Bereichen genügt die Anordnung sonstiger Querkraftbewehrungen.

An Querschnittssprüngen, im Bereich von stark unregelmäßigen Elementanordnungen und in auflagnahen Deckenbereichen mit zweiachsender Querkraftbeanspruchung (Stützen, Wandenden, Wandecken) ergeben sich aufgrund von Singularitäten bei der FE-Berechnung sehr hohe bzw. unzulässige Bewehrungen. Diese werden nicht maßgebend und können bei der Wahl der Querkraftbewehrungen vernachlässigt werden.



0,08	0,12	0,17	0,20	0,20	0,20	0,19	0,11								0,40	0,08	0,17	0,23	0,26	0,27	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,19	0,22	0,22	0,19	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,36	0,39	0,40	0,41	0,41	0,39	0,36		0,44	0,27	0,15	
0,14	0,13	0,17	0,20	0,21	0,21	0,19	0,15	0,24	0,23	0,11	0,08	0,08	0,15	0,40	0,39	0,18	0,20	0,25	0,27	0,27	0,27	0,26	0,24	0,20	0,19	0,20	0,23	0,22	0,20	0,19	0,23	0,26	0,30	0,34	0,36	0,39	0,40	0,41	0,41	0,40	0,36	0,44	0,40	0,28	0,21	0,17
0,22	0,13	0,11	0,13	0,13	0,14	0,16	0,23	0,33	0,21	0,16	0,07	0,05	0,18	0,25	0,32	0,24	0,16	0,15	0,18	0,19	0,19	0,18	0,15	0,17	0,18	0,19	0,15	0,14	0,16	0,17	0,14	0,17	0,21	0,25	0,28	0,30	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,27	0,20	0,16	0,18	0,21
0,25	0,17	0,09	0,07	0,08	0,15	0,21	0,31	0,41	0,22	0,17	0,09	0,10	0,18	0,25	0,39	0,29	0,22	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,14	0,20	0,26	0,68	0,73	0,91	0,43	0,33	0,16	0,12	0,15	0,18	0,19	0,21	0,22	0,22	0,22	0,21	0,22	0,18	0,18	0,31	0,21	0,24
0,28	0,20	0,10	0,06	0,10	0,32	0,48	0,31	0,40	0,19	0,17	0,20	0,13	0,18	0,20	0,38	0,29	0,23	0,23	0,21	0,06	0,06	0,08	0,15	0,21	0,40	0,88	2,22 2,53 18,5	2,32 2,41 14,2	0,75	0,28	0,18	0,10	0,09	0,11	0,12	0,12	0,13	0,12	0,12	0,11	0,13	0,35	0,36	0,23	0,20	0,24
0,30	0,22	0,15	0,05	0,11	0,31	0,42	0,30	0,39	0,31	1,00 3,00 5,56	0,69	0,49	0,87	0,30	0,36	0,29	0,23	0,17	0,09	0,07	0,06	0,10	0,16	0,24	0,35	1,21 3,90 5,83	3,90 1,76 45,3	3,74 1,76 43,6	0,64	0,33	0,19	0,10	0,05	0,06	0,07	0,14	0,19	0,17	0,21	0,10	0,12	0,33	0,18	0,14	0,17	0,22
0,32	0,23	0,15	0,16	0,41	0,31	0,24	0,33	0,39	0,37	0,36			0,29	0,30	0,34	0,27	0,21	0,16	0,15	0,26	0,13	0,11	0,16	0,52	0,81	1,36 3,00 6,54	1,28 3,00 6,28	1,23 3,00 6,06	0,72	0,43	0,21	0,13	0,09	0,21	0,18	0,28	0,62	0,26	0,39	0,31	0,27	0,39	0,28	0,16	0,17	0,19
0,34	0,24	0,14	0,15	0,43	0,38	0,26	0,35	0,44	0,47	0,87	0,54	0,19	0,80	0,28	0,33	0,26	0,19	0,13	0,30	0,22	0,15	0,16	0,44	0,28	0,63	1,54 3,00 7,36	0,89	0,52	0,59	0,50	0,22	0,29	0,23	0,64	1,00 3,00 5,56	0,45	1,11 3,00 5,56	0,40	0,48	0,42	0,57	0,50	0,31	0,18	0,14	0,16
0,35	0,24	0,14	0,09	0,14	0,28	0,32	0,38	0,48	0,32	0,52	0,41	0,26	0,24	0,24	0,32	0,25	0,18	0,22	0,49	0,40	0,23	0,25	0,21	0,26	0,58	1,52 3,00 7,45	0,45	0,38	0,38	0,23	0,26	0,35	0,28	0,43	0,32	0,51	0,47	0,62	0,56	0,50	0,53	0,29	0,34	0,24	0,19	0,14
0,35	0,25	0,14	0,13	0,28	0,82	0,43	0,42	0,52	0,50	0,37	0,20	0,10	0,16	0,21	0,30	0,25	0,18	0,24	0,58	0,44	0,47	0,48	0,25	0,36	0,33	0,60	0,61	0,60	0,88	0,88	0,56	0,27	0,27	0,51	0,89	1,56 3,00 7,49	0,73	0,87	0,69	0,51	0,59	0,59	0,32	0,25	0,23	0,17
0,36	0,25	0,16	0,14	0,51	0,59	0,35	0,46	0,59	0,74	0,50	0,20	0,07	0,20	0,29	0,34	0,25	0,17	0,32	0,41	0,77	2,44 2,30 22,1	0,75	0,37	0,46	0,33	0,93	3,37 1,83 36,9	1,84 3,00 8,83	0,58	0,60	0,56	0,16	0,19	0,52	0,89	1,23 3,00 5,90	4,28 1,64 53,2	4,04 1,70 51,2	0,56	0,51	1,32 3,00 6,51	1,59 3,00 7,89	0,56	0,28	0,16	0,22
0,36	0,26	0,17	0,15	0,61	1,27 3,00 6,10	0,52	0,46	0,90	0,91	0,69	0,42	0,12	0,19	0,36	0,55	0,29	0,13	0,15	0,30	0,73	2,24 2,48 19,7	0,78	0,30	0,28	0,34	1,11 3,00 5,56	1,24 1,86 35,7	1,99 3,00 9,52	0,72	0,50	0,23	0,13	0,21	0,38	0,45	1,45 3,00 6,95	3,00 1,68 51,9	2,32 2,40 14,3	0,56	0,30	0,57 1,38 6,61	0,72	0,24	0,18	0,23	
0,36	0,27	0,18	0,12	0,33	0,78	0,56	0,81	0,65	0,72	0,61	0,36	0,26	0,17	0,42	0,27	0,19	0,13	0,18	0,27	0,29	0,30	0,30	0,18	0,28	0,44	0,45	0,65	0,68	0,54	0,39	0,24	0,10	0,20	0,44	0,57	0,62	0,55	0,44	0,43	0,53	0,71	0,62	0,59	0,39	0,18	0,23
0,36	0,27	0,20	0,09	0,24	0,38	0,57	0,80	2,63 2,15 18,0	2,65 2,14 18,3	1,17 3,00 5,77	0,38	0,32	0,24	0,51	0,50	0,30	0,11	0,21	0,45	0,46	0,46	0,46	0,25	0,23	0,80	2,60 2,17 25,2	1,61 3,00 7,70	0,57	0,39	0,31	0,23	0,08	0,19	0,45	0,62	0,90	1,12 3,00 5,56	1,10 3,00 5,56	0,53	0,37	0,28	0,47	0,21	0,22	0,18	0,24
0,37	0,27	0,19	0,11	0,12	0,32	0,49	1,43 3,00 6,85	4,61 1,60 59,5	4,39 1,65 56,8	0,75	0,38	0,17	0,50	2,01 2,86 15,9	1,96 3,00 15,2	0,30	0,17	0,35	2,18 2,65 17,8	2,44 2,30 21,2	0,55	0,20	0,16	0,20	0,77	2,89 2,01 29,0	4,75 2,12 27,0	0,53	0,30	0,25	0,20	0,09	0,15	0,38	0,61	1,40 3,00 6,73	4,66 1,58 64,0	4,28 1,63 61,4	0,64	0,34	0,26	0,26	0,13	0,18	0,19	0,23
0,36	0,28	0,18	0,13	0,16	0,26	0,51	0,86	1,69 3,00 8,30	1,60 3,00 7,86	0,71	0,37	0,32	0,38	1,20 3,00 5,88	1,18 3,00 5,80	0,30	0,17	0,38	1,39 3,00 6,83	1,46 3,00 7,17	0,73	0,26	0,18	0,24	0,54	0,55	0,50	0,38	0,31	0,25	0,19	0,15	0,15	0,31	0,55	1,02 3,00 5,56	2,91 2,00 21,5	2,92 1,99 21,6	0,68	0,35	0,24	0,21	0,12	0,14	0,21	0,25
0,35	0,27	0,18	0,17	0,48	0,30	0,44	0,44	0,44	0,61	0,78	0,59	0,36	0,37	0,29	0,33	0,24	0,18	0,32	0,49	0,63	0,51	0,33	0,19	0,21	0,20	0,17	0,21	0,28	0,29	0,25	0,20	0,26	0,17	0,31	0,50	0,68	0,85	0,86	0,62	0,35	0,24	0,18	0,13	0,15	0,22	0,26
0,34	0,26	0,18	0,35	0,56	0,42	0,25	0,22	0,21	0,28	0,59	0,50	0,20	0,34	0,52	0,49	0,24	0,26	0,23	0,29	0,31	0,33	0,19	0,24	0,32	0,29	0,31	0,36	0,38	0,34	0,27	0,16	0,14	0,18	0,26	0,41	0,48	0,46	0,44	0,41	0,29	0,25	0,18	0,12	0,15	0,22	0,26
0,33	0,24	0,16	0,15	0,25	0,29	0,18	0,29	0,39	0,26	0,22	0,39	0,60	0,90	0,60	0,52	0,23	0,20	0,16	0,16	0,22	0,16	0,23	0,39	0,36	0,65	1,11 3,00 5,56	1,12 3,00 5,56	0,68	0,35	0,30	0,17	0,22	0,16	0,23	0,31	0,32	0,53	0,85	0,91	0,41	0,47	0,14	0,10	0,15	0,22	0,26
0,31	0,21	0,14	0,09	0,08	0,13	0,15	0,17	0,19	0,39	0,29	0,44	1,84 3,00 8,81	3,09 1,72 32,5	1,16 3,00 5,56	0,38	0,19	0,12	0,08	0,08	0,08	0,13	0,21	0,24	0,42	1,08 3,00 5,56	3,90 1,76 45,9	3,74 1,76 43,7	0,68	0,39	0,22	0,14	0,17	0,09	0,10	0,11	0,44	0,66	0,82	0,62	0,39	0,73	0,22	0,07	0,14	0,21	0,25
0,27	0,19	0,12	0,07	0,07	0,10	0,12	0,13	0,20	0,44	0,33	0,49	1,63 3,00 7,80	3,07 1,93 31,9	1,17 3,00 5,61	0,27	0,20	0,12	0,06	0,05	0,05	0,09	0,12	0,19	0,43	1,23 3,00 5,92	3,82 1,73 43,4	2,21 2,60 12,2	0,73	0,25	0,14	0,09	0,06	0,07	0,09	0,16	0,47	0,83	0,76	0,23	0,22	0,23	0,22	0,10	0,13	0,19	0,23
0,24	0,16	0,10	0,12	0,14	0,17	0,17	0,16	0,15	0,21	0,24	0,42	0,51	0,47	0,40	0,32	0,20	0,10	0,11	0,11	0,10	0,12	0,22	0,28	0,88	0,52	0,50	0,32	0,23	0,14	0,11	0,13	0,15	0,19	0,19	0,19	0,21	0,32	0,24	0,19	0,17	0,16	0,14	0,10	0,18	0,22	
0,19	0,13	0,16	0,19	0,22	0,24	0,24	0,24	0,22	0,19	0,17	0,14	0,12	0,12	0,19	0,22	0,17	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16	0,15	0,10	0,16	0,20	0,21	0,17	0,12	0,18	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,31	0,30	0,29	0,28	0,26	0,23	0,22	0,18	0,14	0,18
0,15	0,18	0,24	0,28	0,30	0,32	0,33	0,33	0,31	0,29	0,26	0,24	0,23	0,21	0,17	0,14	0,17	0,22	0,25	0,27	0,27	0,27	0,25	0,22	0,19	0,17	0,17	0,16	0,13	0,15	0,19	0,26	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,41	0,40	0,38	0,37	0,36	0,33	0,29	0,25	0,19	0,12

2

max as-B: 64,0 [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

1

Teil 1-2 - Bemessung Decken 1 : 100

D-05

Überlagerung 4 "Maßgebend" Seite 1/2- 34

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) -  $V_{Ed} / V_{Rd,c}$ ,  $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ , Schub-Bewehrung [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]



### 2.2.9. Durchstanznachweise

Die Bemessung der Lasteinleitungspunkte in die vertikalen Bauteile (Stützen, Wände) erfolgt in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Art der Querkraftbewehrung (Bügel oder Dübelleisten) und des jeweils gewählten Längsbewehrungsgrades. Es werden entweder Einzelnachweise oder für mehrfach auftretende Geometrien mit ähnlichen Lasten typisierte Nachweise geführt. Der Nachweis erfolgt mit dem Programmsystem Halfen HDB.

Im Durchstanzbereich ist als Längsbewehrung jeweils das Maximum aus der Biegebemessung und den Durchstanznachweisen einzulegen.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebewehrung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist FEM bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

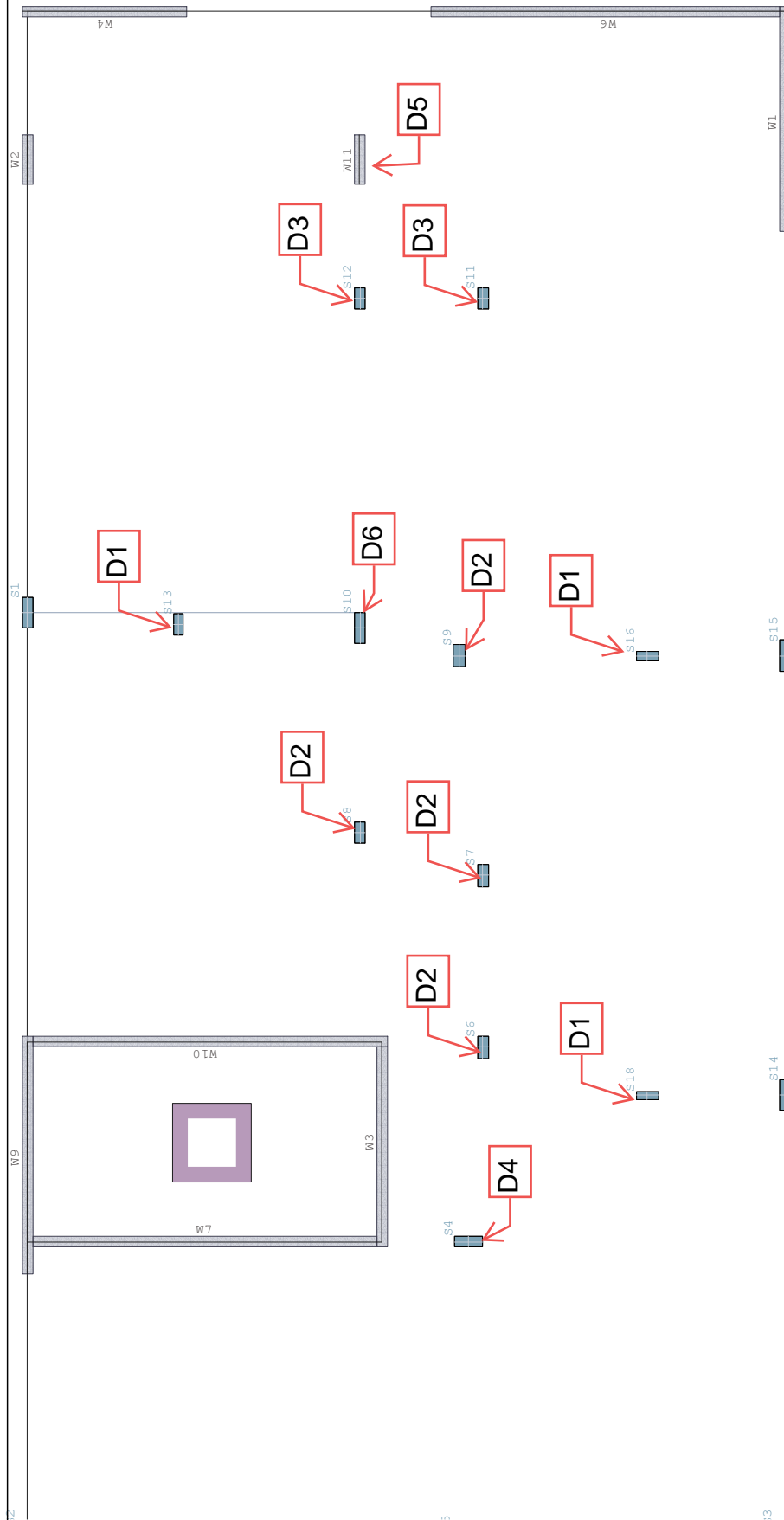
Über den Stanzpunkten ist in der unteren Lage eine Kollapsbewehrung / Versagensbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NCI zu 9.4.1 (3) zu berücksichtigen.

#### Übersicht Durchstanznachweise

Typ	h [cm]	d [cm]	GB [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Zulagen [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	a <sub>s,ges</sub> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	V <sub>ed</sub> ≤ [kN]	Dübel- leisten [ - ]	Beton [ - ]	Durch- bruch [ - ]
D1	30,0	25,0	7,85 d10/10	7,85 d10/10	15,7	511	-	C 30/37	-
D2	30,0	25,0	7,85 d10/10		7,85	372	-	C 30/37	-
D3	30,0	25,0	7,85 d10/10	11,31 d12/10	19,16	630		C 30/37	-
D4	30,0	25,0	7,85 d10/10	11,31 d12/10	19,16	615		C 30/37	-
D5	30,0	25,0	7,85 d10/10		7,85	120		C 30/37	-
D6	30,0	25,0	7,85 d10/10		7,85	450	-	C 30/37	-

## Übersicht Durchstanznachweise

1 : 150



## D-05-D1 Durchstanznachweis Stütze

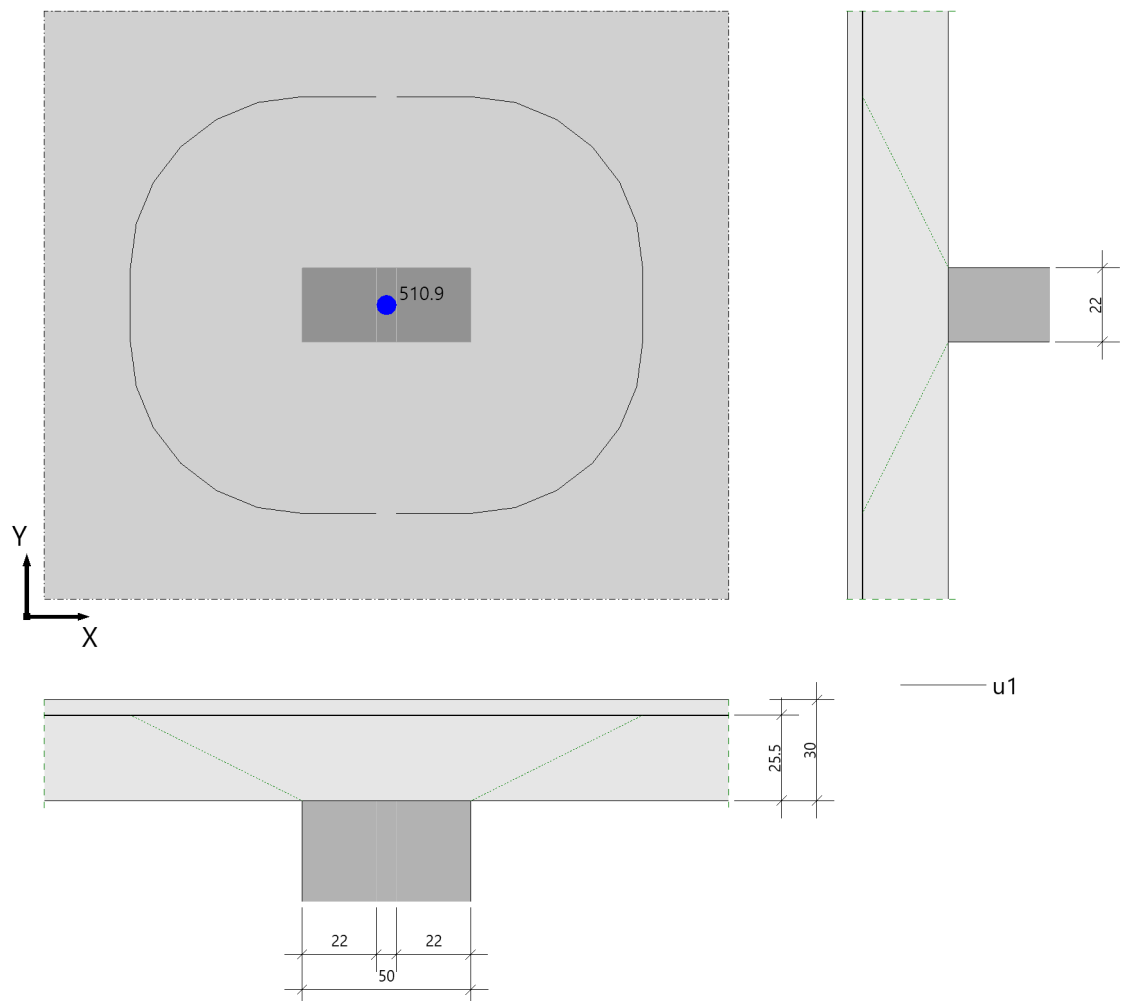
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung +  $\emptyset 10 | 10 \text{ cm} \#$

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	25.5 cm
Innenstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	22.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	3.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:  
( $a > 2 \cdot b$ );

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 44.0$  cm,  $b_1 = 22.0$  cm

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	15.7 cm <sup>2</sup> = 15.7 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	15.7 cm <sup>2</sup> = 15.7 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	175.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	27.5 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	203.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	31.9 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	511.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.100

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	452.4 cm (bei $a = 51.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.487 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.886 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.598 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min} =$	0.496 N/mm <sup>2</sup>
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.837 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	$erf\ \rho =$	0.333 % = 8.5 cm <sup>2</sup> /m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	$erf\ \rho =$	0.122 % = 3.1 cm <sup>2</sup> /m
max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 49.9 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho =$	0.222 % = 5.7 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot I_x$ bzw. $0.3 \cdot I_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.616 % = 15.7 cm <sup>2</sup> /m

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 7.3$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-05-D2 Durchstanznachweis Stütze

Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

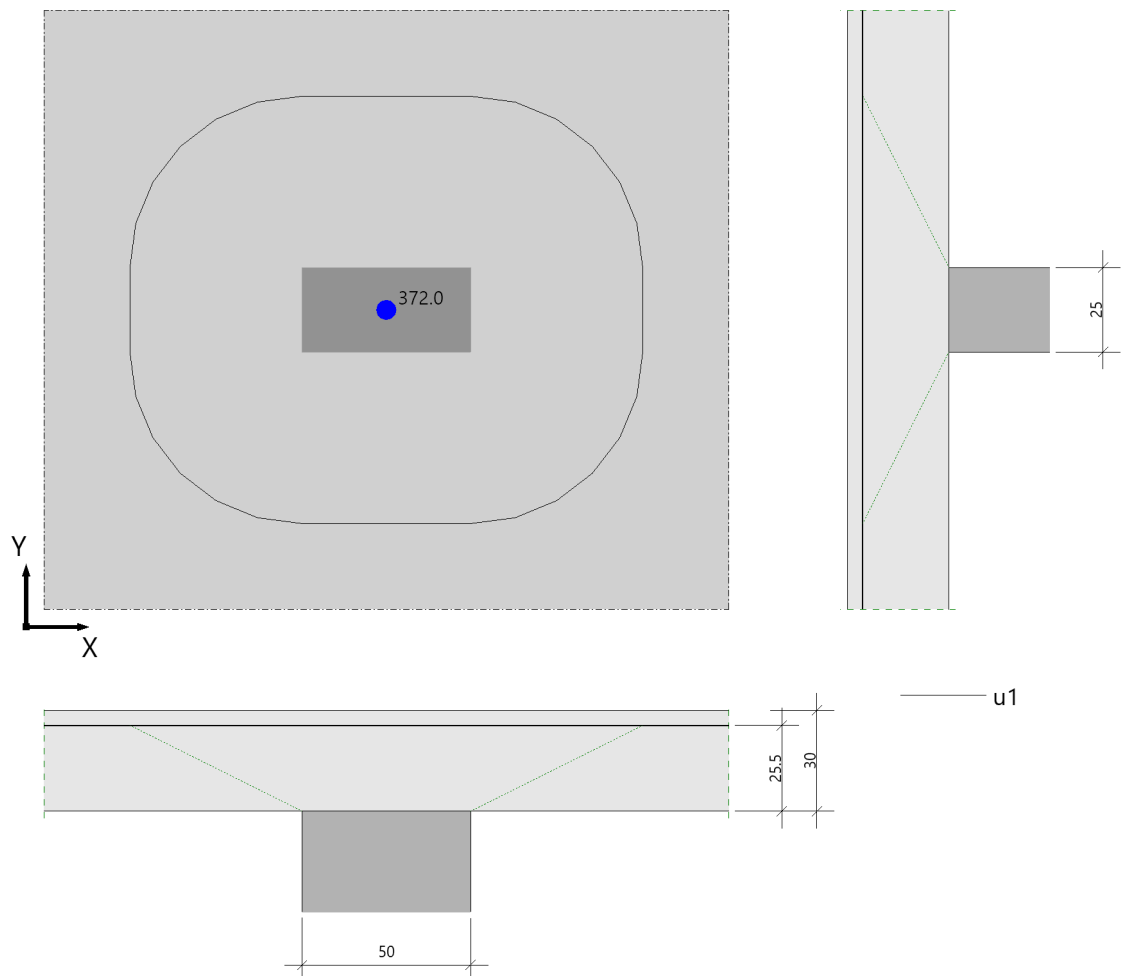
Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

Zusätzliche Bewehrung aus Biegebemessung beachten!

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h$	=	30.0	cm	$d_m$	=	25.5	cm
Innenstütze	$c_x$	=	50.0	cm	$c_y$	=	25.0	cm
Betondeckung	$c_u$	=	2.5	cm	$c_o$	=	3.5	cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c$	= 1.50	$\gamma_s$	= 1.15
	$f_{ck}$	= 30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk}$	= 500.0 N/mm <sup>2</sup>

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g$	= 100.0	cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx}$	= 7.9	cm <sup>2</sup> = 7.9 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy}$	= 7.9	cm <sup>2</sup> = 7.9 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy}$	$\geq$ 178.0	cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx}$	= 14.0	cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx}$	$\geq$ 203.0	cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy}$	= 15.9	cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E$	= 372.0	kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta$	= 1.100	

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1$	= 470.4	cm (bei $a = 51.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed}$	= 0.341	N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c}$	= 0.120	
Maßstabsfaktor	$k$	= 1.886	< 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c}$	= 0.496	N/mm <sup>2</sup> (= $v_{min}$ )
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max}$	= 0.695	N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho$	$\leq 1.955\ \%$	= 49.9 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho$	= 0.161	% = 4.1 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho$	= 0.308	% = 7.8 cm <sup>2</sup> /m

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 5.3\ \text{cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-05-D3 Durchstanznachweis Stütze

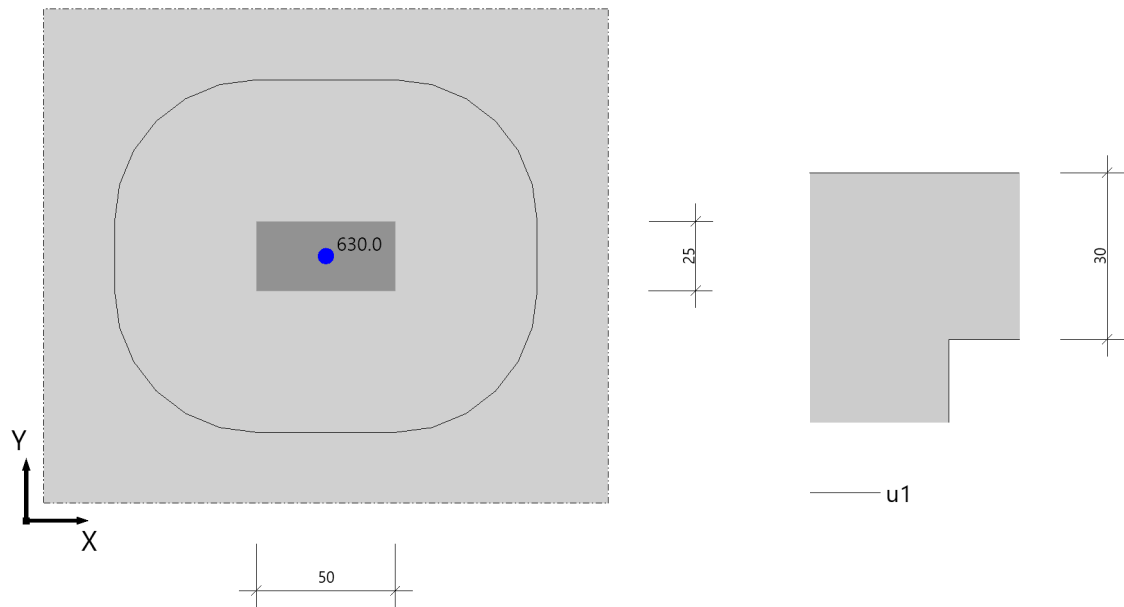
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung +  $\emptyset 12 | 10 \text{ cm} \#$

### System

### Grafik



### Geometrie und Material

Platte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	25.5 cm
Innenstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	25.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	3.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	19.2 cm <sup>2</sup> = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	19.2 cm <sup>2</sup> = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf b_{gy} \geq$	178.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	34.1 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf b_{gx} \geq$	203.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	39.0 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf b_{gx}$  und  $erf b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $p$  bzw. vorh  $p_y$  und vorh  $p_x$ ) anzuordnen ist.

**Längsbewehrungsgrade ( $\rho$  je Richtung) :**

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \text{ \%} = 49.9 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.276 \text{ \%} = 7.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho_x = 0.751 \text{ \%} = 19.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
	vorh $\rho_y = 0.753 \text{ \%} = 19.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrungsgrad im Mittel	vorh $\rho = 0.752 \text{ \%} = 19.2 \text{ cm}^2/\text{m}$

**Lasten**

vorgeg. Querkraft  $V_E = 630.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.200$

**Ergebnisse****Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12**

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 470.4 \text{ cm}$ (bei $a = 51.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.630 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 1.886 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.639 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.496 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.253 \text{ N/mm}^2 (= 1.96 \cdot V_{Rd,c})$

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 9.0 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )



## D-05-D4 Durchstanznachweis Stütze

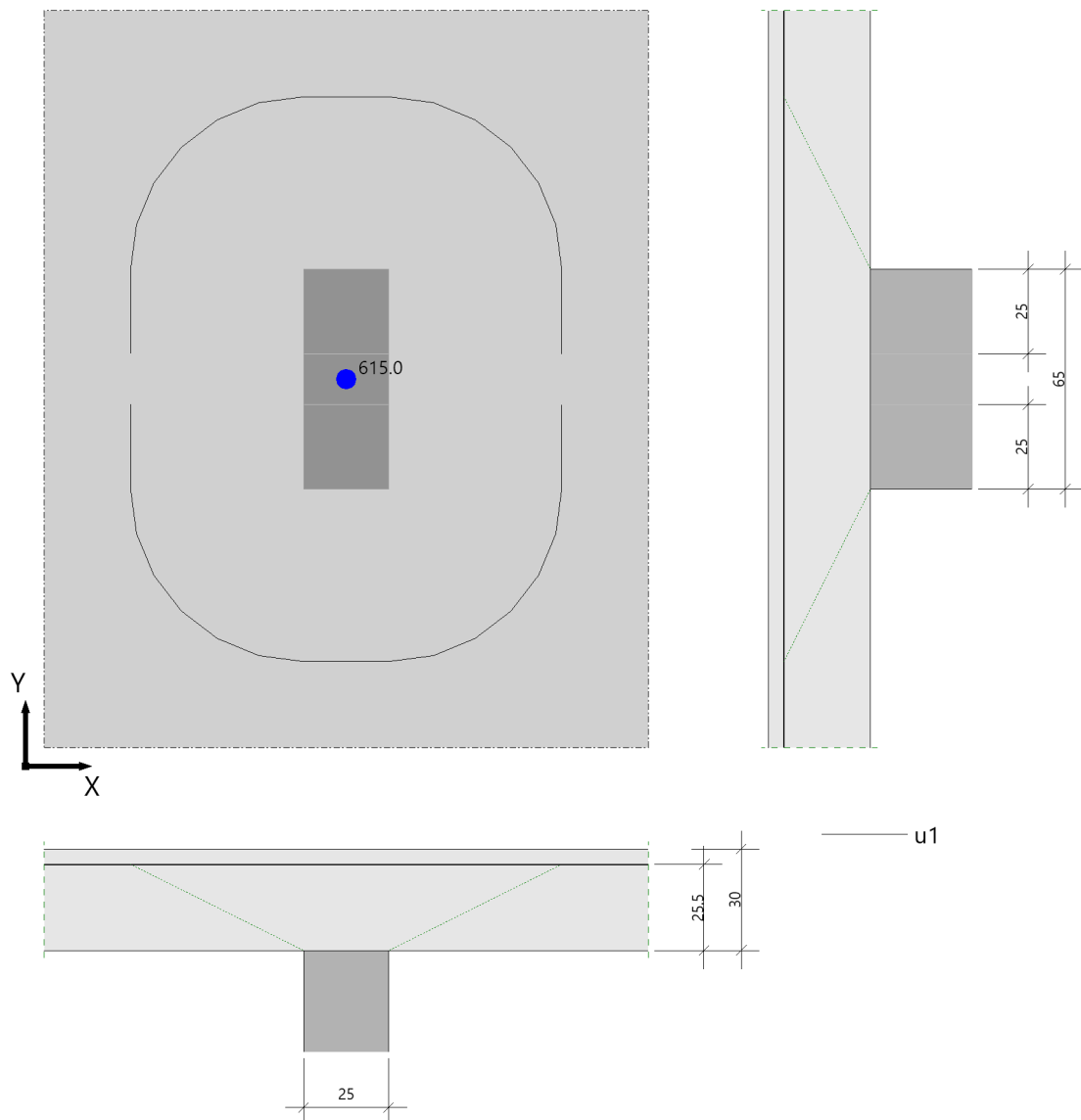
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 12 | 10 \text{ cm} \#$

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	25.5 cm
Innenstütze	$c_x =$	25.0 cm	$c_y =$	65.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	3.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:  
( $a > 2 \cdot b$ );

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 50.0$  cm,  $b_1 = 25.0$  cm

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	19.2 cm <sup>2</sup> = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	19.2 cm <sup>2</sup> = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	218.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	41.8 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	178.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	34.2 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	615.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.100

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	470.4 cm (bei $a = 51.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.564 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.886 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.639 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min} =$	0.496 N/mm <sup>2</sup>
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.895 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot v_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	$erf\ \rho =$	0.516 % = 13.2 cm <sup>2</sup> /m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	$erf\ \rho =$	0.189 % = 4.8 cm <sup>2</sup> /m
max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 49.9 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho =$	0.269 % = 6.9 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho_x =$	0.751 % = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
	$vorh\ \rho_y =$	0.753 % = 19.2 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrungsgrad im Mittel	$vorh\ \rho =$	0.752 % = 19.2 cm <sup>2</sup> /m

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 8.8$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-05-D5 Durchstanznachweis Wandende

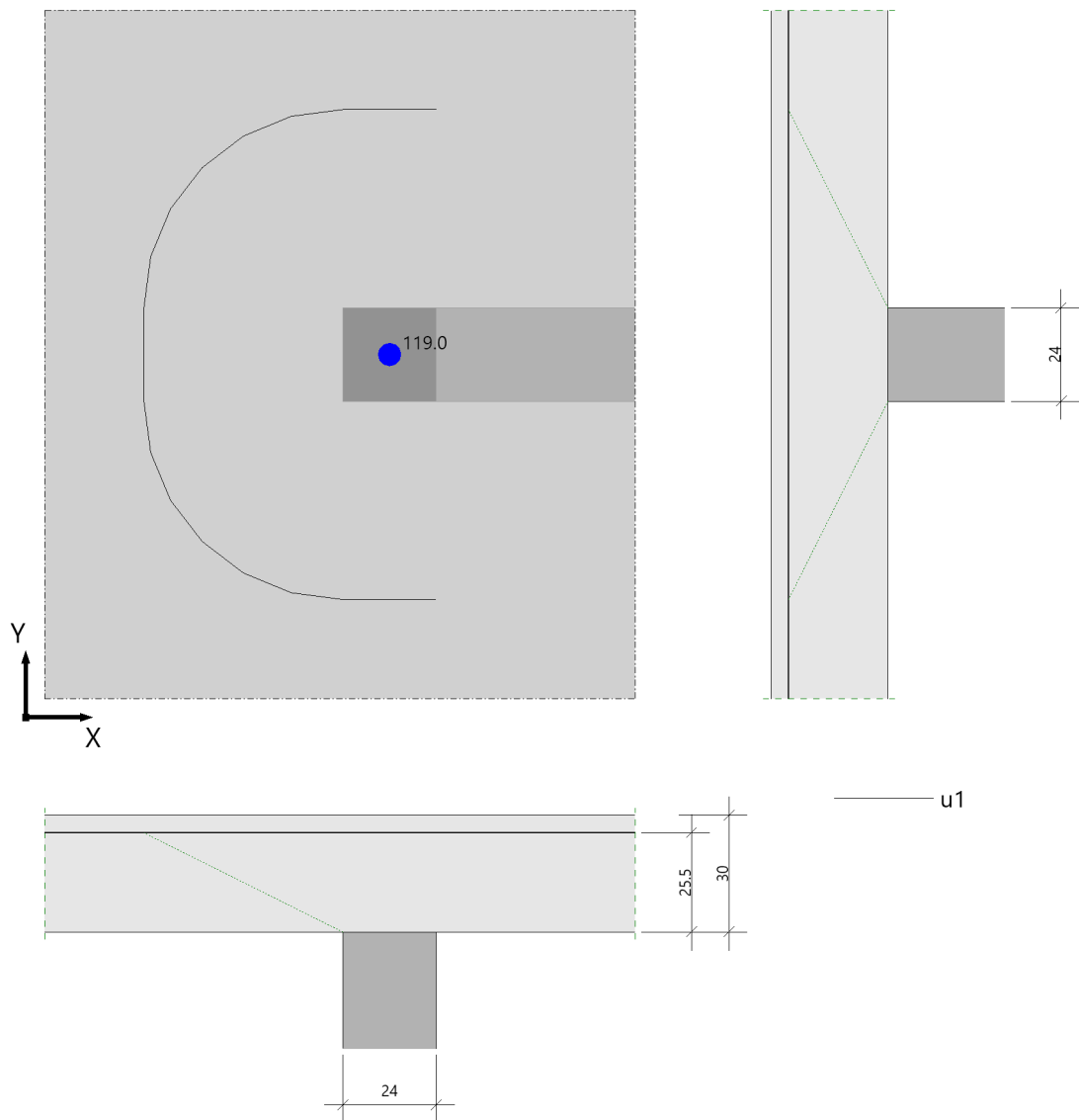
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	30.0 cm	$d_m =$	25.5 cm
Wandende	$b_y =$	24.0 cm	$d_x =$	24.0 cm
Wandlänge	$L_w =$	111.5 cm		
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	3.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.9 cm <sup>2</sup> = 7.9 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.9 cm <sup>2</sup> = 7.9 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	177.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	13.9 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	100.5 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.9 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	119.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.350

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	232.2 cm (bei $a = 51.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.271 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.886 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.496 N/mm <sup>2</sup> (= $V_{min}$ )
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.695 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 49.9 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho_x =$	0.148 % = 3.8 cm <sup>2</sup> /m auf $0.30 \cdot l_y$
	$min\ \rho_y =$	0.148 % = 3.8 cm <sup>2</sup> /m auf $0.15 \cdot l_x$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.308 % = 7.8 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $min\ \rho_x$  wurde mit  $\eta_x = 0.125$  und  $min\ \rho_y$  mit  $\eta_y = 0.25$  ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 1.7\text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-05-D6 Durchstanznachweis Stütze

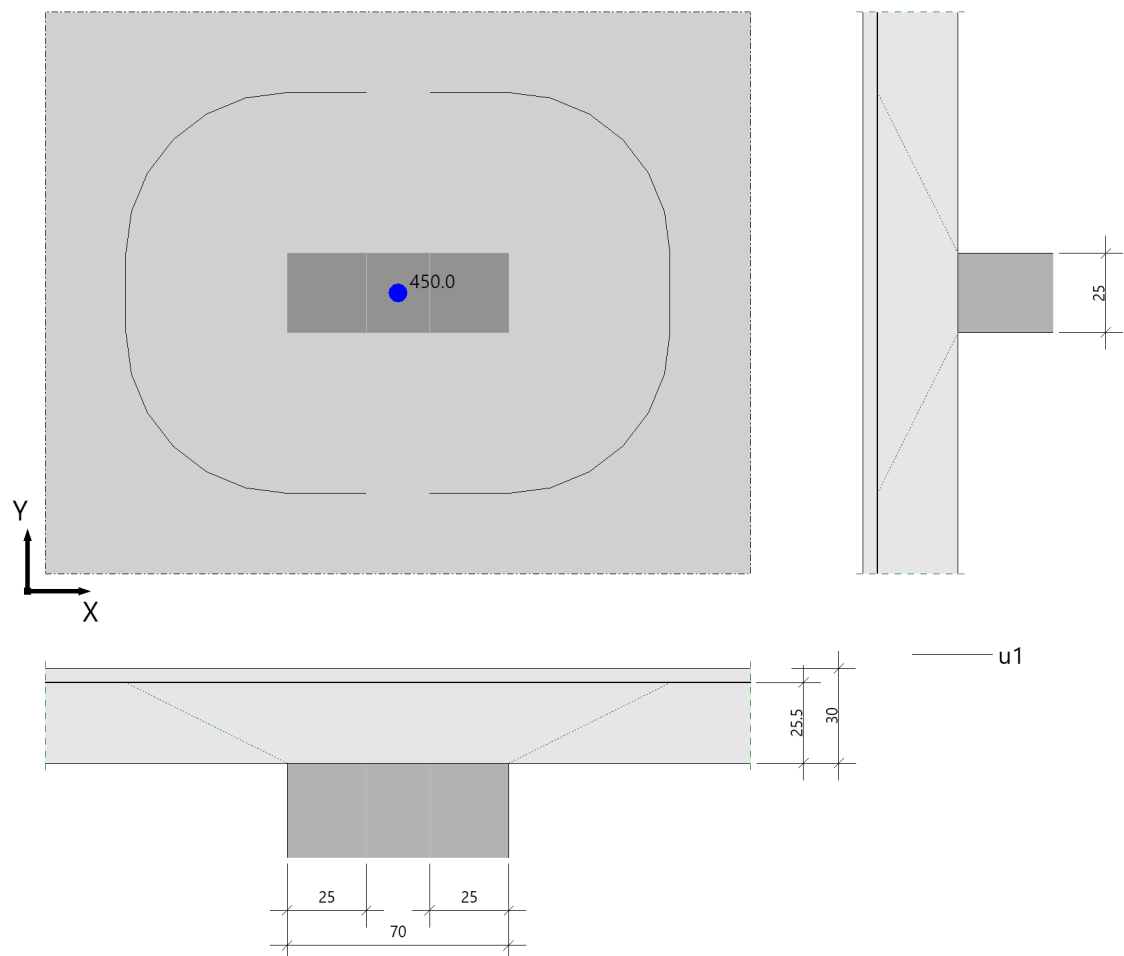
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

### Grafik



### Geometrie und Material

Platte	$h$	=	30.0 cm	$d_m$	=	25.5 cm
Innenstütze	$c_x$	=	70.0 cm	$c_y$	=	25.0 cm
Betondeckung	$c_u$	=	2.0 cm	$c_o$	=	2.0 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c$	= 1.50	$\gamma_s$	= 1.15
	$f_{ck}$	= 30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk}$	= 500.0 N/mm <sup>2</sup>

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:  
( $a > 2 \cdot b$ ;) )

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 50.0 \text{ cm}$ ,  $b_1 = 25.0 \text{ cm}$

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$\text{cal } b_g = 100.0 \text{ cm}$
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 7.9 \text{ cm}^2 = 7.9 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 7.9 \text{ cm}^2 = 7.9 \text{ cm}^2/\text{m}$
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$\text{erf } b_{gy} \geq 178.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 14.0 \text{ cm}^2$
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$\text{erf } b_{gx} \geq 223.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 17.5 \text{ cm}^2$

Hinweis: Die Verlegebreiten  $\text{erf } b_{gx}$  und  $\text{erf } b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 450.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 = 470.4 \text{ cm}$ (bei $a = 51.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.413 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 1.886 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.496 \text{ N/mm}^2 (= v_{min})$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 0.695 \text{ N/mm}^2 (= 1.4 \cdot V_{Rd,c})$

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$\text{zul } \rho \leq 1.955 \% = 49.9 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$\text{min } \rho = 0.195 \% = 5.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.3 \cdot I_x$ bzw. $0.3 \cdot I_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$\text{vorh } \rho = 0.308 \% = 7.8 \text{ cm}^2/\text{m}$

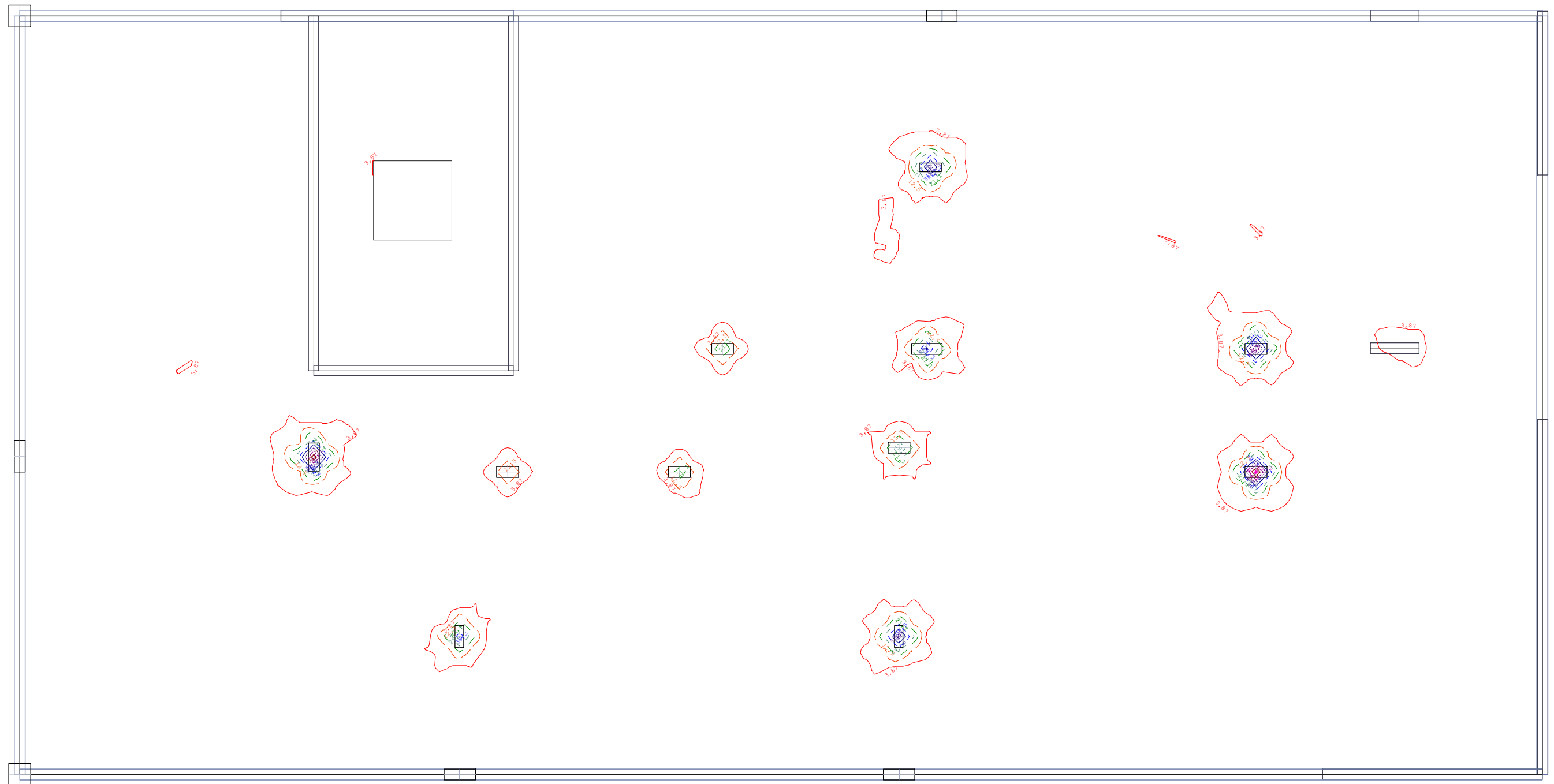
Ergebnis:  $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 6.4 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## 2.2.10. Auswertung Querkraftplot

Im Folgenden wird die mittels der FE errechnete Querkraftbewehrung ausgewertet. Hierbei wird folgende Querkraftbewehrung ausgedrückt:

- Querkraftbewehrung in Bereich von geführten Durchstanznachweisen
- Querkraftbewehrung im Bereich von einspringenden Ecken, die aufgrund von Singularitäten der FE entstehen



siehe gesonderte Durchstanznachweise



## 2.2.11. Bewehrungswahl Biegebewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Grundbewehrung

Als Grundbewehrung wird die erforderliche Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweite gewählt.

### Zulagen

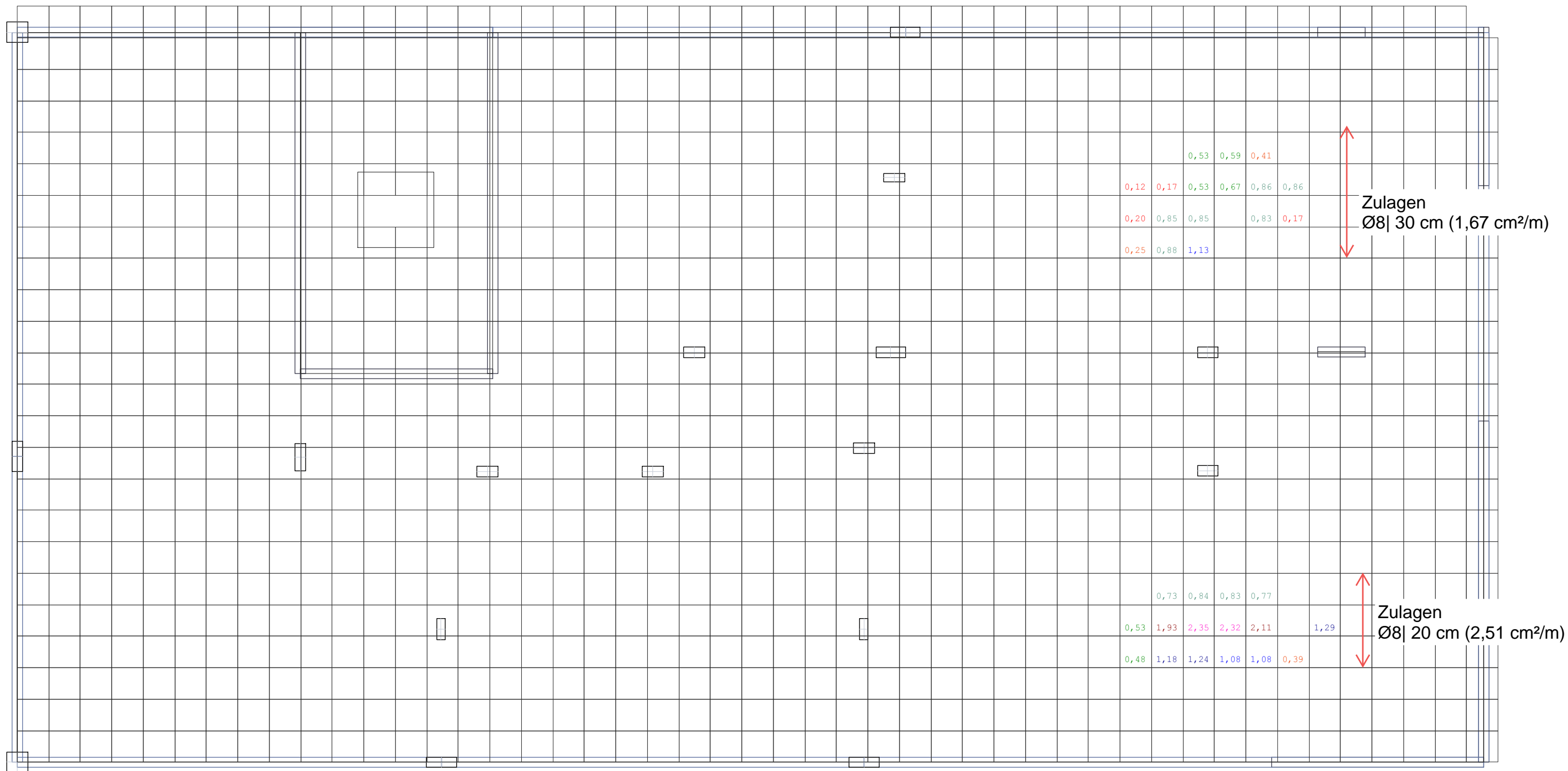
Bereiche, in denen die statisch erforderliche Bewehrung gem. Kapitel „Biegebewehrung“ die Grundbewehrung überschreitet, sind durch Zulagen abzudecken.

Es ist jeweils das Maximum aus der dargestellten Biegebewehrung und den Längsbewehrungsangaben aus den Durchstanznachweisen einzulegen.

Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen.

### Querkraftbewehrung

Die Querkraftbewehrung (in Form von Schubzulagen, Querkraftbügeln und Durchstanzleisten) ist den Kapiteln „Querkraftbewehrung“, „Durchstanznachweise“ und „Auswertung Querkraftplot“ zu entnehmen. Ein Umschließen der Längsbewehrung durch die Querkraftbügel ist zu beachten.



2

max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)  
max as-2: 2,35 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,85 [cm²/m]  
as-2: 7,85 [cm²/m]

unten as-1: 7,85 [cm²/m]  
as-2: 7,85 [cm²/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Grundbewehrung: Ø10|10 cm # (7,85 cm²/m²)

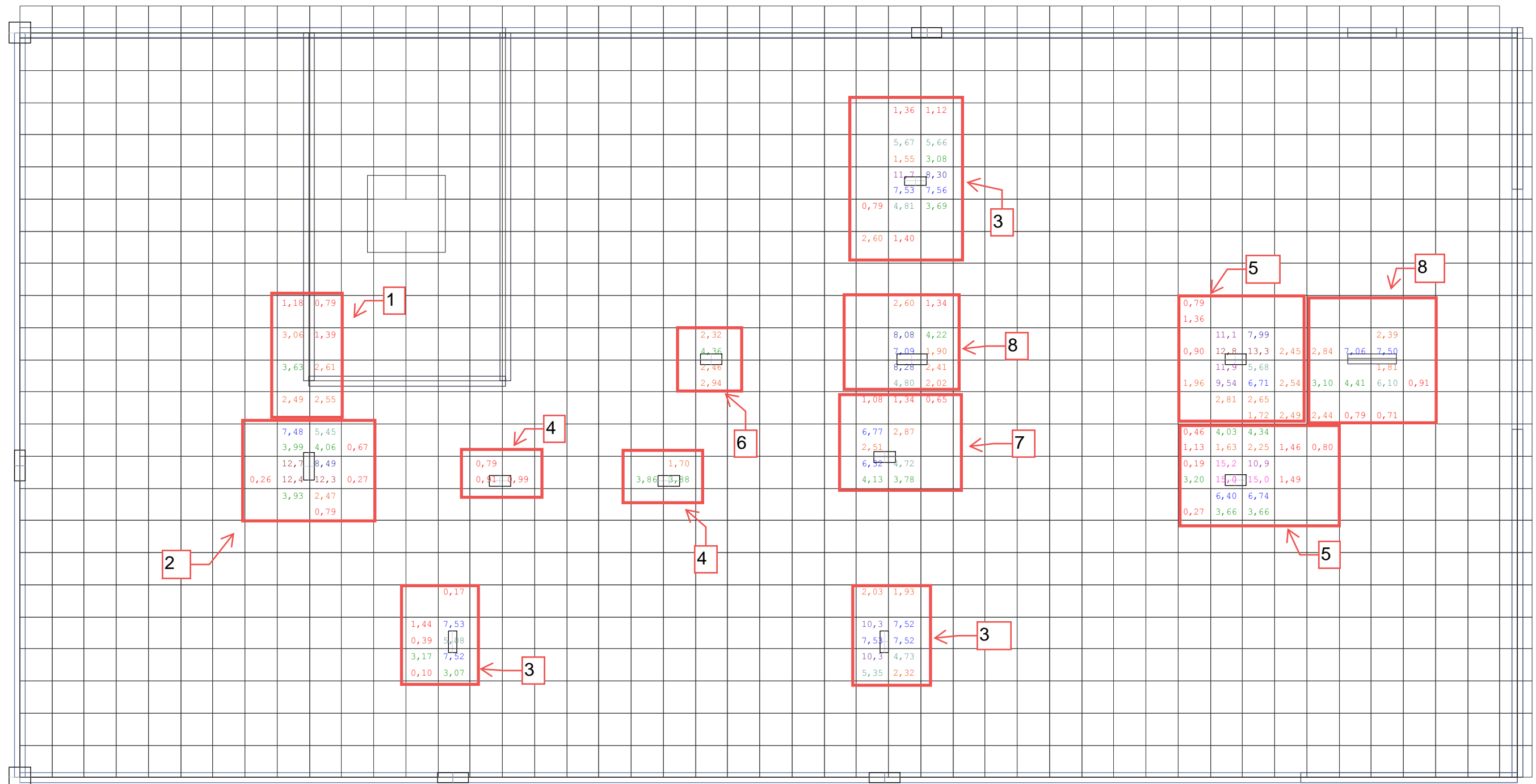
Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-05

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

1 : 100



2

max as-1: 15,2 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 15,0 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

1 unten as-1: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,85 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

1 - Ø8| 15 quer

2 - Ø12| 10 # - siehe D-05-D4

3 - Ø10| 10 # - siehe D-05-D1

4 - Ø8| 30 #

5 - Ø12| 10 # - siehe D-05-D3

6 - Ø8| 15 #

7 - Ø10| 15 #

8 - Ø10| 12,5 #

Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-05

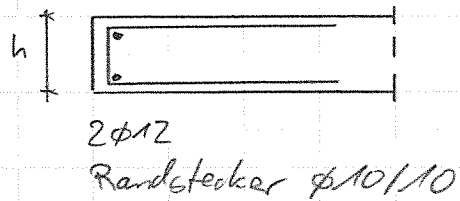
Überlagerung 4 "Maßgebend"

Bewehrung, oben: Differenz - as-1, as-2 [cm<sup>2</sup>/m]

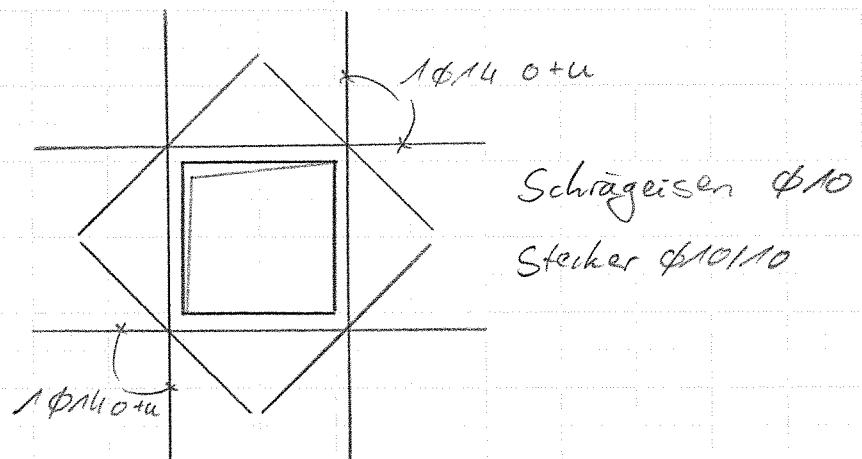
1 : 100

## Konstruktive Bewehrung

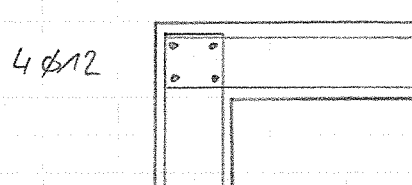
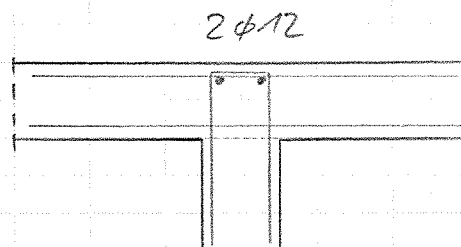
- freie Ränder



- Öffnungen



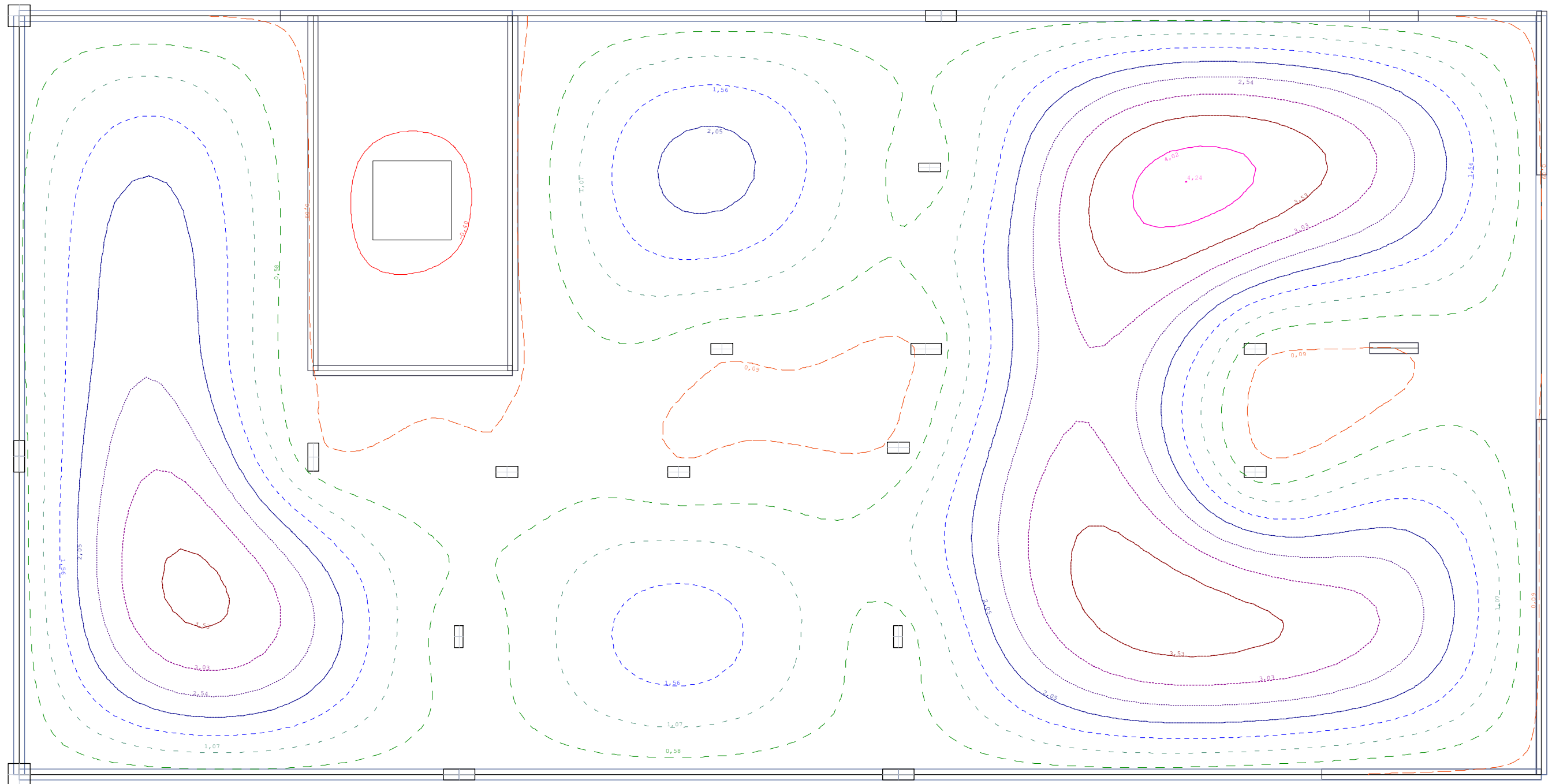
- Schnittpunkt Wand - Decke



## 2.2.12. Verformungen

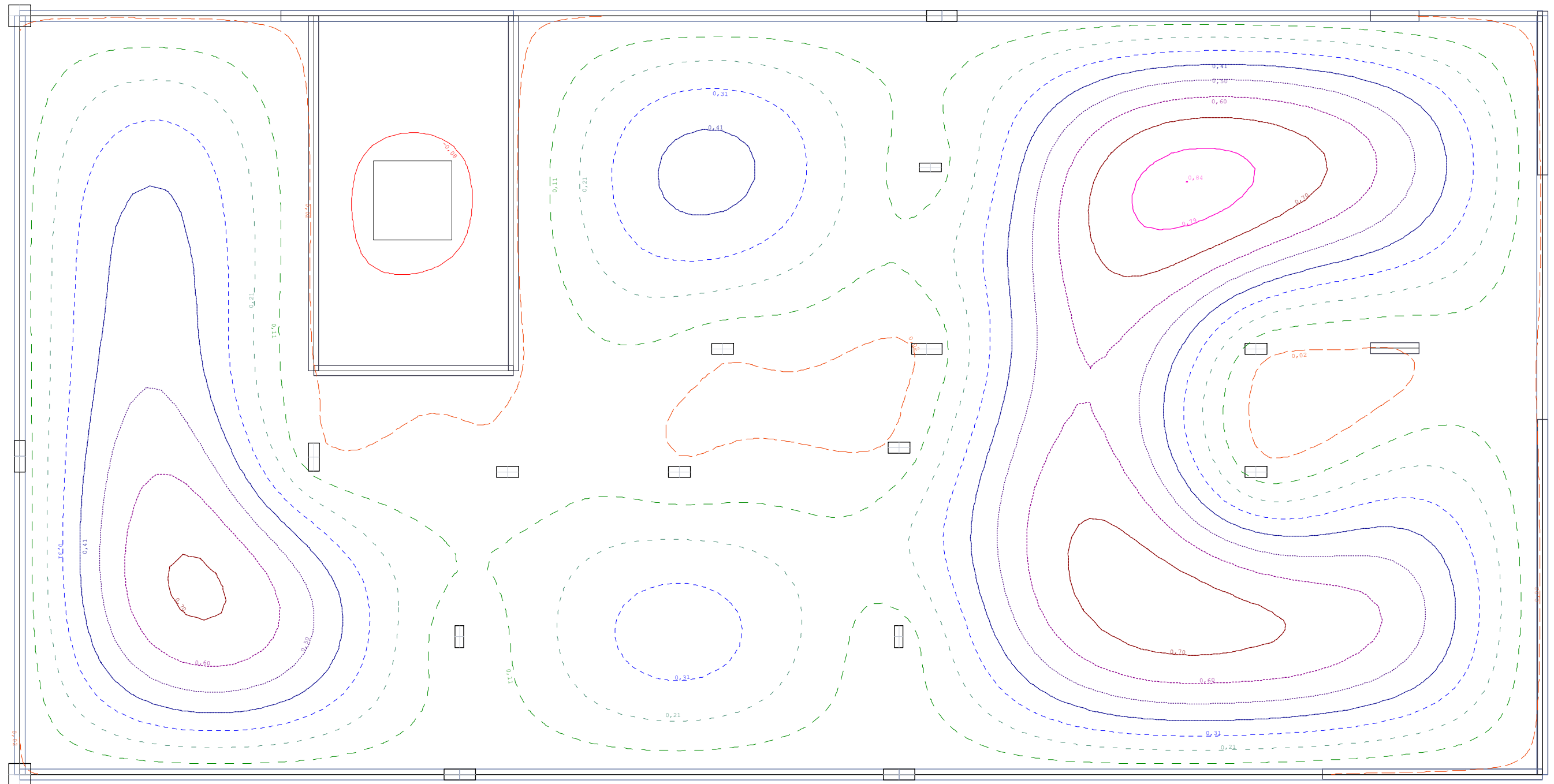
Auf den folgenden Seiten sind die elastischen Verformungen infolge der Lastfälle 1 (Egw. und Ausbau) und 2 (Verkehrslast), sowie der Überlagerung „GZG quasi-ständig“ als Ergebnisplot der charakteristischen Werte ausgegeben.

Schalungsüberhöhungen sind bauseits entsprechend nach Wahl der ausführenden Firma zu wählen.



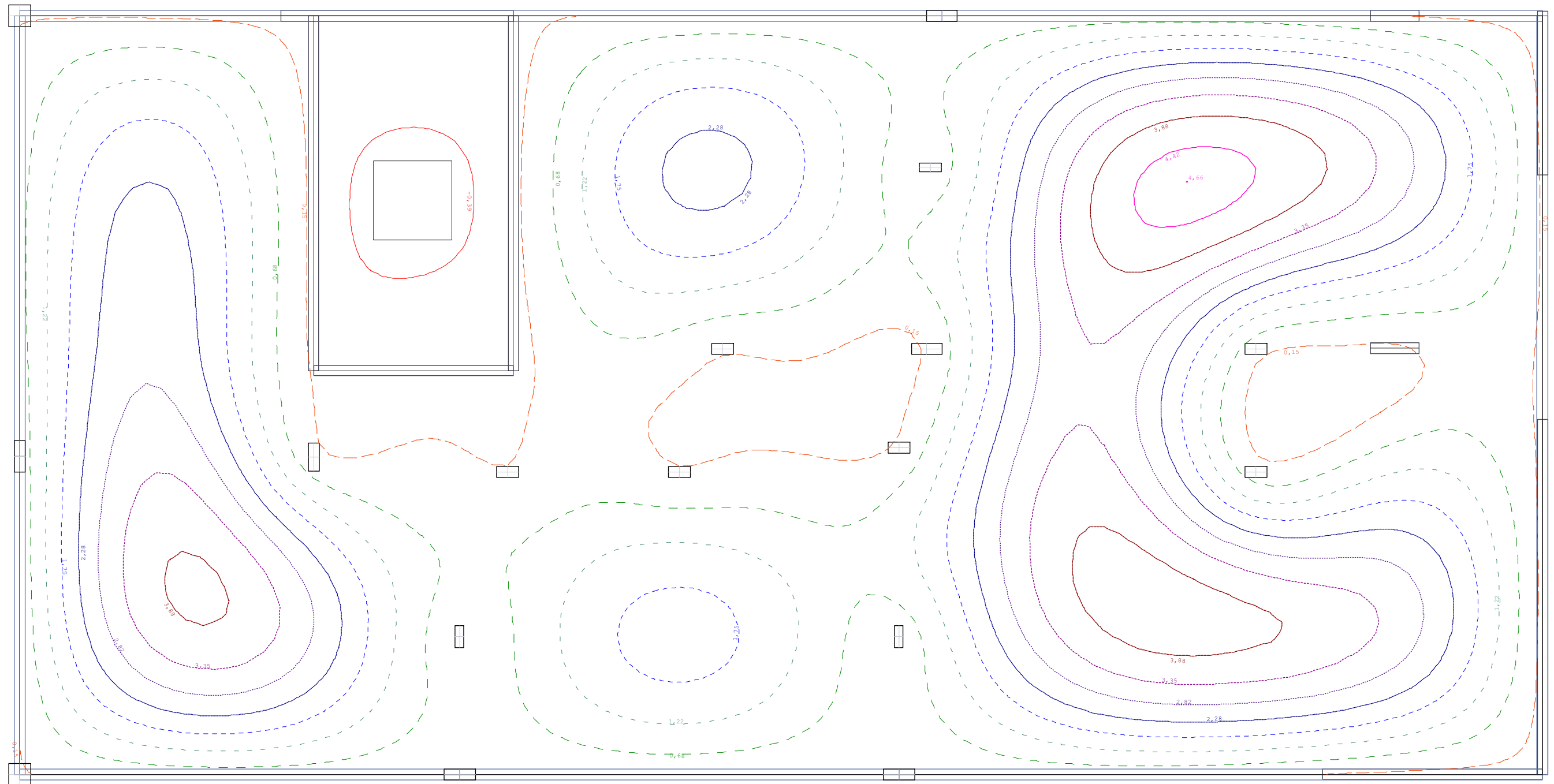
Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-05  
Lastfall 1 "Lastfall G"  
Durchbiegung [mm]  
Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-05  
Lastfall 2 "Lastfall Q"  
Durchbiegung [mm]  
Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100





### 2.2.13. Balken

Nachfolgend werden die im FE-System bemessenen Stabzüge ausgegeben.

#### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für tragende Stahlbetonbalken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von R90:

Mindestbalkenbreite (Tab. 5.6)  $b_{\min} = 15 \text{ cm}$ ,  $b_{\text{vorh}} \geq 15 \text{ cm}$

Mittlerer Achsabstand (Tab. 5.6)  $a = 3,5 \text{ cm}$ ,  $a_{\text{vorh}} \geq 3,5 \text{ cm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

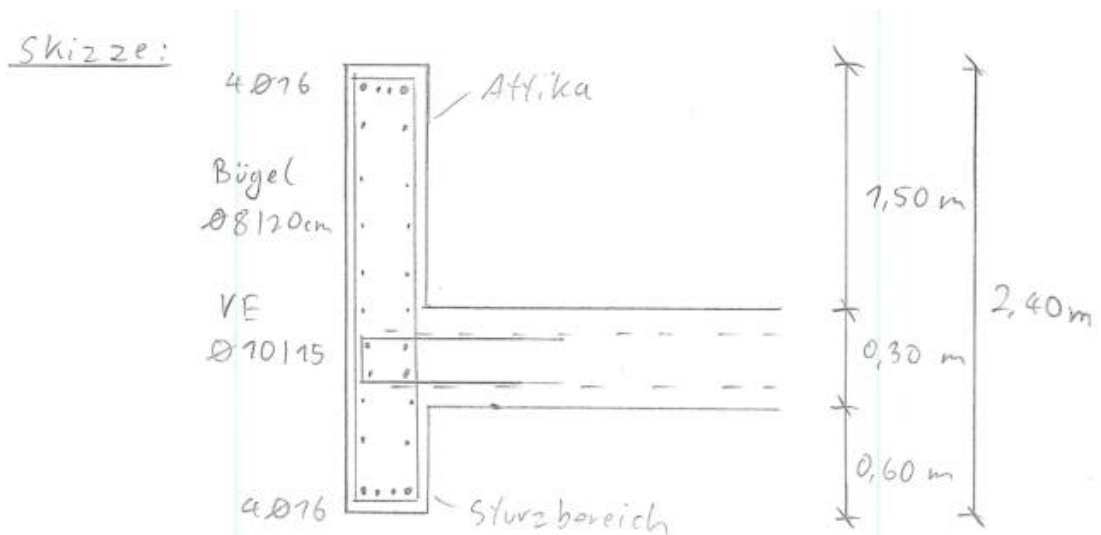
#### Bewehrung

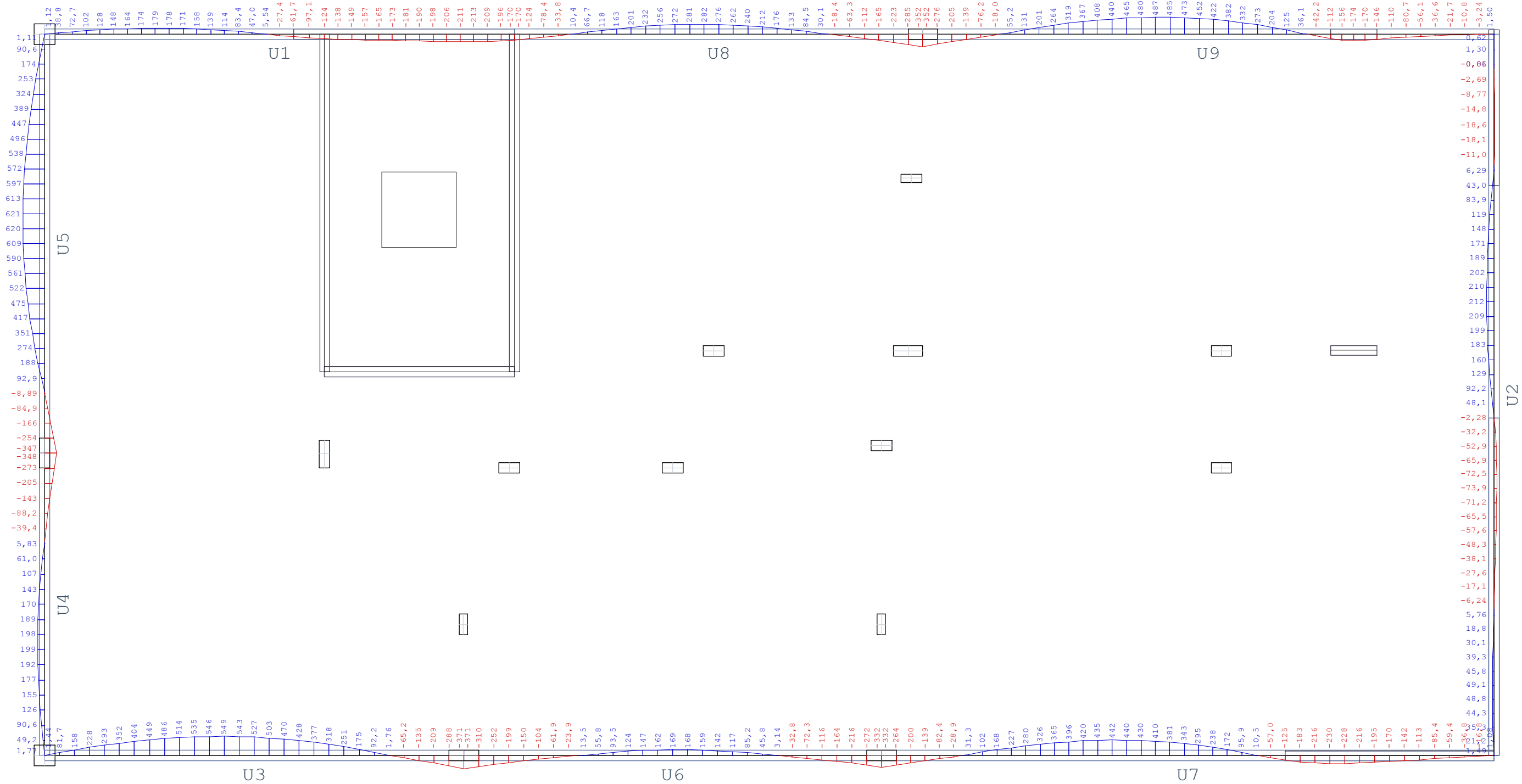
Auf den folgenden Seiten ist die erforderliche und gewählte Bewehrung für die Balken in Tabellenform dargestellt.

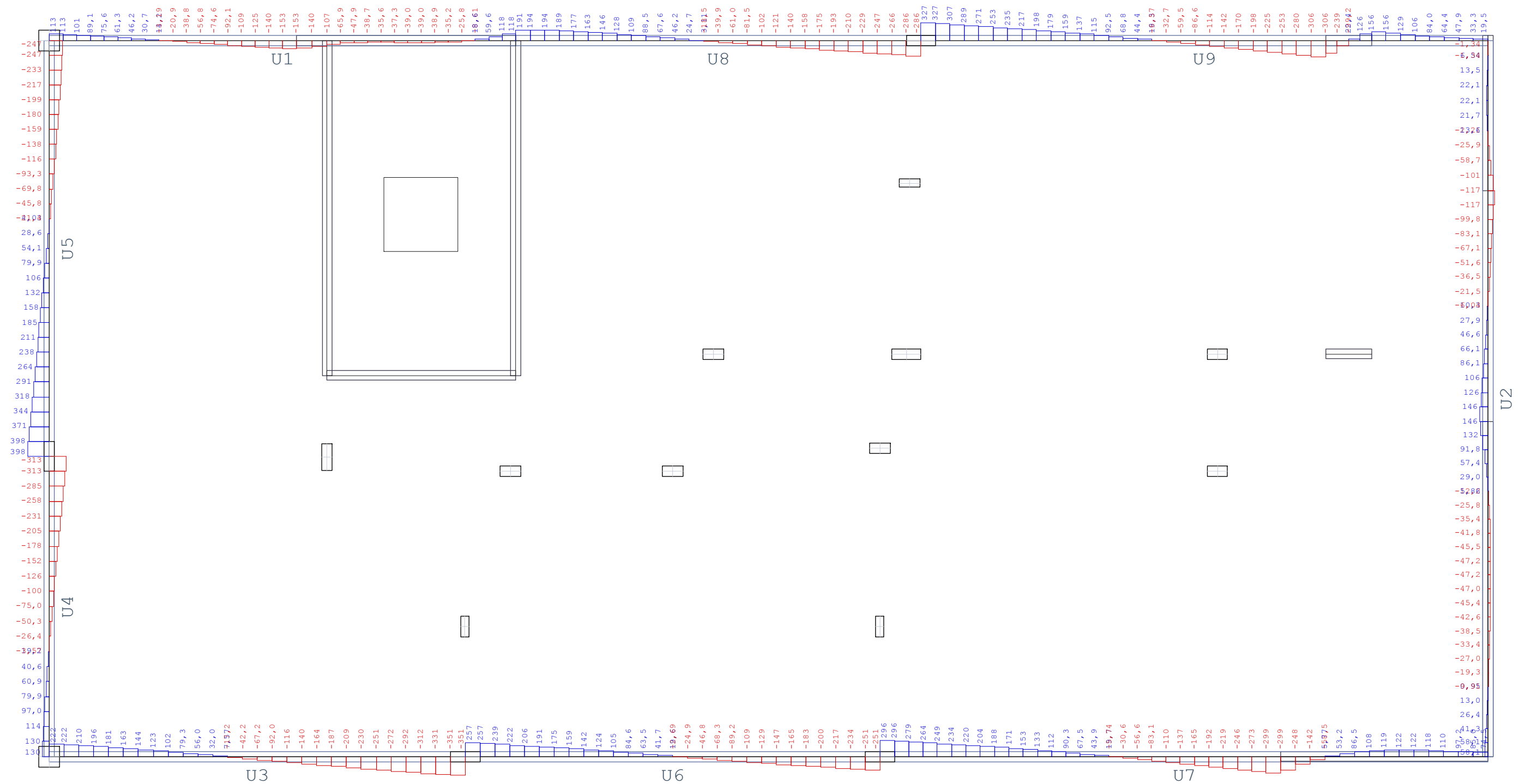
Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen

#### Gewählte Bewehrung

Balken	Position	gew. $A_{su}$	gew. $A_{so}$	gew. $a_{sw}$
U1 – U9	UZ-05-01	4Ø16 (8,04)	4Ø16 (8,04)	Ø8/20 (5,02)







Teil 1-2 - Bemessung Decken

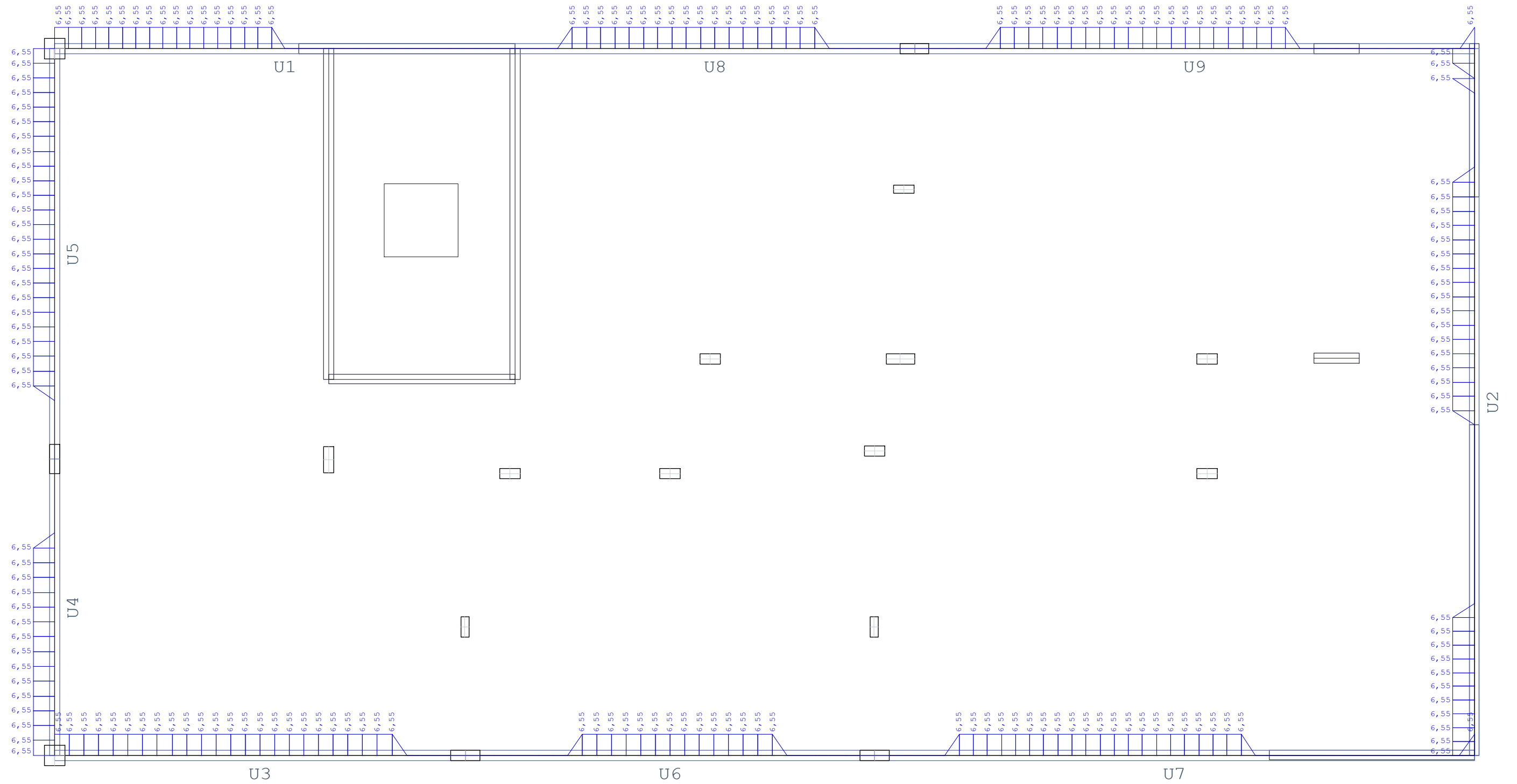
D-05

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Querkraft [kN]

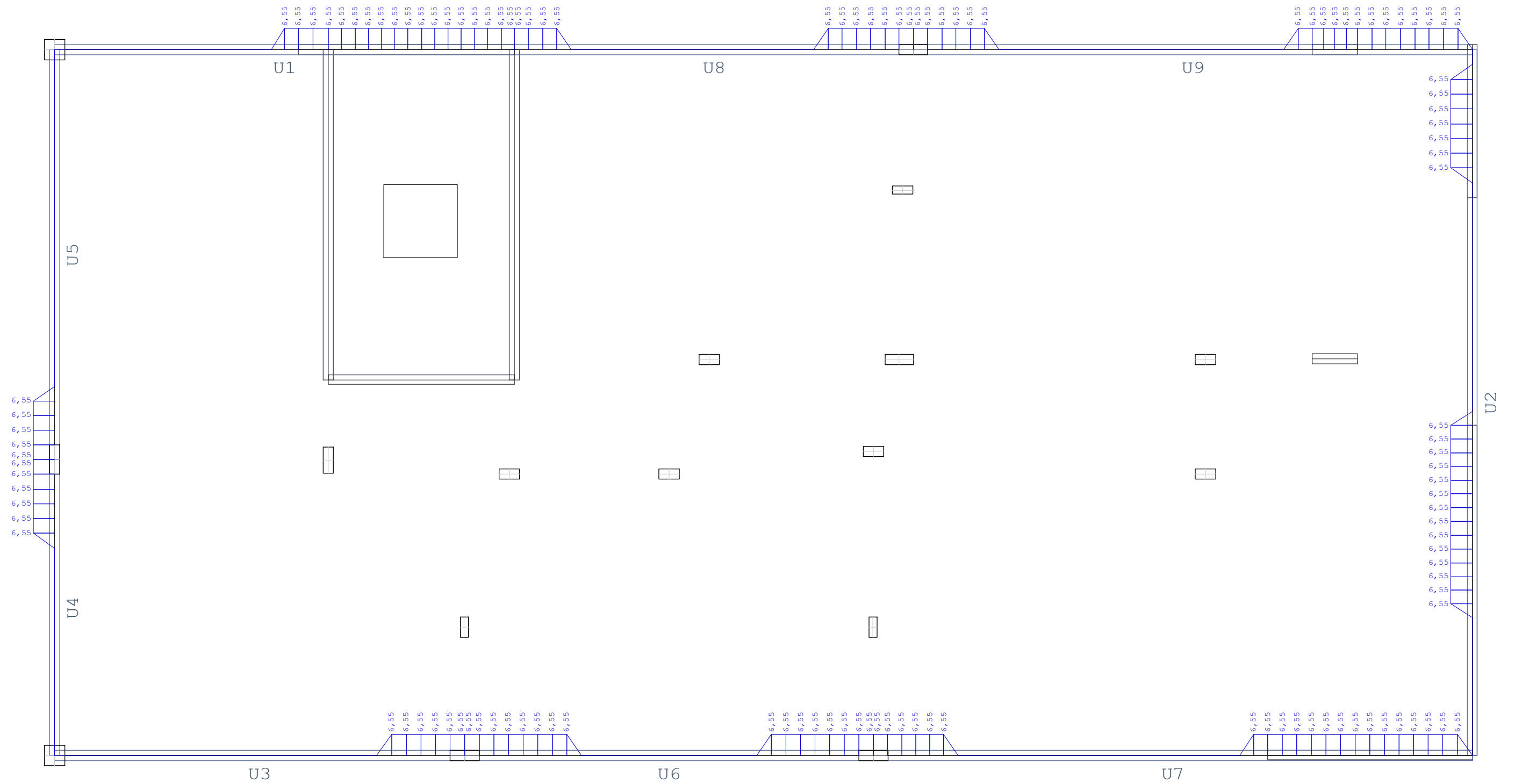
Bemessungswerte (Gamma-fach)

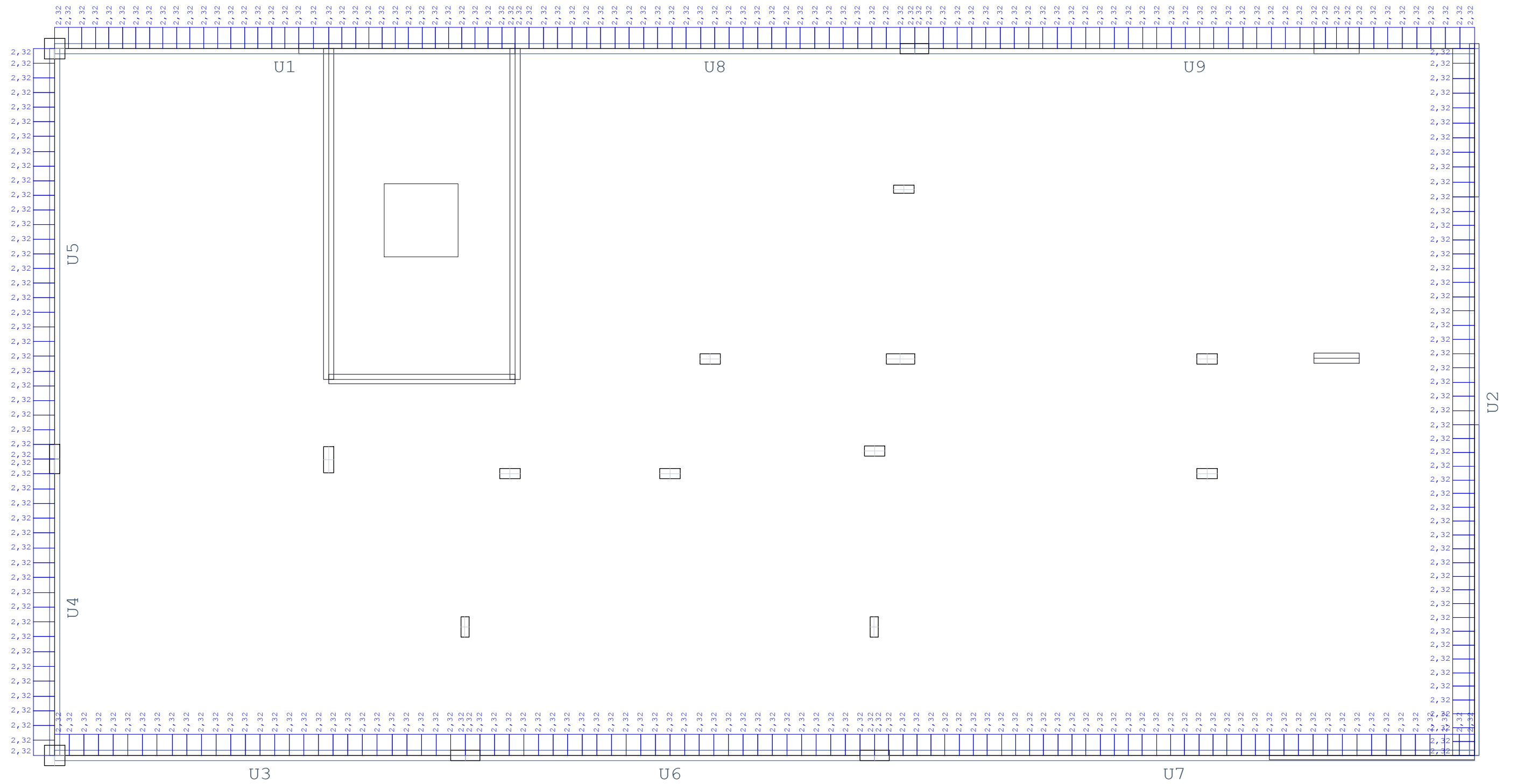
1 : 100



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-05  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Bewehrung, unten [cm<sup>2</sup>]

1 : 100





Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-05

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Schub-Bewehrung infolge Querkraft und Torsion [cm<sup>2</sup>/m]

1 : 100

## UZ-05-01 Über-Unterzug Dachdecke

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

Über- Unterzug mit dem höchsten Feldmoment exemplarisch gesondert nachgewiesen.

Lastübergabe aus Gesamtmodell

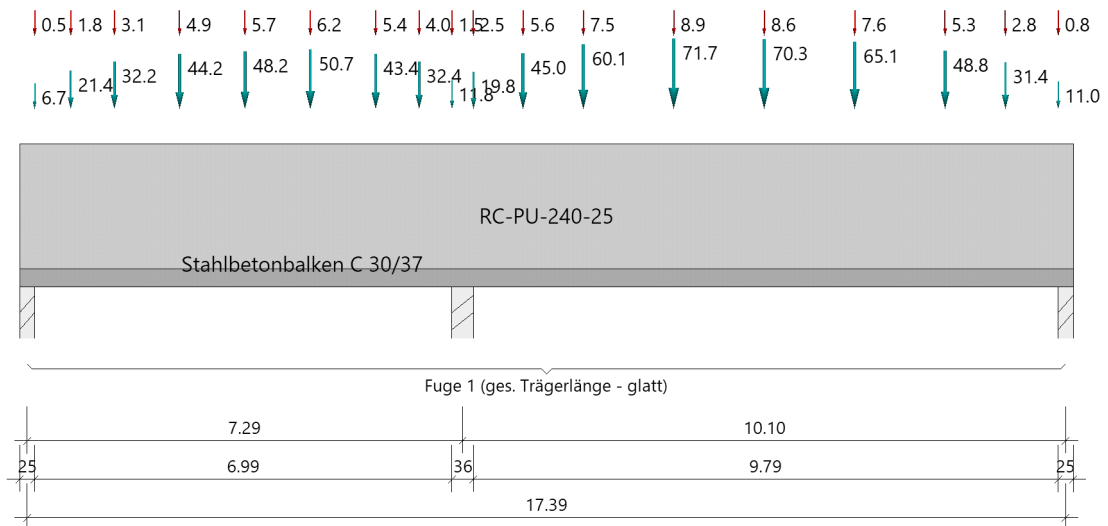
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

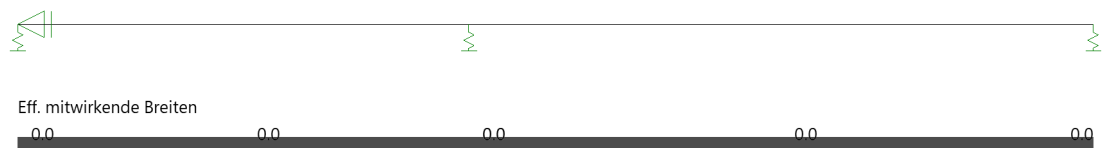
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



#### Eff. mitwirkende Breiten



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 30/37  $f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl B500A  $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$   
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

## Geometrie

### Querschnitte

Nr	Art	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte unten			25.0	240.0	25.0	30.0

Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	17.39	0.0	0.0	glatt

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2160490.00	2160490.00	-1	0.0	0.0
2	7.29	1555560.00	1555560.00	0.0	0.0	0.0
3	17.39	2160490.00	2160490.00	0.0	0.0	0.0

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

### Übersicht der verwendeten Einwirkungen

#### Einwirkungen

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt



## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm} \quad *5$
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	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.31$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.45 \text{ ‰}$	

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.6 cm	oben = 4.6 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

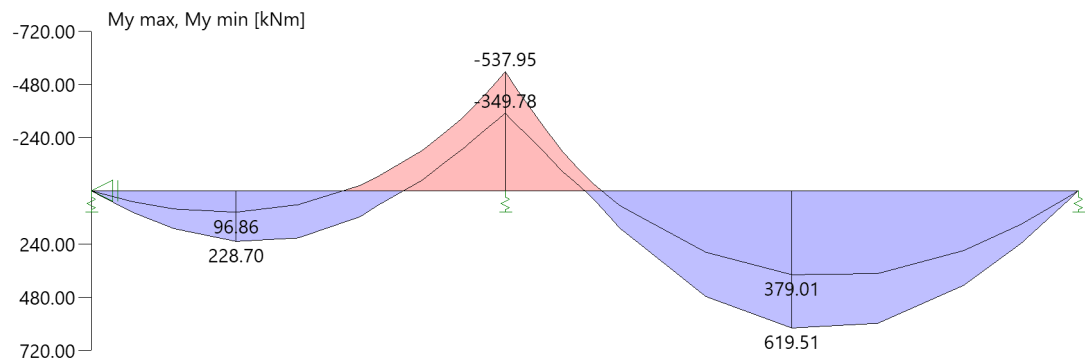
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 25.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 36.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 25.0 \text{ cm}$

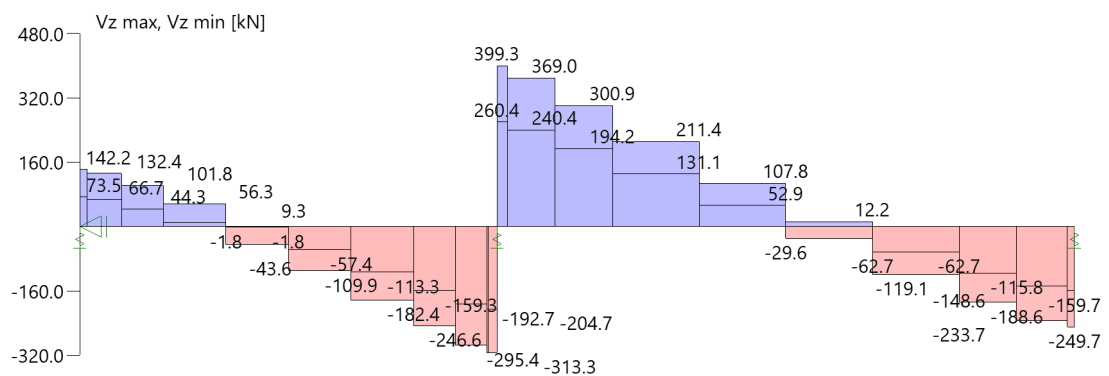
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	142.2	1
	0.00	0.00	0.00	73.5	2
	0.13	0.13	17.77	142.2	1
	2.55	2.55	228.70	-14.3	1
	7.11	7.11	-480.92	-313.3	29
	7.29	7.29	-537.95	-309.3	8
	7.29	7.29	-349.78	-208.6	28
	7.29	7.29	-350.42	-204.7	30
	7.29	7.29	-537.31	-313.3	29
Feld 2	0.00	7.29	-349.78	267.1	28
	0.00	7.29	-537.95	392.5	8
	0.00	7.29	-537.04	399.3	31
	0.00	7.29	-350.69	260.4	32
	0.18	7.47	-465.17	399.3	31

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
	5.05	12.34	619.51	-13.9	12
	9.97	17.26	31.19	-249.7	12
	10.10	17.39	0.00	-159.7	13
	10.10	17.39	0.00	-249.7	12

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
25.0/240.0/25.0/30.0	695.15	6.6	-695.15	6.6

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.13	0.13	18.44	18.44	235.4	0.01	6.6	0.0	<sup>1</sup> 1
	2.56	2.56	228.66	228.66	235.4	0.03	6.6	0.0	<sup>1</sup> 1
	4.44	4.44	-0.15	-0.15	235.4	0.00	0.0	6.6	<sup>1</sup> 4
	5.50	5.50	0.16	0.16	235.4	0.00	6.6	0.0	<sup>1</sup> 5
	5.51	5.51	-132.76	-132.76	235.4	0.02	0.0	6.6	<sup>1</sup> 6
Feld 2	0.67	7.96	-292.10	-292.10	235.4	0.03	0.0	6.6	<sup>1</sup> 18
	1.40	8.69	0.18	0.18	235.4	0.00	6.6	0.0	<sup>1</sup> 20
	5.05	12.34	619.48	619.48	235.4	0.05	6.6	0.0	<sup>1</sup> 12
	9.48	16.77	146.15	146.15	235.4	0.02	6.6	0.0	<sup>1</sup> 12

Am ersten Auflager sind mindestens 6.6 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.6 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.18	7.11	-537.95	-432.69	10.5	235.4	0.04		6.6	<sup>1</sup> 7
	rechts	0.18	7.47	-537.95	-507.27 <sup>2</sup>		235.4	0.05		6.6	<sup>1</sup> 8
3	links	0.00	17.39	0.00	0.00			0.00			12

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

2 : Mindeststützmoment

#### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.97	142.2	18.4	121.6	2186.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.73	0.73	0.97	132.4	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.46	1.46	0.97	101.8	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	14
	rechts	2.48	2.48	0.97	56.3	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	15
	*	3.65	3.65	0.97	-43.6	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	16
2	links	0.18	7.11	0.97	-295.4	18.4	121.6	2186.0	VRd,max > VEd		
	links	1.46	5.83	0.97	-246.6	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	7
	links	0.73	6.56	0.97	-295.4	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	8

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
3	links	2.53	4.76	0.97	-182.4	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	17
	*	3.65	3.65	0.97	-43.6	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	16
	rechts	0.18	7.47	0.97	399.3	18.4	121.6	2186.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	1.01	8.30	0.97	369.0	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	8
	rechts	2.02	9.31	0.97	300.9	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	18
	rechts	2.53	9.83	0.97	211.4	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	*	4.89	12.18	0.97	107.8	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	19
	links	0.13	17.26	0.97	-233.7	18.4	121.6	2186.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	2.02	15.37	0.97	-188.6	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	22
	links	1.01	16.38	0.97	-233.7	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	links	2.48	14.91	0.97	-119.1	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	10
	*	4.83	12.56	0.97	-29.6	18.4	121.6	2186.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	21

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

#### Fugenbewehrung Fuge 1 (glatt)

Stütze	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	V <sub>Ed</sub> [kN]	bw [cm]	v <sub>Ed</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	v <sub>Rd,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	v <sub>Rd,max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	asw [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.97	142.2	25.0	249	230	1700	0.02
	0.38	0.38	0.97	132.4	25.0	232	230	1700	
	1.38	1.38	0.99	101.8	25.0	177	230	1700	
	2.38	2.38	0.99	56.3	25.0	98	230	1700	
	3.38	3.38	0.99	-43.6	25.0	76	230	1700	
2 li	0.00	7.29	0.97	-313.3	25.0	548	230	1700	2.29
	0.44	6.86	0.97	-295.4	25.0	517	230	1700	
	1.44	5.86	0.97	-246.6	25.0	432	230	1700	
	2.44	4.86	0.97	-182.4	25.0	319	230	1700	
	3.44	3.86	0.99	-109.9	25.0	191	230	1700	
2 re	0.00	7.29	0.97	399.3	25.0	699	230	1700	3.32
	0.44	7.73	0.97	369.0	25.0	646	230	1700	
	1.44	8.73	0.97	300.9	25.0	527	230	1700	
	2.44	9.73	0.97	211.4	25.0	370	230	1700	
	3.44	10.73	0.97	211.4	25.0	370	230	1700	
3 li	4.44	11.73	0.98	107.8	25.0	188	230	1700	1.43
	0.00	17.39	0.97	-249.7	25.0	437	230	1700	
	0.38	17.01	0.97	-233.7	25.0	409	230	1700	
	1.38	16.01	0.97	-188.6	25.0	330	230	1700	
	2.38	15.01	0.97	-119.1	25.0	208	230	1700	
	3.38	14.01	0.97	-119.1	25.0	208	230	1700	0.80
	4.38	13.01	0.98	-29.6	25.0	51	230	1700	

c<sub>j</sub> = 0.20    μ = 0.60    v = 0.20 (glatt)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

#### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	Lfk
Feld 1	7.29	0.0	0.03	25
Feld 2	4.78	0.0	0.1	25

## Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{\text{eff}} = 2.19$   $\epsilon_{\text{cs}} = -0.45 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{\text{eff}} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{\text{Ellz,g}}$ [cm]	$f_{\text{Ellz,g}} / l_{\text{eff}}$	$f_{\text{Ellz},\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{\text{Ellz},\phi\epsilon} / l_{\text{eff}}$	$f_{\text{Ell},\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	7.29	0.03	1/24418	0.03	1/21119	0.03	0.01
Feld 2	4.78	0.1	1/17890	0.1	1/7692	0.1	0.04

## Spannungsbegrenzung

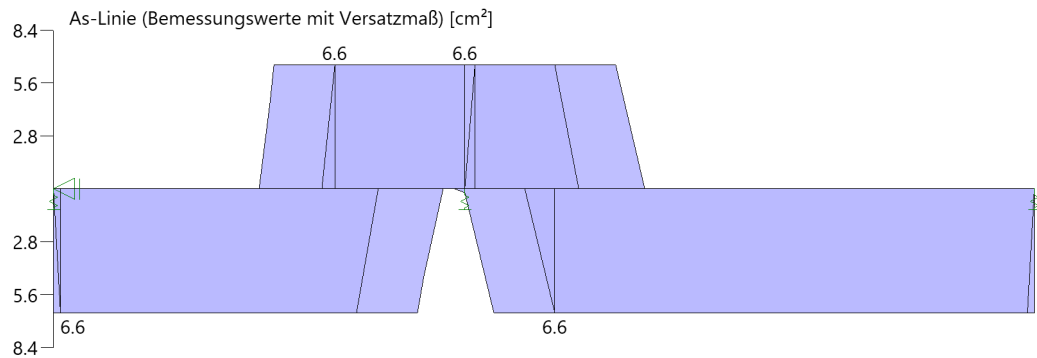
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

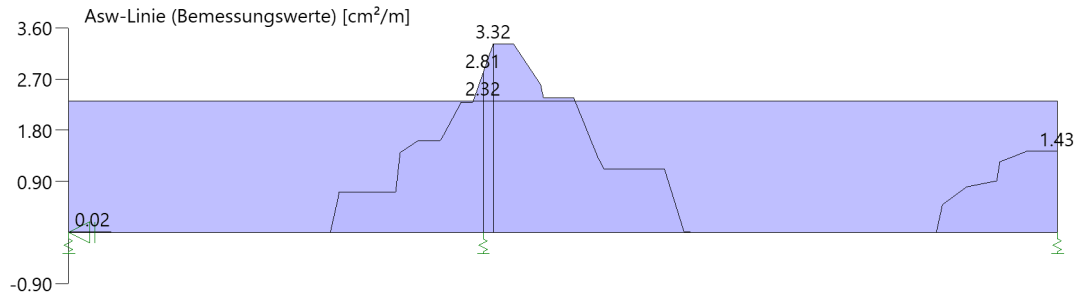
Nachweis der Rissbreite:  $\text{XC1/X0} \rightarrow \text{zul wk} = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{\text{ck}} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{\text{su}}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{\text{so}}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.13	10.22	8.0	8.0	5.67	-0.12	16	100	26
	6.56	-278.28	8.0	8.0	155.31	-3.25	16	86	26
	6.91	-351.90	8.0	8.0	196.40	-4.11	16	61	26
	7.11	-395.37	8.0	8.0	220.66	-4.62	16	52	26
Feld 2	7.47	-385.14	8.0	8.0	214.95	-4.50	16	54	26
	12.34	386.30	8.0	8.0	215.64	-4.52	16	53	26
	12.56	386.12	8.0	8.0	215.53	-4.51	16	53	26
	13.14	385.62	8.0	8.0	215.26	-4.51	16	53	26
	17.26	20.67	8.0	8.0	11.53	-0.24	16	100	26

## As-Deckungslinien





#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm²]	ΣAs,vorh.,unten [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	17,39	17,39	6,6	8,0	8,0	4Ø16

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm²]	ΣAs,vorh.,oben [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	17,39	17,39	6,6	8,0	8,0	4Ø16

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm²/m]	As,vorh. [cm²/m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,11	17,49	17,60	3,3	5,0	Ø8/20

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	Rz,min [kN]	Rz,max [kN]	My,min [kNm]	My,max [kNm]
1	0.00	ständig sonstige veränderliche Einwirkungen	86.3	86.3 8.6		
2	7.29	ständig sonstige veränderliche Einwirkungen	465.3	465.3 56.1		
3	17.39	ständig sonstige veränderliche Einwirkungen	162.8	162.8 17.9		

##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	Rz [kN]	My [kNm]	Ry [kN]	Mz [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	142.2 73.5			
2	7.29	Lk 23 Lk 24	712.3 465.3			
3	17.39	Lk 12 Lk 13	249.7 159.7			

## 2.3. Bemessung Decke über Ebene 4

### 2.3.1. Beschreibung

Die Deckenflächen dieser Decke werden mit dem hier beschriebenen FE-System berechnet.

Nicht behandelte Bestandteile wie z.B. die Treppenhäuser werden im Kapitel Sonderbetrachtungen ergänzt.

Die Bemessung der Decke erfolgt mithilfe der EDV. Die Decke wird als FE-System mit dem Berechnungsprogramm Frilo PLT modelliert.

Die Abbildung erfolgt als gefedert gelagerte Platte.

Stützen werden dabei als Punktlager und tragende Wände als Linienlager berücksichtigt.

Die Grundlagen für die Bemessung sind in Statik Teil 0 „Allgemeines“ zusammengefasst.

Sofern in den folgenden Kapiteln einzelne Angaben vom Statik Teil 0 abweichen, sind diese Angaben im Zuge der fortschreitenden Planung überholt worden und werden durch die Angaben in diesem Teil der Statik ersetzt.

Nachweise für Bauzustände sowie für Arbeitsfugen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen.

### 2.3.2. Grundlagen

#### Übersicht der Bauteilabmessungen und Baustoffe

<u>Deckenstärke</u>	<u>Beton</u>	<u>Betonstahl</u>
25 cm	C 30/37	B 500 A (S)

#### Bewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung.
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

#### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für Flachdecken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 Tab. 5.9 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von REI 90:

Mindestdicke	$h_s = 20 \text{ cm}$	$h_{\text{vorh}} \geq 20 \text{ cm}$
Mindestachsabstand	$a_{\text{min}} = 25 \text{ mm}$	$a_{\text{vorh}} \geq 25 \text{ mm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

#### Umweltbedingungen und Betondeckung

Angaben gemäß Statik Teil 0 und DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1 NA, Abschnitt 4.2, 4.4 und 7.3:

##### A) Allgemein Oberseite und Unterseite

Expositionsklasse	XC1, W0
Betondeckung	bis $d_s = 10 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$ ab $d_s = 12 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,4 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

##### B) Dachdecken, Terrassen – Oberseite

Expositionsklasse	XC3, WF
Betondeckung	bis $d_s = 20 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ ab $d_s = 25 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,3 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig



### 2.3.3. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Bei der Begrenzung der Rissbreite für die Stahlbetonbauteile wurde ein Beton unter Berücksichtigung der aktuell angebotenen Baustoffe sowie der einschlägigen Veröffentlichungen angenommen. Die für die Rissbildung entscheidende frühe Zugfestigkeitsentwicklung wird entsprechend der Bauteilstärke und dem Erhärtungsverlauf angenommen.

Es wird ein **normal erhärtender Beton** angenommen

$$\max f_{ct,eff,3d} = 0,65 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h \leq 30 \text{ cm})$$

$$\max f_{ct,eff,5d} = 0,75 * f_{ctm,28d}$$

$$\max f_{ct,eff,7d} = 0,85 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h = 80 \text{ cm})$$

Dies ist bei der Festlegung der Festigkeitsentwicklung des Betons und der Bauausführung geeignet zu berücksichtigen. Die betroffenen Bauteile sind explizit in der Ausschreibung anzugeben, auf den Ausführungsplänen der von dieser Annahme betroffenen Bauteile ist die obige Festlegung jeweils mit anzugeben.

Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen gegen späten Zwang während des Bauzustandes, z.B. im Winter, durch die ausführende Firma eigenverantwortlich festzulegen und auszuführen.

Details dazu siehe DBV Merkblatt Begrenzung der Rissbildung sowie „Erläuterungen zur Änderung des deutschen Nationalen Anhangs zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12)“ von Fingerloos und Hegger aus Beton- und Stahlbetonbau 111 (2016), Heft 1.

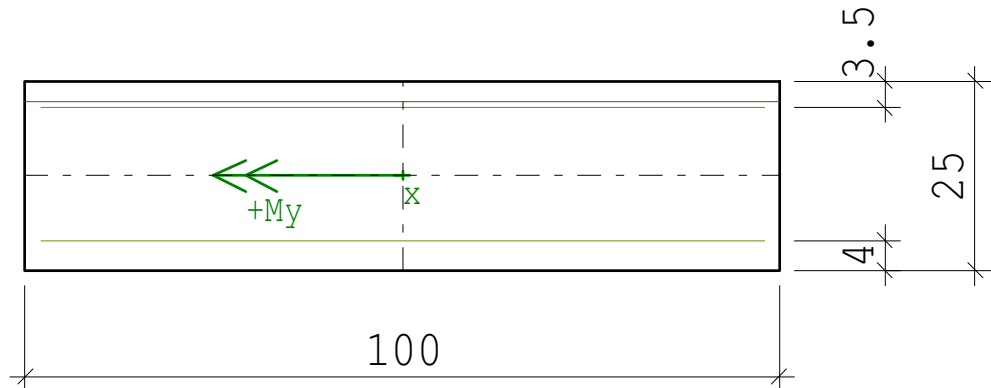
- Grundbewehrung: Ø 12 | 15 # (7,54 cm<sup>2</sup>/m) oben + unten

## D-04 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Maßstab 1 : 10

XC1/W0



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl  
Beton

B500A  
C 30/37

t = 4d (normale Erh.)

Betonzugfestigkeit  
E-Modul Beton

kFct(t) = 0.66 (Gl. 3.4)  
 $\alpha E = 1.00$  (Zuschlagstoffe)  
kEc(t) = 0.88 (nach MC90)

fcteff = 1.92 N/mm<sup>2</sup>

Ecm = 29168 N/mm<sup>2</sup>

KRIECHZAHL

Betonalter  
junger Beton

t = 4 Tage  
 $\phi t = 0.48$  (nach Lohmeyer)

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Längsbewehrung	d <sub>s,l</sub> = 12 mm
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev}$ = 10 mm
Längsbewehrung	c <sub>min,l</sub> = 12 mm *5
Betondeckung	c <sub>nom,l</sub> = 22 mm
Verlegemaß Bügel	c <sub>v,b</sub> = 22 mm
zul. Rissbreite	w <sub>max</sub> = 0.40 mm

\*5: Verbund maßgebend

### QUERSCHNITT

Rechteck	bw = 100.0 cm	h = 25.0 cm
Bewehrung	dob = 3.5 cm	dun = 4.0 cm

## NACHWEIS RISSBREITE

$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$        $d_s = 12.0 \text{ mm}$

Lastbeanspruchung (Dauerlast  $\beta_t = 0.4$ )

q.-stä. LK       $N_{xd} = 0.0 \text{ kN}$        $M_{yd} = 10.0 \text{ kNm}$

gewählt:       $A_{so} = 7.85 \text{ cm}^2$

Dehnung mit  $\phi = 0.48$        $\epsilon_1 = -0.21 \text{ o/oo}$        $\epsilon_2 = 1.69 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe       $X = 27.7 \text{ mm}$

$\epsilon_{2s} = 1.39 \text{ o/oo}$        $F_s = 48.7 \text{ kN}$

$heff = 7.4 \text{ cm}$        $F_{cre} = 142.3 \text{ kN}$

erforderlich:       $A_{su} = 1.76 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, Dauerlast  $k_t = 0.4$

Risschnittkräfte:      vorgegebene Längskraft  $N_{cr} = 0.00 \text{ kN}$

$f_{cteff} = 1.92 \text{ N/mm}^2$

Teilquer- schnitt-	$d_s$ [mm]	$w_{max}$ [mm]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$heff$ [cm]	$A_{s751a}$ [cm <sup>2</sup> ]	$k_c$	$k$	$A_{s751b}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s71}$ [cm <sup>2</sup> ]
Steg ob+un	12	0.40	277.1	10.5	14.55	1.00	0.80	7.68	13.69
maßgebend: $A_s =$		13.69	cm <sup>2</sup> , je Seite		$A_s = 6.85$	cm <sup>2</sup>			

## 2.3.4. Einwirkungen

Das Eigengewicht der Strukturelemente wird automatisch durch die EDV mit einer Wichte von  $25 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Flächenlasten

Ausbau	$\Delta g =$	$2,00 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast C1 + LWZ	$q =$	$3,80 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast C3 in Flurbereichen	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast T2 im Treppenbereich	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$

### Linienlasten

Fassade	$\Delta g =$	$5,00 \text{ kN/m}$
---------	--------------	---------------------

## 2.3.5. Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung

Auf den folgenden Seiten sind die erforderlichen Strukturbeschreibungen des untersuchten Tragwerks als Ausgabeplots des verwendeten FE-Systems Frilo PLT dargestellt. Dabei sind die Ausgabeplots wie folgt angeordnet:

### **Ausgabeplot Frilo PLT**

System

Materialkennwerte

Bemessungsvorgaben

Systemeigenschaften

FE-Netz

Lastfälle

Überlagerungen

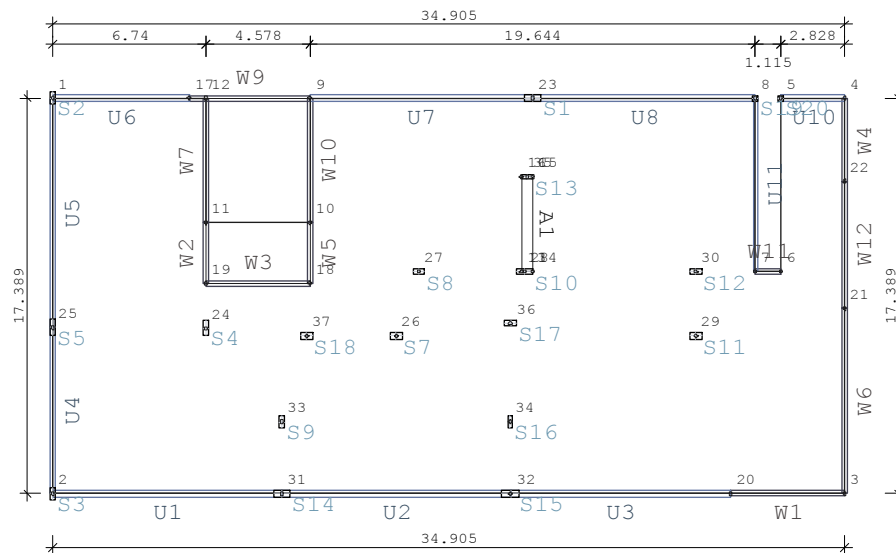
## D-04 Decke über Ebene 4

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P06)

### System

#### Grundriss

Maßstab 1 : 333



### Übersicht

Plattendicke	25.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m <sup>3</sup> ]
Systempunkte	37
Wandzüge	11
Stützen	19
Unter-/Überzüge	10
Aussparungen	1

### Material

Beton	C 30/37
E-Modul	3300 [kN/cm <sup>2</sup> ]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m <sup>3</sup> ]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]

### Bemessung: Einstellungen

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

## Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte

oben as-1 : 7.54 as-2 : 7.54 [cm<sup>2</sup>/m]

unten as-1 : 7.54 as-2 : 7.54 [cm<sup>2</sup>/m]

- Unter-/Überzüge

oben 4.0 [cm<sup>2</sup>]

unten 4.0 [cm<sup>2</sup>]

## Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

- Platte

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

- 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

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten	Oben
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Durchmesser, längs	ds,L : 12.0	ds,L : 12.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0	ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	$\Delta c$ : 1.0	$\Delta c$ : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$ : -0.0	$\Delta \Delta c$ : -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.2	cmin,L : 1.2 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.2	cnom,L : 2.2 [cm]
Zul. Rissbreite	wk : 0.40	wk : 0.40 [mm]

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung

- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Längsbewehrung wird erhöht, falls Nachweis nicht möglich oder Rissbreiten größer als zulässig

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Durchbiegungen (Zustand II)

Belastungsalter  $t_0$  28 [d]  
 Endkriechbeiwert  $\phi$  2.56 [-]  
 Schwinddehnung  $\epsilon_{cs}$  -0.49 [1/1000]

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

## FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente  
 Anzahl der Knoten 4902  
 Anzahl der Elemente 4697  
 Durchschnittliche Elementgröße 35 [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 [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	16.558	27.424	2	16.558	10.035
3	51.463	10.035	4	51.463	27.424
5	48.635	27.424	6	48.635	19.795
7	47.520	19.795	8	47.520	27.424
9	27.876	27.424	10	27.876	21.941
11	23.298	21.941	12	23.298	27.424
13	37.202	19.795	14	37.702	19.795
15	37.702	23.960	16	37.202	23.960
17	22.555	27.424	18	27.876	19.290
19	23.298	19.290	20	46.424	10.035
21	51.463	18.169	22	51.463	23.777
23	37.702	27.424	24	23.300	17.306
25	16.558	17.327	26	31.686	16.967
27	32.669	19.795	28	37.352	19.795
29	44.897	16.970	30	44.897	19.795
31	26.653	10.035	32	36.719	10.035
33	26.643	13.199	34	36.709	13.199
35	37.452	23.960	36	36.719	17.520
37	27.748	16.967			

## Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	4	5			
5	5	6			
6	6	7			
7	7	8			
8	8	9			
9	9	10			
10	10	11			
11	11	12			
12	12	1			



### Aussparungen

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	13	14			
	2	14	15			
	3	15	16			
	4	16	13			

### Wände

#### Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	24.0	5.039	20	3				C 30/37
2	24.0	2.651	11	19				C 30/37
3	24.0	4.578	18	19				C 30/37
4	24.0	3.647	22	4				C 30/37
5	24.0	2.651	18	10				C 30/37
6	24.0	8.134	3	21				C 30/37
7	24.0	5.483	12	11				C 30/37
9	24.0	5.321	9	17				C 30/37
10	24.0	5.483	10	9				C 30/37
11	24.0	1.115	6	7				C 30/37
12	24.0	5.608	21	22				C 30/37

### Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zugfeder-Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1	NEIN	2030769	frei	frei
2	NEIN	2030769	frei	frei
3	NEIN	2030769	frei	frei
4	NEIN	2030769	frei	frei
5	NEIN	2030769	frei	frei
6	NEIN	2030769	frei	frei
7	NEIN	2030769	frei	frei
9	NEIN	2030769	frei	frei
10	NEIN	2030769	frei	frei
11	NEIN	2030769	frei	frei
12	NEIN	2030769	frei	frei

### Stützen

#### Eigenschaften

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
1	23	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50
2	1	Rechteck	25.0	50.0			C 40/50
3	2	Rechteck	25.0	50.0			C 40/50
4	24	Rechteck	25.0	65.0			C 40/50
5	25	Rechteck	25.0	72.0			C 40/50
7	26	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
8	27	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
9	33	Rechteck	22.0	50.0			C 40/50
10	28	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
11	29	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
12	30	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
13	35	Rechteck	50.0	22.0			C 40/50
14	31	Rechteck	72.0	25.0			C 40/50
15	32	Rechteck	72.0	25.0			C 40/50
16	34	Rechteck	22.0	50.0			C 40/50
17	36	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
18	37	Rechteck	50.0	25.0			C 40/50
19	8	Rechteck	24.0	24.0			C 30/37
20	5	Rechteck	24.0	24.0			C 30/37

#### 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	1570513	frei	frei
2	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
3	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
4	NEIN	0.0	1458333	frei	frei
5	NEIN	0.0	1615385	frei	frei
7	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
8	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
9	NEIN	0.0	987179	frei	frei
10	NEIN	0.0	1570513	frei	frei
11	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
12	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
13	NEIN	0.0	987179	frei	frei
14	NEIN	0.0	1615385	frei	frei
15	NEIN	0.0	1615385	frei	frei
16	NEIN	0.0	987179	frei	frei
17	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
18	NEIN	0.0	1121795	frei	frei
19	NEIN	0.0	487385	frei	frei
20	NEIN	0.0	487385	frei	frei

#### Unter-/Überzüge

##### Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	10.095	2	31			
U2	1	10.066	31	32			
U3	1	9.705	32	20			
U4	1	7.292	2	25			
U5	1	10.097	25	1			
U6	1	5.997	1	17			
U7	1	9.826	9	23			
U8	1	9.818	23	8			
U10	1	2.828	5	4			
U11	1	7.629	7	8			

### Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U2	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U3	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U4	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U5	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U6	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U7	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U8	Unterzug	25.0	25.0	25.0	160.0	1.40	0.01
U10	Unterzug	25.0	25.0	25.0	75.0	1.00	0.01
U11	Überzug	20.0	25.0	20.0	100.0	2.00	0.01

### Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage oben [cm]	unten [cm]
U1	C 30/37	4.0	4.0
U2	C 30/37	4.0	4.0
U3	C 30/37	4.0	4.0
U4	C 30/37	4.0	4.0
U5	C 30/37	4.0	4.0
U6	C 30/37	4.0	4.0
U7	C 30/37	4.0	4.0
U8	C 30/37	4.0	4.0
U10	C 30/37	4.0	4.0
U11	C 30/37	4.0	4.0

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### 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	23
Punktlasten	4
Linienlasten	9
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1898 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	4223 [kN]
Summe aller Lasten	6121 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	6121 [kN]

### HINWEIS

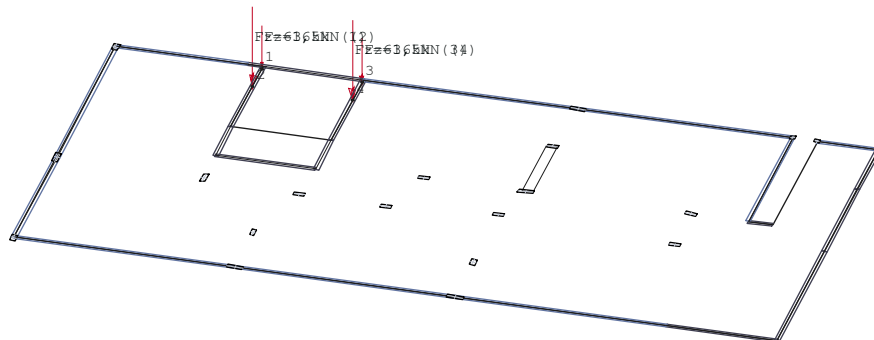
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

### Lastfall 1 "Lastfall G"

#### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



### Lastfall 1 "Lastfall G"

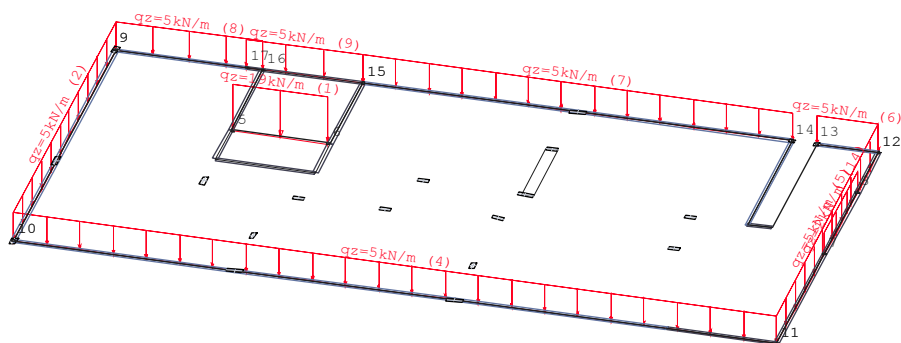
#### Punktlasten

Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
1	1	16.00	0.00	0.00	0.0
2	2	63.50	0.00	0.00	0.0
3	3	16.00	0.00	0.00	0.0
4	4	63.50	0.00	0.00	0.0
Gesamt		159.00	Anteil auf der Platte		

### Lastfall 1 "Lastfall G"

#### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



### Lastfall 1 "Lastfall G"

#### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	5	6			
2	9	10			
4	10	11			
5	11	12			
6	12	13			
7	14	15			
8	16	9			
9	15	17			
14	7	8			

## Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	19.00	19.00	0.00	0.00
2	5.00	5.00	0.00	0.00
4	5.00	5.00	0.00	0.00
5	5.00	5.00	0.00	0.00
6	5.00	5.00	0.00	0.00
7	5.00	5.00	0.00	0.00
8	5.00	5.00	0.00	0.00
9	5.00	5.00	0.00	0.00
14	2.00	2.00	0.00	0.00

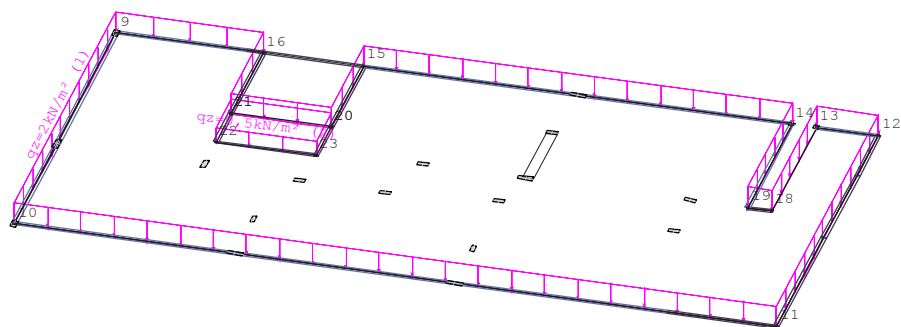
## Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	82.42	82.42
2	86.95	86.95
4	174.53	174.53
5	86.95	86.95
6	14.14	14.14
7	98.22	98.22
8	33.70	33.70
9	26.60	3.71
14	11.22	11.22
<b>Gesamt</b>	<b>614.72</b>	<b>591.83</b>

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m <sup>2</sup> ]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.00	1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	13			
		5	13	18			
		6	18	19			
		7	19	14			
		8	14	15			
		9	15	20			
		10	20	21			
		11	21	16			
		12	16	9			
2	0.50	1	22	23			
		2	23	20			
		3	20	21			
		4	21	22			

### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1145.83	1141.63
2	5.84	5.84
Gesamt	1151.67	1147.47

### Lastfall 2 "Lastfall Q"

#### 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	16
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	4
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	930 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	930 [kN]

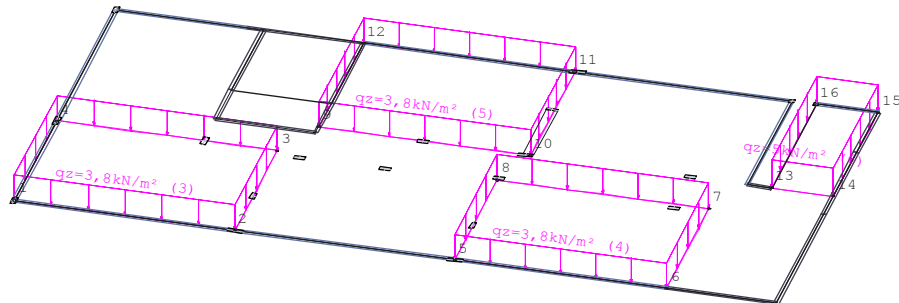
#### HINWEIS

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 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	3.80	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
4	3.80	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	8			
		4	8	5			
5	3.80	1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	9			
6	5.00	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	13			

#### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	278.92	278.92
4	268.15	268.15
5	281.22	275.29
6	107.87	107.87
Gesamt	936.17	930.24



## Lastfall 3 "q2"

### 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	18
Punktlasten	4
Linienlasten	1
Flächenlasten	5
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	527 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	527 [kN]

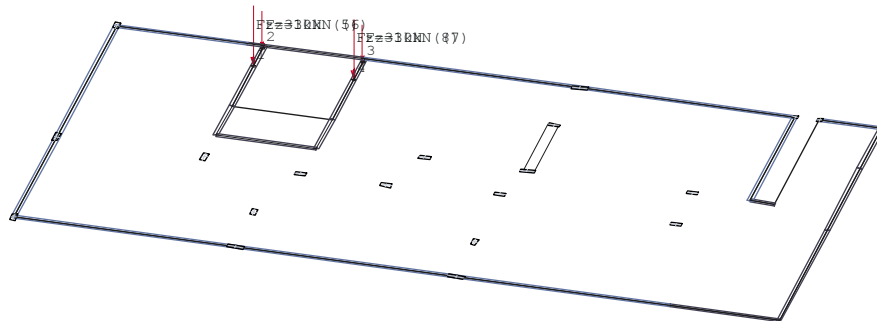
### HINWEIS

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 "q2"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 3 "q2"

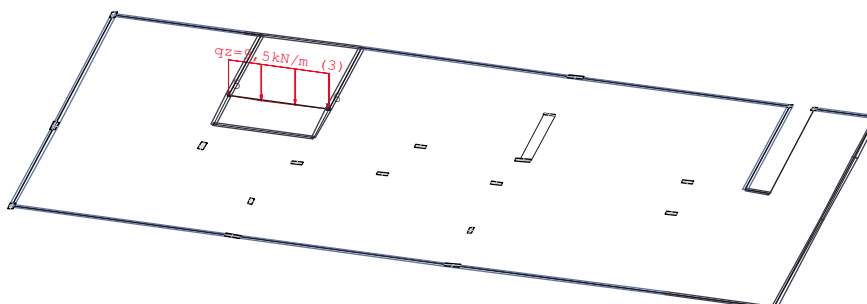
### Punktlasten

Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
5	1	33.00	0.00	0.00	0.0
6	2	10.00	0.00	0.00	0.0
7	3	10.00	0.00	0.00	0.0
8	4	33.00	0.00	0.00	0.0
Gesamt		86.00	Anteil auf der Platte		

## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	5	6			

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
3	9.50	9.50	0.00	0.00

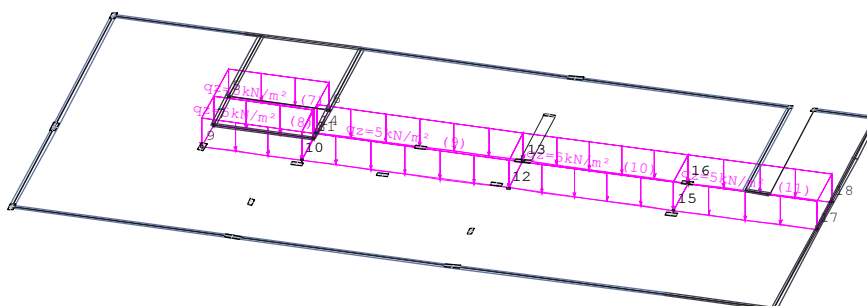
#### Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	43.49	43.49
Gesamt	43.49	43.49

## Lastfall 3 "q2"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



**Lastfall 3 "q2"  
Flächenlasten**

**Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
7	5.00	1	7	8			
		2	8	6			
		3	6	5			
		4	5	7			
8	5.00	1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	7			
		4	7	9			
9	5.00	1	10	12			
		2	12	13			
		3	13	14			
		4	14	10			
10	5.00	1	12	15			
		2	15	16			
		3	16	13			
		4	13	12			
11	5.00	1	15	17			
		2	17	18			
		3	18	16			
		4	16	15			

**Lastsummen**

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
7	58.40	58.40
8	45.38	45.38
9	117.97	117.97
10	93.90	93.90
11	81.71	81.71
Gesamt	397.36	397.36

## Lastfall 4 "q3"

### 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	12
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	824 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	824 [kN]

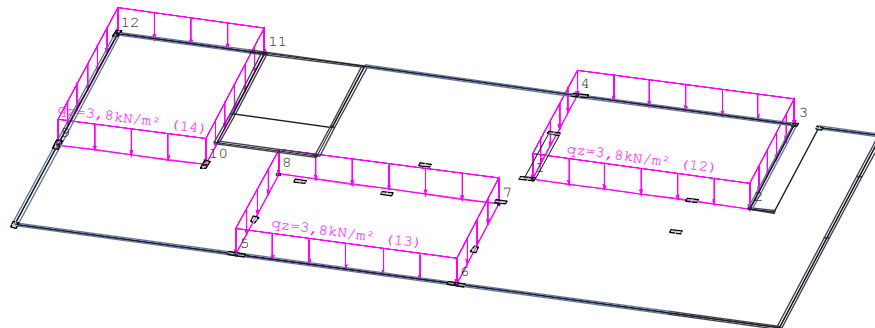
### HINWEIS

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 "q3"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 4 "q3"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
12	3.80	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
13	3.80	1	5	6			
		2	6	7			

Nummer	Lastwert [kN/m <sup>2</sup> ]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
14	3.80	3	7	8			
		4	8	5			
		1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	9			

## Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
12	288.26	286.28
13	278.12	278.12
14	259.22	259.18
Gesamt	825.60	823.58

## Überlagerung 1 "Charakteristisch"

### Übersicht

### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig

## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### 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
3	9	Windlasten	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.60

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 4 "Maßgebend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig

### **2.3.6. Auflagerkräfte**

Auf den folgenden Seiten sind die im Zuge der vorliegenden statischen Berechnung ermittelten Auflagerreaktionen dargestellt.

Die Dokumentation der vertikalen Auflagerreaktionen erfolgt für die folgenden Lastfälle:

#### **Überlagerung „Maßgebend“**

Gamma-fache Auflagerkräfte

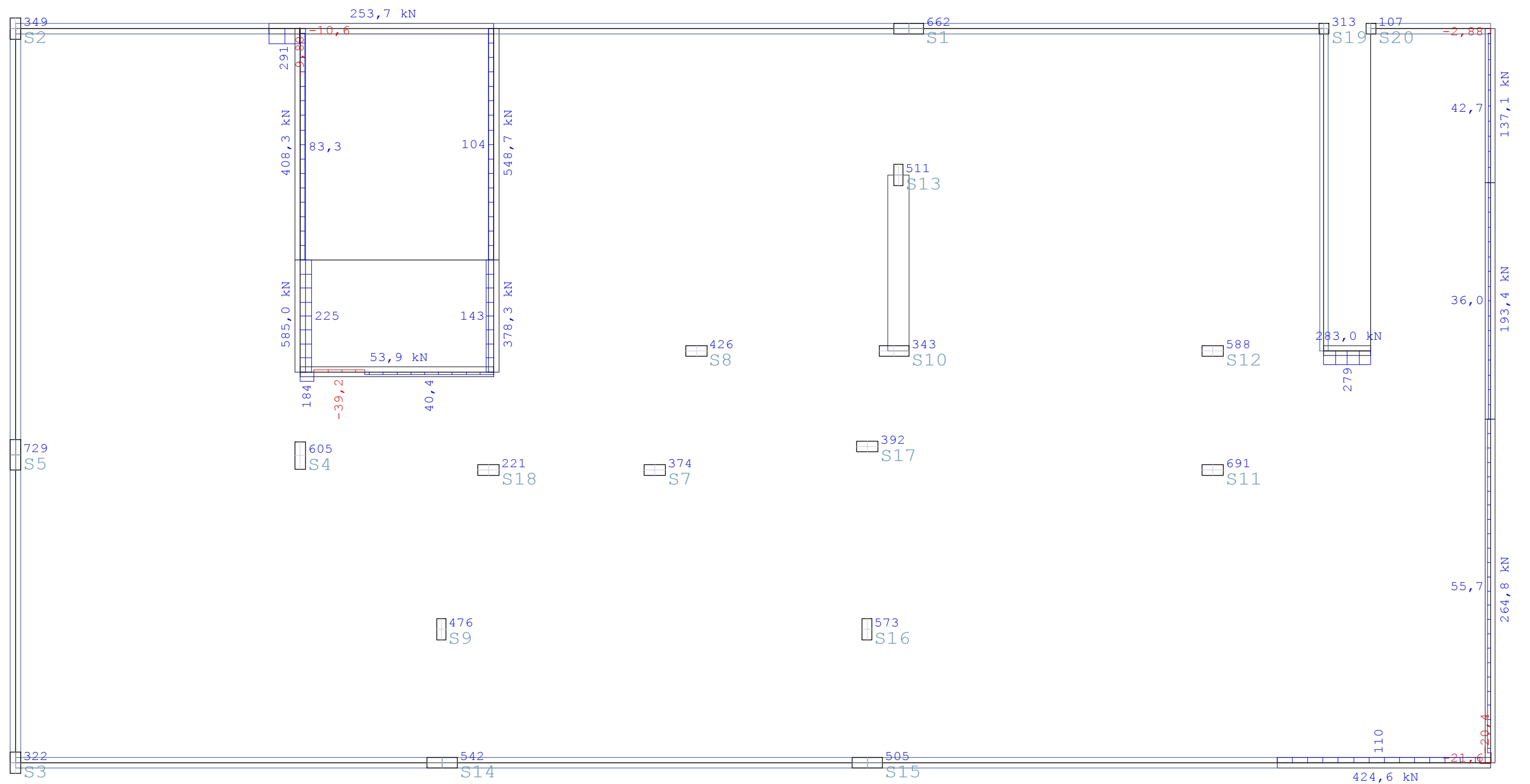
#### **Ständige Lasten**

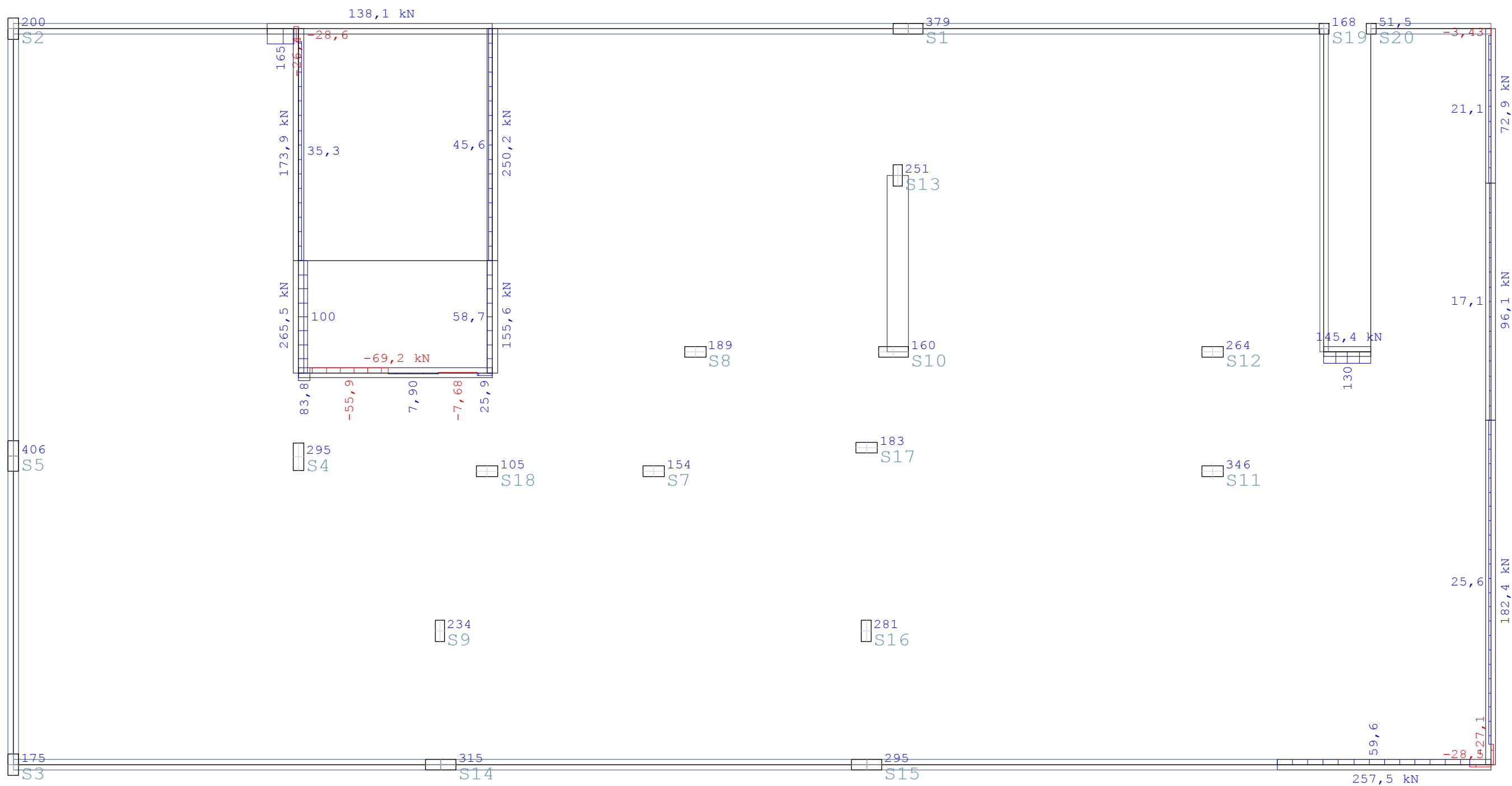
1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 1 „Egw. und Ausbau“

#### **Veränderliche Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 2 „Verkehrslast“







Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-04

Lastfall 1 "Lastfall G"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - Summe: 6121,3 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100



## 2.3.7. Biegebewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die statisch erforderliche Biegebewehrung der Deckenplatte als Ergebnis der FE-Berechnung angegeben.

In der maximalen Bewehrung werden die Tragfähigkeits-, Rissicherungs- und Robustheitsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 berücksichtigt.

Die erforderliche Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NDP zu 9.2.1.1 (1) Anmerkung 2, ist durch die gewählte Grundbewehrung abgedeckt.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebemessung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist numerisch bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Es ist jeweils die maßgebende Längsbewehrung (Maximum aus Biegebewehrung, Rissbreitenbewehrung und den Nachweisen auf Durchstanzen) einzulegen.

Die im Modell berücksichtigten Bewehrungsrichtungen (lokale x- und y-Richtung) entsprechen dem auf den  $a_s$ -Plots dargestellten globalen Koordinatensystem.

Deckenversprünge sind, sofern vorhanden und nicht anders angegeben, biegesteif zu bewehren.

2

1

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

[illegible]

2|

max as-1: 34,7 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 20,6 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung	
oben	as-1: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m] as-2: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m]
unten	as-1: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m] as-2: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

## Teil 1-2 - Bemessung Decken

**D-04**

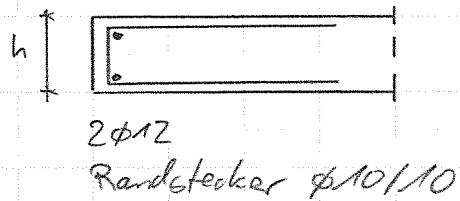
### Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

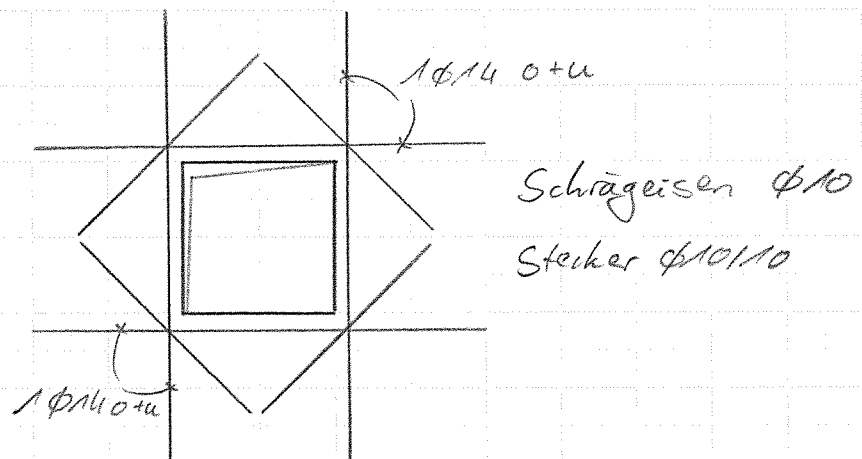
: 100

## Konstruktive Bewehrung

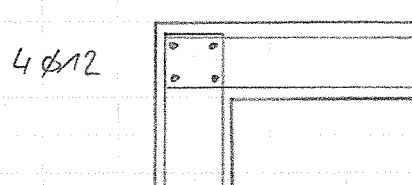
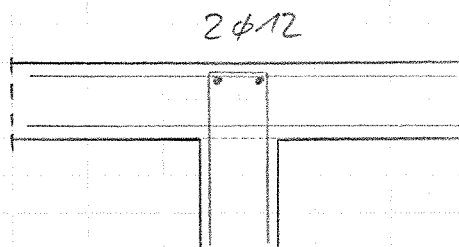
- freie Ränder



- Öffnungen



- Schnittpunkt Wand - Decke



## 2.3.8. Querkraftbewehrung

Nachfolgend sind die für die Querkraftbewehrung maßgebenden Resultate der Berechnung des FE-Systems als Ergebnisplots ausgegeben:

- numerischer  $V_{Ed}$  – Querkraftverlauf
- das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,c}$
- der Druckstrebenneigungswinkel
- Bügelbewehrung  $a_{sb}$  infolge Querkraft
- das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,max}$  für die Werte  $> 1/3$  (1992-1-1/NA:2011-01 NDP 9.3.2 (3))

Im Ergebnisplot „Bügelbewehrung  $a_{sb}$ “ werden die Bereiche sichtbar, in denen die Anordnung einer Querkraftbewehrung erforderlich ist.

Eine Ausführung der Querkraftbewehrung als geschlossenen Bügel ist jedoch nur in den Bereichen notwendig, in denen das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,max} > 1/3$  ist. In den übrigen Bereichen genügt die Anordnung sonstiger Querkraftbewehrungen.

An Querschnittssprüngen, im Bereich von stark unregelmäßigen Elementanordnungen und in auflagnahen Deckenbereichen mit zweiachsender Querkraftbeanspruchung (Stützen, Wandenden, Wandecken) ergeben sich aufgrund von Singularitäten bei der FE-Berechnung sehr hohe bzw. unzulässige Bewehrungen. Diese werden nicht maßgebend und können bei der Wahl der Querkraftbewehrungen vernachlässigt werden.



A blank coordinate system with a horizontal x-axis and a vertical y-axis. The axes intersect at the origin. The x-axis is labeled with 'x' at its right end, and the y-axis is labeled with 'y' at its top end. There are no tick marks or grid lines shown.

[illegible]

2|

```
max as-B: 157 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
  oben  as-1: 7,54 [cm²/m]
        as-2: 7,54 [cm²/m]
  unten as-1: 7,54 [cm²/m]
        as-2: 7,54 [cm²/m]
```

1

```

2      max as-B: 157 [cm2/m2]
      Global vorgegebene Längsbewehrung
      oben as-1: 7,54 [cm2/m]
           as-2: 7,54 [cm2/m]
      unten as-1: 7,54 [cm2/m]
           as-2: 7,54 [cm2/m]
1      * : unendlich großer oder undefinierter Wert

```

### 2.3.9. Durchstanznachweise

Die Bemessung der Lasteinleitungspunkte in die vertikalen Bauteile (Stützen, Wände) erfolgt in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Art der Querkraftbewehrung (Bügel oder Dübelleisten) und des jeweils gewählten Längsbewehrungsgrades. Es werden entweder Einzelnachweise oder für mehrfach auftretende Geometrien mit ähnlichen Lasten typisierte Nachweise geführt. Der Nachweis erfolgt mit dem Programmsystem Halfen HDB.

Im Durchstanzbereich ist als Längsbewehrung jeweils das Maximum aus der Biegebemessung und den Durchstanznachweisen einzulegen.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebewehrung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist FEM bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

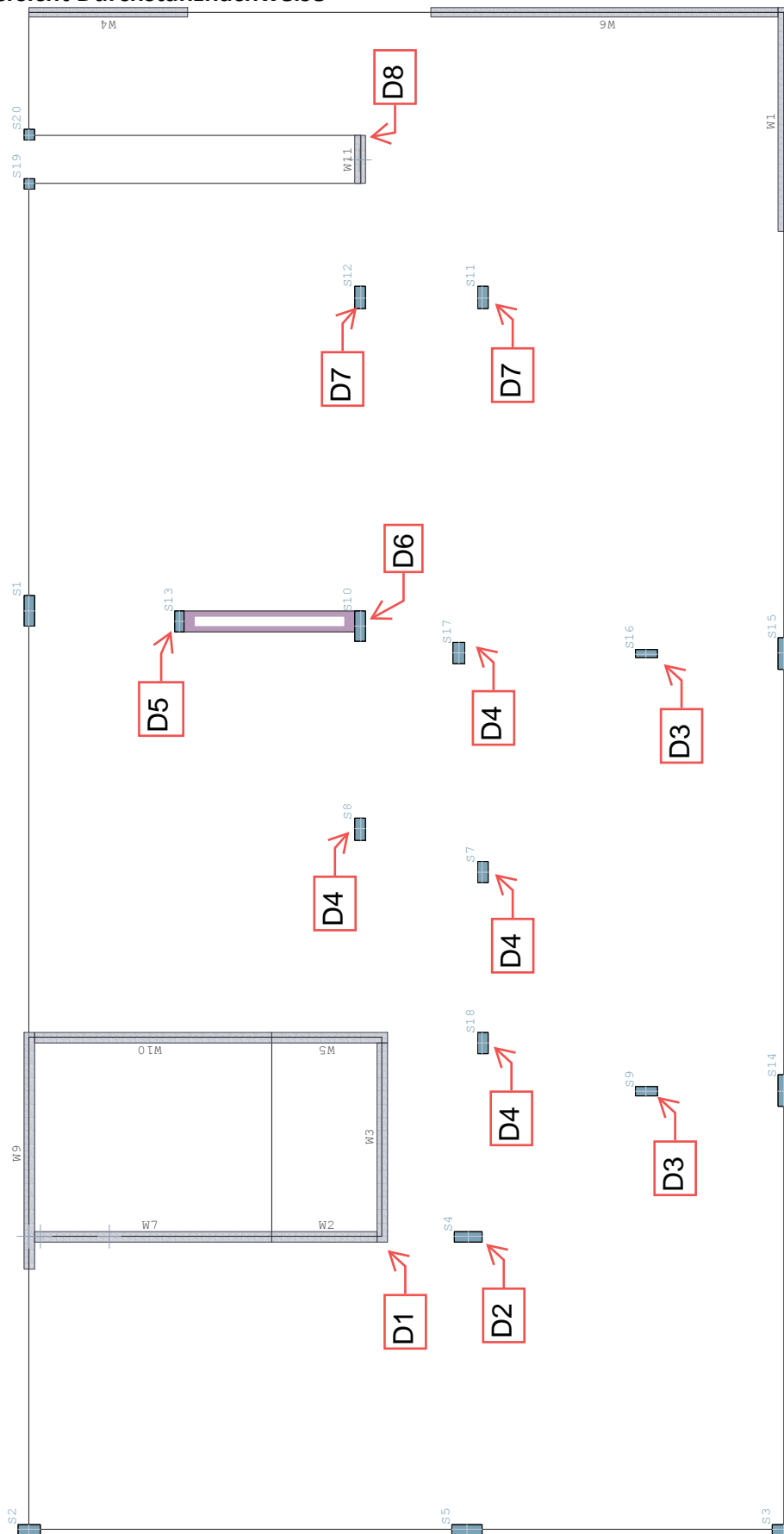
Über den Stanzpunkten ist in der unteren Lage eine Kollapsbewehrung / Versagensbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NCI zu 9.4.1 (3) zu berücksichtigen.

#### Übersicht Durchstanznachweise

Typ	h [cm]	d [cm]	GB [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Zulagen [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	a <sub>s,ges</sub> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	V <sub>ed</sub> ≤ [kN]	Dübel- leisten [ - ]	Beton [ - ]	Durch- bruch [ - ]
D1	25,0	18,0	7,54 d12/15	20,94 d20/15	28,48	165	3x4	C 30/37	-
D2	25,0	18,0	7,54 d12/15	20,94 d20/15	28,48	605	12x30	C 30/37	-
D3	25,0	20,0	7,54 d12/15	7,54 d12/15	15,08	570	10x4	C 30/37	-
D4	25,0	20,0	7,54 d12/15		7,54	430		C 30/37	-
D5	25,0	19,0	7,54 d12/15	13,4 d16/15	20,94	510	10x6	C 30/37	ja
D6	25,0	19,0	7,54 d12/15	13,4 d16/15	20,94	345	8x3	C 30/37	ja
D7	25,0	19,0	7,54 d12/15	13,4 d16/15	20,94	690	10x4	C 30/37	
D8	25,0	20,0	7,54 d12/15	7,54 d12/15	15,08	180		C 30/37	

## Übersicht Durchstanznachweise

1 : 150



## D-04-D1 Durchstanznachweis Wanddecke

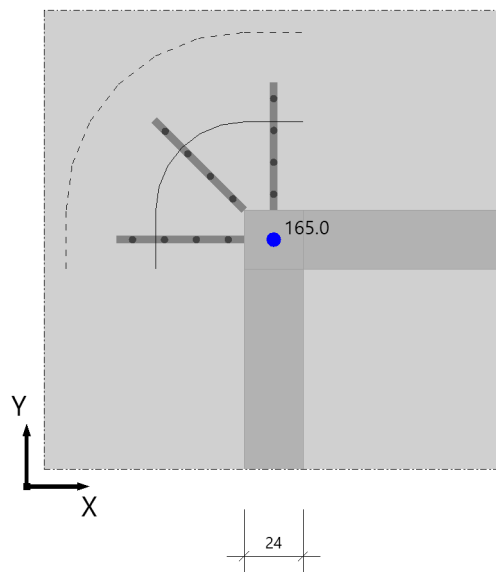
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

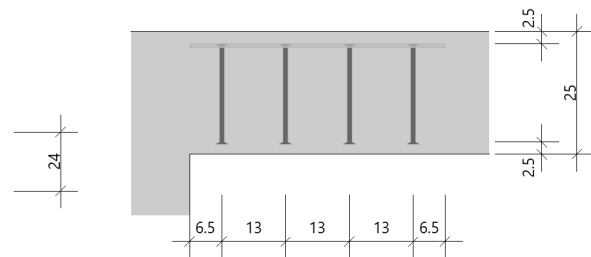
Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 20$  | 15 cm #

### System

#### Grafik



HDB-10/205-4/520



— u1

--- u-out,

Dx-out = 96.5 cm

Dy-out = 96.5 cm

### Geometrie und Material

Platte  $h = 25.0$  cm  
Wandinnenecke  $b_x = 24.0$  cm  
Betondeckung  $c_u = 2.5$  cm

$d_m = 18.0$  cm  
 $d_y = 24.0$  cm  
 $c_o = 2.5$  cm

Baustoffe Beton: C 30/37  
 $\gamma_c = 1.50$   
 $f_{ck} = 30.0$  N/mm<sup>2</sup>

Stahl: B500A  
 $\gamma_s = 1.15$   
 $f_{yk} = 500.0$  N/mm<sup>2</sup>

### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal $b_g = 100.0$ cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 28.5$ cm <sup>2</sup> = 28.5 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 28.5$ cm <sup>2</sup> = 28.5 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	erf $b_{gy} \geq 96.5$ cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 27.5$ cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	erf $b_{gx} \geq 96.5$ cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 27.5$ cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten erf  $b_{gx}$  und erf  $b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955$ % = 35.2 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.207$ % = 3.7 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot I_x$ bzw. $0.3 \cdot I_y$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho = 1.582$ % = 28.5 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $\min \rho$  ( $= \min \rho_x = \min \rho_y$ ) wurde mit  $\eta_x = \eta_y = 0.125$  ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 165.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.200$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 104.5 \text{ cm}$ (bei $a = 36.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 1.052 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.869 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.703 \text{ N/mm}^2$ ( $= 1.96 \cdot V_{Rd,c}$ )

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	erf $u_{out} = 152.5 \text{ cm}$	erf $L_s = 39.5 \text{ cm}$
	vorh $u_{out} = 161.9 \text{ cm}$	vorh $L_s = 45.5 \text{ cm}$

Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.200$
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.680 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.724 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$

max. zul. Abstand*)	bei $d_m = 31.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand*)	bei $d_m = 25.3 \text{ cm}$
	bei $L_s = 63.0 \text{ cm} \geq$		bei $L_s = 46.1 \text{ cm}$
max. zul. Abstand**)	auf Leiste = $14.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand**)	auf Leiste = $13.0 \text{ cm}$

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. \*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. \*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A,  $\emptyset = 10 \text{ mm}$ ,  $F_{Rd} = 34.1 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = 33.0 \text{ kN}$ , Höhe =  $20.5 \text{ cm}$   
Anker erf. : 6 Stk. Zone C + 3\*2 Stk. Zone D  
Anker gew. : 3 Elemente\*( 2C + 2D) Anker = 12 Stk-Ges  
Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5 \text{ cm}$ ,  $c_o = 2.5 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :

3 Halben-Ankerleisten HDB-10/205-4/520 (65/130/130/130/65)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 2.4 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

## D-04-D2 Durchstanznachweis Stütze

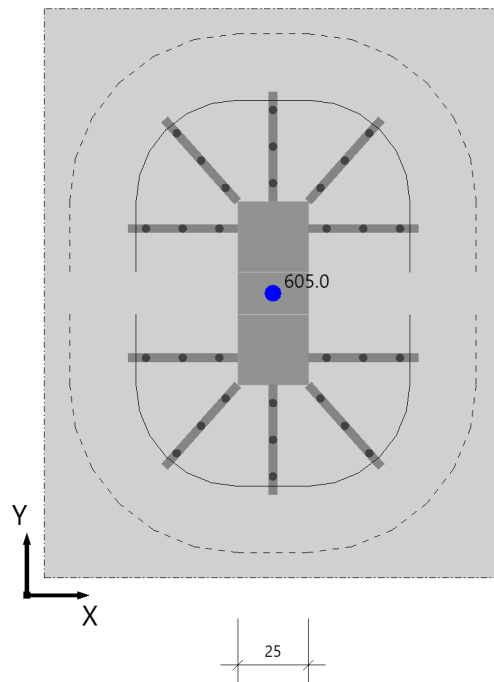
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

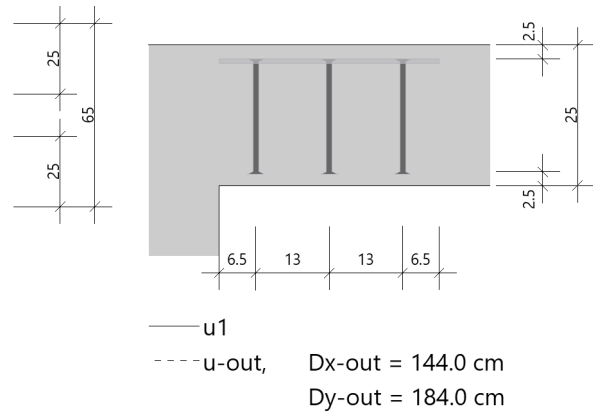
Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 20 | 15 \text{ cm} \#$

### System

#### Grafik



HDB-10/205-3/390



#### Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	18.0 cm
Innenstütze	$c_x =$	25.0 cm	$c_y =$	65.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Achtung:  $a > 2 \cdot b$ ;

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 50.0 \text{ cm}$ ,  $b_1 = 25.0 \text{ cm}$



## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal $b_g = 100.0 \text{ cm}$
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 28.5 \text{ cm}^2 = 28.5 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 28.5 \text{ cm}^2 = 28.5 \text{ cm}^2/\text{m}$
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	erf $b_{gy} \geq 184.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 52.4 \text{ cm}^2$
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	erf $b_{gx} \geq 144.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 41.0 \text{ cm}^2$

Hinweis: Die Verlegebreiten erf  $b_{gx}$  und erf  $b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \% = 35.2 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.565 \% = 10.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.3 \cdot I_x$ bzw. $0.3 \cdot I_y$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho = 1.583 \% = 28.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E = 605.0 \text{ kN}$ (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 376.2 \text{ cm}$ (bei $a = 36.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.983 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.869 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.704 \text{ N/mm}^2$ (= $1.96 \cdot V_{Rd,c}$ )

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	erf $u_{out} = 511.3 \text{ cm}$	erf $L_s = 30.5 \text{ cm}$
	vorh $u_{out} = 523.8 \text{ cm}$	vorh $L_s = 32.5 \text{ cm}$
Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.100$	
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.706 \text{ N/mm}^2$	
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$	
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.724 \text{ N/mm}^2$	
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$	
max. zul. Abstand*)	bei $d_m = 31.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand*) bei $d_m = 30.9 \text{ cm}$
	bei $L_s = 63.0 \text{ cm} \geq$	bei $L_s = 35.6 \text{ cm}$
max. zul. Abstand**)	auf Leiste = $14.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand**) auf Leiste = $13.0 \text{ cm}$

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. \*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. \*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A,  $\emptyset = 10 \text{ mm}$ ,  $F_{Rd} = 34.1 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = 33.3 \text{ kN}$ , Höhe =  $20.5 \text{ cm}$   
Anker erf. : 20 Stk. Zone C +  $10 \cdot 1$  Stk. Zone D

Anker gew. : 10 Elemente\* ( 2C + 1D) Anker = 30 Stk-Ges  
Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5 \text{ cm}$ ,  $c_o = 2.5 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :

10 Halfen-Ankerleisten HDB-10/205-3/390 (65/130/130/65)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 8.6 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed} / f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

## D-04-D3 Durchstanznachweis Stütze

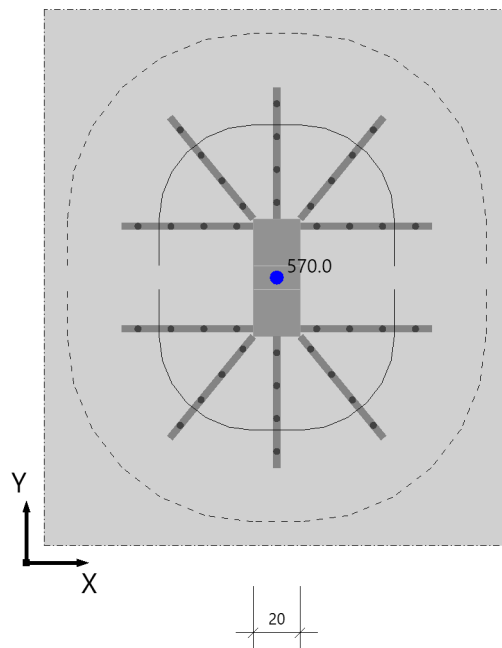
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

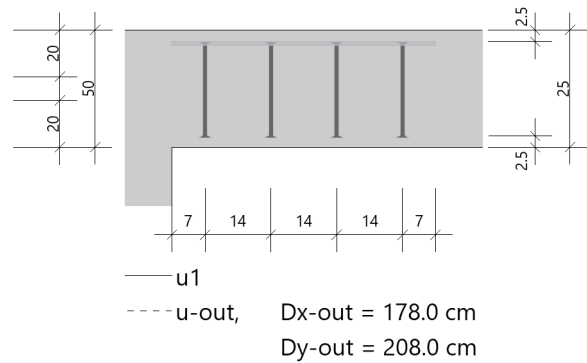
Bewehrung: Grundbewehrung +  $\emptyset 12 | 15 \text{ cm} \#$

### System

#### Grafik



HDB-10/205-4/560



#### Geometrie und Material

Platte	h =	25.0 cm	d <sub>m</sub> =	20.0 cm
Innenstütze	c <sub>x</sub> =	20.0 cm	c <sub>y</sub> =	50.0 cm
Betondeckung	c <sub>u</sub> =	2.5 cm	c <sub>o</sub> =	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	γ <sub>c</sub> =	1.50	γ <sub>s</sub> =	1.15
	f <sub>ck</sub> =	30.0 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>yk</sub> =	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Achtung:  $a > 2 \cdot b$ ;

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst: a<sub>1</sub> = 40.0 cm, b<sub>1</sub> = 20.0 cm

#### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal b <sub>g</sub> =	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	A <sub>sx</sub> =	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	A <sub>sy</sub> =	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für A <sub>sx</sub>	erf b <sub>gy</sub> ≥	208.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	A <sub>sx</sub> =	31.4 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für A <sub>sy</sub>	erf b <sub>gx</sub> ≥	178.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	A <sub>sy</sub> =	26.9 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf b_{gx}$  und  $erf b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \% = 39.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.416 \% = 8.3 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho = 0.755 \% = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 570.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 371.3 \text{ cm}$ (bei $a = 40.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.844 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.679 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.331 \text{ N/mm}^2 (= 1.96 \cdot V_{Rd,c})$

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	$erf u_{out} = 556.7 \text{ cm}$	$erf L_s = 39.5 \text{ cm}$
	$vorh u_{out} = 616.4 \text{ cm}$	$vorh L_s = 49.0 \text{ cm}$

Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.100$
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.509 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.566 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$

max. zul. Abstand*)	bei $d_m = 34.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand*)	bei $d_m = 33.7 \text{ cm}$
	bei $L_s = 70.0 \text{ cm} \geq$		bei $L_s = 44.8 \text{ cm}$
max. zul. Abstand**)	auf Leiste = $15.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand**)	auf Leiste = $14.0 \text{ cm}$

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. \*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. \*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A,  $\emptyset = 10 \text{ mm}$ ,  $F_{Rd} = 34.1 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = 31.4 \text{ kN}$ , Höhe =  $20.5 \text{ cm}$   
Anker erf. : 19 Stk. Zone C + 10\*2 Stk. Zone D  
Anker gew. : 10 Elemente\* (2C + 2D) Anker = 40 Stk-Ges  
Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5 \text{ cm}$ ,  $c_o = 2.5 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :

10 Halben-Ankerleisten HDB-10/205-4/560 (70/140/140/140/70)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 8.1 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

## D-04-D4 Durchstanznachweis Stütze

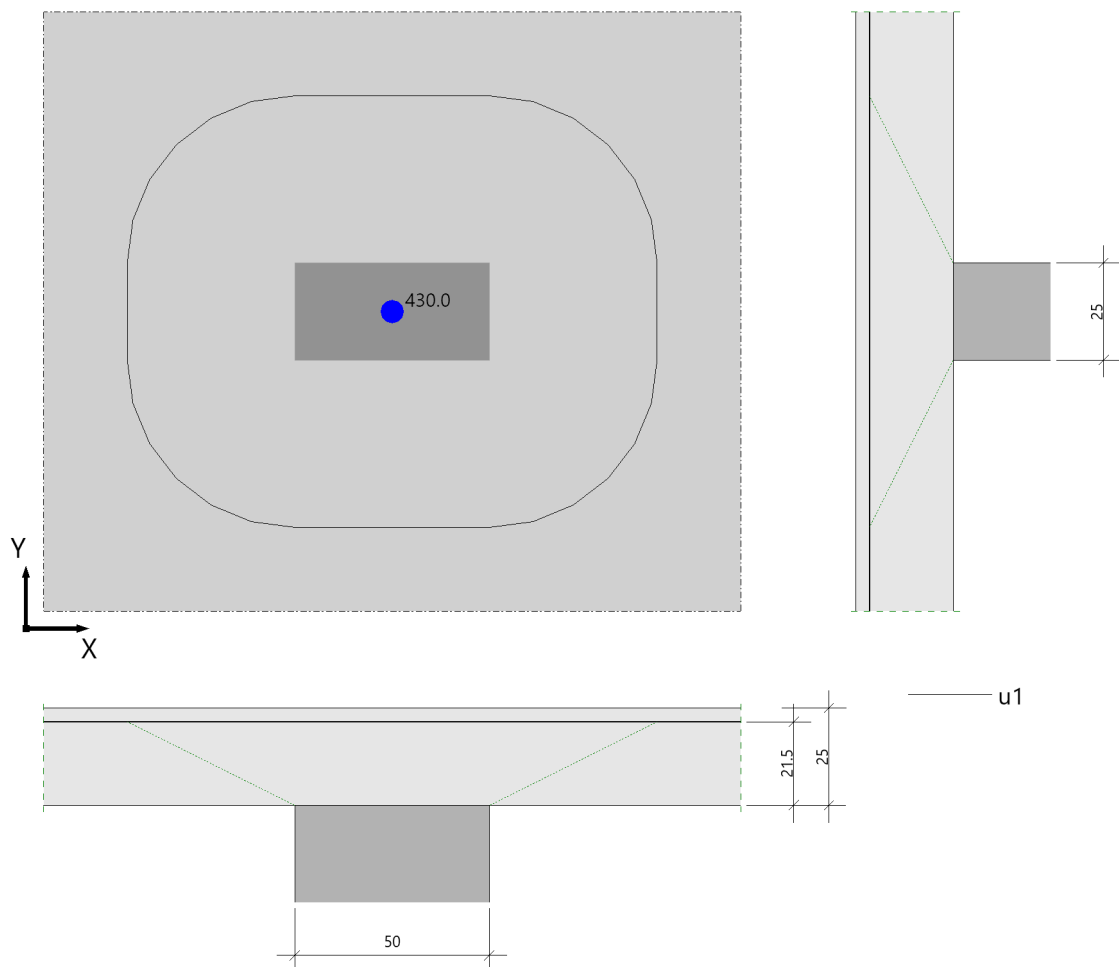
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

### Grafik



### Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	21.5 cm
Innenstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	25.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.0 cm	$c_o =$	2.0 cm
Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal $b_g = 100.0 \text{ cm}$
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 7.5 \text{ cm}^2 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 7.5 \text{ cm}^2 = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	erf $b_{gy} \geq 154.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 11.6 \text{ cm}^2$
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	erf $b_{gx} \geq 179.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 13.5 \text{ cm}^2$

Hinweis: Die Verlegebreiten erf  $b_{gx}$  und erf  $b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

### Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 430.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
 Erhöhung  $\beta = 1.100$

### Ergebnisse

#### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 = 420.2 \text{ cm}$ (bei $a = 43.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.524 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 1.964 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.528 \text{ N/mm}^2 (= v_{min})$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 0.739 \text{ N/mm}^2 (= 1.4 * V_{Rd,c})$

#### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \% = 42.0 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.265 \% = 5.7 \text{ cm}^2/\text{m}$ auf $0.3 * l_x$ bzw. $0.3 * l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho = 0.351 \% = 7.5 \text{ cm}^2/\text{m}$

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 6.1 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-04-D5 Durchstanzen Stütze

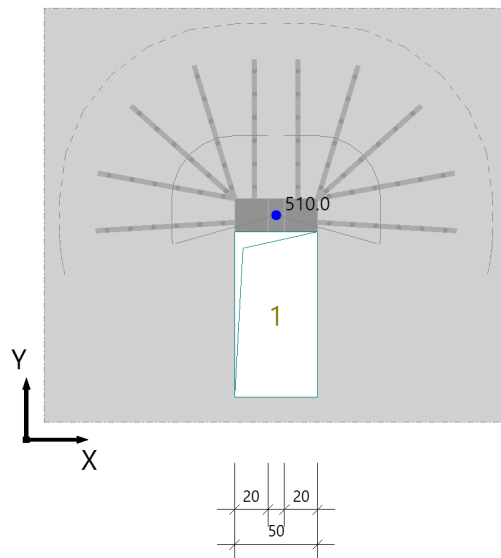
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

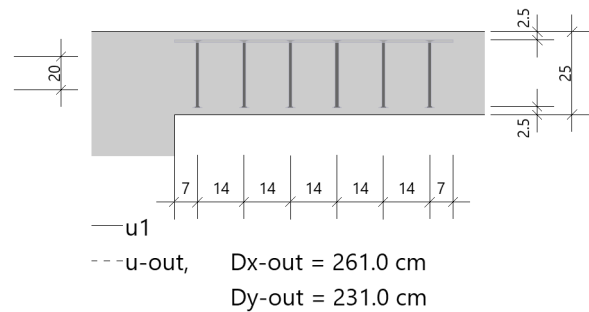
Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 16 | 15 \text{ cm} \#$

### System

#### Grafik



HDB-10/205-6/840



### Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	19.0 cm
Innenstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	20.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Achtung:  $a > 2 \cdot b$ ;

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 40.0 \text{ cm}$ ,  $b_1 = 20.0 \text{ cm}$

### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$\text{cal } b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	20.9 cm <sup>2</sup> = 20.9 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	20.9 cm <sup>2</sup> = 20.9 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$\text{erf } b_{gy} \geq$	231.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	48.4 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$\text{erf } b_{gx} \geq$	261.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	54.7 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $\text{erf } b_{gx}$  und  $\text{erf } b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.



## Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \%$ = 37.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.412 \%$ = 7.8 cm <sup>2</sup> /m auf 0.3*I <sub>x</sub> bzw. 0.3*I <sub>y</sub>
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho = 1.102 \%$ = 20.9 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $u_0/d_m < 4$ , deshalb wird  $C_{Rd,c}$  nach DIN EN 1992 (NDP) 6.4.4(1) reduziert

## Aussparungen im Abstand von Stütze : $a \leq 114.0$ cm (=6\*d<sub>m</sub>)

Summe der Abzüge bei  $a = 38.0$  cm  $\Sigma \delta u_i = 153.5$  cm

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 510.0$  kN (= V<sub>Ed</sub>)  
Erhöhung  $\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 214.7$ cm (bei $a = 38.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 1.375$ N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.119$ ( $u_0 / d_m < 4$ )
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.763$ N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min} = 0.542$ N/mm <sup>2</sup>
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.495$ N/mm <sup>2</sup> (= 1.96 * $V_{Rd,c}$ )

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	erf $u_{out} = 460.3$ cm	erf $L_s = 76.0$ cm
	vorh $u_{out} = 464.0$ cm	vorh $L_s = 77.0$ cm
Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.100$	
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.636$ N/mm <sup>2</sup>	
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$	
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.642$ N/mm <sup>2</sup>	
	$V_{min} = 0.542$ N/mm <sup>2</sup>	
max. zul. Abstand <sup>*)</sup>	bei $d_m = 32.0$ cm $\geq$	vorh. Abstand <sup>*)</sup> bei $d_m = 26.0$ cm
	bei $L_s = 66.5$ cm $\geq$	bei $L_s = 41.6$ cm
max. zul. Abstand <sup>**)</sup>	auf Leiste = 15.0 cm $\geq$	vorh. Abstand <sup>**) auf Leiste = 14.0 cm</sup>

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. \*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. \*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A,  $\emptyset = 10$  mm,  $F_{Rd} = 34.1$  kN,  $F_{Ed} = 28.1$  kN, Höhe = 20.5 cm  
Anker erf. : 17 Stk. Zone C + 9\*4 Stk. Zone D  
Anker gew. : 10 Elemente\* (2C + 4D) Anker = 60 Stk-Ges  
Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5$  cm,  $c_o = 2.5$  cm

gew. Leistentyp je Stütze :

10 Halben-Ankerleisten HDB-10/205-6/840 (70/140/ 4\*140/70)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 7.3 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Hinweis: Mindestens ein Grenzwert der Lasteinleitungsfläche ( $u_{load} \leq 12 \cdot d_m$  bzw.  $0.5 \leq c_x/c_y \leq 2.0$ ) ist nicht eingehalten. Es werden nur die Dübelleisten wirksam, welche in den Eckbereichen ( $0.5 \cdot a_1$  bzw.  $0.5 \cdot b_1$ ) liegen. Gegebenenfalls Dübelleisten verschieben oder die Position in Wandenden bzw. Wandecken aufteilen.

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.



Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad  $zul\ \rho \leq 1.955\ \% = 35.2\ cm^2/m$   
 erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment  $min\ \rho = 0.305\ \% = 5.5\ cm^2/m$  auf  $0.3 \cdot l_x$  bzw.  $0.3 \cdot l_y$   
 vorh. Bewehrungsgrad  $vorh\ \rho = 1.161\ \% = 20.9\ cm^2/m$

## Aussparungen im Abstand von Stütze : $a \leq 108.0\ cm (=6 \cdot d_m)$

Summe der Abzüge bei  $a = 36.0\ cm$   $\Sigma\ \delta\ u_i = 154.8\ cm$

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 345.0\ kN (=V_{Ed})$   
 Erhöhung  $\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt  $u_1 = 240.8\ cm$  (bei  $a = 36.0\ cm$ )  
 Bemessungsquerkraft  $V_{Ed} = 0.876\ N/mm^2$   
 Vorfaktor  $C_{Rd,c} = 0.120$   
 Maßstabsfaktor  $k = 2.000$   
 Bemessungswiderstand  $V_{Rd,c} = 0.784\ N/mm^2$   
 $V_{min} = 0.542\ N/mm^2$   
 max. Bemessungswiderstand  $V_{Rd,max} = 1.536\ N/mm^2 (=1.96 \cdot V_{Rd,c})$

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :  $erf\ u_{out} = 324.0\ cm$   $erf\ L_s = 30.5\ cm$   
 $vorh\ u_{out} = 331.7\ cm$   $vorh\ L_s = 32.5\ cm$

Erhöhung  $\beta_{red} = \beta = 1.100$   
 Bemessungsquerkraft  $V_{Ed} = 0.636\ N/mm^2$   
 Vorfaktor  $C_{Rd,c} = 0.100$   
 Bemessungswiderstand  $V_{Rd,c} = 0.653\ N/mm^2$   
 $V_{min} = 0.542\ N/mm^2$

max. zul. Abstand\*)  $bei\ d_m = 31.0\ cm \geq$   $vorh.\ Abstand^*)$   $bei\ d_m = 27.3\ cm$   
 $bei\ L_s = 63.0\ cm \geq$   $bei\ L_s = 33.7\ cm$   
 max. zul. Abstand\*\*)  $auf\ Leiste = 14.0\ cm \geq$   $vorh.\ Abstand^{**})$   $auf\ Leiste = 13.0\ cm$

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. \*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. \*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).

Anker : B500A,  $\emptyset = 10\ mm$ ,  $F_{Rd} = 34.1\ kN$ ,  $F_{Ed} = 23.7\ kN$ , Höhe = 20.5 cm  
 Anker erf. : 12 Stk. Zone C + 6\*1 Stk. Zone D  
 Anker gew. : 8 Elemente\*( 2C + 1D) Anker = 24 Stk-Ges  
 Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5\ cm$ ,  $c_o = 2.5\ cm$

gew. Leistentyp je Stütze :

8 Halben-Ankerleisten HDB-10/205-3/390 (65/130/130/65)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 4.9 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Hinweis: Mindestens ein Grenzwert der Lasteinleitungsfläche ( $u_{load} \leq 12 \cdot d_m$  bzw.  $0.5 \leq c_x/c_y \leq 2.0$ ) ist nicht eingehalten. Es werden nur die Dübelleisten wirksam, welche in den Eckbereichen ( $0.5 \cdot a_1$  bzw.  $0.5 \cdot b_1$ ) liegen. Gegebenenfalls Dübelleisten verschieben oder die Position in Wandenden bzw. Wandecken aufteilen.

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

## D-04-D7 Durchstanznachweis Stütze

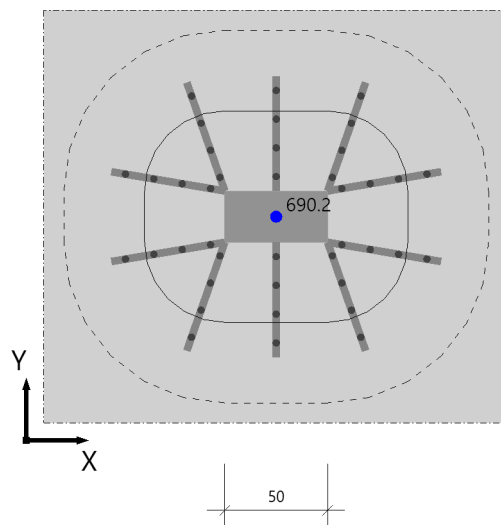
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

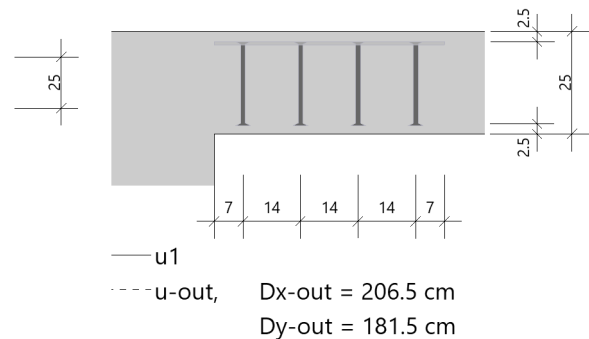
Bewehrung: Grundbewehrung +  $\emptyset 16 | 15 \text{ cm} \#$

### System

#### Grafik



HDB-12/205-4/560



### Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	19.5 cm
Innenstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	25.0 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

### Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	21.0 cm <sup>2</sup> = 21.0 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	21.0 cm <sup>2</sup> = 21.0 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf b_{gy} \geq$	181.5 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	38.1 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf b_{gx} \geq$	206.5 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	43.4 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf b_{gx}$  und  $erf b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul \rho \leq$	1.955 % = 38.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min \rho =$	0.547 % = 10.7 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh \rho =$	1.077 % = 21.0 cm <sup>2</sup> /m

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 690.2 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.100$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 395.0 \text{ cm}$ (bei $a = 39.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.986 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 2.000$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.764 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.498 \text{ N/mm}^2 (= 1.96 * V_{Rd,c})$

Ergebnis:  $V_{Rd,c} < V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$  Durchstanzbewehrung erforderlich

### Durchstanzbewehrung aus HDB Ankerleisten nach ETA-12/0454 (01.09.2020)

äußerer Rundschnitt :	erf $u_{out} = 613.4 \text{ cm}$	erf $L_s = 44.5 \text{ cm}$
	vorh $u_{out} = 641.7 \text{ cm}$	vorh $L_s = 49.0 \text{ cm}$

Erhöhung	$\beta_{red} = \beta = 1.100$
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.607 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.100$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.637 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.542 \text{ N/mm}^2$

max. zul. Abstand <sup>*)</sup>	bei $d_m = 33.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand <sup>*)</sup>	bei $d_m = 31.5 \text{ cm}$
	bei $L_s = 68.3 \text{ cm} \geq$		bei $L_s = 49.8 \text{ cm}$
max. zul. Abstand <sup>**)</sup>	auf Leiste = $15.0 \text{ cm} \geq$	vorh. Abstand <sup>**) auf Leiste =</sup>	$14.0 \text{ cm}$

Hinweis:  $L_s$  ist der Abstand von der Stützenkante bis zum äußersten Anker. <sup>\*)</sup> Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker in tangentialer Richtung bei einem radialen Abstand von  $d_m$  bzw.  $L_s$  von der Stützenkante. <sup>\*\*) Maximal zulässiger bzw. vorhandener Abstand der Anker auf der Leiste (in radialer Richtung).</sup>

Anker : B500A,  $\emptyset = 12 \text{ mm}$ ,  $F_{Rd} = 49.2 \text{ kN}$ ,  $F_{Ed} = 38.0 \text{ kN}$ , Höhe =  $20.5 \text{ cm}$   
Anker erf. : 16 Stk. Zone C + 8\*2 Stk. Zone D  
Anker gew. : 10 Elemente\*( 2C + 2D) Anker = 40 Stk-Ges  
Betondeckung unter/ über Anker :  $c_u = 2.5 \text{ cm}$ ,  $c_o = 2.5 \text{ cm}$

gew. Leistentyp je Stütze :

10 Halben-Ankerleisten HDB-12/205-4/560 (70/140/140/140/70)

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 9.9 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

Die Längsbewehrung ist außerhalb des äußeren Rundschnittes zu verankern.

## D-04-D8 Durchstanznachweis Wandende

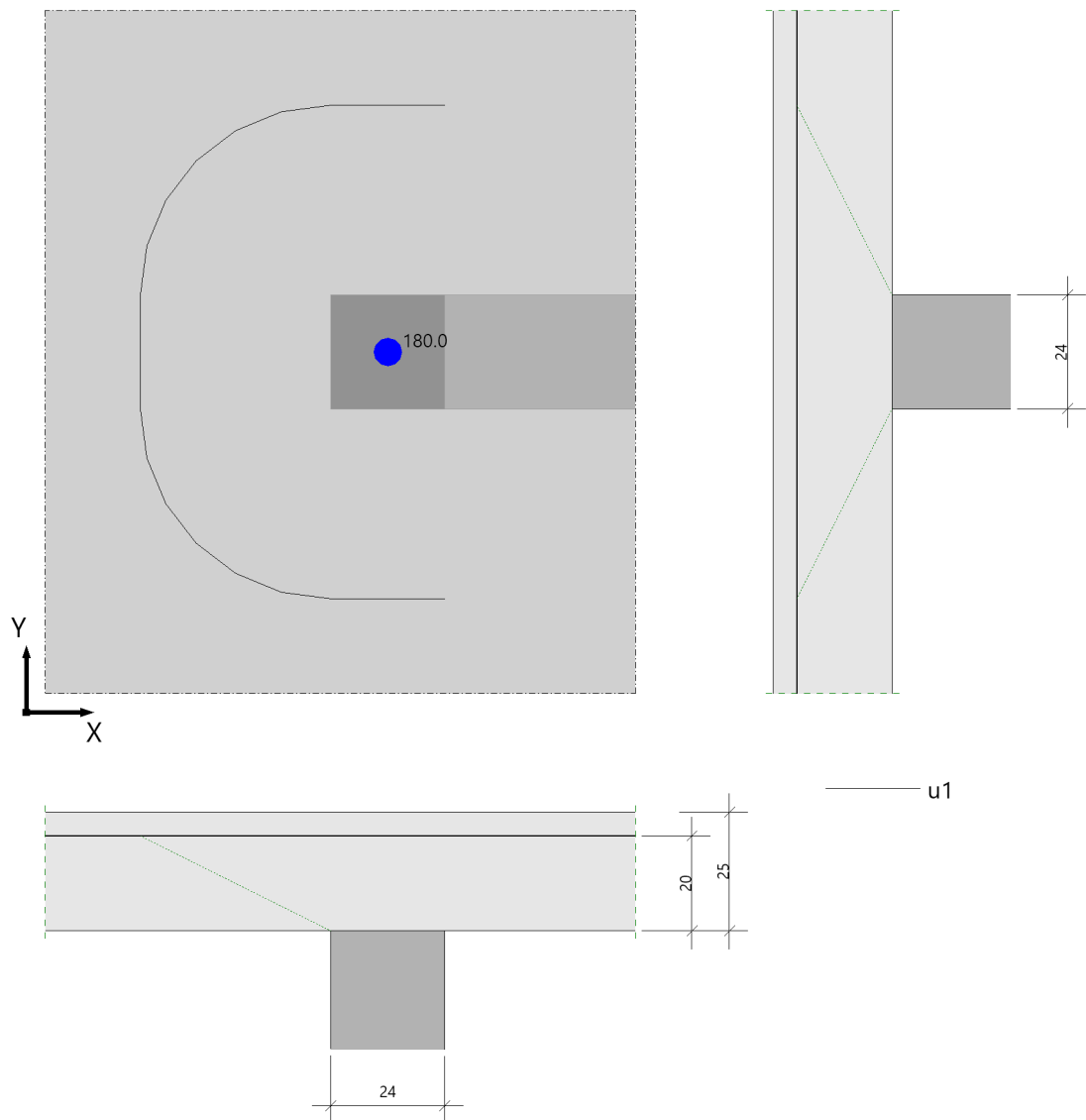
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 12 | 15 \text{ cm} \#$

### System

#### Grafik





## Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	20.0 cm
Wandende	$b_y =$	24.0 cm	$d_x =$	24.0 cm
Wandlänge	$L_w =$	111.5 cm		
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	144.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	21.7 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	84.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	12.7 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	180.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.350

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	197.7 cm (bei $a = 40.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.615 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	2.000
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.679 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min} =$	0.542 N/mm <sup>2</sup>
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.951 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	$erf\ \rho =$	0.561 % = 11.2 cm <sup>2</sup> /m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	$erf\ \rho =$	0.205 % = 4.1 cm <sup>2</sup> /m
max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 39.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho_x =$	0.168 % = 3.4 cm <sup>2</sup> /m auf $0.30 \cdot l_y$
	$min\ \rho_y =$	0.256 % = 5.1 cm <sup>2</sup> /m auf $0.15 \cdot l_x$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.755 % = 15.1 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $min\ \rho_x$  wurde mit  $\eta_x = 0.125$  und  $min\ \rho_y$  mit  $\eta_y = 0.25$  ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

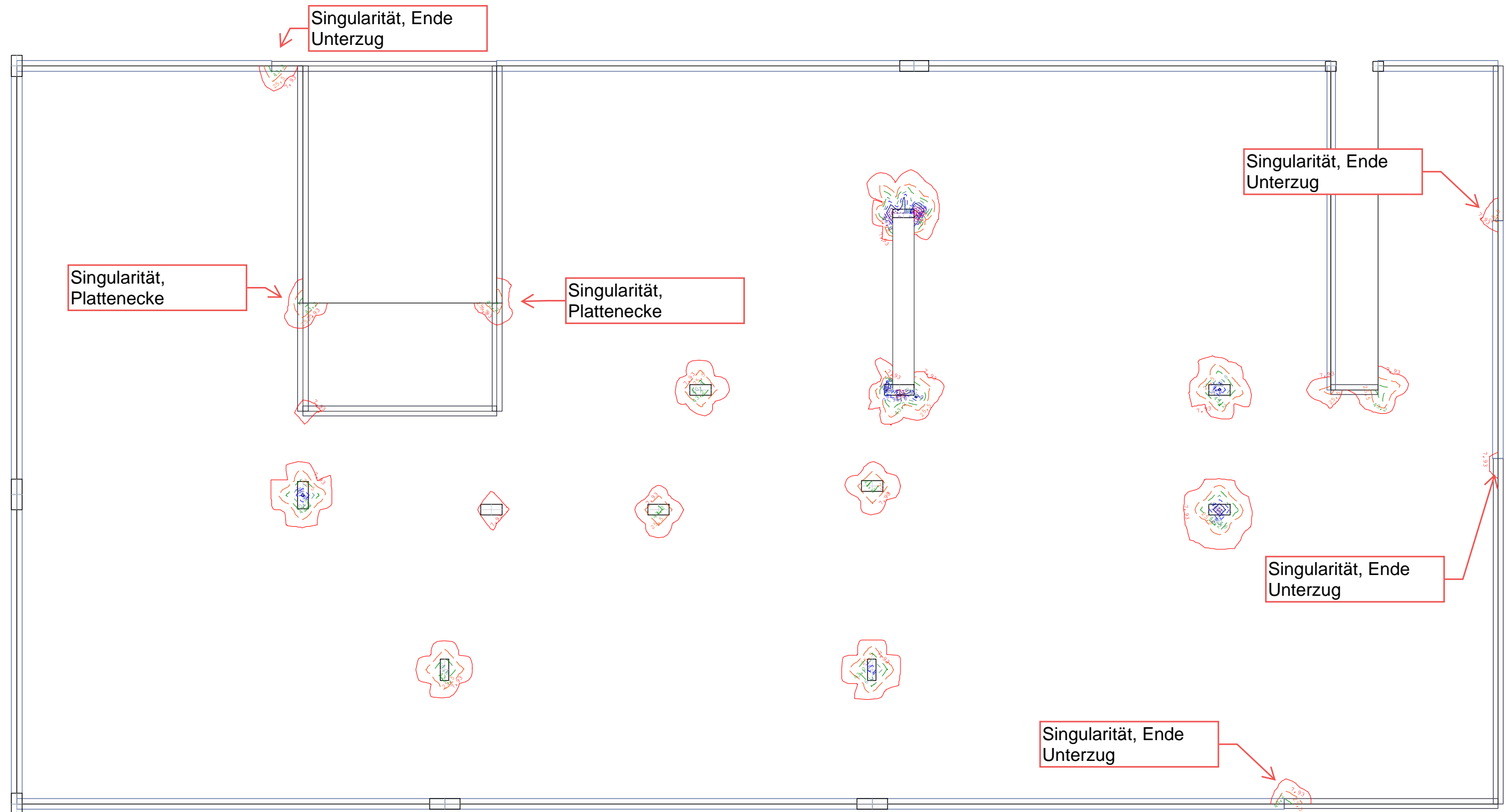
Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 2.6$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## 2.3.10. Auswertung Querkraftplot

Im Folgenden wird die mittels der FE errechnete Querkraftbewehrung ausgewertet. Hierbei wird folgende Querkraftbewehrung ausgedrückt:

- Querkraftbewehrung in Bereich von geführten Durchstanznachweisen
- Querkraftbewehrung im Bereich von einspringenden Ecken, die aufgrund von Singularitäten der FE entstehen



siehe gesonderte Durchstanznachweise

## 2.3.11. Bewehrungswahl Biegebewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Grundbewehrung

Als Grundbewehrung wird die erforderliche Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweite gewählt.

### Zulagen

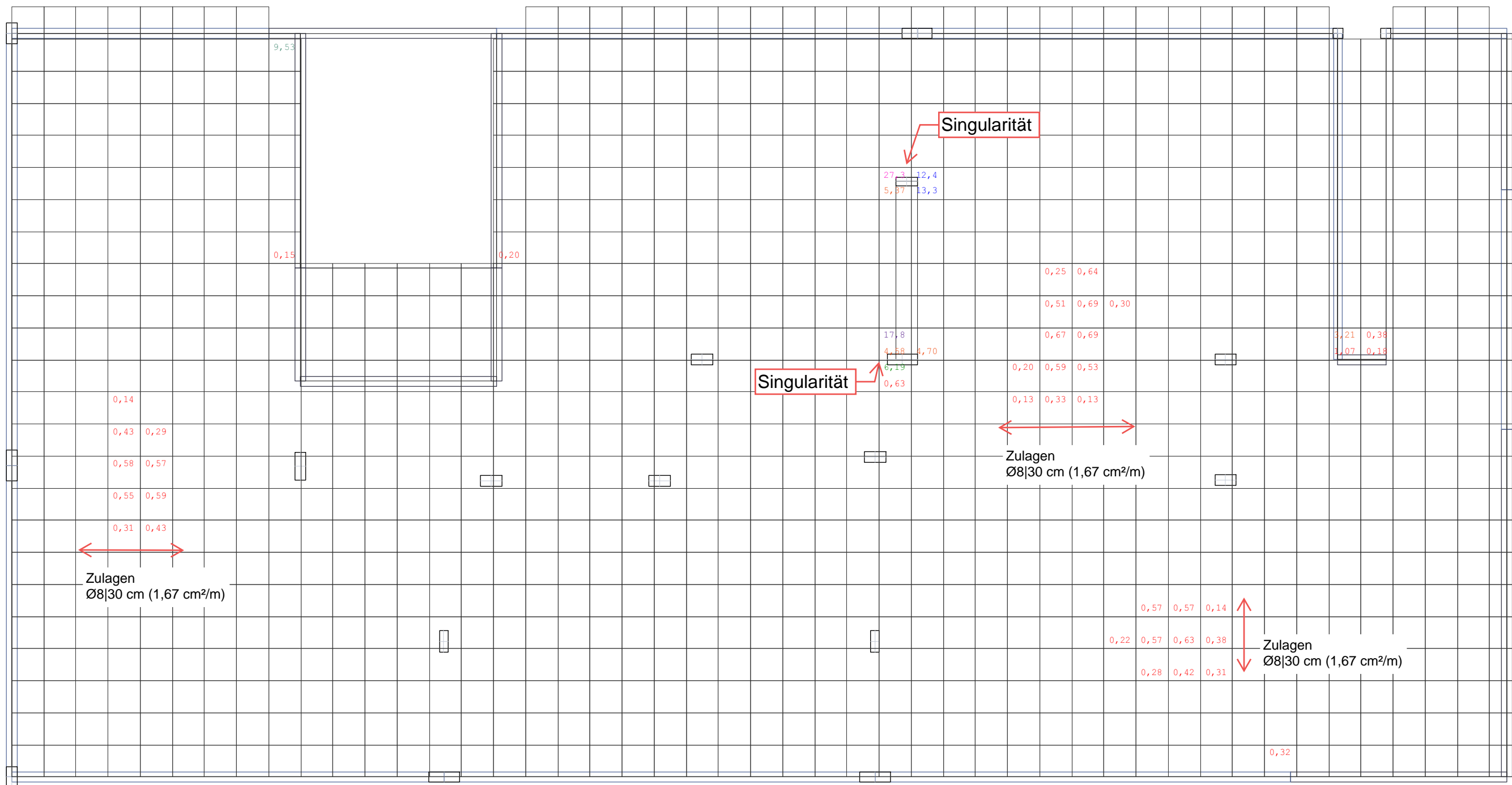
Bereiche, in denen die statisch erforderliche Bewehrung gem. Kapitel „Biegebewehrung“ die Grundbewehrung überschreitet, sind durch Zulagen abzudecken.

Es ist jeweils das Maximum aus der dargestellten Biegebewehrung und den Längsbewehrungsangaben aus den Durchstanznachweisen einzulegen.

Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen.

### Querkraftbewehrung

Die Querkraftbewehrung (in Form von Schubzulagen, Querkraftbügeln und Durchstanzleisten) ist den Kapiteln „Querkraftbewehrung“, „Durchstanznachweise“ und „Auswertung Querkraftplot“ zu entnehmen. Ein Umschließen der Längsbewehrung durch die Querkraftbügel ist zu beachten.



2  
1

max as-1: 27,3 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 13,3 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

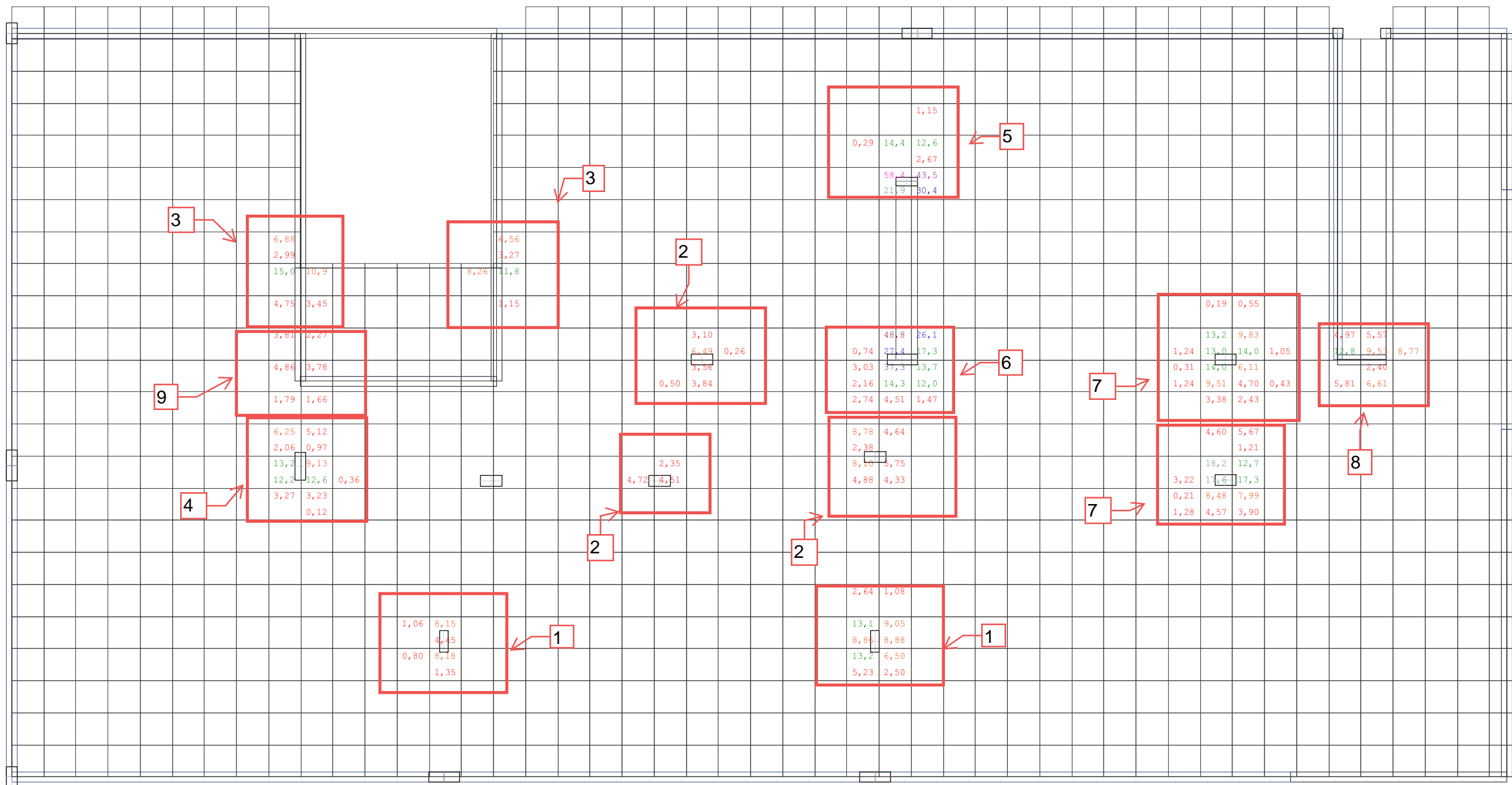
Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis  
- Rissbreitennachweis  
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Grundbewehrung: Ø12|15 cm # (7,54 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)

Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-04  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]

1 : 100



2  
1

max as-1: 58,4 [cm²/m] (Differenz)  
max as-2: 30,4 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 7,54 [cm²/m]  
as-2: 7,54 [cm²/m]  
unten as-1: 7,54 [cm²/m]  
as-2: 7,54 [cm²/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:  
- Querkraftnachweis  
- Rissbreitennachweis  
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

1: Ø12| 15 # - siehe D-04-D3

2: Ø10| 15 #

3: Ø10| 15 quer

4: Ø20| 15 # - siehe D-04-D2

5: Ø16| 15 # - siehe D-04-D5

6: Ø16| 15 # - siehe D-04-D6

7: Ø16| 15 # - siehe D-04-D7

8: Ø12| 15 # - siehe D-04-D8

9: Ø20| 15 # - siehe D-04-D1

Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-04

Überlagerung 4 "Maßgebend"

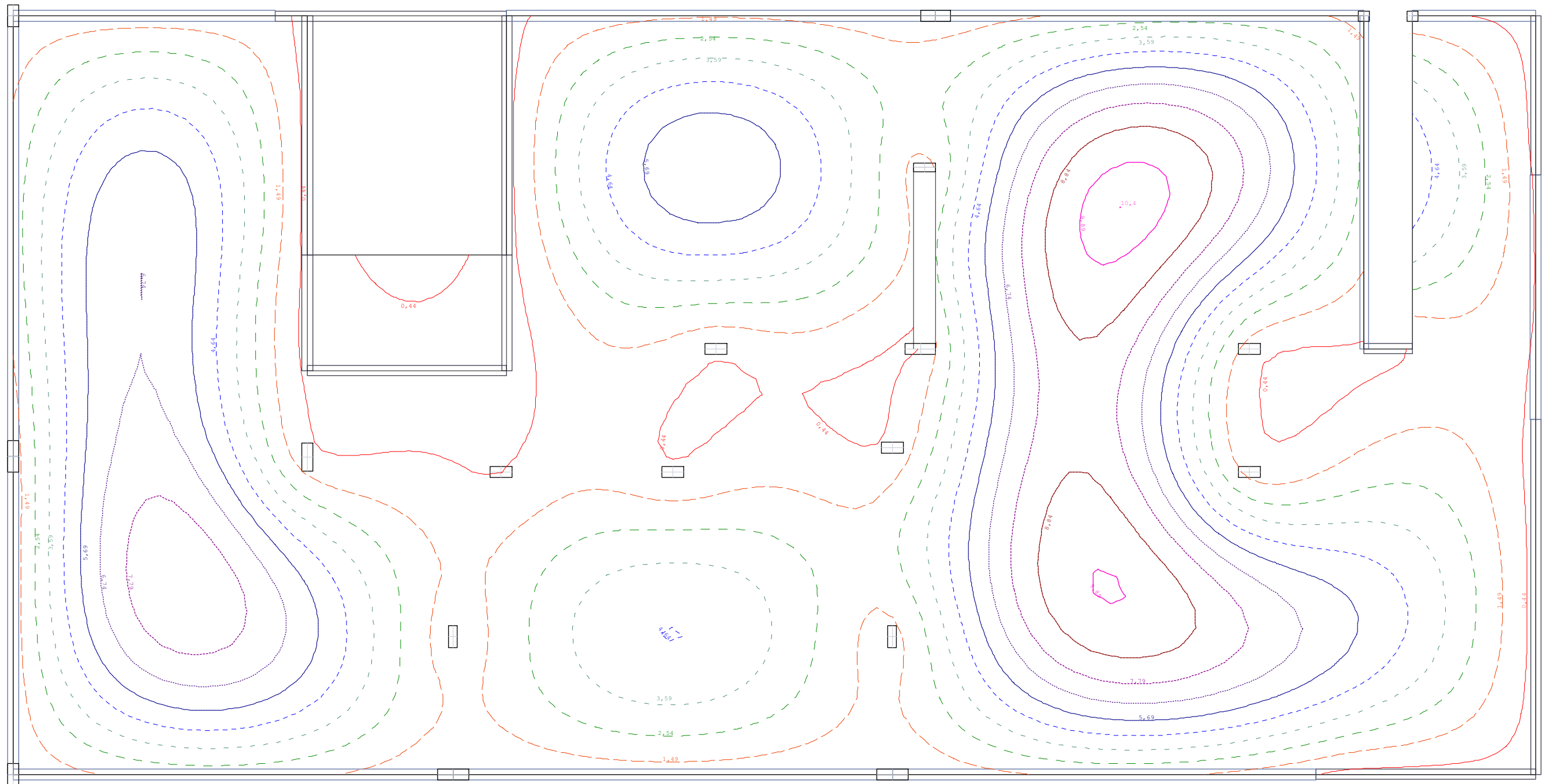
Bewehrung, oben: Differenz - as-1, as-2 [cm²/m]

1 : 100

## 2.3.12. Verformungen

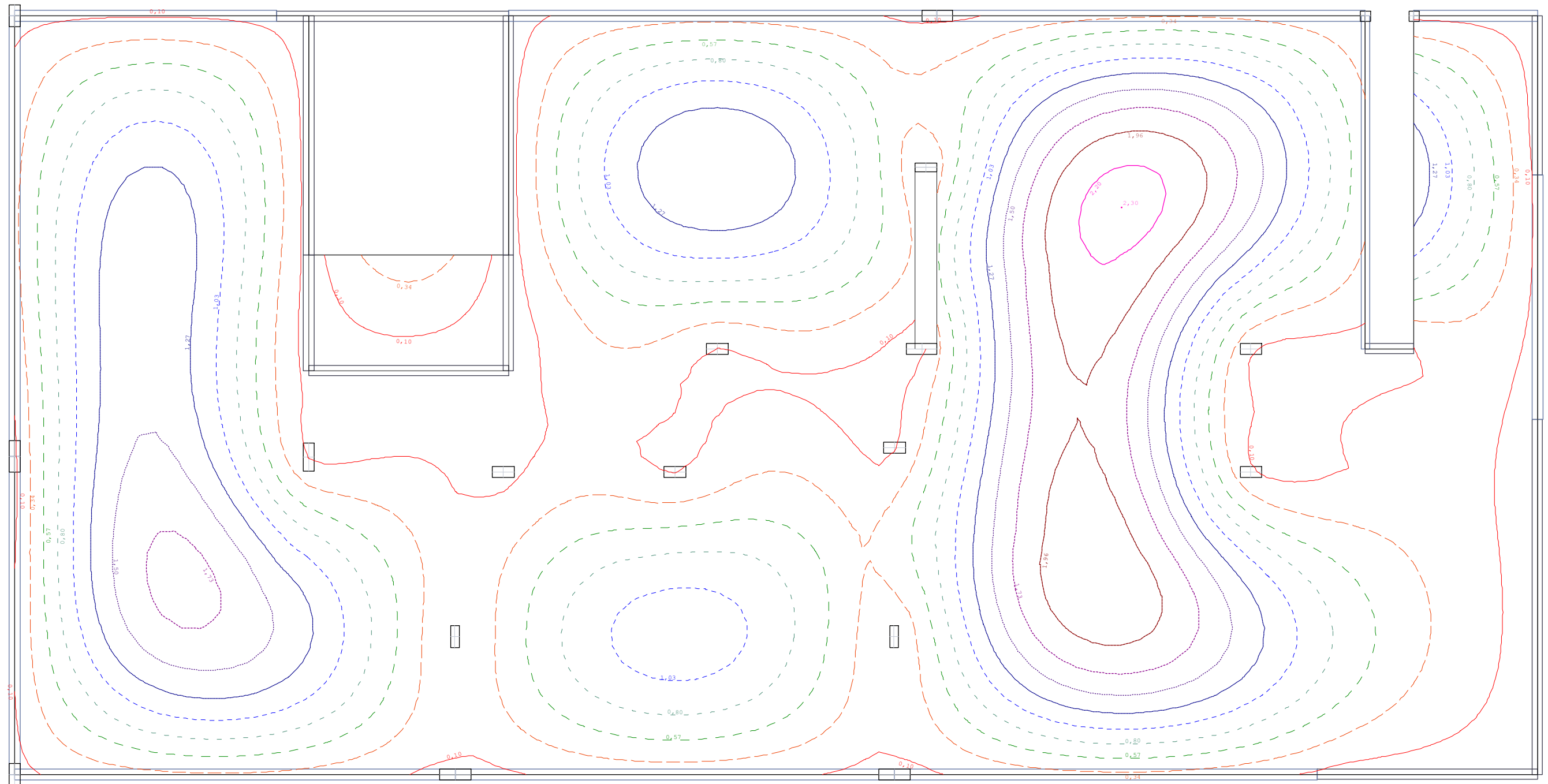
Auf den folgenden Seiten sind die elastischen Verformungen infolge der Lastfälle 1 (Egw. und Ausbau) und 2 (Verkehrslast), sowie der Überlagerung „GZG quasi-ständig“ als Ergebnisplot der charakteristischen Werte ausgegeben.

Schalungsüberhöhungen sind bauseits entsprechend nach Wahl der ausführenden Firma zu wählen.









Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-04  
Lastfall Q - charakteristisch  
Durchbiegung [mm] - MAX

### 2.3.13. Balken

Nachfolgend werden die im FE-System bemessenen Stabzüge ausgegeben.

#### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für tragende Stahlbetonbalken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von R90:

Mindestbalkenbreite (Tab. 5.6)	$b_{\min} = 15 \text{ cm}, b_{\text{vorh}} \geq 15 \text{ cm}$
Mittlerer Achsabstand (Tab. 5.6)	$a = 3,5 \text{ cm}, a_{\text{vorh}} \geq 3,5 \text{ cm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

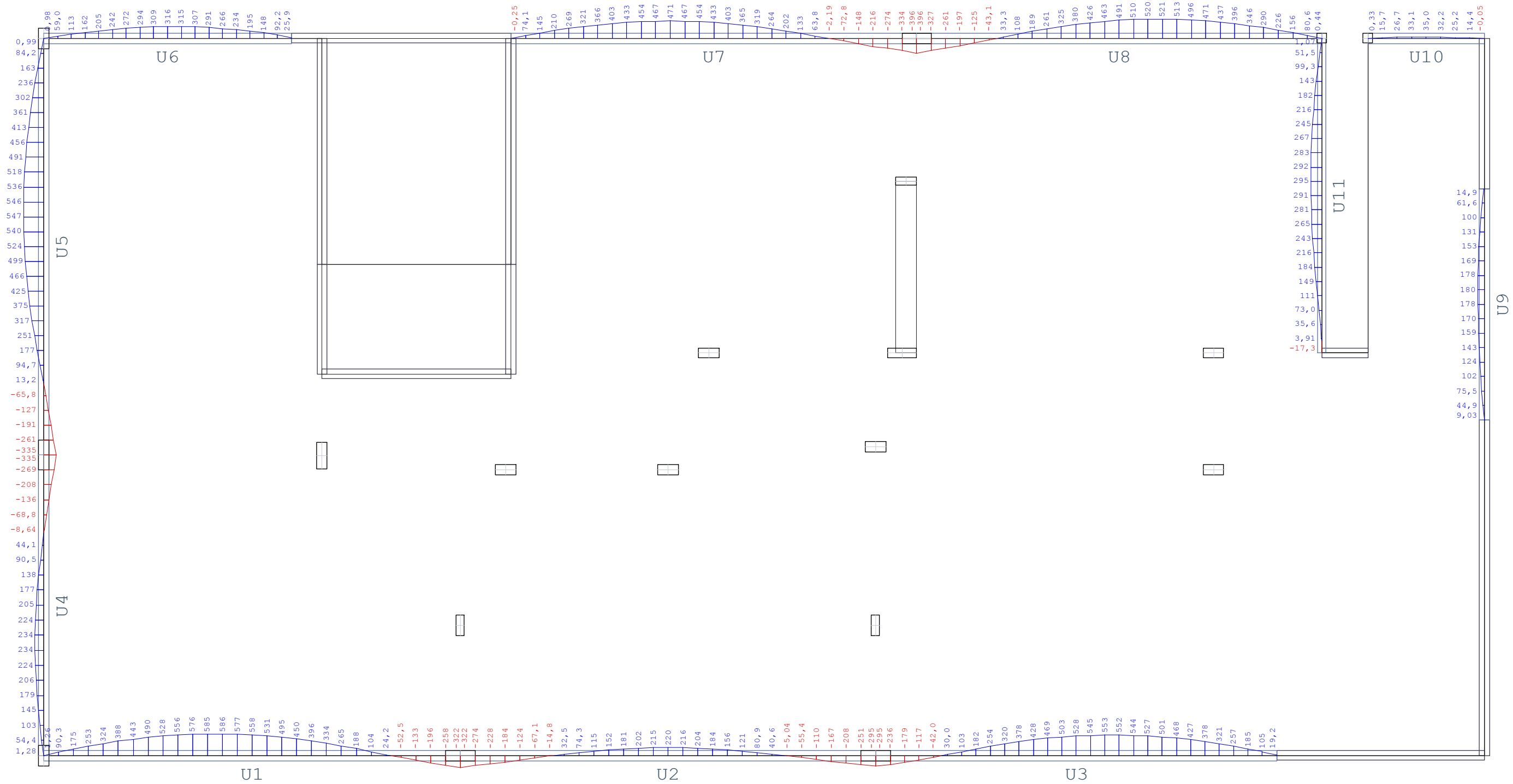
#### Bewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die erforderliche und gewählte Bewehrung für die Balken in Tabellenform dargestellt.

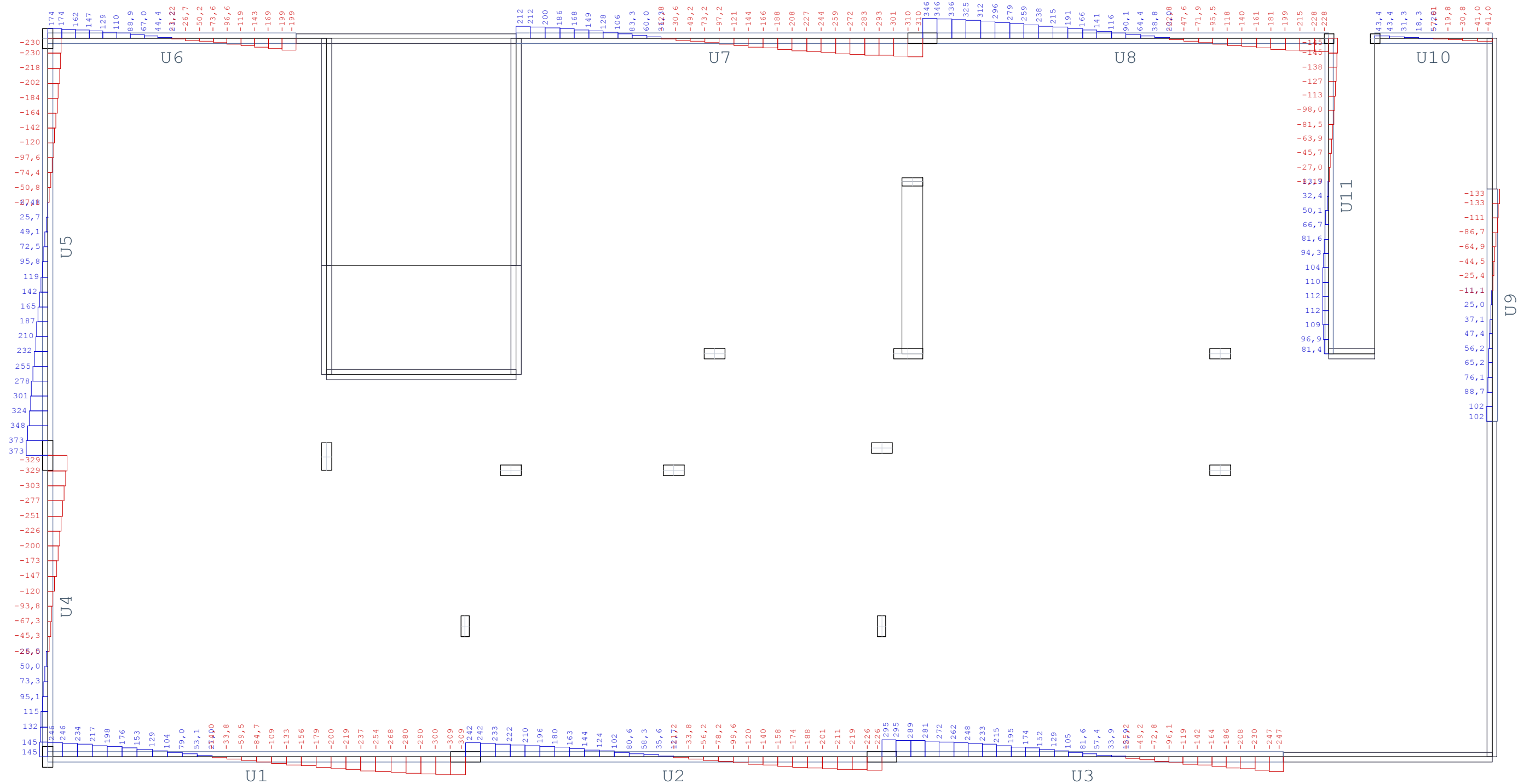
Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen

#### Gewählte Bewehrung

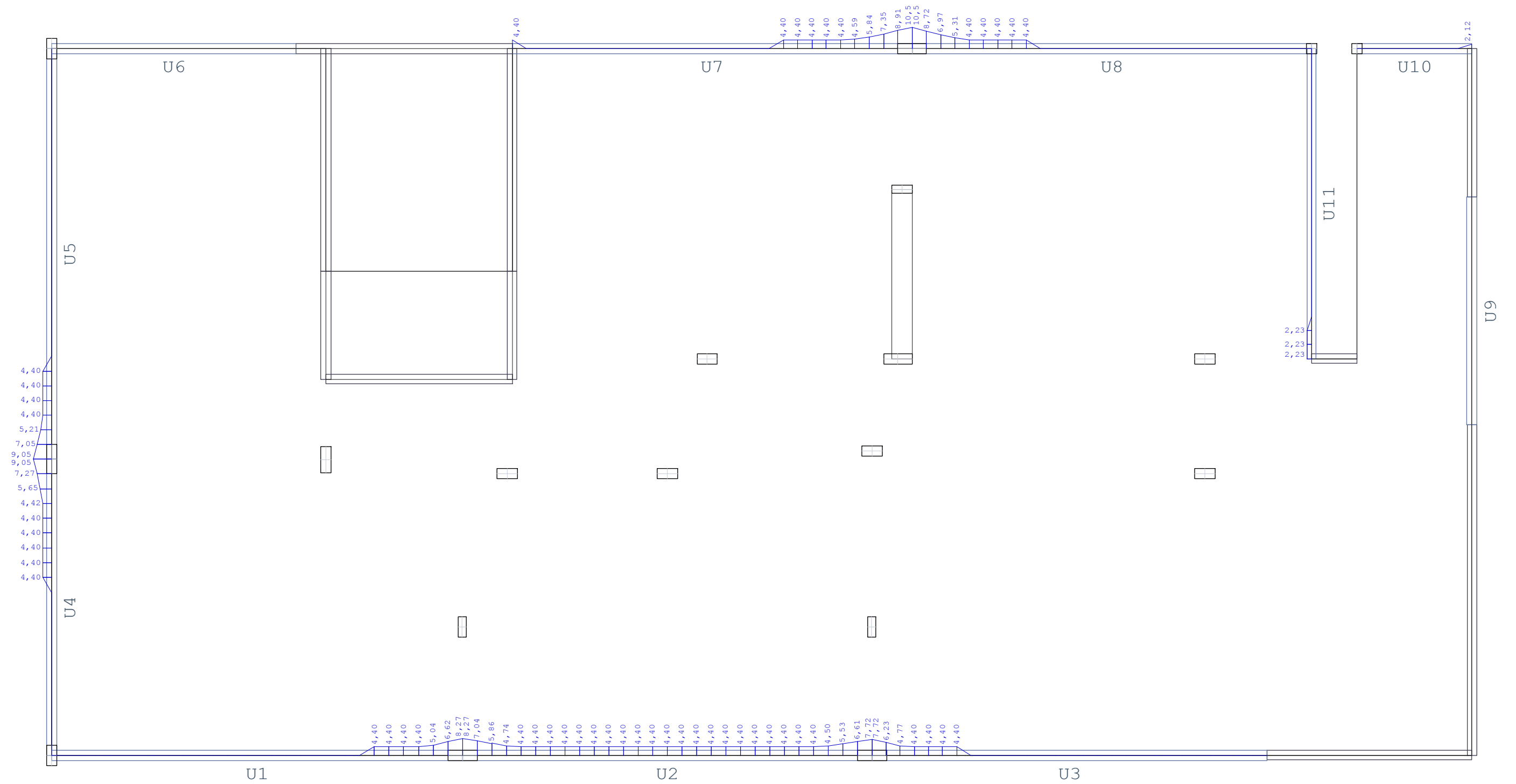
Balken	Position	Breite	Höhe	gew. $A_{su}$	gew. $A_{so}$	gew. $a_{sw}$
U1	UZ-04-01	25 cm	160 cm	3Ø20 (9,42)	3Ø20 (9,42)	Ø8/20 (5,02)
U11	UZ-04-02	20 cm	100 cm	2Ø25 (9,82)	2Ø20 (6,28)	Ø8/15 (6,70)
U10	UZ-04-03	25 cm	75 cm	2Ø14 (3,08)	2Ø12 (2,26)	Ø8/15 (6,70)



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-04  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Biegemoment [kNm] - MAX  
Bemessungswerte (Gamma-fach)

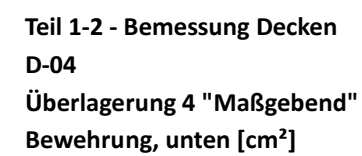


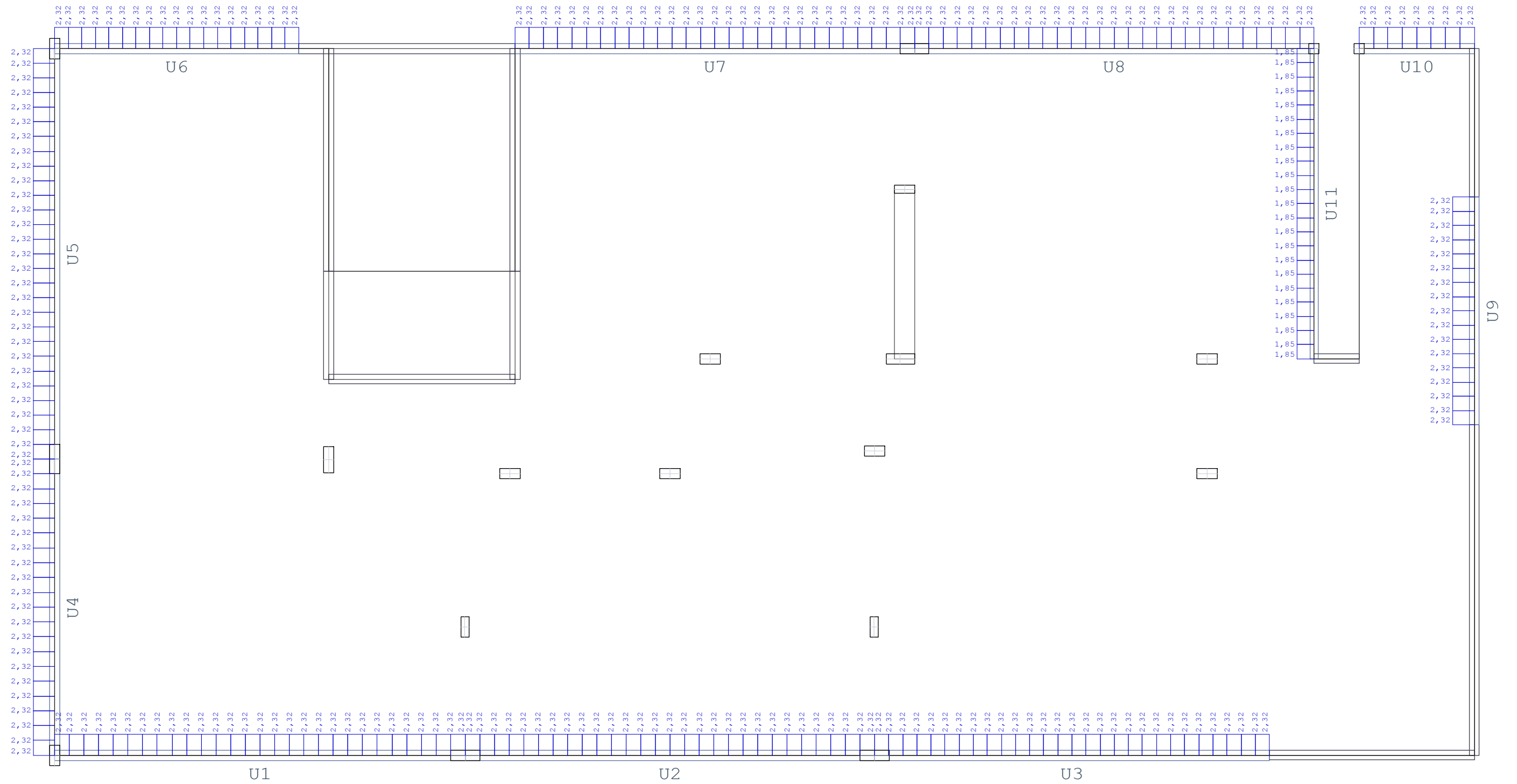
Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-04  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Querkraft [kN]  
Bemessungswerte (Gamma-fach)



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-04  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Bewehrung, oben [cm<sup>2</sup>]

1 : 100

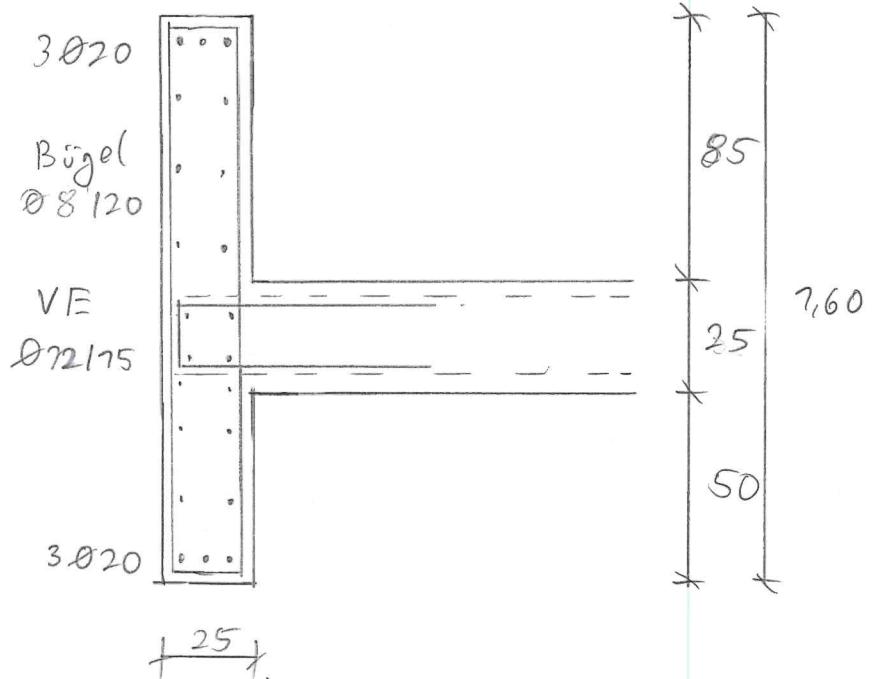






## UZ-04-01 Über- Unterzug

Skizze:



Belastung:

lastübergabe aus Gesamtsystem

Bemessung:

C30 / B7; B500 A; XC1

gewählt:

Stb.- Über-Unterzug

$b/h = 25/160 \text{ cm}$

Bewehrung:

3 Ø20 oben

3 Ø20 unten

Bügel Ø8/120

## UZ-04-01 Über-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

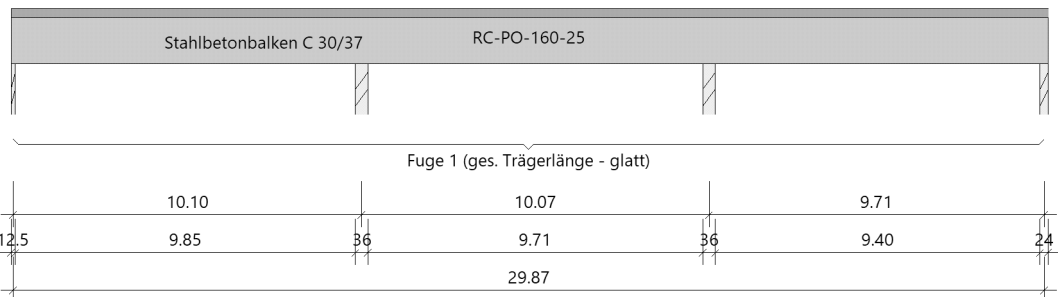
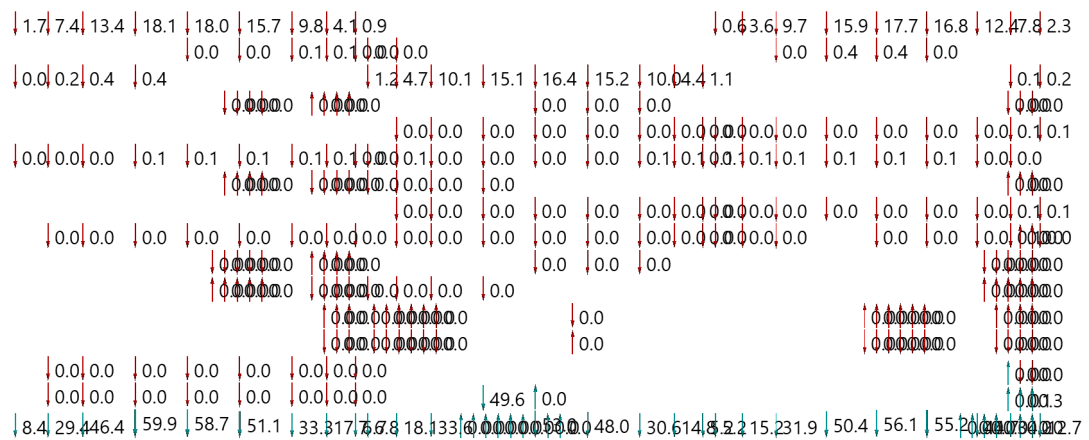
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder E = 33000 N/mm<sup>2</sup>

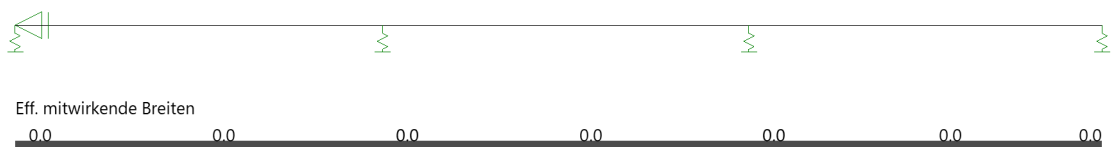
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



#### Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	25.0	25.0	25.0	160.0		

### Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	10.10	RC-PO-160-25 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	10.07	
3	9.71	

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	29.87	0.0	0.0	glatt

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	1121790.00	1121790.00	-1	0.0	0.0
2	10.10	1615380.00	1615380.00	0.0	0.0	0.0
3	20.16	1615380.00	1615380.00	0.0	0.0	0.0
4	29.87	2030770.00	2030770.00	0.0	0.0	0.0

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

### 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$C_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 20$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30$ mm
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 22$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.32$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.45$ ‰	

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.8 cm	oben = 4.8 cm
Abminderung der Stützmomente <= 15 %		

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

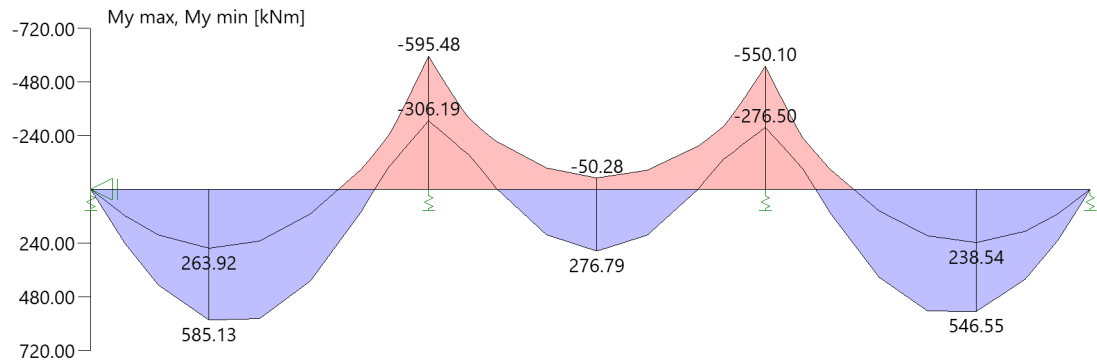
### Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 12.5$  cm
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 36.0$  cm
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 36.0$  cm
- Lager Nr. 4 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 24.0$  cm

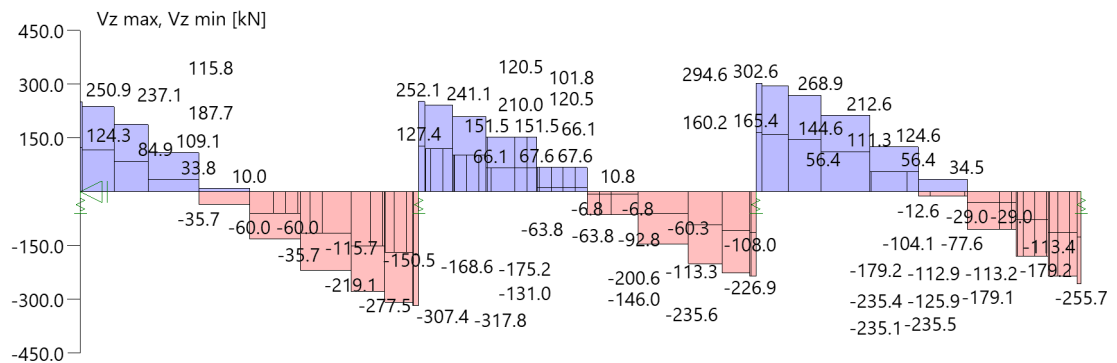
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	250.9	1
	0.00	0.00	0.00	124.3	2
	3.53	3.53	585.13	-4.5	1
	9.92	9.92	-538.22	-317.8	48
	10.10	10.10	-595.48	-317.6	46
Feld 2	10.10	10.10	-306.19	-175.5	47
	10.10	10.10	-306.23	-175.2	49
	10.10	10.10	-595.43	-317.8	48
	0.00	10.10	-306.19	127.4	47
	0.00	10.10	-595.48	252.1	46
	0.00	10.10	-595.43	252.1	50
	0.00	10.10	-306.22	127.4	51
	0.18	10.28	-550.06	252.1	50
	5.03	15.13	276.79	48.6	13

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
	9.89	19.98	-440.97	-235.6	52
	10.07	20.16	-276.50	-114.5	17
	10.07	20.16	-550.10	-234.4	18
	10.07	20.16	-343.24	-113.3	53
	10.07	20.16	-483.37	-235.6	52
Feld 3	0.00	20.16	-276.50	165.4	17
	0.00	20.16	-550.10	302.6	18
	0.18	20.34	-495.63	302.6	18
	6.31	26.47	546.55	1.2	21
	9.59	29.75	30.68	-255.7	21
	9.71	29.87	0.00	-125.9	22
	9.71	29.87	0.00	-255.7	21

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
25.0/25.0/25.0/160.0	308.96	4.4	-308.96	4.4

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	3.54	3.54	585.10	585.10	155.2	0.08	8.5	0.0	1
	8.48	8.48	1.15	1.15	155.2	0.00	4.4	0.0	1 5
	8.49	8.49	-162.02	-162.02	155.2	0.04	0.0	4.4	1 6
	9.42	9.42	-388.04	-388.04	155.2	0.06	0.0	5.6	7
Feld 2	0.67	10.77	-434.10	-434.10	155.2	0.07	0.0	6.3	10
	2.06	12.16	1.35	1.35	155.2	0.00	4.4	0.0	1 12
	5.03	15.13	276.64	276.64	155.2	0.05	4.4	0.0	1 13
	8.05	18.15	1.48	1.48	155.2	0.00	4.4	0.0	1 14
	8.06	18.16	-193.45	-193.45	155.2	0.04	0.0	4.4	1 15
Feld 3	0.66	20.82	-357.27	-357.27	155.2	0.06	0.0	5.2	33
	6.31	26.47	546.55	546.55	155.2	0.08	8.0	0.0	21
	9.11	29.27	142.38	142.38	155.2	0.04	4.4	0.0	1 21

Am ersten Auflager sind mindestens 7.3 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 7.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.18	9.92	-595.48	-484.44 <sup>1</sup>		155.2	0.07		7.0	8
	rechts	0.18	10.28	-595.48	-467.90	15.0	155.2	0.07		6.8	9
3	links	0.18	19.98	-550.10	-431.96	15.0	155.2	0.07		6.3	16
	rechts	0.18	20.34	-550.10	-439.54 <sup>1</sup>		155.2	0.07		6.4	19
4	links	0.00	29.87	0.00	0.00			0.00			22

1 : Mindeststützmoment

**Querkraftbewehrung**

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
1	rechts	0.06	0.06	0.96	250.9	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	1.01	1.01	0.96	237.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.61	1.61	0.96	187.7	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	23
	*	3.17	3.17	0.96	109.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	4
2	links	0.18	9.92	0.96	-307.4	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.44	8.65	0.96	-277.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	25
	links	0.72	9.37	0.96	-307.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	26
	links	1.08	9.01	0.96	-277.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	25
	links	0.72	9.37	0.96	-307.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	26
	links	1.08	9.01	0.96	-277.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	25
	links	0.72	9.37	0.96	-307.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	26
	links	1.08	9.01	0.96	-277.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	25
	links	0.72	9.37	0.96	-307.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	26
	links	1.73	8.36	0.96	-277.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	25
	*	3.28	6.81	0.96	-219.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	24
	rechts	0.18	10.28	0.96	252.1	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.36	10.46	0.96	241.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	27
	rechts	1.08	11.17	0.96	210.0	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	28
	rechts	0.72	10.82	0.96	241.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	27
	rechts	1.08	11.17	0.96	210.0	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	28
	*	3.28	13.38	0.96	151.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	29
	links	0.18	19.98	0.96	-226.9	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.01	19.15	0.96	-226.9	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	32
	links	1.73	18.43	0.96	-200.6	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	31
	*	3.28	16.88	0.96	-146.0	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	30
3	rechts	0.18	20.34	0.96	302.6	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.97	21.13	0.96	294.6	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	19
	rechts	1.73	21.89	0.96	268.9	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	33
	*	3.28	23.45	0.96	212.6	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	20
4	links	0.12	29.75	0.96	-235.1	18.4	102.2	1419.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	1.04	28.83	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	links	0.69	29.17	0.96	-235.5	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	links	0.35	29.52	0.96	-235.4	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38

Stütze [Nr]	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VE <sub>d</sub> [kN]	θ [°]	VR <sub>d,c</sub> [kN]	VR <sub>d,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	as <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
links	1.67	28.19	0.96	-179.2	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	35
*	3.22	26.64	0.96	-104.1	18.4	102.2	1419.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	34

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

#### Fugenbewehrung Fuge 1 (glatt)

Stütze	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VE <sub>d</sub> [kN]	bw [cm]	vE <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	vR <sub>dj</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	vR <sub>dmax</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	as <sub>w</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.96	250.9	25.0	676	230	1700	
	1.01	1.01	0.96	237.1	25.0	639	230	1700	3.27
	2.01	2.01	0.96	187.7	25.0	506	230	1700	2.21
	3.01	3.01	0.96	109.1	25.0	294	230	1700	0.51
	4.01	4.01	0.98	-35.7	25.0	96	230	1700	
	5.01	5.01	0.98	-35.7	25.0	96	230	1700	
2 li	0.00	10.09	0.96	-317.8	25.0	857	230	1700	
	1.48	8.61	0.96	-277.5	25.0	748	230	1700	4.14
	2.48	7.61	0.96	-219.1	25.0	591	230	1700	2.88
	3.48	6.61	0.96	-219.1	25.0	591	230	1700	2.88
	4.48	5.61	0.96	-131.0	25.0	353	230	1700	0.98
2 re	0.00	10.10	0.96	252.1	25.0	679	230	1700	
	0.36	10.45	0.96	241.1	25.0	650	230	1700	3.36
	1.36	11.45	0.96	210.0	25.0	566	230	1700	2.69
	2.36	12.45	0.96	151.5	25.0	408	230	1700	1.43
	3.36	13.45	0.96	151.5	25.0	408	230	1700	1.43
	4.36	14.45	0.99	67.6	25.0	181	230	1700	
3 li	0.00	20.16	0.96	-235.6	25.0	635	230	1700	
	1.48	18.68	0.96	-200.6	25.0	541	230	1700	2.48
	2.48	17.68	0.96	-146.0	25.0	393	230	1700	1.31
	3.48	16.68	0.96	-146.0	25.0	393	230	1700	1.31
	4.48	15.68	0.99	-63.8	25.0	171	230	1700	
3 re	0.00	20.16	0.96	302.6	25.0	816	230	1700	
	0.97	21.13	0.96	294.6	25.0	794	230	1700	4.51
	1.97	22.13	0.96	212.6	25.0	573	230	1700	2.74
	2.97	23.13	0.96	212.6	25.0	573	230	1700	2.74
	3.97	24.13	0.96	124.6	25.0	336	230	1700	0.85
4 li	0.00	29.87	0.96	-255.7	25.0	689	230	1700	
	1.42	28.44	0.96	-179.2	25.0	483	230	1700	2.02
	2.42	27.44	0.96	-104.1	25.0	281	230	1700	0.41
	3.42	26.44	0.98	34.5	25.0	92	230	1700	
	4.42	25.44	0.98	34.5	25.0	92	230	1700	

c<sub>j</sub> = 0.20    μ = 0.60    v = 0.20 (glatt)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

#### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	L <sub>fk</sub>
Feld 1	4.78	0.0	0.1	41
Feld 2	5.03	0.0	0.05	54
Feld 3	5.20	0.0	0.1	55



## Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{\text{eff}} = 2.31$   $\epsilon_{\text{cs}} = -0.45 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{\text{eff}} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{\text{Ellz,g}}$ [cm]	$f_{\text{Ellz,g}} / l_{\text{eff}}$	$f_{\text{Ellz},\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{\text{Ellz},\phi\epsilon} / l_{\text{eff}}$	$f_{\text{Ell},\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	4.78	0.1	1/9819	0.4	1/2542	0.4	0.12
Feld 2	5.03	0.02	1/49481	0.1	1/11329	0.1	0.03
Feld 3	5.11	0.1	1/11107	0.3	1/3078	0.3	0.10

## Spannungsbegrenzung

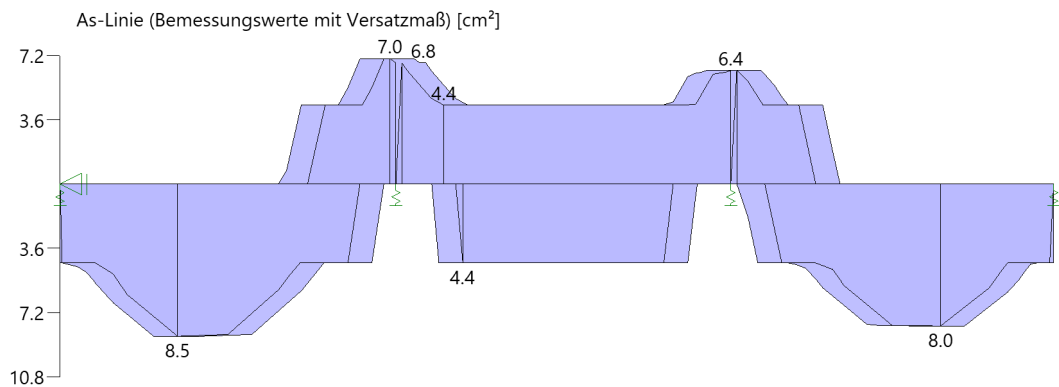
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

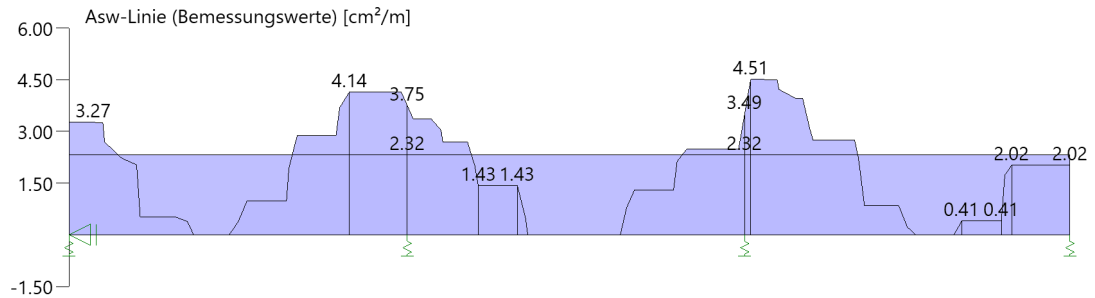
Nachweis der Rissbreite:  $\text{XC1/X0} \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{\text{ck}} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $d_s$ [mm]	zul $d_s$ [mm]	Lfk
Feld 1	0.06	9.96	9.4	9.4	7.26	-0.20	20	100	43
	3.53	362.59	9.4	9.4	265.29	-7.41	20	44	43
	3.72	360.90	9.4	9.4	264.05	-7.38	20	44	43
	4.25	356.09	9.4	9.4	260.53	-7.28	20	45	43
	9.92	-343.26	9.4	9.4	251.19	-7.02	20	47	44
Feld 2	10.28	-351.88	9.4	9.4	257.50	-7.19	20	46	42
	10.46	-324.44	9.4	9.4	237.42	-6.63	20	51	42
	19.98	-322.37	9.4	9.4	235.91	-6.59	20	52	42
Feld 3	20.34	-313.31	9.4	9.4	229.28	-6.40	20	54	42
	26.05	335.46	9.4	9.4	245.44	-6.86	20	49	43
	26.29	337.12	9.4	9.4	246.65	-6.89	20	49	43
	26.47	338.37	9.4	9.4	247.57	-6.92	20	48	43
	29.75	19.55	9.4	9.4	14.26	-0.40	20	100	43

## As-Deckungslinien





#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	29,87	29,87	8,5	9,4	9,4	3Ø20

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	29,87	29,87	7,0	9,4	9,4	3Ø20

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,04	29,96	30,00	4,5	5,0	Ø8/20

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

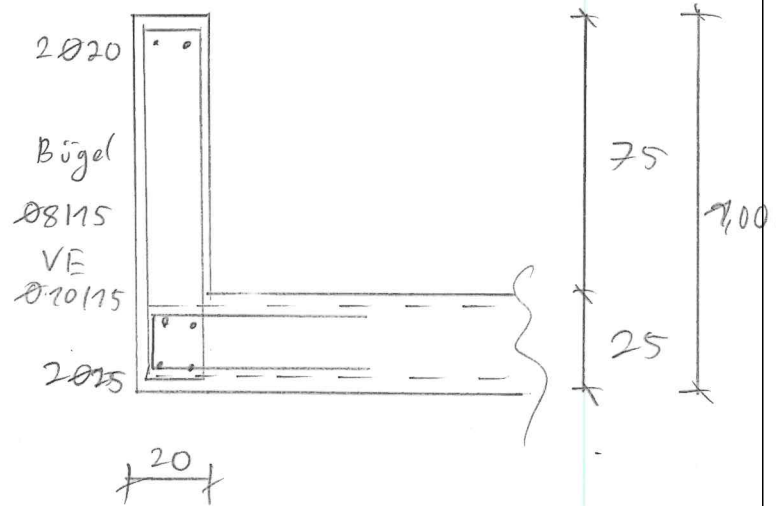
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	134.8 -3.7 0.0	134.8 42.5 0.01		
2	10.10	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	312.5 -0.01	312.5 91.6 0.02		
3	20.16	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	291.1 0.0	291.1 87.9 0.04		
4	29.87	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	138.0 -4.4 -0.01	138.0 42.5 0.1		

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	250.9 124.3			
2	10.10	Lk 39 Lk 40	569.8 302.7			
3	20.16	Lk 18 Lk 17	537.0 279.9			
4	29.87	Lk 21 Lk 22	255.7 125.9			

**UZ-04-02 Stb.-Überzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtsystem

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Überzug

$b/h = 20/100 \text{ cm}$

Bewehrung:

2Ø20 oben

2Ø25 unten

Bügel Ø8/15 cm

UZ-04-02 Stb.-Überzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

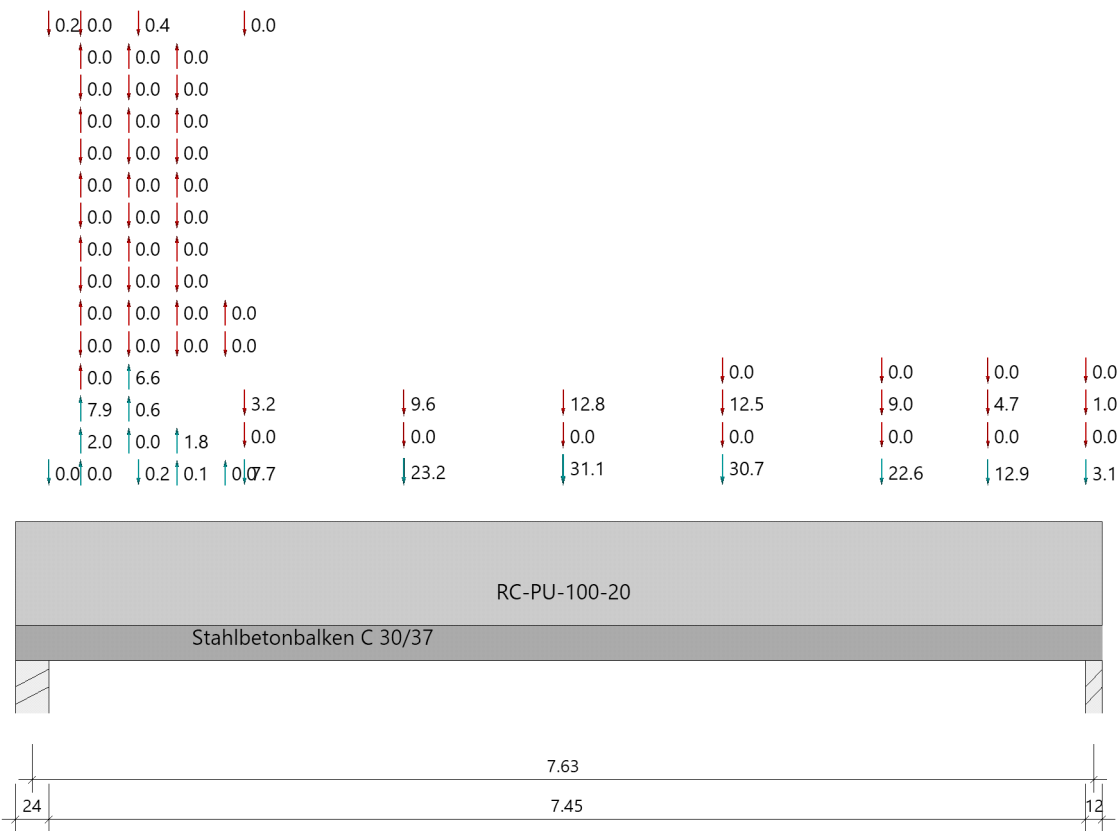
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 33000 N/mm<sup>2</sup>

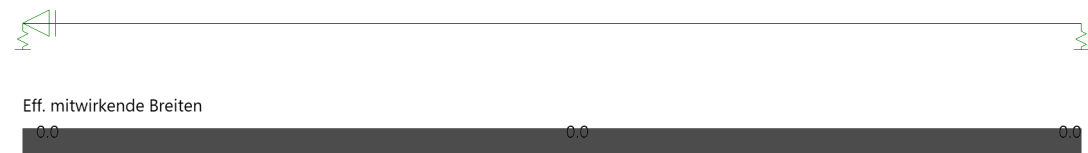
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte unten			20.0	100.0	20.0	25.0

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2030770.00	2030770.00	-1	0.0	0.0
2	7.63	487380.00	487380.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 25 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 25 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 35 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 27 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 22 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

## Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.42$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48 \text{ ‰}$	

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.1 cm	oben = 4.8 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

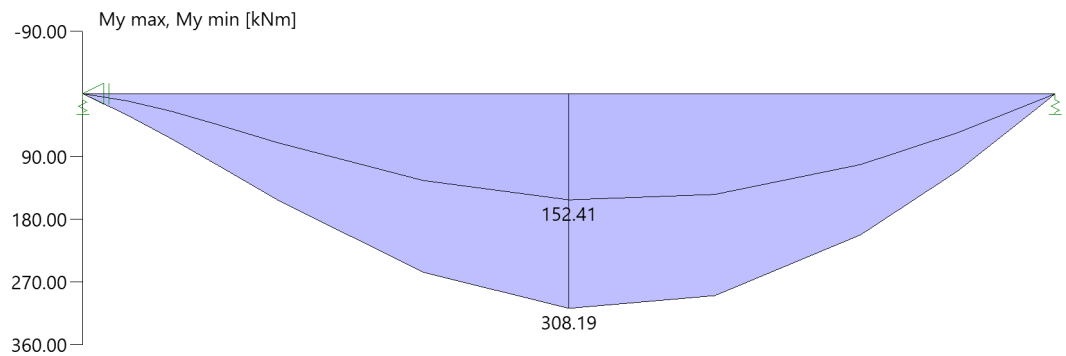
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 24.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 12.0 \text{ cm}$

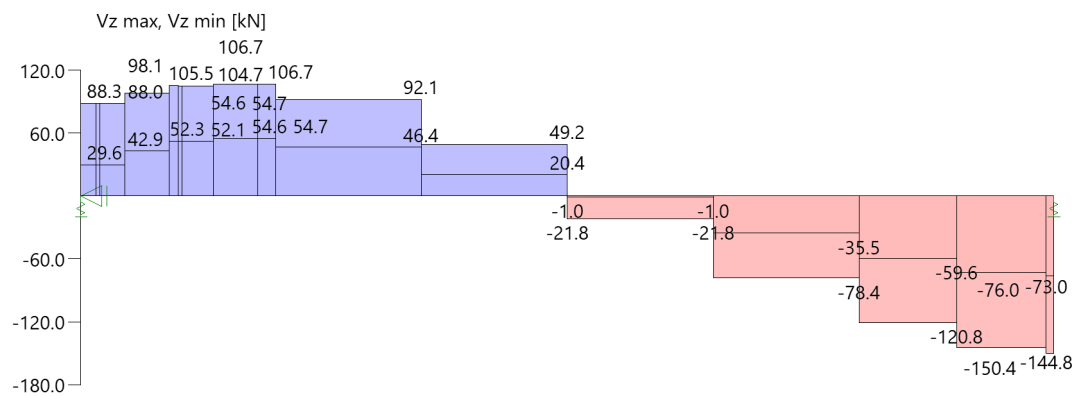
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	88.3	1
	0.00	0.00	0.00	29.6	2
	1.53	1.53	148.89	106.7	13
	3.81	3.81	308.19	-16.0	1
	7.57	7.57	9.03	-150.4	1
	7.63	7.63	0.00	-76.0	2
	7.63	7.63	0.00	-150.4	1



### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
20.0/100.0/20.0/25.0	96.55	2.3	-96.55	2.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von  $W_y$  auf  $3 \cdot b_0$  begrenzt.

## Feldbewehrung

Feld	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	My <sub>d</sub> [kNm]	min My <sub>d</sub> [kNm]	d [cm]	kx	As <sub>u</sub> [cm <sup>2</sup> ]	As <sub>o</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	3.82	3.82	308.18	308.18	95.0	0.13	7.5	0.0	1
	7.20	7.20	63.18	63.18	95.2	0.04	2.3	0.0	1 <sup>1</sup>

Am ersten Auflager sind mindestens  $3.3 \text{ cm}^2$  zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens  $4.7 \text{ cm}^2$  zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

## Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.93	88.3	18.4	69.1	674.3	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.35	0.35	0.93	98.1	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	3
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.04	1.04	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.70	0.70	0.93	105.5	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.07	1.07	0.93	106.7	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	5
		*	2.02	2.02	0.93	92.1	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>
2	links	0.06	7.57	0.93	-144.8	18.4	69.1	674.3	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	0.76	6.87	0.93	-144.8	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	9

Stütze [Nr]	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$k_z$	$V_{Ed}$ [kN]	$\theta$ [°]	$VR_{d,c}$ [kN]	$VR_{d,max}$ [kN]	$a_{max}$ [cm]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
links	1.01	6.62	0.93	-120.8	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	8
*	1.96	5.67	0.93	-78.4	18.4	69.1	674.3	30.0	1.85 <sup>1</sup>	7

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

##### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	$x$ [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	4.02	0.0	0.2	10

##### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 2.14$   $\epsilon_{cs} = -0.48$  ‰

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	$x$ [m]	$f_{Ell,z,g}$ [cm]	$f_{Ell,z,g} / l_{eff}$	$f_{Ell,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{Ell,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{Ell,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	4.02	0.5	1/1594	1.0	1/739	1.0	0.41

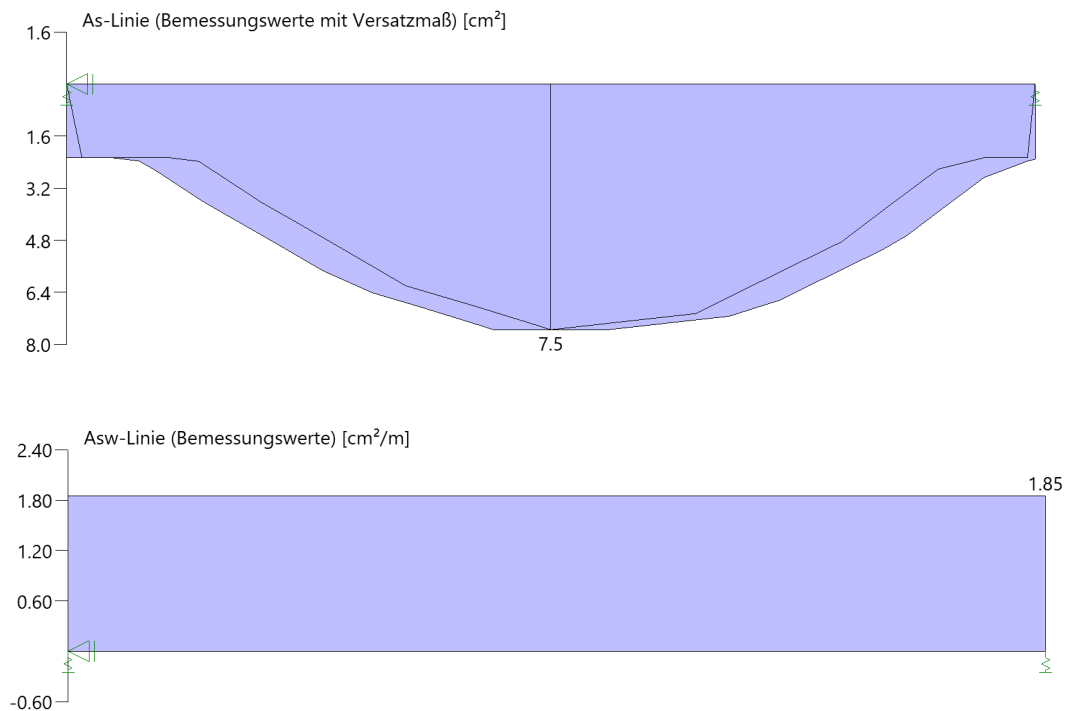
### Spannungsbegrenzung

#### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$   
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	$x$ [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $d_s$ [mm]	zul $d_s$ [mm]	Lfk
Feld 1	0.12	5.92	9.8	6.3	6.99	-0.30	25	100	11
	3.81	193.48	9.8	6.3	229.06	-9.65	25	64	11
	4.02	191.56	9.8	6.3	226.79	-9.55	25	65	11
	4.42	187.73	9.8	6.3	222.26	-9.36	25	66	11
	7.57	5.71	9.8	6.3	6.75	-0.29	25	100	11

### As-Deckungslinien



### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.,unten</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ΣA <sub>s,vorh.,unten</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh.,unten</sub> [Anz. Ø mm]
0,00	7,63	7,63	7,5	9,8	9,8	2Ø25

### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.,oben</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ΣA <sub>s,vorh.,oben</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh.,oben</sub> [Anz. Ø mm]
0,00	7,63	7,63	0,0	6,3	6,3	2Ø20

### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>s,vorh.</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>s,vorh.</sub> [Anz. Ø mm / cm]
-0,12	7,68	7,80	1,9	6,7	Ø8/15

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

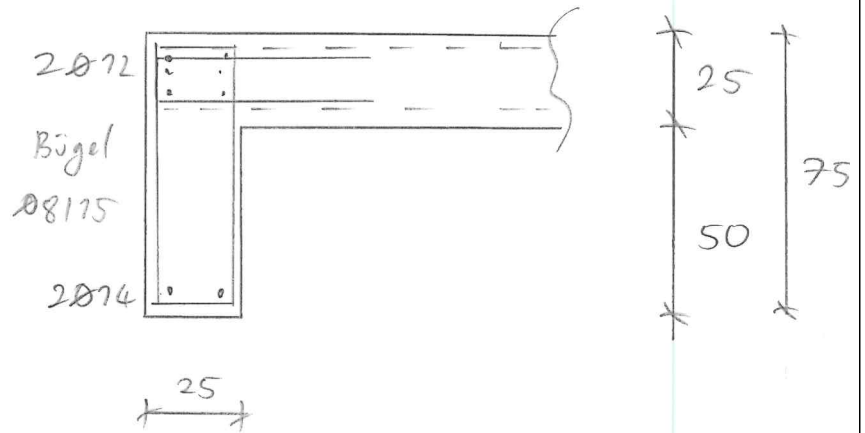
Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	35.9 -0.03	35.9 22.4 0.03 0.1		
2	7.63	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	76.5 0.0	76.5 31.1 0.0 0.1		

#### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	88.3 29.6			
2	7.63	Lk 1 Lk 2	150.4 76.0			

**UZ-04-03 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtsystem

Bemessung:

C30 / 37 ; B500A ; XC1

gewähl:

Stb.-Unterzug

$b/h = 25/75 \text{ cm}$

Bewehrung:

2Ø12 oben

2Ø14 unten

Biegel Ø8/175 cm

UZ-04-03 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

Grundparameter

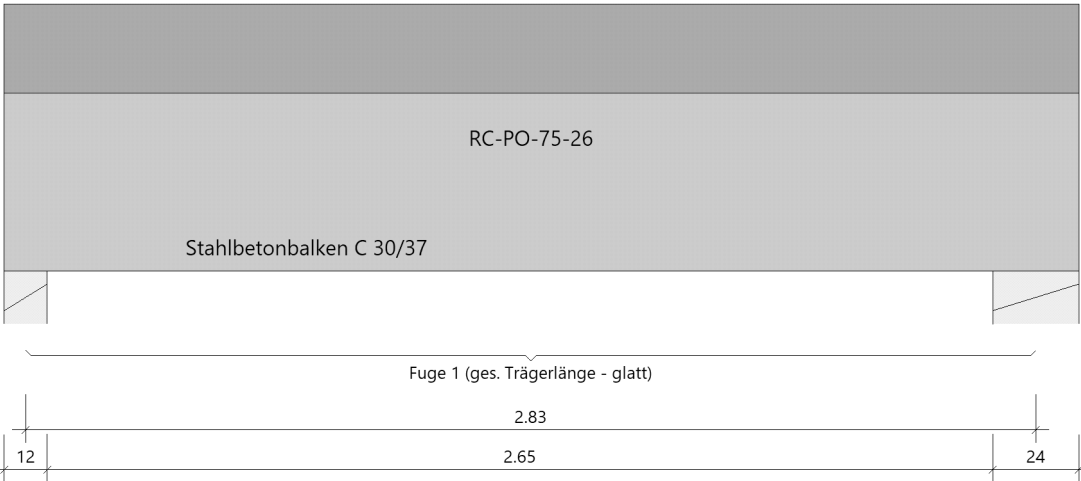
Stahlbetonbalken E = 33000 N/mm²

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

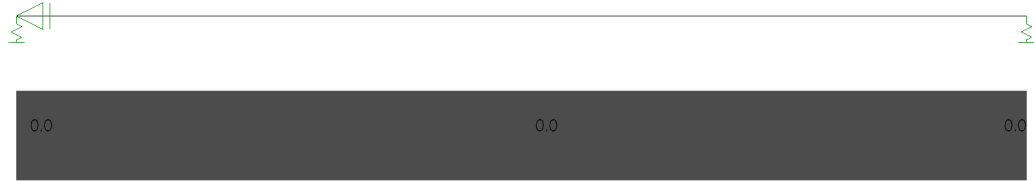
System

Systembild

↓ 2.3	↓ 2.6	↓ 2.6	↓ 2.6	↓ 2.4	↓ 2.1	↓ 1.9
↑ 0.0					↑ 0.0	↑ 0.0
↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0
	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0
↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0
↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0
↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0		↑ 0.0
↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0		↓ 0.0
↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0	↑ 0.0
↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0	↓ 0.0
↓ 6.4					↓ 5.8	↓ 5.5
↑ 0.0	↓ 6.8	↓ 6.8	↓ 6.6	↓ 6.4	↑ 0.0	↑ 0.0



## Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00$	$\text{N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000$	$\text{N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	26.0	25.0	25.0	75.0		

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	2.83	3.0	3.0	glatt

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	487380.00	487380.00	-1	0.0	0.0
2	2.83	2030770.00	2030770.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.37$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47$ ‰	

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.5 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15$ %		

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

### Auflagerbedingungen

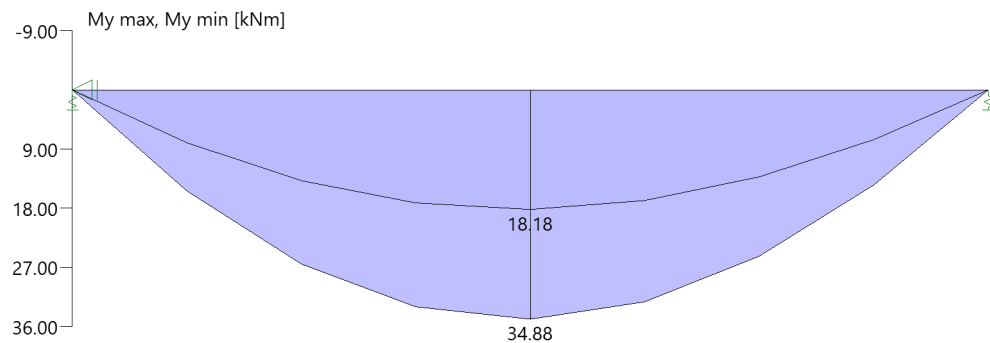
- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 12.0$  cm
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 24.0$  cm



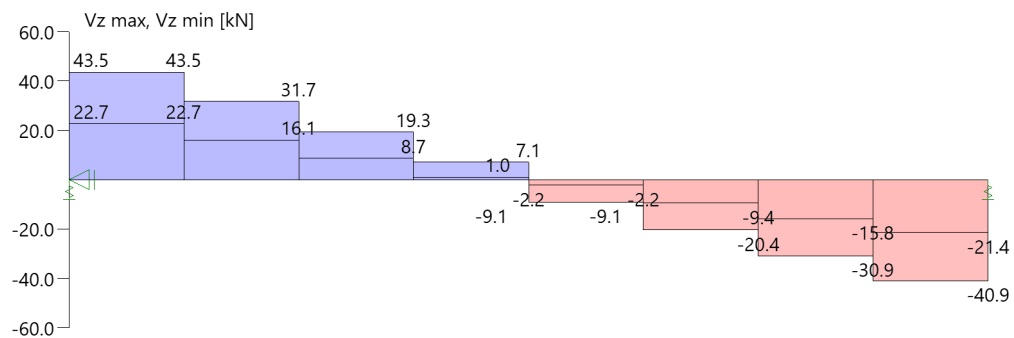
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	43.5	1
	0.00	0.00	0.00	22.7	2
	0.35	0.35	15.35	43.5	1
	1.41	1.41	34.88	-7.5	3
	2.71	2.71	4.91	-40.9	3
	2.83	2.83	0.00	-21.4	4
	2.83	2.83	0.00	-40.9	3

### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
26.0/25.0/25.0/75.0	68.58	2.2	-69.79	2.2

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

## Feldbewehrung

Feld	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	min $M_{y,d}$ [kNm]	$d$ [cm]	$k_x$	$A_{s,u}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,o}$ [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.07	0.07	2.83	2.83	70.5	0.01	2.2	0.0	<sup>1</sup> 1
	1.42	1.42	34.88	34.88	70.5	0.04	2.2	0.0	<sup>1</sup> 3
	2.58	2.58	10.35	10.35	70.6	0.02	2.2	0.0	<sup>1</sup> 3

Am ersten Auflager sind mindestens 2.2 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.2 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

## Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$k_z$	$V_{Ed}$ [kN]	$\theta$ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$a_{max}$ [cm]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.06	0.06	0.90	43.5	18.4	54.5	609.1	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.35	0.35	0.90	43.5	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	1
	rechts	0.71	0.71	0.90	31.7	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.77	0.77	0.90	19.3	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	6
	*	1.41	1.41	0.90	7.1	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	7
2	links	0.12	2.71	0.90	-40.9	18.4	54.5	609.1	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.71	2.12	0.90	-30.9	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	links	0.35	2.48	0.90	-40.9	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	links	0.83	2.00	0.90	-20.4	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	8
	*	1.41	1.41	0.90	7.1	18.4	54.5	609.1	30.0	2.32 <sup>1</sup>	7

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Fugenbewehrung Fuge 1 (glatt)

Stütze	$x_{rel}$ [m]	$x$ [m]	$k_z$	$V_{Ed}$ [kN]	$b_w$ [cm]	$v_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$v_{Rd,j}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$v_{Rd,max}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$a_{sw}$ [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.90	43.5	19.0	359	230	1700	
	0.35	0.35	0.90	43.5	19.0	359	230	1700	0.79
	1.35	1.35	0.99	7.1	19.0	58	230	1700	
2 li	0.00	2.83	1.00	-40.9	19.0	332	230	1700	
	0.35	2.48	0.99	-40.9	19.0	332	230	1700	0.62
	1.35	1.48	0.99	-9.1	19.0	74	230	1700	

$c_j = 0.20$   $\mu = 0.60$   $v = 0.20$  (glatt)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

## Schulterschub

Feld	$x_a$ [cm]	$x_e$ [cm]	$M_{li}$ [kNm]	$M_{re}$ [kNm]	$a_v$ [cm]	$b_{eff}$ [cm]	$d_{Fcd}$ [kN]	$v_{Ed}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$v_{Ed,zul}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$a_{sf}$ [cm <sup>2</sup> /m]
Feld 1	0.5	71.0	0.22	26.55	70.5	26.0	0.8	4.53	6278.15	0.02
	71.0	141.5	26.55	34.88	70.5	26.0	0.3	1.43	6278.15	0.01
	141.5	212.2	34.88	25.28	70.7	26.0	0.3	1.65	6278.15	0.01
	212.2	282.8	25.28	0.12	70.7	26.0	0.8	4.32	6278.15	0.02

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.19	0.0	0.01	10

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 2.12$   $\epsilon_{cs} = -0.47$  ‰

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	1.19	0.01	1/35809	0.02	1/12085	0.02	0.02

## Spannungsbegrenzung

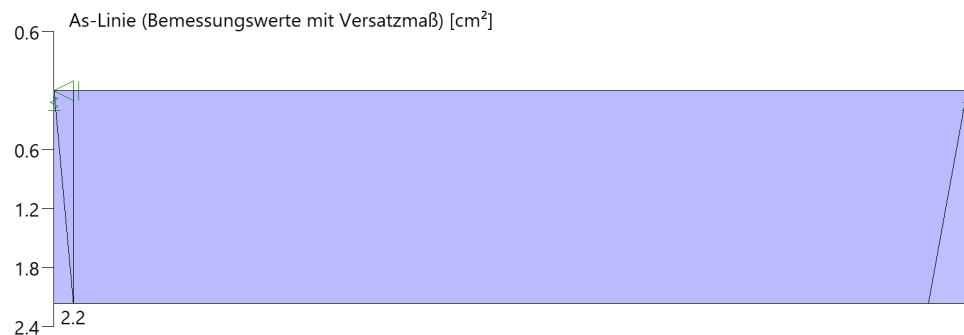
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

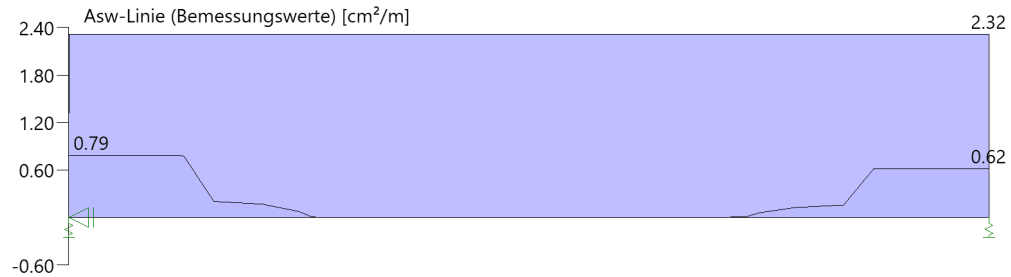
Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40$  mm

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50$  N/mm<sup>2</sup>

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.06	1.67	3.1	2.3	8.24	-0.20	14	100	11
	1.19	21.56	3.1	2.3	106.87	-2.55	14	100	12
	1.41	22.33	3.1	2.3	110.66	-2.64	14	100	12
	1.64	21.26	3.1	2.3	105.40	-2.51	14	100	12
	2.71	3.15	3.1	2.3	15.59	-0.37	14	100	12

## As-Deckungslinien





#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,83	2,83	2,2	3,1	3,1	2Ø14

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	1,41	1,41	0,0	2,3	2,3	2Ø12
1,41	2,83	1,41	0,0	2,3	2,3	2Ø12

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,06	2,94	3,00	2,3	6,7	Ø8/15

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	22.8 -0.02 0.0 0.0	22.8 8.5 0.0 0.0		
2	2.83	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten sonstige veränderliche Einwirkungen	21.5 -0.02 0.0 0.0	21.5 8.0 0.0 0.0		

##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	43.5 22.7			
2	2.83	Lk 3 Lk 4	40.9 21.4			

## **2.4. Bemessung Decke über Ebene 3**

### **2.4.1. Beschreibung**

Aufgrund des identischen Grundrisses der Ebene 3 mit der Ebene 4, wird hier auf eine Wiederholung der Deckenbemessung verzichtet.

Alle Bauteile der Decke über Ebene 3 sind somit wie bei Decke über Ebene 4 auszuführen.

Um eventuell zukünftige Änderungen innerhalb dieser Deckenebene zuordnen zu können, werden die statischen Positionen mit dem Bestandteil „03“ statt „04“ benannt.

Die Grundlagen für die Bemessung sind in Statik Teil 0 „Allgemeines“ zusammengefasst. Sofern in den folgenden Kapiteln einzelne Angaben vom Statik Teil 0 abweichen, sind diese Angaben im Zuge der fortschreitenden Planung überholt worden und werden durch die Angaben in diesem Teil der Statik ersetzt.

Nachweise für Bauzustände sowie für Arbeitsfugen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen.

## 2.5. Bemessung Decke über Ebene 2 / Foyer

### 2.5.1. Beschreibung

Die Deckenflächen dieser Decke werden mit dem hier beschriebenen FE-System berechnet.

Nicht behandelte Bestandteile wie z.B. die Treppenhäuser werden im Kapitel Sonderbetrachtungen ergänzt.

Die Bemessung der Decke erfolgt mithilfe der EDV. Die Decke wird als FE-System mit dem Berechnungsprogramm Frilo PLT modelliert.

Die Abbildung erfolgt als gefedert gelagerte Platte.

Stützen werden dabei als Punktlager und tragende Wände als Linienlager berücksichtigt.

Die Grundlagen für die Bemessung sind in Statik Teil 0 „Allgemeines“ zusammengefasst.

Sofern in den folgenden Kapiteln einzelne Angaben vom Statik Teil 0 abweichen, sind diese Angaben im Zuge der fortschreitenden Planung überholt worden und werden durch die Angaben in diesem Teil der Statik ersetzt.

Nachweise für Bauzustände sowie für Arbeitsfugen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen.

## 2.5.2. Grundlagen

### Übersicht der Bauteilabmessungen und Baustoffe

<u>Deckenstärke</u>	<u>Beton</u>	<u>Betonstahl</u>
25 cm	C 30/37	B 500 A (S)

### Bewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung.
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für Flachdecken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 Tab. 5.9 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von REI 90:

Mindestdicke	$h_s = 20 \text{ cm}$	$h_{\text{vorh}} \geq 20 \text{ cm}$
Mindestachsabstand	$a_{\text{min}} = 25 \text{ mm}$	$a_{\text{vorh}} \geq 25 \text{ mm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

### Umweltbedingungen und Betondeckung

Angaben gemäß Statik Teil 0 und DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1 NA, Abschnitt 4.2, 4.4 und 7.3:

#### A) Allgemein Oberseite und Unterseite

Expositionsklasse	XC1, W0
Betondeckung	bis $d_s = 10 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$ ab $d_s = 12 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,4 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

#### B) Dachdecken, Terrassen – Oberseite

Expositionsklasse	XC3, WF
Betondeckung	bis $d_s = 20 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ ab $d_s = 25 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,3 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

## 2.5.3. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Bei der Begrenzung der Rissbreite für die Stahlbetonbauteile wurde ein Beton unter Berücksichtigung der aktuell angebotenen Baustoffe sowie der einschlägigen Veröffentlichungen angenommen. Die für die Rissbildung entscheidende frühe Zugfestigkeitsentwicklung wird entsprechend der Bauteilstärke und dem Erhärtungsverlauf angenommen.

Es wird ein **normal erhärtender Beton** angenommen

$$\max f_{ct,eff,3d} = 0,65 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h \leq 30 \text{ cm})$$

$$\max f_{ct,eff,5d} = 0,75 * f_{ctm,28d}$$

$$\max f_{ct,eff,7d} = 0,85 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h = 80 \text{ cm})$$

Dies ist bei der Festlegung der Festigkeitsentwicklung des Betons und der Bauausführung geeignet zu berücksichtigen. Die betroffenen Bauteile sind explizit in der Ausschreibung anzugeben, auf den Ausführungsplänen der von dieser Annahme betroffenen Bauteile ist die obige Festlegung jeweils mit anzugeben.

Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen gegen späten Zwang während des Bauzustandes, z.B. im Winter, durch die ausführende Firma eigenverantwortlich festzulegen und auszuführen.

Details dazu siehe DBV Merkblatt Begrenzung der Rissbildung sowie „Erläuterungen zur Änderung des deutschen Nationalen Anhangs zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12)“ von Fingerloos und Hegger aus Beton- und Stahlbetonbau 111 (2016), Heft 1.

- Grundbewehrung: Ø 12 | 15 # (7,54 cm<sup>2</sup>/m) oben + unten



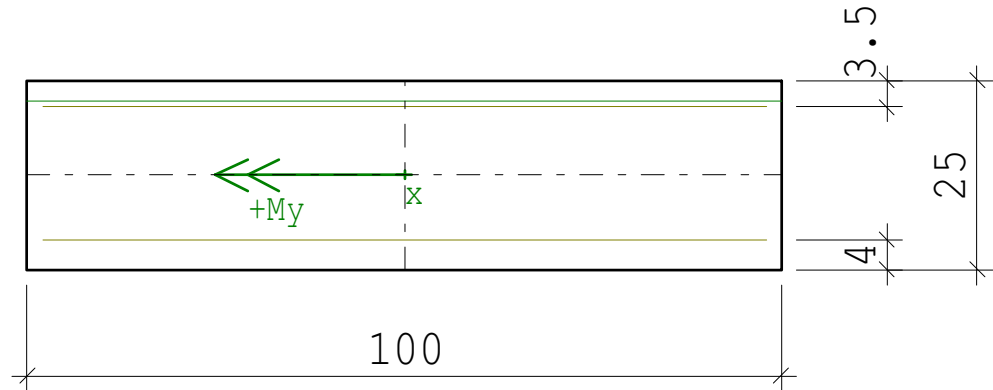
## D-02 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Maßstab 1 : 10

XC1/W0

XC1/W0



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl

B500A

Beton

C 30/37

t= 4d (normale Erh.)

Betonzugfestigkeit

kFct(t)= 0.66 (Gl. 3.4)

fcteff= 1.92 N/mm<sup>2</sup>

E-Modul Beton

$\alpha E$  = 1.00 (Zuschlagstoffe)

kEc(t) = 0.88 (nach MC90)

Ecm= 29168 N/mm<sup>2</sup>

KRIECHZAHL

Betonalter

t = 4 Tage

junger Beton

$\phi t$  = 0.48 (nach Lohmeyer)

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff

W0

Bewehrungskorrosion

XC1

Mindestbetonklasse

C 16/20

Längsbewehrung

d<sub>s,l</sub> = 12 mm

Vorhaltemaß

$\Delta C_{dev}$  = 10 mm

Längsbewehrung

c<sub>min,l</sub> = 12 mm \*5

Betondeckung

c<sub>nom,l</sub> = 22 mm

Verlegemaß Bügel

c<sub>v,b</sub> = 22 mm

zul. Rissbreite

w<sub>max</sub> = 0.40 mm

\*5: Verbund maßgebend

### QUERSCHNITT

Rechteck

b<sub>w</sub> = 100.0 cm

h = 25.0 cm

Bewehrung

d<sub>ob</sub> = 3.5 cm

d<sub>un</sub> = 4.0 cm

## NACHWEIS RISSBREITE

$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$        $d_s = 12.0 \text{ mm}$

Lastbeanspruchung (Dauerlast  $\beta_t = 0.4$ )

q.-stä. LK       $N_{xd} = 0.0 \text{ kN}$        $M_{yd} = 10.0 \text{ kNm}$

gewählt:       $A_{so} = 7.85 \text{ cm}^2$

Dehnung mit  $\phi = 0.48$        $\epsilon_1 = -0.21 \text{ o/oo}$        $\epsilon_2 = 1.69 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe       $X = 27.7 \text{ mm}$

$\epsilon_{2s} = 1.39 \text{ o/oo}$        $F_s = 48.7 \text{ kN}$

$heff = 7.4 \text{ cm}$        $F_{cre} = 142.3 \text{ kN}$

erforderlich:       $A_{su} = 1.76 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, Dauerlast  $k_t = 0.4$

Risschnittkräfte:      vorgegebene Längskraft  $N_{cr} = 0.00 \text{ kN}$

$f_{cteff} = 1.92 \text{ N/mm}^2$

Teilquer- schnitt-	$d_s$ [mm]	$w_{max}$ [mm]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$heff$ [cm]	$A_{s751a}$ [cm <sup>2</sup> ]	$k_c$	$k$	$A_{s751b}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s71}$ [cm <sup>2</sup> ]
Steg ob+un	12	0.40	277.1	10.5	14.55	1.00	0.80	7.68	13.69
maßgebend: $A_s =$		13.69	cm <sup>2</sup> , je Seite		$A_s = 6.85$	cm <sup>2</sup>			

## 2.5.4. Einwirkungen

Das Eigengewicht der Strukturelemente wird automatisch durch die EDV mit einer Wichte von  $25 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Flächenlasten

Ausbau	$\Delta g =$	$2,00 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast C1 + LWZ	$q =$	$3,80 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast C3 in Flurbereichen	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast T2 im Treppenbereich	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$

### Linienlasten

Fassade	$\Delta g =$	$5,00 \text{ kN/m}$
---------	--------------	---------------------

Momente aus ausmittiger Lasteinleitung der Stützen in Unterzug:

Lasteinleitung über 1,5 m

Pos. 03-S1: Ausmitte: 0,23	$Mg1 = 530,1 \text{ kN} \times 0,23 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 83,33 \text{ kNm/m}$
Pos. 03-S1: Ausmitte: 0,23	$Mq1 = 193,0 \text{ kN} \times 0,23 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 29,60 \text{ kNm/m}$
Pos. 03-S2: Ausmitte: 0,23	$Mg2 = 400,0 \text{ kN} \times 0,23 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 61,33 \text{ kNm/m}$
Pos. 03-S2: Ausmitte: 0,23	$Mq2 = 137,6 \text{ kN} \times 0,23 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 21,10 \text{ kNm/m}$
Pos. 03-S3: Ausmitte: 0,23	$Mg3 = 633,2 \text{ kN} \times 0,32 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 135,1 \text{ kNm/m}$
Pos. 03-S3: Ausmitte: 0,23	$Mq3 = 240,6 \text{ kN} \times 0,32 \text{ m} / 1,50 \text{ m} = 51,33 \text{ kNm/m}$

Die Zentrierung der Lasten innerhalb der Deckenebene ist somit berücksichtigt.

## 2.5.5. Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung

Auf den folgenden Seiten sind die erforderlichen Strukturbeschreibungen des untersuchten Tragwerks als Ausgabeplots des verwendeten FE-Systems Frilo PLT dargestellt. Dabei sind die Ausgabeplots wie folgt angeordnet:

### **Ausgabeplot Frilo PLT**

System

Materialkennwerte

Bemessungsvorgaben

Systemeigenschaften

FE-Netz

Lastfälle

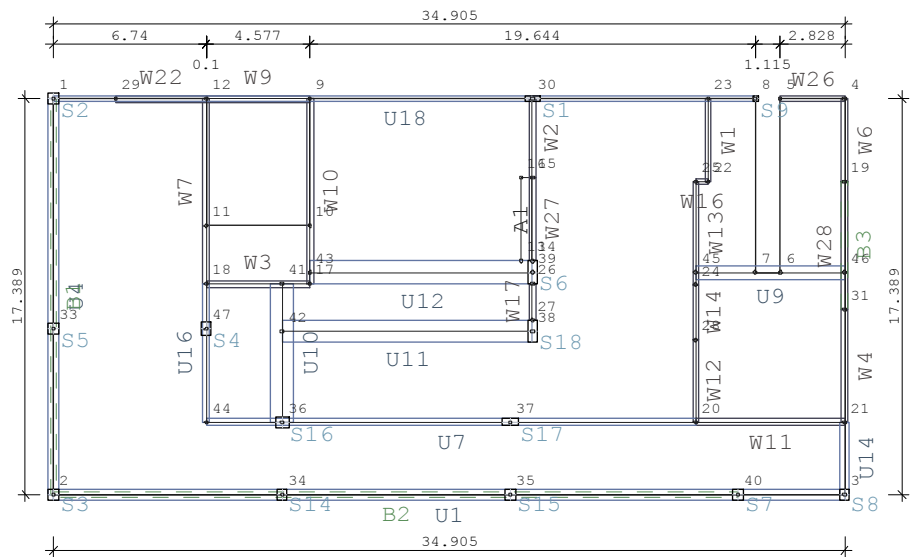
Überlagerungen

D-02 Decke über Ebene 2 / Foyer

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P06)

System

Grundriss  
Maßstab 1 : 333



Übersicht

Plattendicke	25.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m <sup>3</sup> ]
Systempunkte	46
Wandzüge	18
Stützen	14
Unter-/Überzüge	10
Brüstungen	3
Aussparungen	1

Material

Beton	C 30/37
E-Modul	3300 [kN/cm <sup>2</sup> ]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m <sup>3</sup> ]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]

Bemessung: Einstellungen

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

## Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte  
oben as-1 : 7.54 as-2 : 7.54 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1 : 7.54 as-2 : 7.54 [cm<sup>2</sup>/m]  
- Unter-/Überzüge  
oben 5.0 [cm<sup>2</sup>]  
unten 6.0 [cm<sup>2</sup>]

## Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

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

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben
Betonangriff	X0		X0
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20
Durchmesser, längs	ds,L : 12.0		ds,L : 12.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0		ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	$\Delta c$ : 1.0		$\Delta c$ : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$ : -0.0		$\Delta \Delta c$ : -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.2		cmin,L : 1.2 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.2		cnom,L : 2.2 [cm]
Zul. Rissbreite	wk : 0.40		wk : 0.40 [mm]

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit  
dem jeweils maximalen Wert aus  
- der global vorgegebenen Bewehrung  
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung  
Längsbewehrung wird erhöht, falls Nachweis nicht möglich oder Rissbreiten größer als zulässig

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Durchbiegungen (Zustand II)

Belastungsalter  $t_0$  28 [d]  
 Endkriechbeiwert  $\phi$  2.56 [-]  
 Schwinddehnung  $\epsilon_{cs}$  -0.49 [1/1000]

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

## FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente  
 Anzahl der Knoten 4910  
 Anzahl der Elemente 4711  
 Durchschnittliche Elementgröße 35 [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 [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	16.558	27.424	2	16.558	10.035
3	51.463	10.035	4	51.463	27.424
5	48.635	27.424	6	48.635	19.790
7	47.520	19.790	8	47.520	27.424
9	27.876	27.424	10	27.876	21.841
11	23.299	21.841	12	23.298	27.424
13	37.203	20.290	14	37.703	20.290
15	37.703	23.960	16	37.203	23.960
17	27.876	19.290	18	23.300	19.290
19	51.463	23.777	20	44.888	13.199
21	51.463	13.199	22	45.431	23.780
23	45.431	27.424	24	44.887	19.255
25	44.887	23.780	26	37.703	19.290
27	37.703	17.691	28	44.887	16.816
29	19.304	27.424	30	37.702	27.424
31	51.463	18.169	33	16.558	17.327
34	26.653	10.035	35	36.719	10.035
36	26.643	13.199	37	36.709	13.199
38	37.703	17.191	39	37.703	19.790
40	46.774	10.035	41	26.643	19.290
42	26.643	17.191	43	27.876	19.790
44	23.302	13.199	45	44.887	19.790
46	51.463	19.790	47	23.301	17.306

## Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	4	5			
5	5	6			
6	6	7			
7	7	8			
8	8	9			

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
9	9	10			
10	10	11			
11	11	12			
12	12	1			

#### Aussparungen

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	13	14			
	2	14	15			
	3	15	16			
	4	16	13			

#### Wände

##### Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	25.0	3.644	22	23				C 30/37
2	25.0	3.464	15	30				C 30/37
3	30.0	4.576	17	18				C 30/37
4	30.0	4.971	21	31				C 30/37
6	30.0	3.647	19	4				C 30/37
7	30.0	8.134	12	18				C 30/37
9	30.0	4.578	9	12				C 30/37
10	30.0	8.134	17	9				C 30/37
11	30.0	6.575	20	21				C 30/37
12	25.0	3.618	20	28				C 30/37
13	25.0	4.525	24	25				C 30/37
14	25.0	2.439	28	24				C 30/37
16	25.0	0.544	25	22				C 30/37
17	25.0	1.599	26	27				C 30/37
22	30.0	3.994	12	29				C 30/37
26	24.0	2.828	4	5				KSP-12-1,6-DM
27	25.0	3.670	14	15				C 30/37
28	30.0	5.608	19	31				C 30/37

#### Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zugfeder-Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1	NEIN	2115385	frei	frei
2	NEIN	2115385	frei	frei
3	NEIN	2538462	frei	frei
4	NEIN	2538462	frei	frei
6	NEIN	2538462	frei	frei
7	NEIN	2538462	frei	frei
9	NEIN	2538462	frei	frei
10	NEIN	2538462	frei	frei
11	NEIN	2538462	frei	frei
12	NEIN	2115385	frei	frei
13	NEIN	2115385	frei	frei
14	NEIN	2115385	frei	frei



Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
16	NEIN	2115385	frei	frei
17	NEIN	2115385	frei	frei
22	NEIN	2538462	frei	frei
26	NEIN	409231	frei	frei
27	NEIN	2115385	frei	frei
28	NEIN	2538462	frei	frei

#### Stützen

#### Eigenschaften

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
1	30	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50
2	1	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
3	2	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
4	47	Rechteck	40.0	60.0			C 40/50
5	33	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
6	39	Rechteck	40.0	100.0			C 40/50
7	40	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
8	3	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
9	8	Rechteck	25.0	25.0			C 30/37
14	34	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
15	35	Rechteck	45.0	45.0			C 40/50
16	36	Rechteck	60.0	50.0			C 40/50
17	37	Rechteck	70.0	30.0			C 40/50
18	38	Rechteck	40.0	100.0			C 40/50

#### 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	1570513	frei	frei
2	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
3	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
4	NEIN	0.0	2153846	frei	frei
5	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
6	NEIN	0.0	3589744	frei	frei
7	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
8	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
9	NEIN	0.0	528846	frei	frei
14	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
15	NEIN	0.0	1817308	frei	frei
16	NEIN	0.0	2692308	frei	frei
17	NEIN	0.0	1884615	frei	frei
18	NEIN	0.0	3589744	frei	frei

## Unter-/Überzüge

### Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	34.905	2	3			
U4	1	17.389	2	1			
U7	1	21.586	44	20			
U9	1	6.576	45	46			
U10	1	6.091	36	41			
U11	1	11.060	42	38			
U12	1	9.827	43	39			
U14	1	3.164	3	21			
U16	1	6.091	18	44			
U18	1	30.962	1	8			

### Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Unterzug	45.0	25.0	45.0	100.0	1.00	0.01
U4	Unterzug	45.0	25.0	45.0	100.0	1.00	0.01
U7	Unterzug	30.0	25.0	30.0	125.0	1.00	0.30
U9	Unterzug	60.0	25.0	60.0	80.0	1.40	0.01
U10	Unterzug	100.0	25.0	100.0	100.0	2.50	0.30
U11	Unterzug	100.0	25.0	100.0	95.0	2.00	0.30
U12	Unterzug	100.0	25.0	100.0	95.0	1.50	0.30
U14	Unterzug	45.0	25.0	45.0	100.0	1.00	0.01
U16	Unterzug	30.0	25.0	30.0	125.0	1.00	0.30
U18	Überzug	25.0	25.0	25.0	110.0	1.40	0.01

### Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage oben [cm]	unten [cm]
U1	C 30/37	6.5	6.5
U4	C 30/37	6.5	6.5
U7	C 30/37	5.5	5.3
U9	C 30/37	4.0	4.0
U10	C 30/37	5.0	9.0
U11	C 30/37	5.0	9.0
U12	C 30/37	5.0	9.0
U14	C 30/37	6.5	6.5
U16	C 30/37	5.5	5.3
U18	C 30/37	4.6	4.6

### Brüstungen

#### Geometrie

Nummer	Achse	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
B1	1	2	1			
B2	1	2	40			
B3	1	31	19			

## Querschnitte, Material

Nummer	Typ	Breite [cm]	Höhe [cm]	Material
B1	aufgesetzt	25.0	85.0	C 30/37
B2	aufgesetzt	25.0	85.0	C 30/37
B3	aufgesetzt	25.0	85.0	C 30/37

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### 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	35
Punktlasten	9
Linienlasten	12
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	7977 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	5226 [kN]
Summe aller Lasten	13203 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	13203 [kN]

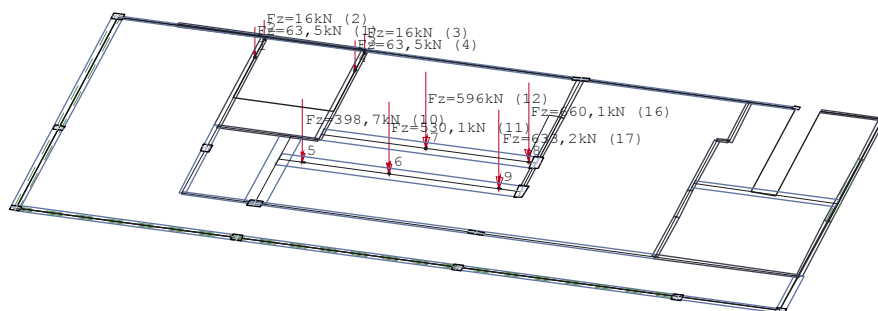
### HINWEIS

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 "Lastfall G"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

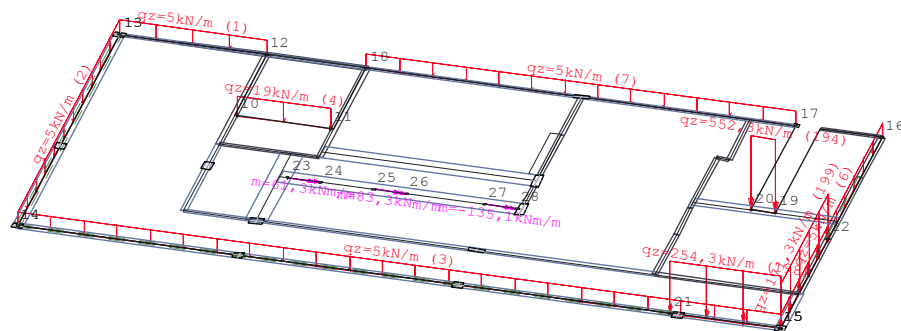
### Punktlasten

Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
1	1	63.50	0.00	0.00	0.0
2	2	16.00	0.00	0.00	0.0
3	3	16.00	0.00	0.00	0.0
4	4	63.50	0.00	0.00	0.0
10	5	398.66	0.00	0.00	0.0
11	6	530.13	0.00	0.00	0.0
12	7	596.00	0.00	0.00	0.0
16	8	660.12	0.00	0.00	0.0
17	9	633.22	0.00	0.00	0.0
Gesamt		2977.12	Anteil auf der Platte		

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Linienlasten

### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	12	13			
2	13	14			
3	14	15			
4	10	11			
6	15	16			
7	17	18			
10	25	26			
11	23	24			
17	27	28			
194	19	20			
198	21	15			
199	15	22			

### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	5.00	5.00	0.00	0.00
2	5.00	5.00	0.00	0.00
3	5.00	5.00	0.00	0.00
4	19.00	19.00	0.00	0.00
6	5.00	5.00	0.00	0.00
7	5.00	5.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	83.30	83.30
11	0.00	0.00	61.30	61.30
17	0.00	0.00	-135.10	-135.10
194	552.32	552.32	0.00	0.00
198	254.32	254.32	0.00	0.00
199	171.28	171.28	0.00	0.00

### Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	33.70	33.70
2	86.95	86.95
3	174.53	174.53
4	81.28	81.28
6	86.95	86.95
7	98.22	98.22
10	0.00	0.00
11	0.00	0.00
17	0.00	0.00
194	615.83	615.83
198	1281.54	1281.54
199	1393.22	1393.22

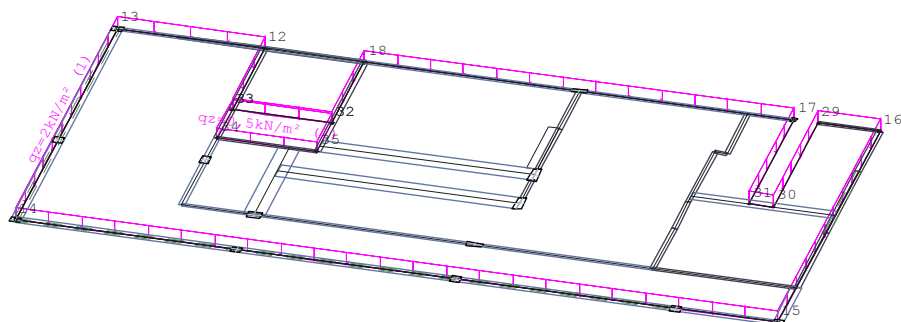
Gesamt 3852.21

3852.21

### Lastfall 1 "Lastfall G"

#### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G" Flächenlasten

### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.00	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	29			
		5	29	30			
		6	30	31			
		7	31	17			
		8	17	18			
		9	18	32			
		10	32	33			
		11	33	12			
2	0.50	12	12	13			
		1	34	35			
		2	35	32			
		3	32	33			
		4	33	34			

### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1145.83	1142.12
2	5.84	5.84
Gesamt	1151.67	1147.96

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### 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	32
Punktlasten	5
Linienlasten	6
Flächenlasten	4
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	2337 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	2337 [kN]

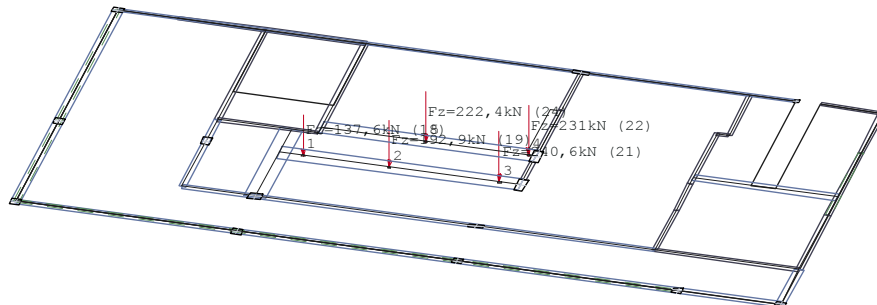
### HINWEIS

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 "Lastfall Q"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

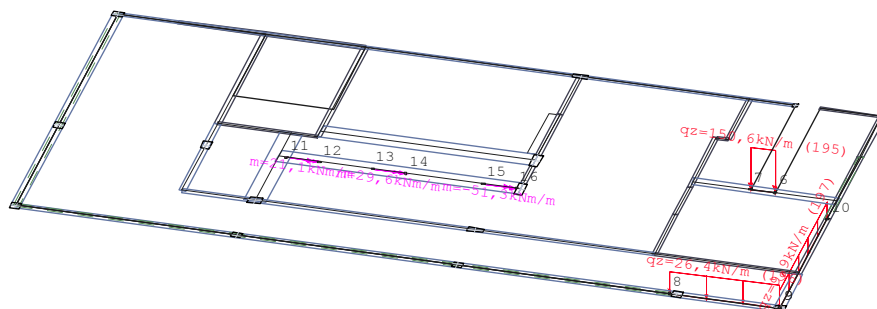
### Punktlasten

Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
18	1	137.60	0.00	0.00	0.0
19	2	192.95	0.00	0.00	0.0
21	3	240.58	0.00	0.00	0.0
22	4	230.97	0.00	0.00	0.0
24	5	222.37	0.00	0.00	0.0
Gesamt		1024.47	Anteil auf der Platte		

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Linienlasten

## Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
12	11	12			
14	13	14			
18	15	16			
195	6	7			
196	8	9			
197	9	10			

## Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
12	0.00	0.00	21.10	21.10
14	0.00	0.00	29.60	29.60
18	0.00	0.00	-51.30	-51.30
195	150.63	150.63	0.00	0.00
196	26.37	26.37	0.00	0.00
197	9.92	9.92	0.00	0.00

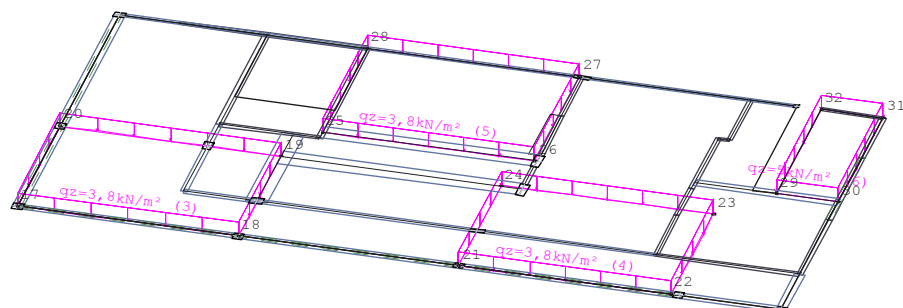
## Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
12	0.00	0.00
14	0.00	0.00
18	0.00	0.00
195	167.95	167.95
196	132.89	132.89
197	80.65	80.65
<b>Gesamt</b>	<b>381.49</b>	<b>381.49</b>

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333





**Lastfall 2 "Lastfall Q"**  
**Flächenlasten**

**Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	3.80	1	17	18			
		2	18	19			
		3	19	20			
		4	20	17			
4	3.80	1	21	22			
		2	22	23			
		3	23	24			
		4	24	21			
5	3.80	1	25	26			
		2	26	27			
		3	27	28			
		4	28	25			
6	5.00	1	29	30			
		2	30	31			
		3	31	32			
		4	32	29			

**Lastsummen**

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	278.92	278.92
4	268.15	268.15
5	281.22	276.02
6	107.87	107.87
Gesamt	936.17	930.97

## Lastfall 3 "q2"

### 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	20
Punktlasten	4
Linienlasten	1
Flächenlasten	5
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	524 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	524 [kN]

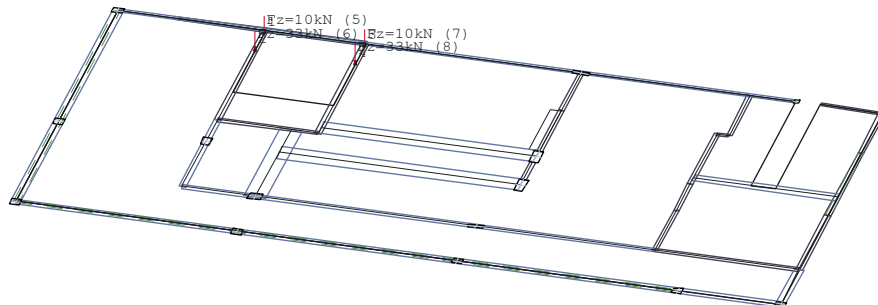
### HINWEIS

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 "q2"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 3 "q2"

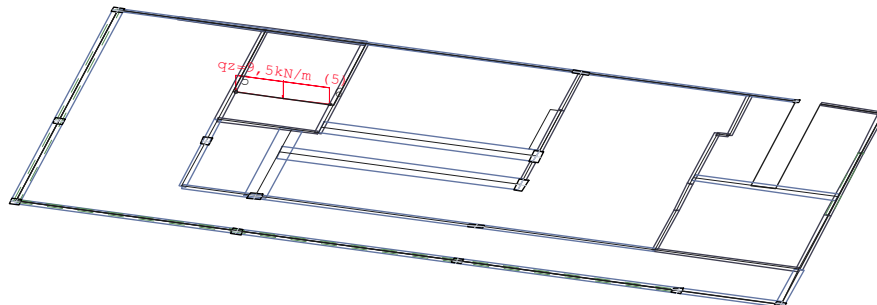
### Punktlasten

Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
5	1	10.00	0.00	0.00	0.0
6	2	33.00	0.00	0.00	0.0
7	3	10.00	0.00	0.00	0.0
8	4	33.00	0.00	0.00	0.0
Gesamt		86.00	Anteil auf der Platte		

## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
5	5	6			

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
5	9.50	9.50	0.00	0.00

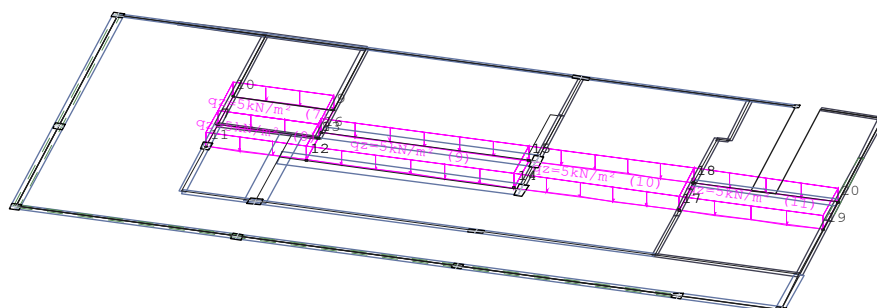
#### Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
5	40.64	40.64
Gesamt	40.64	40.64

## Lastfall 3 "q2"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



**Lastfall 3 "q2"**  
**Flächenlasten**

**Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
7	5.00	1	7	8			
		2	8	9			
		3	9	10			
		4	10	7			
8	5.00	1	11	12			
		2	12	13			
		3	13	7			
		4	7	11			
9	5.00	1	12	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	12			
10	5.00	1	14	17			
		2	17	18			
		3	18	15			
		4	15	14			
11	5.00	1	17	19			
		2	19	20			
		3	20	18			
		4	18	17			

**Lastsummen**

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
7	58.40	58.40
8	45.38	45.38
9	117.97	117.97
10	93.90	93.90
11	81.71	81.69
Gesamt	397.36	397.33

## Lastfall 4 "q3"

### 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	12
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	824 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	823 [kN]

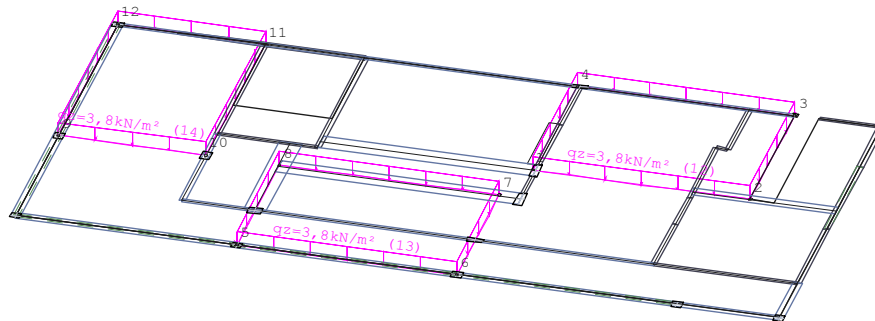
### HINWEIS

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 "q3"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 4 "q3"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
12	3.80	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
13	3.80	1	5	6			
		2	6	7			

Nummer	Lastwert [kN/m <sup>2</sup> ]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
14	3.80	3	7	8			
		4	8	5			
		1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	9			

## Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
12	288.26	286.49
13	278.12	278.12
14	259.22	259.19
Gesamt	825.60	823.81

## Überlagerung 1 "Charakteristisch"

### Übersicht

### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
23	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig

## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
23	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### 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
3	9	Windlasten	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.60

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 4 "Maßgebend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	q3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
17	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
18	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
19	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
20	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
21	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
22	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
23	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
24	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig



## 2.5.6. Auflagerkräfte

Auf den folgenden Seiten sind die im Zuge der vorliegenden statischen Berechnung ermittelten Auflagerreaktionen dargestellt.

Die Dokumentation der vertikalen Auflagerreaktionen erfolgt für die folgenden Lastfälle:

### **Überlagerung „Maßgebend“**

Gamma-fache Auflagerkräfte

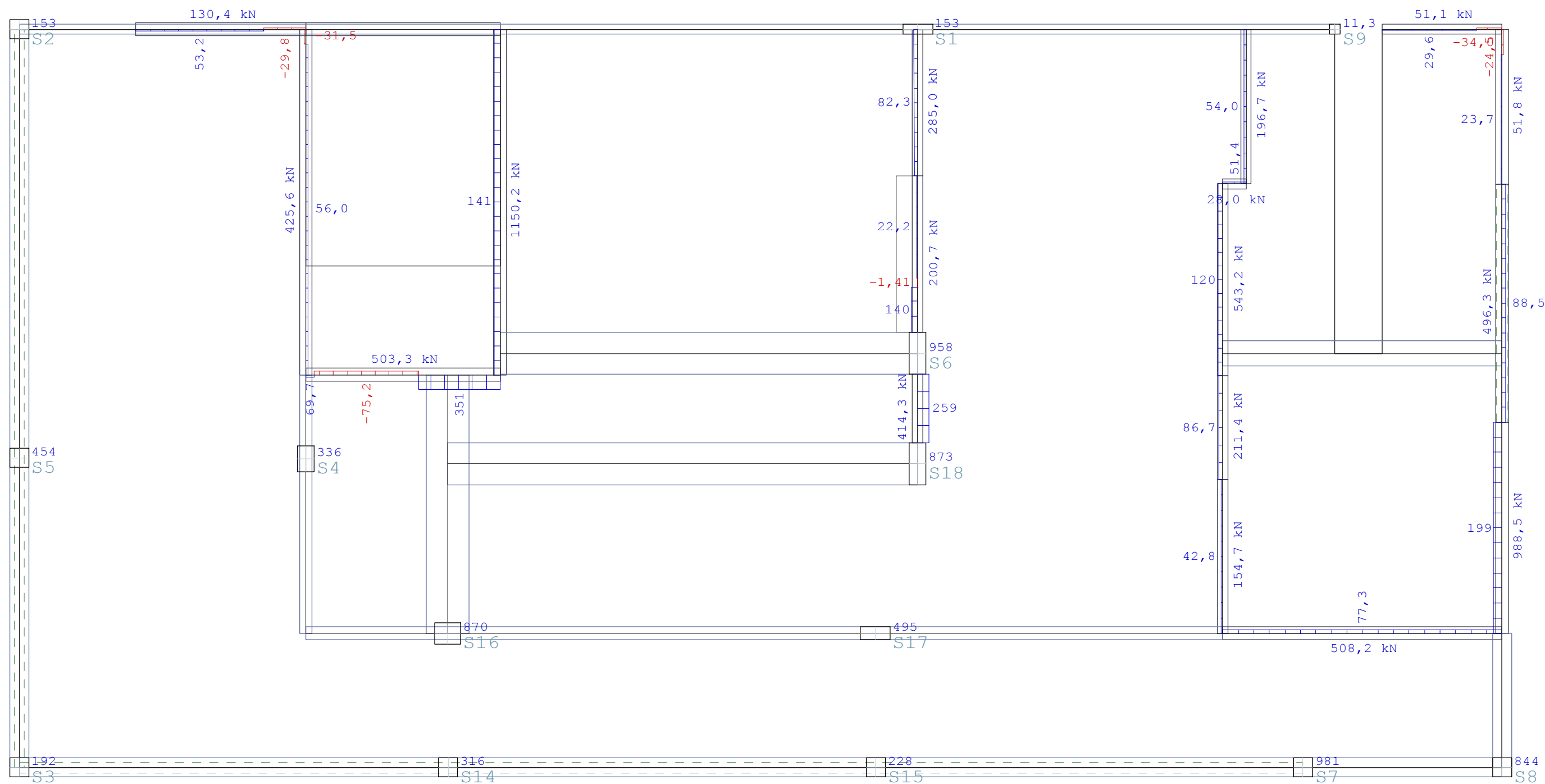
### **Ständige Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 1 „Egw. und Ausbau“

### **Veränderliche Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 2 „Verkehrslast“





Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-02

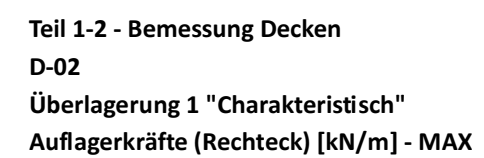
Lastfall 1 "Lastfall G"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - Summe: 13203,1 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100

Seite 1/2- 205



## 2.5.7. Biegebewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die statisch erforderliche Biegebewehrung der Deckenplatte als Ergebnis der FE-Berechnung angegeben.

In der maximalen Bewehrung werden die Tragfähigkeits-, Rissesicherungs- und Robustheitsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 berücksichtigt.

Die erforderliche Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NDP zu 9.2.1.1 (1) Anmerkung 2, ist durch die gewählte Grundbewehrung abgedeckt.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebemessung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist numerisch bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Es ist jeweils die maßgebende Längsbewehrung (Maximum aus Biegebewehrung, Rissbreitenbewehrung und den Nachweisen auf Durchstanzen) einzulegen.

Die im Modell berücksichtigten Bewehrungsrichtungen (lokale x- und y-Richtung) entsprechen dem auf den  $a_s$ -Plots dargestellten globalen Koordinatensystem.

Deckenversprünge sind, sofern vorhanden und nicht anders angegeben, biegesteif zu bewehren.

2

max as-1: 41,1 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
max as-2: 31,8 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

1

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

2

max as-1: 46,1 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] (Gesamt)  
max as-2: 31,8 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]  
as-2: 7,54 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]  
unten as-1: 7,54 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]  
as-2: 7,54 [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ]

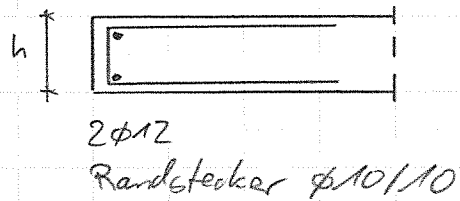
1

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

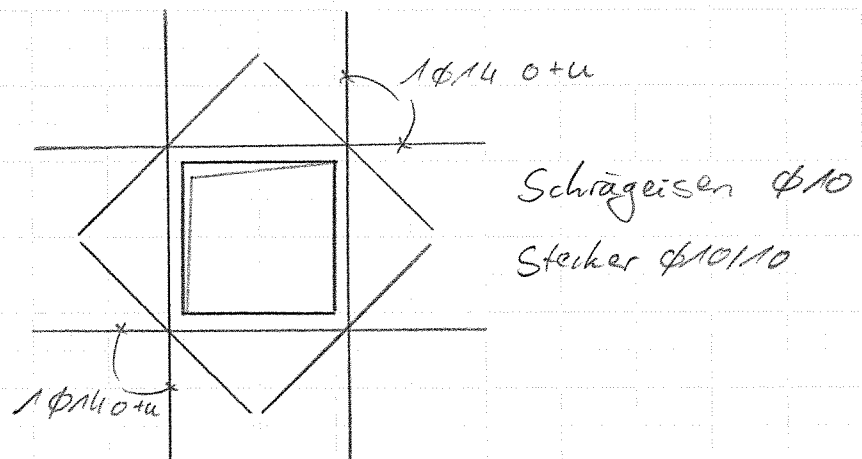
- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

## Konstruktive Bewehrung

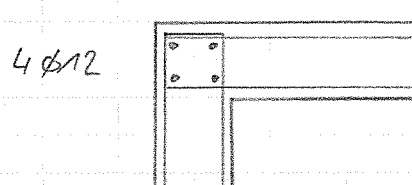
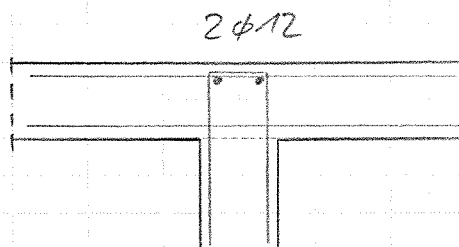
- freie Ränder



- Öffnungen



- Schnittpunkt Wand - Decke





## 2.5.8. Querkraftbewehrung

Nachfolgend sind die für die Querkraftbewehrung maßgebenden Resultate der Berechnung des FE-Systems als Ergebnisplots ausgegeben:

- numerischer  $V_{Ed}$  – Querkraftverlauf
- das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,c}$
- der Druckstrebenneigungswinkel
- Bügelbewehrung  $a_{sb}$  infolge Querkraft
- das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,max}$  für die Werte  $> 1/3$  (1992-1-1/NA:2011-01 NDP 9.3.2 (3))

Im Ergebnisplot „Bügelbewehrung  $a_{sb}$ “ werden die Bereiche sichtbar, in denen die Anordnung einer Querkraftbewehrung erforderlich ist.

Eine Ausführung der Querkraftbewehrung als geschlossenen Bügel ist jedoch nur in den Bereichen notwendig, in denen das Verhältnis  $V_{Ed} / V_{Rd,max} > 1/3$  ist. In den übrigen Bereichen genügt die Anordnung sonstiger Querkraftbewehrungen.

An Querschnittssprüngen, im Bereich von stark unregelmäßigen Elementanordnungen und in auflagnahen Deckenbereichen mit zweiachsender Querkraftbeanspruchung (Stützen, Wandenden, Wandecken) ergeben sich aufgrund von Singularitäten bei der FE-Berechnung sehr hohe bzw. unzulässige Bewehrungen. Diese werden nicht maßgebend und können bei der Wahl der Querkraftbewehrungen vernachlässigt werden.



2)	max as-B: 200 [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	
	Global vorgegebene Längsbewehrung	
	oben	as-1: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m] as-2: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m]
	unten	as-1: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m] as-2: 7,54 [cm <sup>2</sup> /m]
1		

```

2) max as-B: 200 [cm2/m2]
   Global vorgegebene Längsbewehrung
      oben as-1: 7,54 [cm2/m]
         as-2: 7,54 [cm2/m]
      unten as-1: 7,54 [cm2/m]
         as-2: 7,54 [cm2/m]
1) * : unendlich großer oder undefinierter Wert

```

### 2.5.9. Durchstanznachweise

Die Bemessung der Lasteinleitungspunkte in die vertikalen Bauteile (Stützen, Wände) erfolgt in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Art der Querkraftbewehrung (Bügel oder Dübelleisten) und des jeweils gewählten Längsbewehrungsgrades. Es werden entweder Einzelnachweise oder für mehrfach auftretende Geometrien mit ähnlichen Lasten typisierte Nachweise geführt. Der Nachweis erfolgt mit dem Programmsystem Halfen HDB.

Im Durchstanzbereich ist als Längsbewehrung jeweils das Maximum aus der Biegebemessung und den Durchstanznachweisen einzulegen.

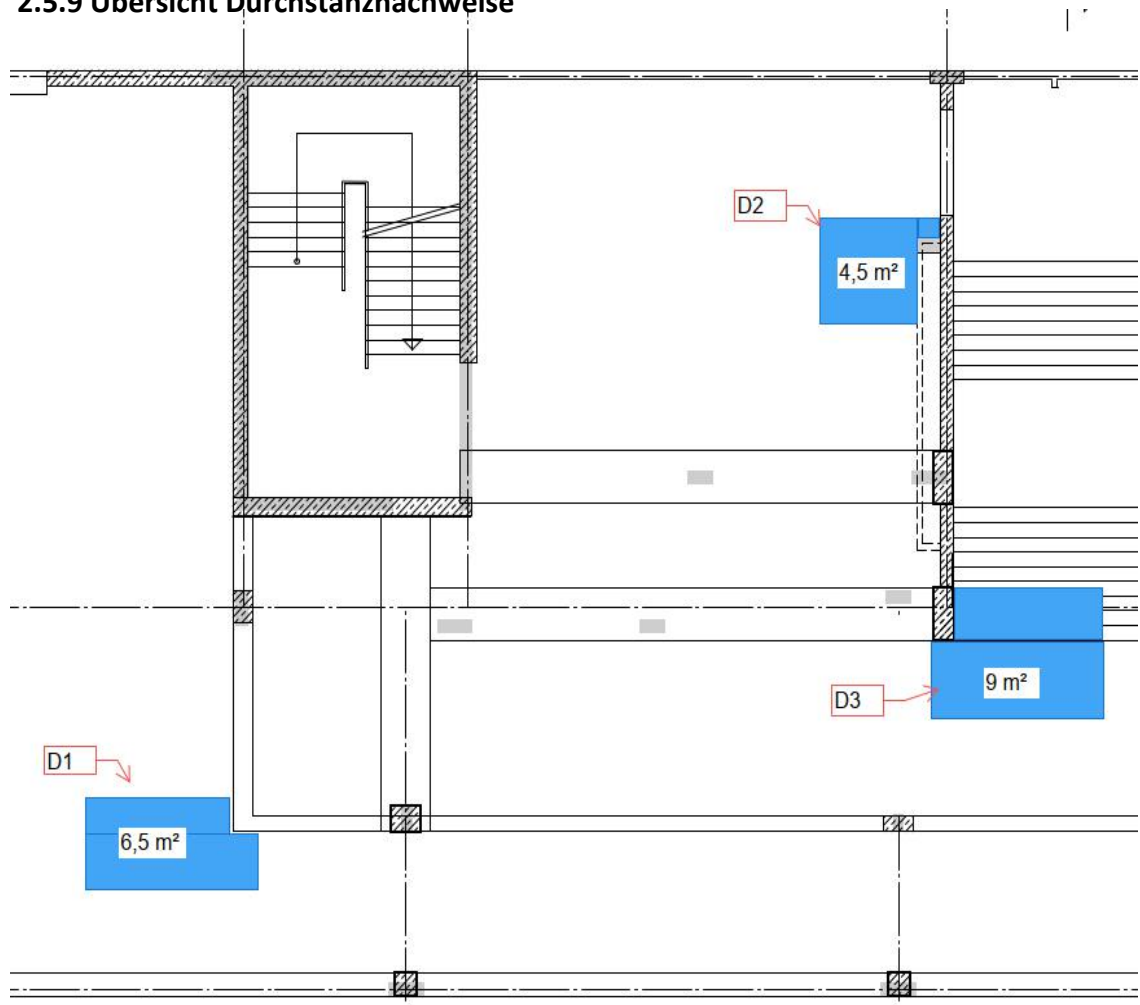
Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebewehrung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist FEM bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Über den Stanzpunkten ist in der unteren Lage eine Kollapsbewehrung / Versagensbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NCI zu 9.4.1 (3) zu berücksichtigen.

#### Übersicht Durchstanznachweise

Typ	h [cm]	d [cm]	GB [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Zulagen [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	a <sub>s,ges</sub> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	V <sub>ed</sub> ≤ [kN]	Dübel- leisten [ - ]	Beton [ - ]	Durch- bruch [ - ]
D1	25,0	21,0	7,54 d12/15		7,54	110	-	C 30/37	-
D2	25,0	21,0	7,54 d12/15		7,54	76	-	C 30/37	ja
D3	25,0	21,0	7,54 d12/15		7,54	152	-	C 30/37	-

### 2.5.9 Übersicht Durchstanznachweise



Lastzusammenstellung:

D1:  $V_{Ed} = 1,35 \times (6,25 + 2,0) + 1,5 \times 3,80 \text{ kN/m}^2 \times 6,5 \text{ m}^2 = 109,55 \text{ kN}$

D2:  $V_{Ed} = 1,35 \times (6,25 + 2,0) + 1,5 \times 3,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,5 \text{ m}^2 = 75,85 \text{ kN}$

D3:  $V_{Ed} = 1,35 \times (6,25 + 2,0) + 1,5 \times 3,80 \text{ kN/m}^2 \times 9,0 \text{ m}^2 = 151,70 \text{ kN}$

## D-02-D1 Durchstanznachweis Ecke Unterzug

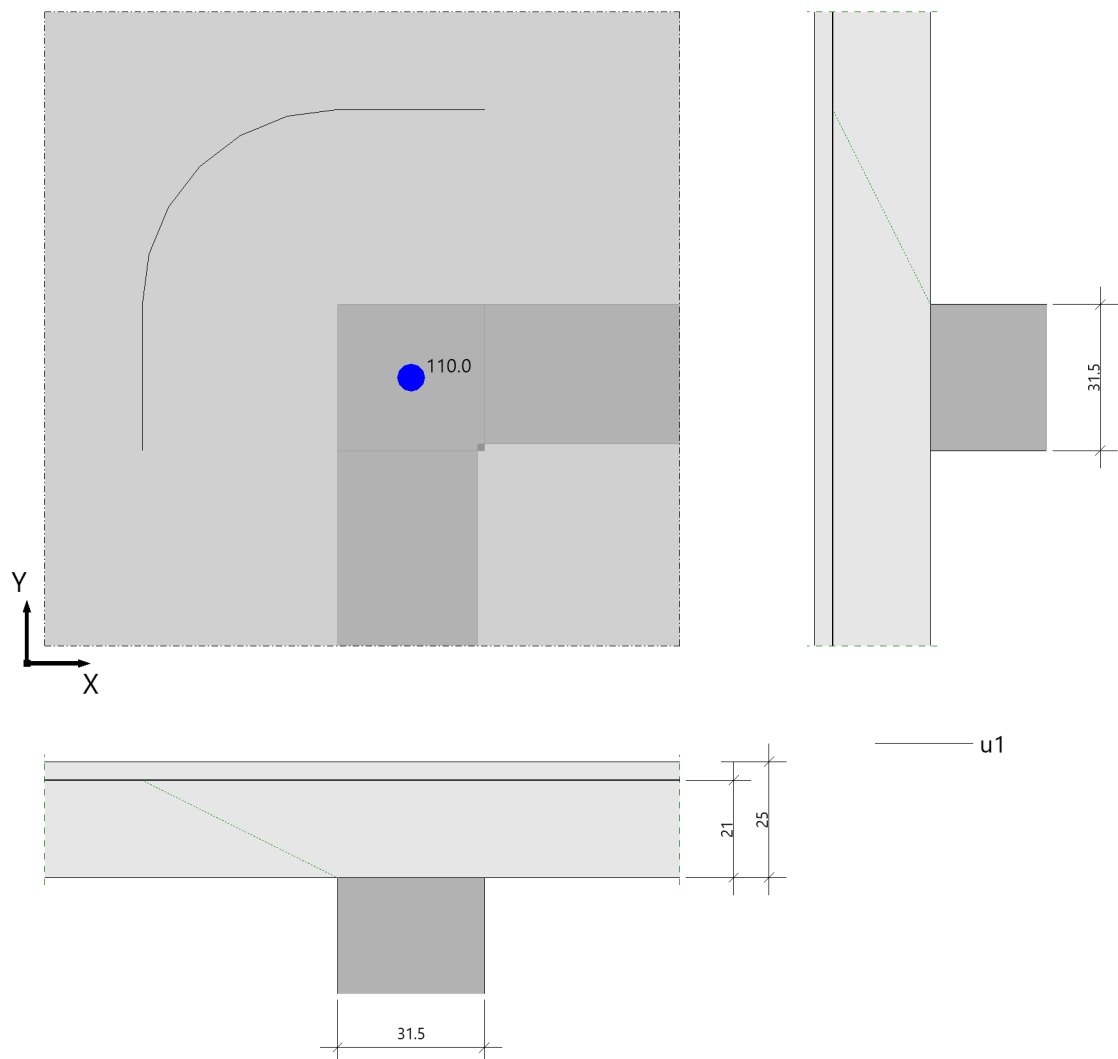
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

#### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	21.0 cm
Wandinnenecke	$b_x =$	30.0 cm	$d_y =$	31.5 cm
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.5 cm <sup>2</sup> = 7.5 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.5 cm <sup>2</sup> = 7.5 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	94.5 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.1 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	94.5 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.1 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	110.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.200

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	129.0 cm (bei $a = 42.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.487 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.976 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.532 N/mm <sup>2</sup> (= $v_{min}$ )
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.745 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 41.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho =$	0.152 % = 3.2 cm <sup>2</sup> /m auf $0.3 \cdot l_x$ bzw. $0.3 \cdot l_y$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.359 % = 7.5 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $min\ \rho$  (=  $min\ \rho_x = min\ \rho_y$ ) wurde mit  $\eta_x = \eta_y = 0.125$  ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 1.6$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )



## D-02-D2 Durchstanznachweis Stütze

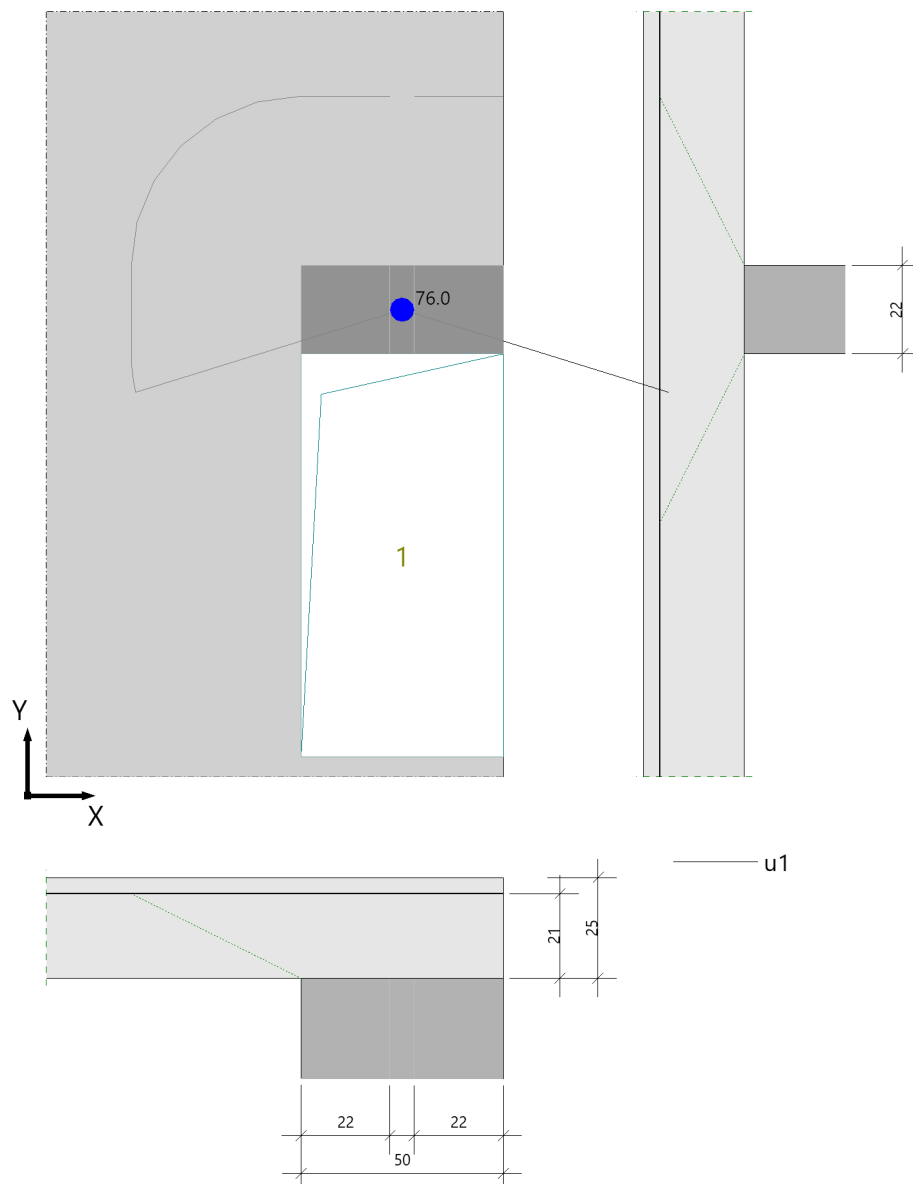
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	21.0 cm
Randstütze	$c_x =$	50.0 cm	$c_y =$	22.0 cm
Randabst. Stützenkante	$r_x =$	0.00 m		
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

Die Lasteinleitungsfläche (Stützenquerschnitt) überschreitet Grenzwerte:  
( $a > 2 \cdot b$ ;) )

Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.

Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 44.0$  cm,  $b_1 = 22.0$  cm

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	7.5 cm <sup>2</sup> = 7.5 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	7.5 cm <sup>2</sup> = 7.5 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	148.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	11.2 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	113.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	8.5 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $p$  bzw. vorh  $p_y$  und vorh  $p_x$ ) anzuordnen ist.

## Aussparungen im Abstand von Stütze : $a \leq 126.0$ cm ( $=6 \cdot d_m$ )

Summe der Abzüge bei  $a = 42.0$  cm  $\Sigma \delta_{ui} = 106.1$  cm

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 76.0$  kN ( $= V_{Ed}$ )  
Erhöhung  $\beta = 1.400$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	141.6 cm (bei $a = 42.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.358 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.976 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.532 N/mm <sup>2</sup> ( $= v_{min}$ )
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.745 N/mm <sup>2</sup> ( $= 1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $p$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	$zul\ p \leq$	1.955 % = 41.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ p_x =$	0.152 % = 3.2 cm <sup>2</sup> /m je m Plattenbreite
	$min\ p_y =$	0.152 % = 3.2 cm <sup>2</sup> /m auf $0.15 \cdot l_x$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ p =$	0.359 % = 7.5 cm <sup>2</sup> /m

Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 1.1$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## D-02-D3 Durchstanznachweis Stütze

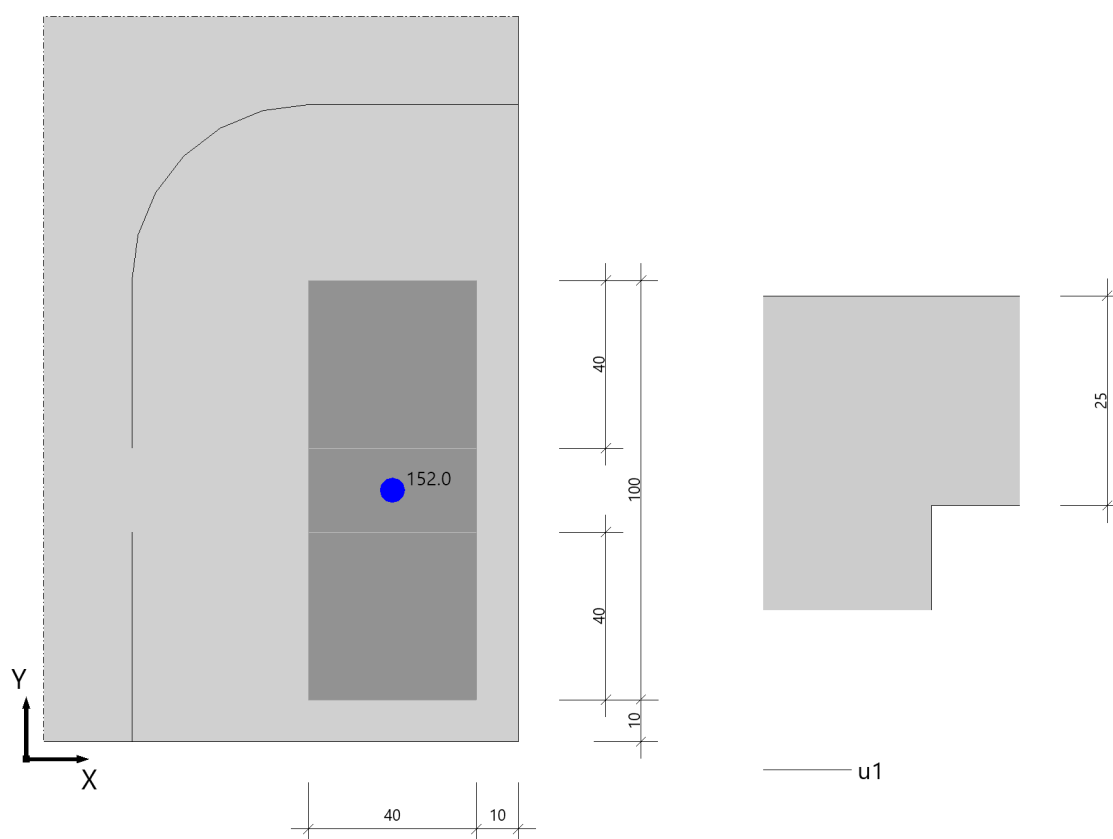
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung ausreichend

### System

### Grafik



### Geometrie und Material

Platte	$h = 25.0 \text{ cm}$	$d_m = 21.0 \text{ cm}$
Eckstütze	$c_x = 40.0 \text{ cm}$	$c_y = 100.0 \text{ cm}$
Randabst. Stützenkante	$r_x = 0.10 \text{ m}$	
Randabst. Stützenkante	$r_y = 0.10 \text{ m}$	
Betondeckung	$c_u = 2.5 \text{ cm}$	$c_o = 2.5 \text{ cm}$
Baustoffe	Beton: C 30/37	Stahl: B500A
	$\gamma_c = 1.50$	$\gamma_s = 1.15$
	$f_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 500.0 \text{ N/mm}^2$

Achtung:  $u_0 > 12 \cdot d_m$ ;  $a > 2 \cdot b$ ;  $a > 6 \cdot d_m - b$ ;  
 Die Lasteintragung wird auf ecknahe Bereiche begrenzt.  
 Der kritische Rundschnitt wird aufgelöst:  $a_1 = 80.0 \text{ cm}$ ,  $b_1 = 40.0 \text{ cm}$

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	cal $b_g = 100.0 \text{ cm}$
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 15.1 \text{ cm}^2 = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 15.1 \text{ cm}^2 = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	erf $b_{gy} \geq 173.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} = 26.1 \text{ cm}^2$
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	erf $b_{gx} \geq 113.0 \text{ cm}$
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} = 17.1 \text{ cm}^2$

Hinweis: Die Verlegebreiten erf  $b_{gx}$  und erf  $b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

max. Bewehrungsgrad	zul $\rho \leq 1.955 \% = 41.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	min $\rho = 0.401 \% = 8.4 \text{ cm}^2/\text{m je m Plattenbreite}$
vorh. Bewehrungsgrad	vorh $\rho_x = 0.718 \% = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
	vorh $\rho_y = 0.719 \% = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$
vorh. Bewehrungsgrad im Mittel	vorh $\rho = 0.719 \% = 15.1 \text{ cm}^2/\text{m}$

## Lasten

vorgeg. Querkraft  $V_E = 152.0 \text{ kN}$  ( $= V_{Ed}$ )  
 Erhöhung  $\beta = 1.500$

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

NACHWEIS für Schöck-BOLE nach ETA-13/0076 + EOTA TR 060

krit. Rundschnitt	$u_1 = 206.0 \text{ cm}$ (bei $a = 42.0 \text{ cm}$ )
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} = 0.527 \text{ N/mm}^2$
Vorfaktor	$C_{Rd,c} = 0.120$
Maßstabsfaktor	$k = 1.976 < 2.0$
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} = 0.660 \text{ N/mm}^2$
	$V_{min} = 0.532 \text{ N/mm}^2$
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} = 1.293 \text{ N/mm}^2 (= 1.96 \cdot V_{Rd,c})$

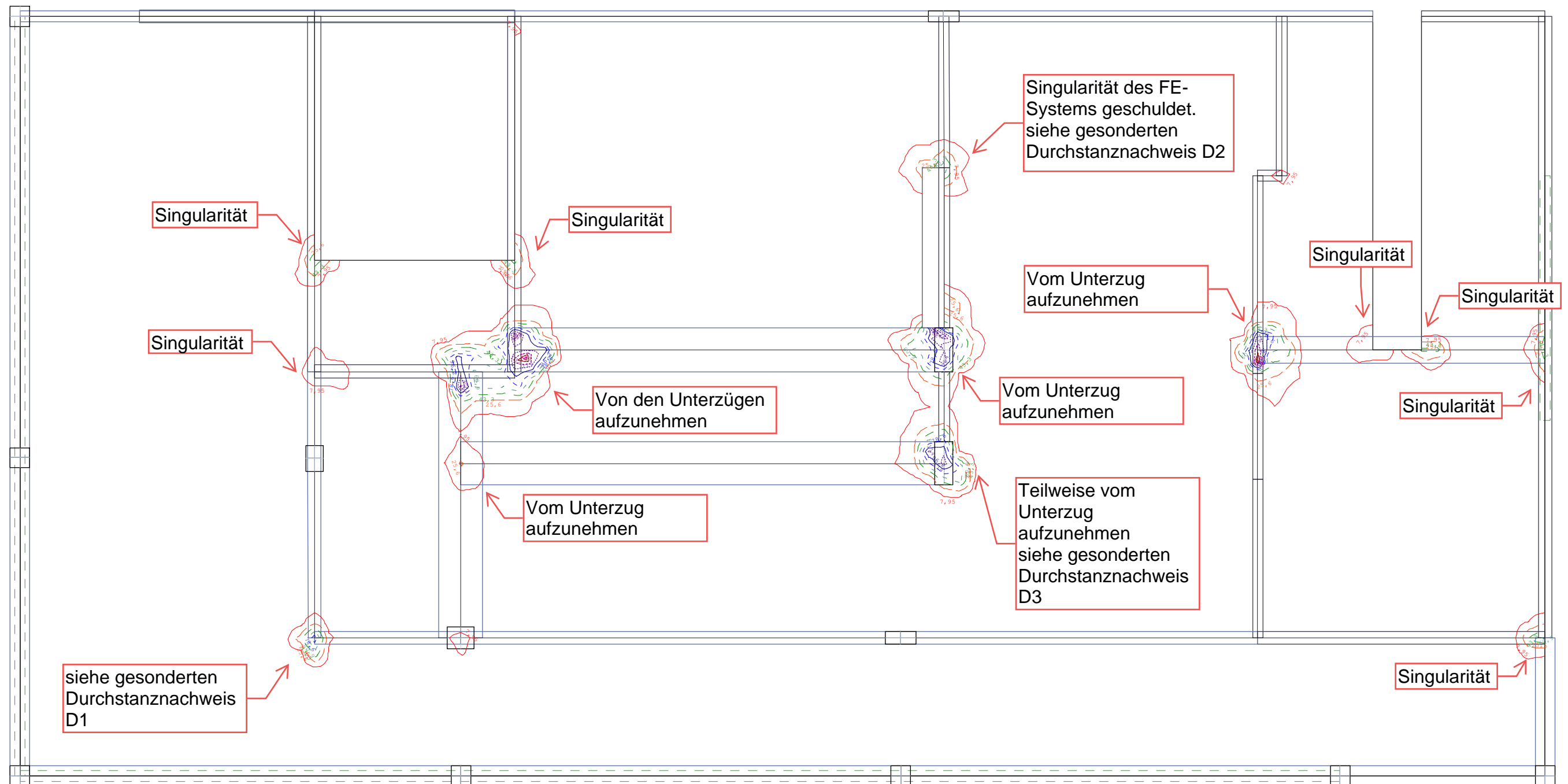
Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 2.2 \text{ cm}^2$  ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## 2.5.10. Auswertung Querkraftplot

Im Folgenden wird die mittels der FE errechnete Querkraftbewehrung ausgewertet. Hierbei wird folgende Querkraftbewehrung ausgedrückt:

- Querkraftbewehrung in Bereich von geführten Durchstanznachweisen
- Querkraftbewehrung im Bereich von einspringenden Ecken, die aufgrund von Singularitäten der FE entstehen



## 2.5.11. Bewehrungswahl Biegebewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Grundbewehrung

Als Grundbewehrung wird die erforderliche Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweite gewählt.

### Zulagen

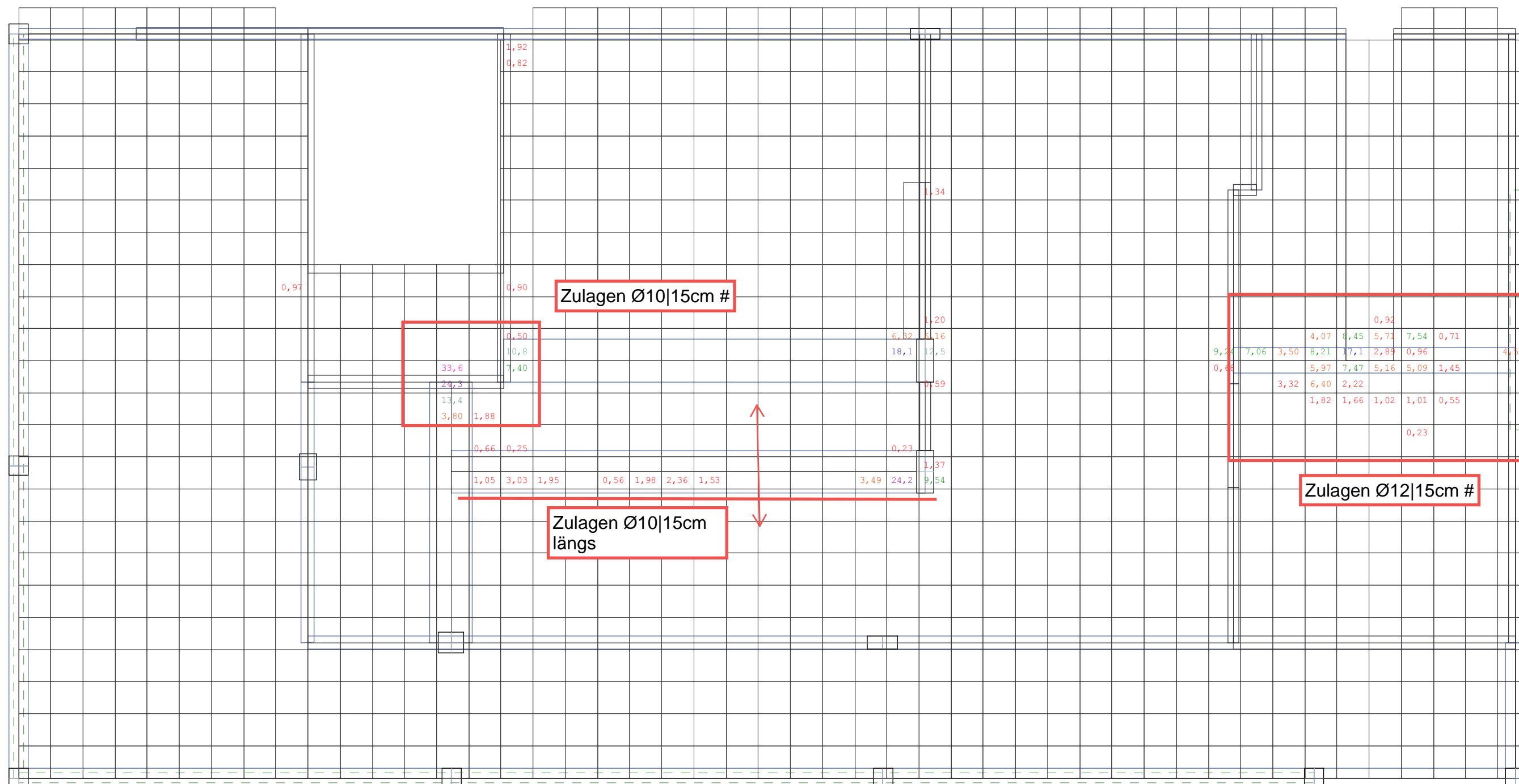
Bereiche, in denen die statisch erforderliche Bewehrung gem. Kapitel „Biegebewehrung“ die Grundbewehrung überschreitet, sind durch Zulagen abzudecken.

Es ist jeweils das Maximum aus der dargestellten Biegebewehrung und den Längsbewehrungsangaben aus den Durchstanznachweisen einzulegen.

Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen.

### Querkraftbewehrung

Die Querkraftbewehrung (in Form von Schubzulagen, Querkraftbügeln und Durchstanzleisten) ist den Kapiteln „Querkraftbewehrung“, „Durchstanznachweise“ und „Auswertung Querkraftplot“ zu entnehmen. Ein Umschließen der Längsbewehrung durch die Querkraftbügel ist zu beachten.



2

max as-1: 33,6 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 24,3 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

1 unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Teil 1-2 - Bemessung Decken

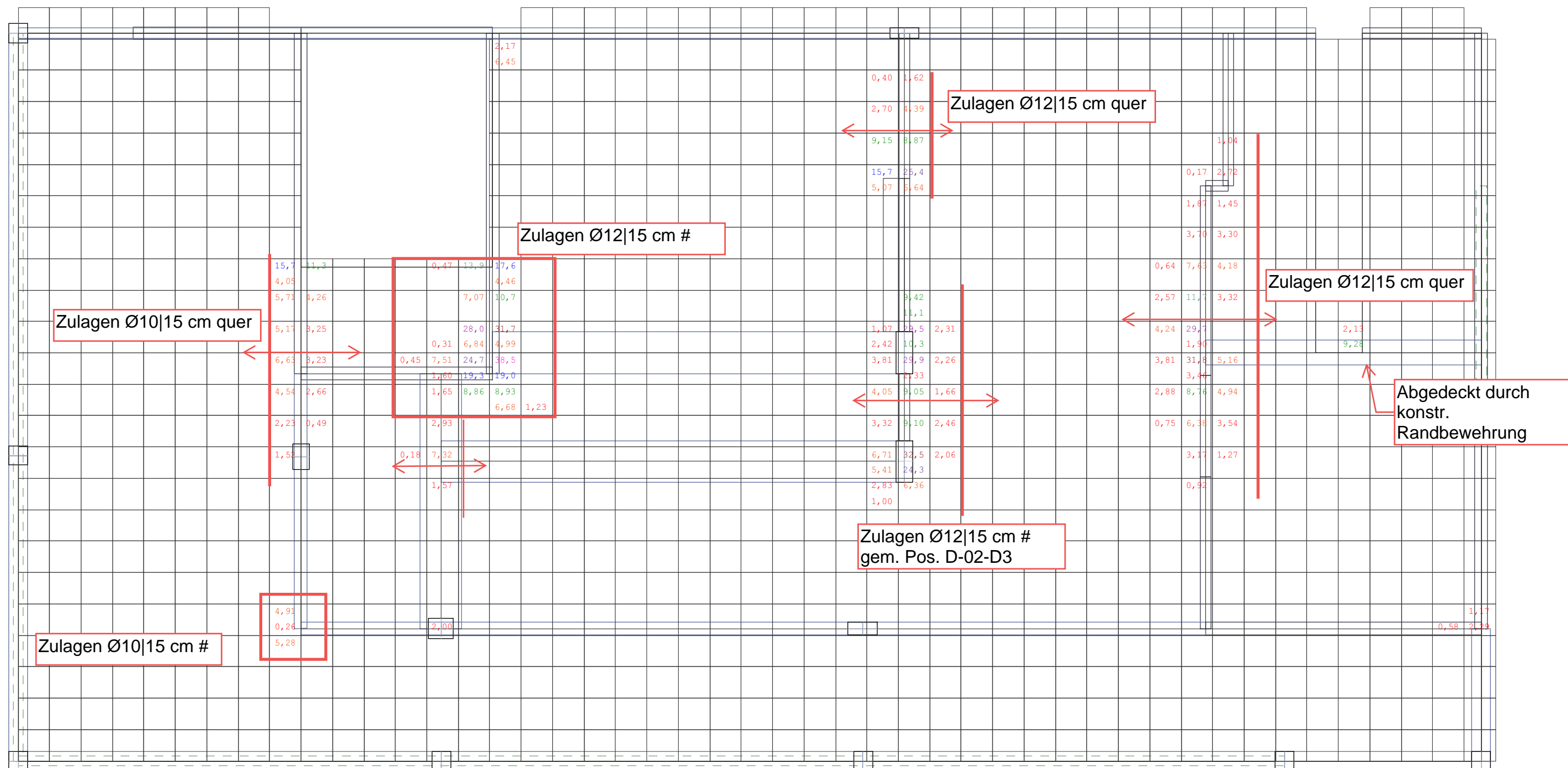
D-02

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]

1 : 100





2

max as-1: 38,5 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 24,3 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

1 unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

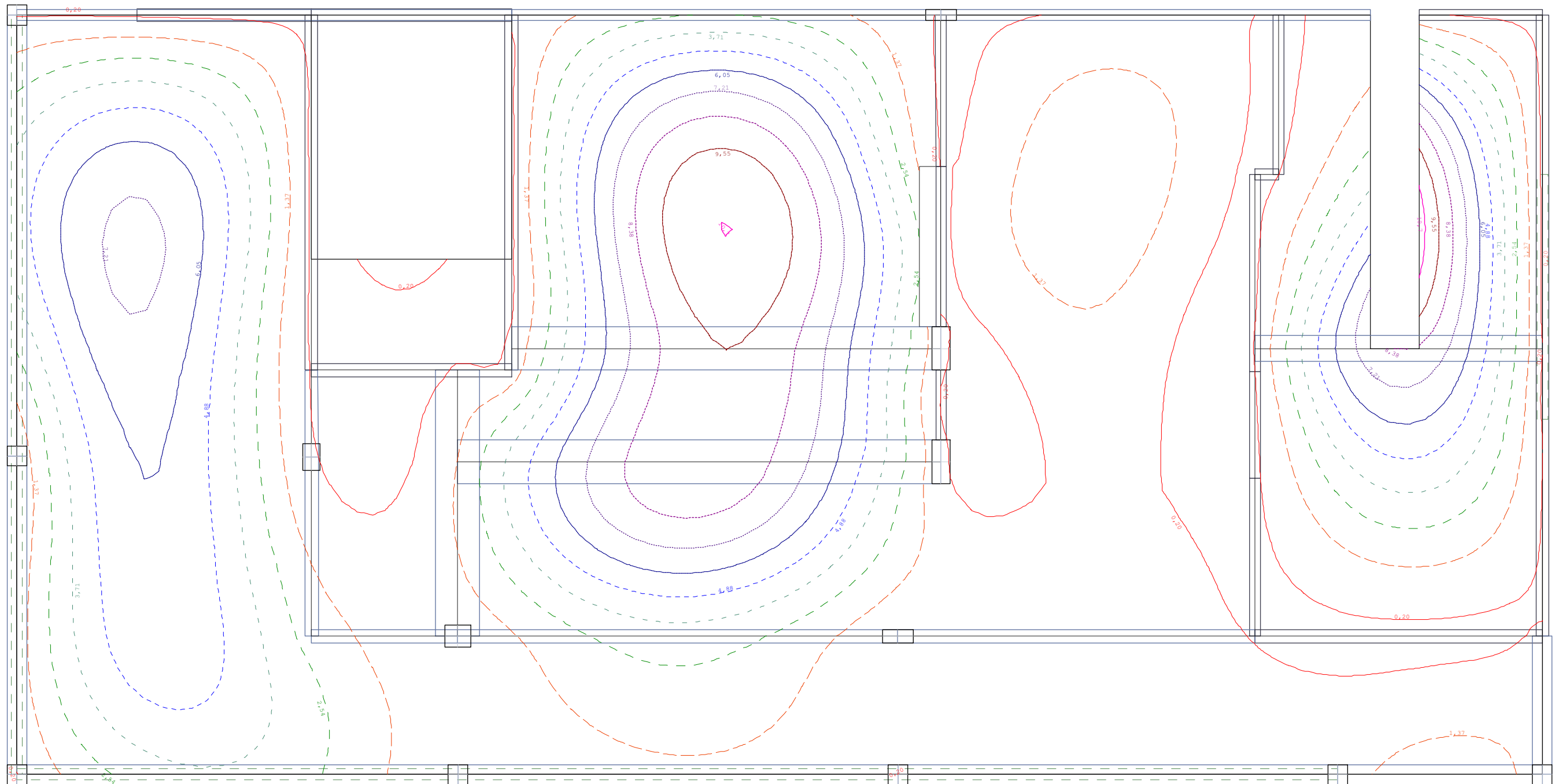
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

## 2.5.12. Verformungen

Auf den folgenden Seiten sind die elastischen Verformungen infolge der Lastfälle 1 (Egw. und Ausbau) und 2 (Verkehrslast), sowie der Überlagerung „GZG quasi-ständig“ als Ergebnisplot der charakteristischen Werte ausgegeben.

Schalungsüberhöhungen sind bauseits entsprechend nach Wahl der ausführenden Firma zu wählen.







### 2.5.13. Balken

Nachfolgend werden die im FE-System bemessenen Stabzüge ausgegeben.

#### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für tragende Stahlbetonbalken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von R90:

Mindestbalkenbreite (Tab. 5.6)	$b_{\min} = 15 \text{ cm}, b_{\text{vorh}} \geq 15 \text{ cm}$
Mittlerer Achsabstand (Tab. 5.6)	$a = 3,5 \text{ cm}, a_{\text{vorh}} \geq 3,5 \text{ cm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

#### Bewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die erforderliche und gewählte Bewehrung für die Balken in Tabellenform dargestellt.

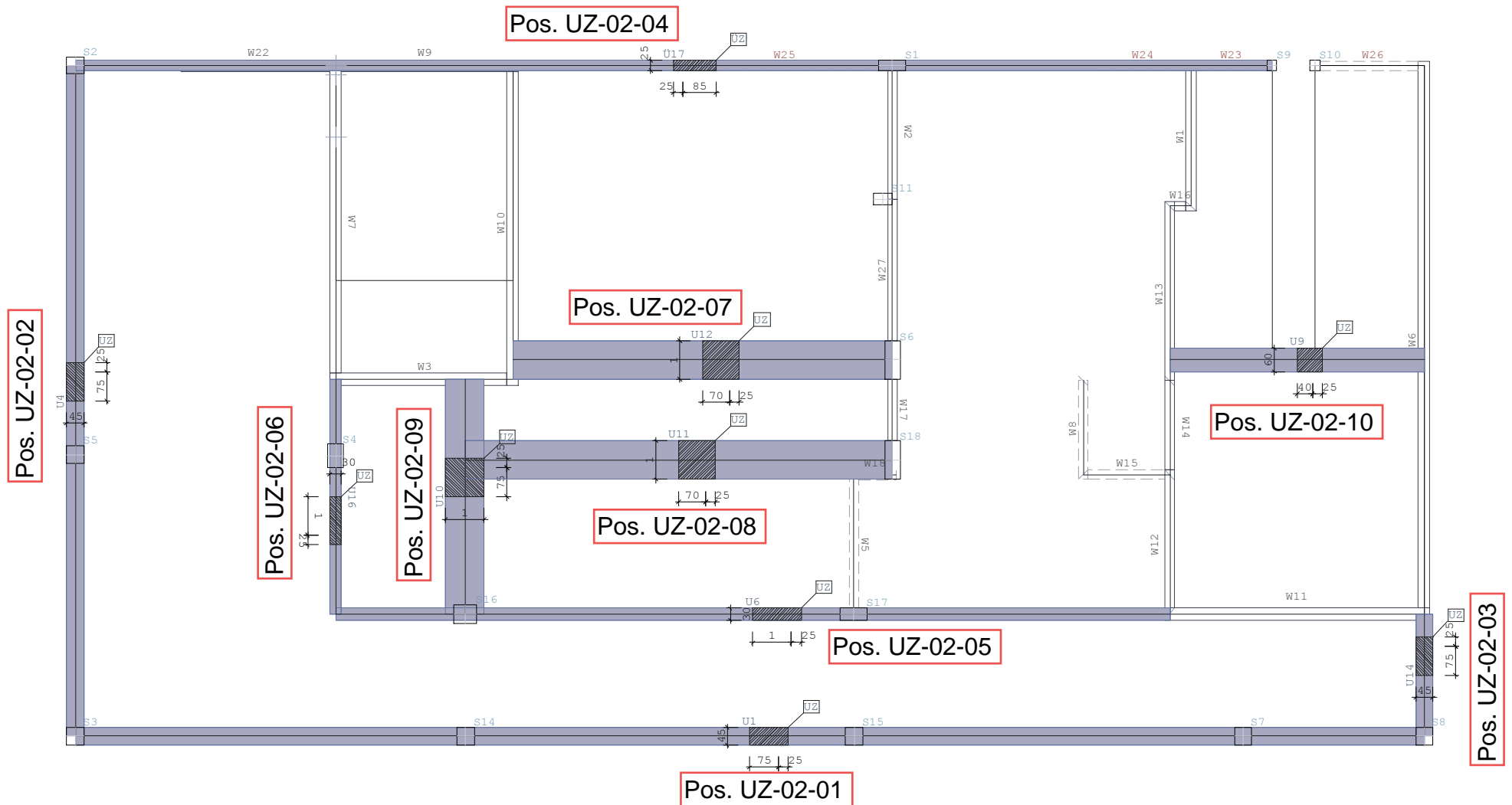
Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen

### Gewählte Bewehrung

Grundbewehrung, ggfls. Zulagen erforderlich, siehe f. Seiten

Balken	Position	Breite	Höhe	gew. A <sub>su</sub>	gew. A <sub>so</sub>	gew. a <sub>sw</sub>
U1	UZ-02-01	45 cm	100 cm	5Ø20 (15,70)	5Ø20 (15,70)	Ø8/15 (6,70)
U4	UZ-02-02	45 cm	100 cm	8Ø25 (9,82)	5Ø20 (6,28)	Ø12/10 (6,70)
U14	UZ-02-03	45 cm	100 cm	5Ø20 (15,70)	5Ø16 (10,10)	Ø10/15 (10,48)
U17	UZ-02-04	25 cm	110 cm	3Ø20 (9,40)	3Ø20 (9,40)	Ø8/15 (6,70)
U6	UZ-02-05	30 cm	125 cm	5Ø25 (24,50)	4Ø28 (24,60)	Ø10/15 (10,48)
U16	UZ-02-06	30 cm	125 cm	3Ø20 (9,40)	3Ø25 (14,70)	Ø10/15 (6,70)
U12	UZ-02-07	100 cm	100 cm	23Ø28 (141,60)	6Ø20 (18,80)	vier- schnittig Ø10/10 (31,40)
U11	UZ-02-08	100 cm	95 cm	20Ø28 (123,20)	6Ø20 (18,80)	vier- schnittig Ø12/12,5 (36,2)
U10	UZ-02-09	100 cm	100 cm	12Ø28 (73,90)	6Ø20 (18,80)	vier- schnittig Ø12/15 (30,2)
U9	UZ-02-10	60 cm	80 cm	15Ø28 (92,40)	4Ø20 (12,60)	Ø12/15 (15,1)

# Übersicht Balken Übersicht Balken

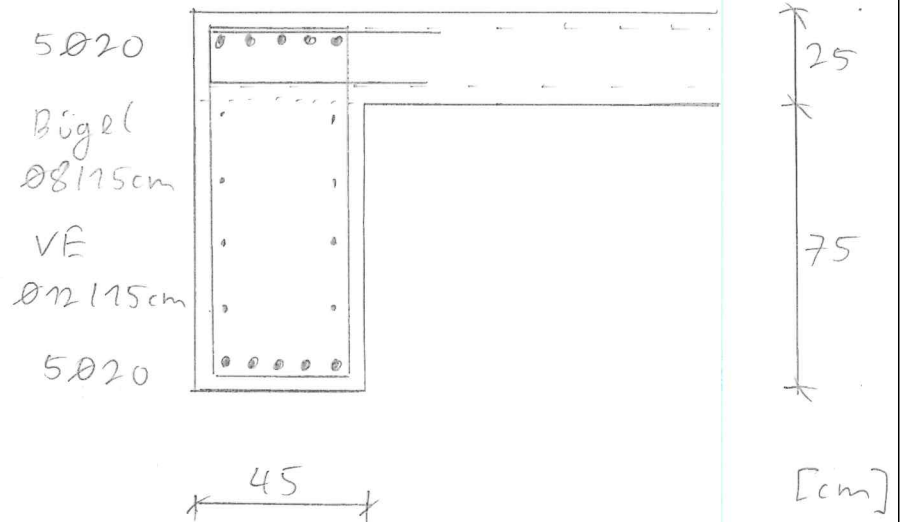


1 : 150



## UZ-02-01 Stb.-Unterzug

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 45/100 \text{ cm}$

Bewehrung:

5Ø20 oben

5Ø20 unten

Bügel Ø8/175cm

## UZ-02-01 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

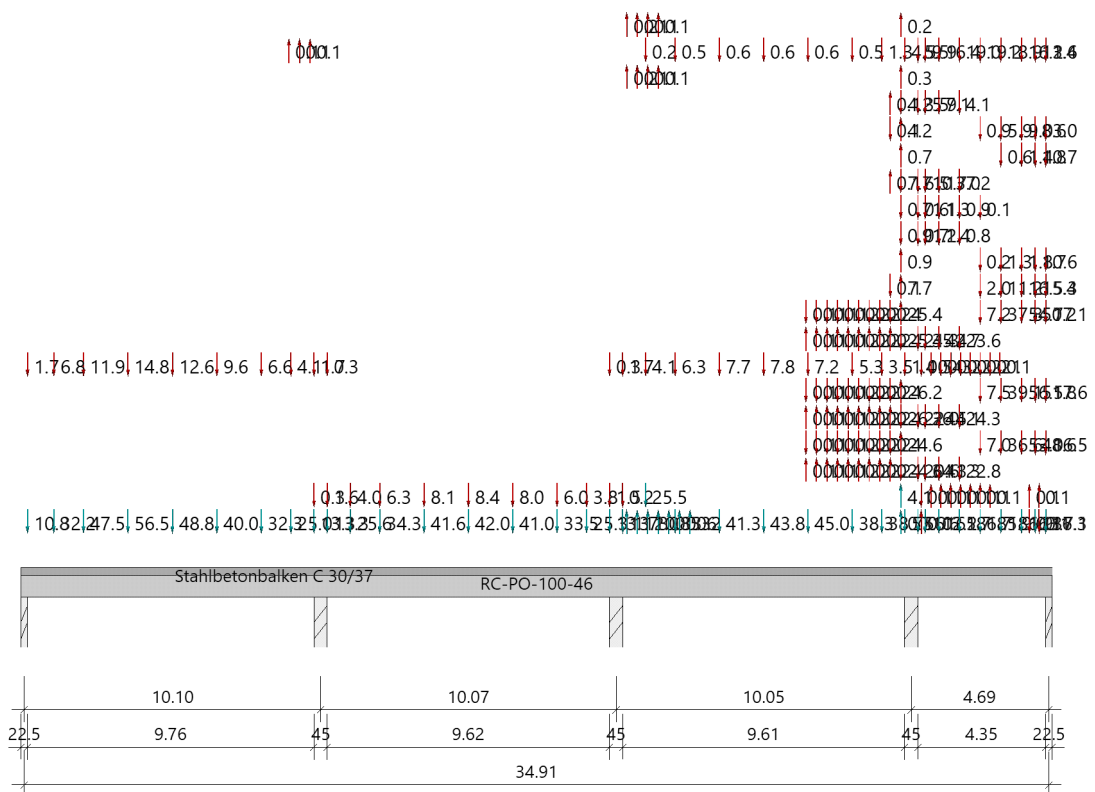
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 4 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

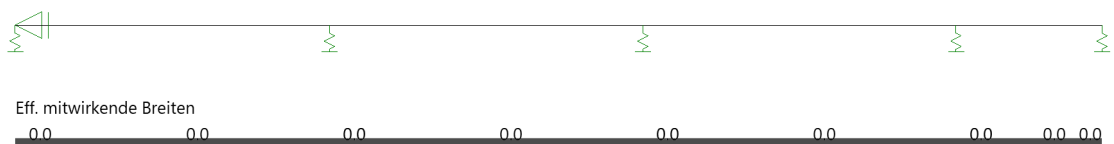
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



#### Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	46.0	25.0	45.0	100.0		

## Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	10.10	RC-PO-100-46 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	10.07	
3	10.06	
4	4.69	

## Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	1817310.00	1817310.00	-1	0.0	0.0
2	10.10	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0
3	20.16	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0
4	30.22	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0
5	34.91	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

**Anforderungen Dauerhaftigkeit:**

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 22 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

**Kriechzahl und Schwindmaß**

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.21$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.41 \text{ ‰}$	

**Betondeckung**

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.2 cm	oben = 5.2 cm

Abminderung der Stützmomente  $\leq 15 \text{ ‰}$

**Bemessungseinstellungen**

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

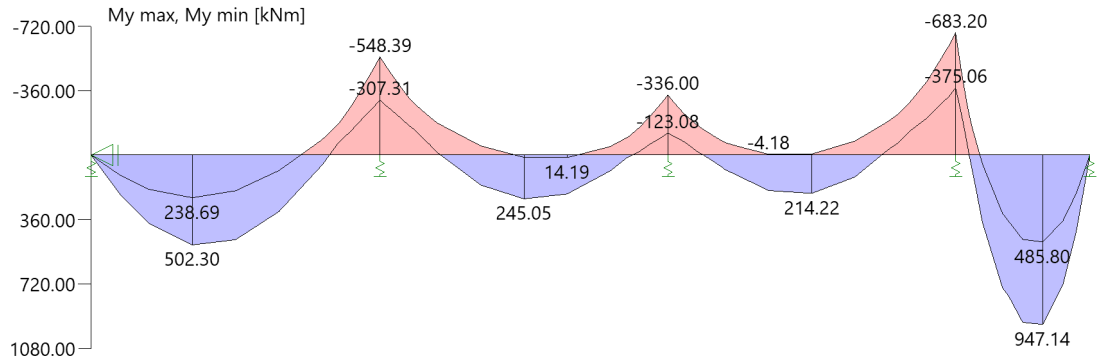
**Auflagerbedingungen**

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 45.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 45.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 4 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 45.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 5 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5 \text{ cm}$

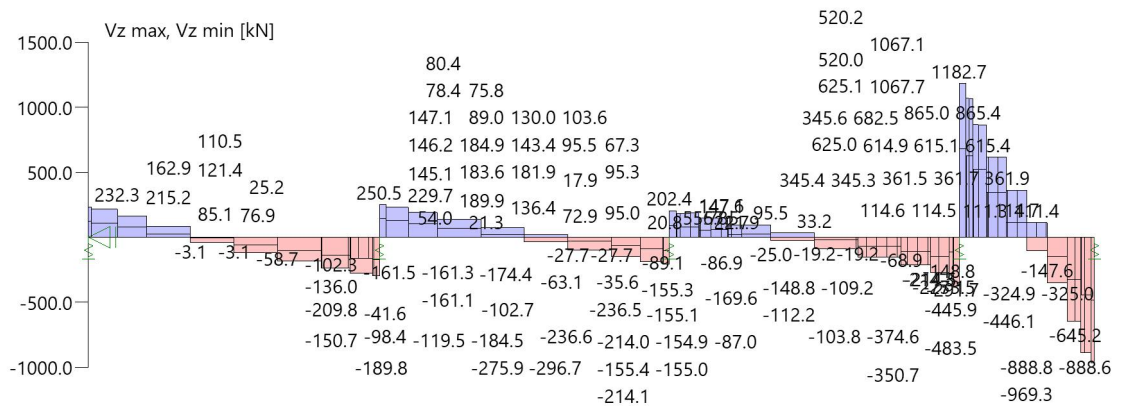
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	232.3	61
	0.00	0.00	0.00	121.4	62
	0.11	0.11	26.25	232.3	61
	3.53	3.53	502.30	79.4	1
	9.87	9.87	-480.62	-296.7	63
	10.10	10.10	-548.39	-296.3	11
	10.10	10.10	-307.31	-174.8	10
Feld 2	10.10	10.10	-308.35	-174.4	64
	10.10	10.10	-547.36	-296.7	63
	0.00	10.10	-307.31	143.4	10
	0.00	10.10	-548.39	250.5	11
	5.03	15.13	245.05	-18.2	2
	9.84	19.94	-272.81	-209.8	67

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
	10.07	20.16	-123.08	-106.9	65
	10.07	20.16	-336.00	-205.2	66
	10.07	20.16	-142.03	-102.7	68
	10.07	20.16	-320.00	-209.8	67
Feld 3	0.00	20.16	-123.08	89.1	65
	0.00	20.16	-336.00	202.4	66
	0.00	20.16	-335.92	202.4	34
	0.00	20.16	-123.16	89.0	35
	5.03	25.19	214.22	10.3	21
	9.83	29.99	-597.25	-374.6	71
	10.06	30.22	-683.20	-332.1	69
	10.06	30.22	-375.06	-199.6	70
	10.06	30.22	-416.58	-169.6	72
	10.06	30.22	-681.54	-374.6	71
Feld 4	0.00	30.22	-375.06	682.7	70
	0.00	30.22	-683.20	1089.1	69
	0.00	30.22	-666.13	1182.7	42
	0.00	30.22	-375.12	682.5	43
	3.05	33.26	947.14	17.2	22
	4.58	34.79	108.56	-969.3	22
	4.69	34.91	0.00	-483.5	21
	4.69	34.91	0.00	-969.3	22

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
46.0/25.0/45.0/100.0	218.43	5.1	-220.25	5.2

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldebewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	3.54	3.54	502.17	502.17	94.8	0.10	12.1	0.0	1
	8.33	8.33	0.03	0.03	94.8	0.00	5.1	0.0	5
	8.34	8.34	-126.86	-126.86	94.8	0.04	0.0	5.2	6
	9.38	9.38	-349.37	-349.37	94.8	0.08	0.0	8.3	8
Feld 2	0.71	10.81	-383.89	-383.89	94.8	0.08	0.0	9.2	30
	5.04	15.14	244.92	244.92	94.8	0.06	5.8	0.0	2
	8.81	18.91	0.73	0.73	94.8	0.00	5.1	0.0	14
	8.82	18.92	-120.01	-120.01	94.8	0.04	0.0	5.2	15
Feld 3	0.71	20.87	-210.47	-210.47	94.8	0.06	0.0	5.2	18
	1.24	21.40	0.46	0.46	94.8	0.00	5.1	0.0	19
	5.02	25.18	214.14	214.14	94.8	0.06	5.1	0.0	21
	7.46	27.62	1.09	1.09	94.8	0.00	5.1	0.0	23
	7.47	27.63	-166.00	-166.00	94.8	0.05	0.0	5.2	24
	9.34	29.50	-484.27	-484.27	94.8	0.10	0.0	11.6	25
Feld 4	0.45	30.66	-247.88	-247.88	94.8	0.06	0.0	5.9	28

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
	3.05	33.26	947.09	947.09	94.8	0.18	24.1	0.0	22
	4.36	34.57	305.77	305.77	94.8	0.07	7.3	0.0	22

Am ersten Auflager sind mindestens 6.9 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Am letzten Auflager sind mindestens 30.2 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

## Stützbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.23	9.87	-548.39	-409.99	15.0	94.8	0.09		9.8	9
	rechts	0.23	10.32	-548.39	-418.80	15.0	94.8	0.09		10.0	12
3	links	0.23	19.94	-336.00	-246.89	15.0	94.8	0.06		5.8	16
	rechts	0.23	20.39	-336.00	-247.50	15.0	94.8	0.06		5.9	17
4	links	0.23	29.99	-683.20	-519.97	15.0	94.8	0.10		12.5	26
	rechts	0.23	30.44	-683.20	-683.78 <sup>1</sup>		94.8	0.13		16.8	27
5	links	0.00	34.91	0.00	0.00			0.00			22

1 : Mindeststützmoment

## Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.11	0.11	0.93	232.3	18.4	138.6	1514.7	VRd,max > VEd		
	rechts	1.01	1.01	0.93	215.2	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.06	1.06	0.93	162.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	*	2.01	2.01	0.93	162.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
2	links	0.23	9.87	0.93	-275.9	18.4	138.6	1514.7	VRd,max > VEd		
	links	1.08	9.01	0.93	-236.6	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	8
	links	0.72	9.38	0.93	-275.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	29
	links	1.17	8.92	0.93	-236.6	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	8
	*	2.12	7.97	0.93	-184.5	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	7
	rechts	0.23	10.32	0.93	250.5	18.4	138.6	1514.7	VRd,max > VEd		
	rechts	1.01	11.10	0.93	229.7	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	12
	rechts	1.17	11.27	0.93	189.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	30
	*	2.12	12.22	0.93	136.4	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	13
3	links	0.23	19.94	0.93	-189.8	18.4	138.6	1514.7	VRd,max > VEd		
	links	1.01	19.15	0.93	-189.8	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	33
	links	1.17	18.99	0.93	-150.7	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	32
	*	2.12	18.04	0.93	-98.4	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	31
	rechts	0.23	20.39	0.93	202.4	18.4	138.6	1514.7	VRd,max > VEd		
	rechts	0.36	20.52	0.93	183.6	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	36
	rechts	0.72	20.88	0.93	184.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	37
	rechts	1.08	21.24	0.93	146.2	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	38
	rechts	0.72	20.88	0.93	184.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	37
	rechts	1.08	21.24	0.93	146.2	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	38
	rechts	0.72	20.88	0.93	184.9	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	37
	rechts	1.08	21.24	0.93	146.2	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	38
	*	2.12	22.28	0.93	95.0	18.4	138.6	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	39
4	links	0.23	29.99	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	VRd,max > VEd		
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	VR <sub>d,c</sub> [kN]	VR <sub>d,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	0.72	29.50	0.93	-273.5	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	26
	links	0.36	29.86	0.93	-291.7	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	41
	links	1.17	29.04	0.93	-214.3	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	25
	*	2.12	28.10	0.93	-155.4	18.4	147.3	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	40
	rechts	0.23	30.44	0.93	1182.7	32.0	147.3	2269.6	VR <sub>d,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.34	30.55	0.93	1067.7	31.1	147.3	2232.4	30.0	16.82	44
	rechts	0.67	30.89	0.93	865.4	31.1	162.2	2232.4	30.0	13.64	46
	rechts	1.01	31.22	0.93	615.4	31.1	162.2	2232.4	30.0	9.70	47
	rechts	0.47	30.68	0.93	1067.1	31.1	147.3	2232.4	30.0	16.81	45
	rechts	0.94	31.15	0.93	865.0	31.1	162.2	2232.4	30.0	13.63	46
	rechts	1.17	31.39	0.93	615.1	31.1	162.2	2232.4	30.0	9.69	47
	*	2.12	32.34	0.93	361.5	31.1	162.2	2232.4	30.0	5.70	48
5	links	0.11	34.79	0.93	-888.8	29.1	162.2	2145.2	VR <sub>d,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	0.67	34.24	0.93	-645.2	24.3	162.2	1894.8	30.0	7.62	51
	links	0.33	34.57	0.93	-888.8	29.1	162.2	2145.2	30.0	12.93	52
	links	0.47	34.44	0.93	-888.6	29.1	162.2	2145.2	30.0	12.92	52
	links	1.06	33.84	0.93	-350.7	18.4	162.2	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	50
	*	2.01	32.90	0.93	111.4	18.4	162.2	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	49

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Schulterschub

Feld	x <sub>a</sub> [cm]	x <sub>e</sub> [cm]	M <sub>li</sub> [kNm]	M <sub>re</sub> [kNm]	av [cm]	beff [cm]	dF <sub>cd</sub> [kN]	v <sub>Ed</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	v <sub>Ed,zul</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	asf [cm <sup>2</sup> /m]
Feld 1	0.5	177.0	1.16	341.86	176.5	46.0	4.3	9.84	6278.15	0.05
	177.0	353.5	341.86	502.26	176.5	46.0	2.0	4.63	6278.15	0.02
	353.5	593.5	502.26	381.40	240.0	46.0	1.5	2.57	6278.15	0.01
	593.5	833.5	381.40	-1.07	240.0	46.0	4.9	8.12	6278.15	0.04
Feld 2	212.0	357.8	0.20	170.60	145.8	46.0	2.2	5.96	6278.15	0.03
	357.8	503.5	170.60	245.01	145.8	46.0	0.9	2.60	6278.15	0.01
	503.5	692.8	245.01	184.69	189.3	46.0	0.8	1.62	6278.15	0.01
	692.8	882.0	184.69	-0.04	189.3	46.0	2.4	4.97	6278.15	0.02
Feld 3	124.0	313.3	0.48	168.65	189.3	46.0	2.1	4.53	6278.15	0.02
	313.3	502.5	168.65	214.19	189.3	46.0	0.6	1.23	6278.15	0.01
	502.5	624.8	214.19	140.50	122.3	46.0	0.9	3.07	6278.15	0.01
	624.8	747.0	140.50	-0.23	122.3	46.0	1.8	5.87	6278.15	0.03
Feld 4	47.5	176.0	1.57	767.77	128.5	46.0	9.8	30.39	6278.15	0.15
	176.0	304.5	767.77	947.09	128.5	46.0	2.3	7.11	6278.15	0.03
	304.5	386.7	947.09	651.51	82.2	46.0	3.8	18.32	6278.15	0.09
	386.7	468.9	651.51	3.88	82.2	46.0	8.3	40.15	6278.15	0.19



## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	4.78	0.0	0.3	73
Feld 2	5.30	0.0	0.1	74
Feld 3	4.76	0.0	0.1	73
Feld 4	2.47	0.0	0.2	53

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 2.21$   $\epsilon_{cs} = -0.41$  ‰

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	4.25	0.3	1/3264	1.1	1/906	1.1	0.33
Feld 2	5.83	0.1	1/18289	0.2	1/4666	0.2	0.06
Feld 3	10.06	0.1	1/20050	0.1	1/8068	0.1	0.04
Feld 4	2.47	0.3	1/1735	0.5	1/940	0.5	0.32

## Spannungsbegrenzung

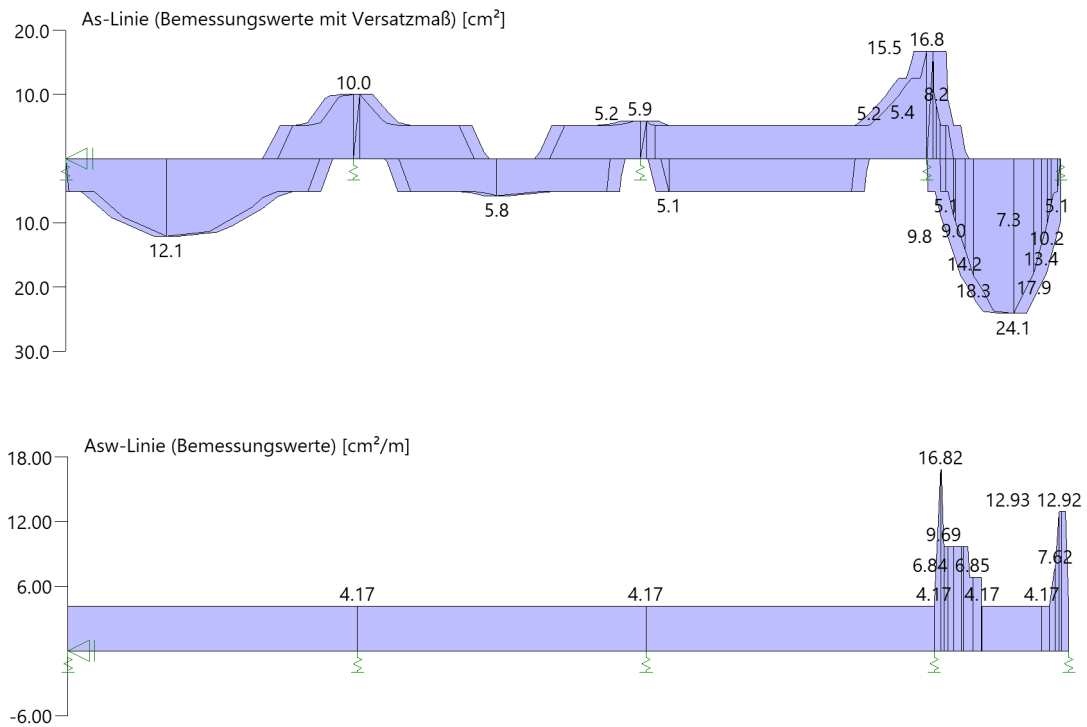
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $d_s$ [mm]	zul $d_s$ [mm]	Lfk
Feld 1	0.11	16.93	15.7	15.7	12.32	-0.42	20	100	54
	3.53	316.82	15.7	15.7	231.17	-7.93	20	47	54
	3.72	313.53	15.7	15.7	228.77	-7.84	20	47	54
	9.87	-312.90	15.7	15.7	228.40	-7.92	20	47	56
Feld 2	10.32	-320.06	15.7	15.7	233.63	-8.10	20	45	56
	10.62	-273.64	15.7	15.7	199.74	-6.92	20	57	56
	11.10	-205.95	15.7	15.7	150.33	-5.21	20	84	58
	19.94	-161.82	15.7	15.7	118.12	-4.09	20	100	57
Feld 3	20.39	-163.55	15.7	18.8	100.12	-3.85	20	100	57
	29.50	-313.07	15.7	18.8	191.73	-7.36	20	69	59
	29.69	-347.25	15.7	18.8	212.66	-8.17	20	59	59
	29.99	-401.66	15.7	18.8	245.98	-9.44	20	49	59
Feld 4	30.44	-288.84	25.1	18.8	175.08	-6.46	20	78	59
	32.56	568.84	25.1	18.8	263.05	-11.60	20	58	55
	32.90	566.57	25.1	18.8	262.00	-11.60	20	58	55
	33.18	564.67	25.1	18.8	261.12	-11.50	20	58	55
	34.79	61.21	25.1	18.8	28.27	-1.25	20	100	55

## As-Deckungslinien



## Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm²]	ΣAs,vorh.,unten [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	10,10	10,10	12,1	15,7	15,7	5Ø20
10,10	20,16	10,07	5,8	15,7	15,7	5Ø20
20,16	30,22	10,06	5,1	15,7	15,7	5Ø20
30,22	34,91	4,69	24,1	15,7	15,7	5Ø20
30,95	34,82	3,87	24,1	9,4	25,1	3Ø20

## Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm²]	ΣAs,vorh.,oben [cm²]	Summe [cm²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	6,91	6,91	0,0	15,7	15,7	5Ø20
6,91	16,64	9,73	10,0	15,7	15,7	5Ø20
16,64	27,70	11,06	5,9	15,7	15,7	5Ø20
27,70	31,60	3,90	16,8	15,7	15,7	5Ø20
27,70	31,59	3,89	16,8	3,1	18,8	1Ø20
31,60	34,91	3,31	0,0	15,7	15,7	5Ø20

### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm²/m]	As,vorh. [cm²/m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,05	6,70	6,75	4,2	6,7	Ø8/15
6,79	13,39	6,60	4,2	6,7	Ø8/15
13,48	16,78	3,30	4,2	6,7	Ø8/15
16,86	23,46	6,60	4,2	6,7	Ø8/15
23,54	26,84	3,30	4,2	6,7	Ø8/15
26,96	31,71	4,75	16,8	18,1	Ø12/12.5
31,77	35,02	3,25	12,9	18,1	Ø12/12.5

### Schulterschubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	Asf,oben,erf. [cm²/m]	Asf,oben,vorh. [cm²/m]	Asf,oben,vorh.
0,00	34,91	34,91	0,19	3,76	Q188-A Q188-A

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	Rz,min [kN]	Rz,max [kN]	My,min [kNm]	My,max [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	130.5 -2.6 -0.2	130.5 34.1		
2	10.10	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	325.4 -0.01	325.4 66.2 1.2		
3	20.16	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	232.2 -2.9 -4.8	232.2 45.5		
4	30.22	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	904.3 -6.8	904.3 114.5 136.2		
5	34.91	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	511.1 -7.5	511.1 60.5 133.0		

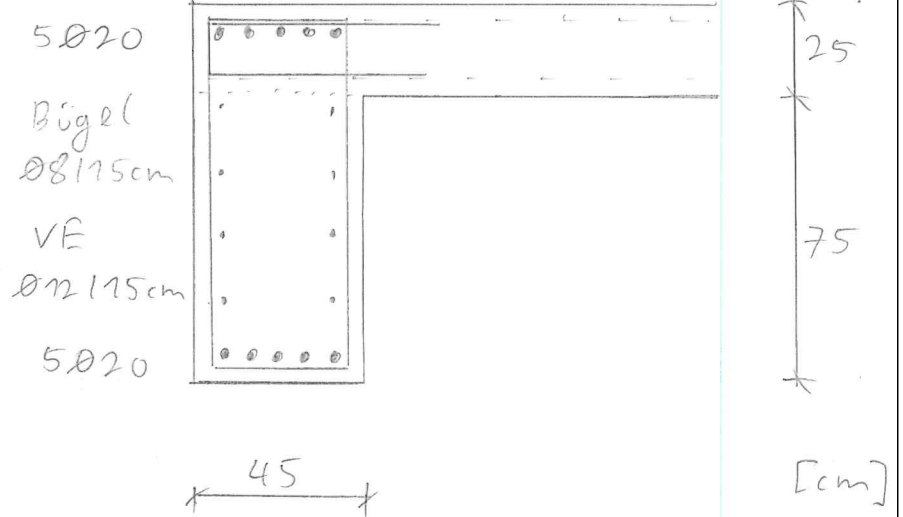
#### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	Rz [kN]	My [kNm]	Ry [kN]	Mz [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	232.3 121.4			
2	10.10	Lk 11 Lk 10	546.7 318.2			
3	20.16	Lk 34 Lk 35	407.7 195.9			
4	30.22	Lk 42 Lk 43	1557.3 882.1			

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
5	34.91	Lk 22 Lk 21	969.3 483.5			

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert. Als weiterleitende Auflagerkräfte sind nicht die in der Tabelle angegebene Werte anzusetzen, sondern die Auflagerkräfte aus der FEM Berechnung.

**UZ-02-02 Stb.-Unterzug**



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

b/h = 45/100cm

Bewehrung:

5Ø20 oben

5Ø20 unten

Bügel Ø8/175cm

Zulagen gem. EDV

## UZ-02-02 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

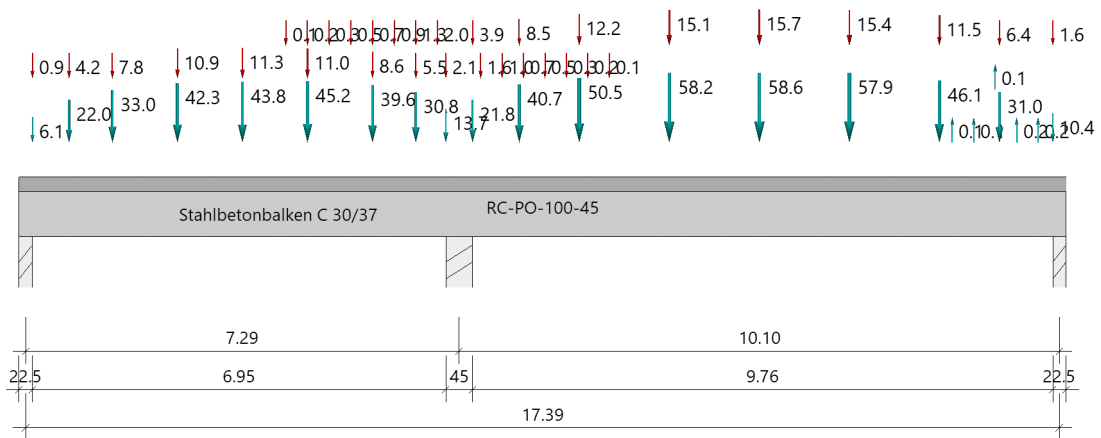
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

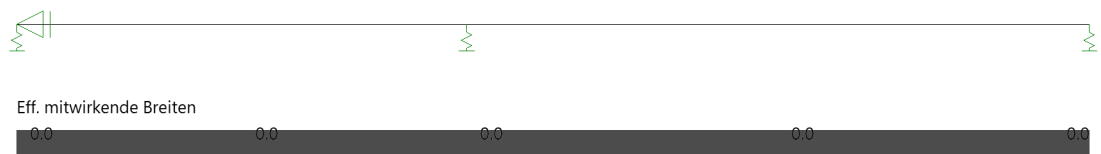
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



#### Eff. mitwirkende Breiten



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	45.0	25.0	45.0	100.0		

## Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u <sub>y</sub> [kN/m]	u <sub>z</sub> [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	1817310.00	1817310.00	-1	0.0	0.0
2	7.29	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0
3	17.39	1817310.00	1817310.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$C_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20$ mm
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 20$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30$ mm
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 22$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.20$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.41$ ‰	

## Betondeckung

Betondeckung      unten = 3.0 cm      oben = 3.0 cm  
                          links = 3.0 cm      rechts = 3.0 cm  
 Bewehrungslagen   unten = 4.8 cm      oben = 4.8 cm  
 Abminderung der Stützmomente  $\leq 15\%$

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

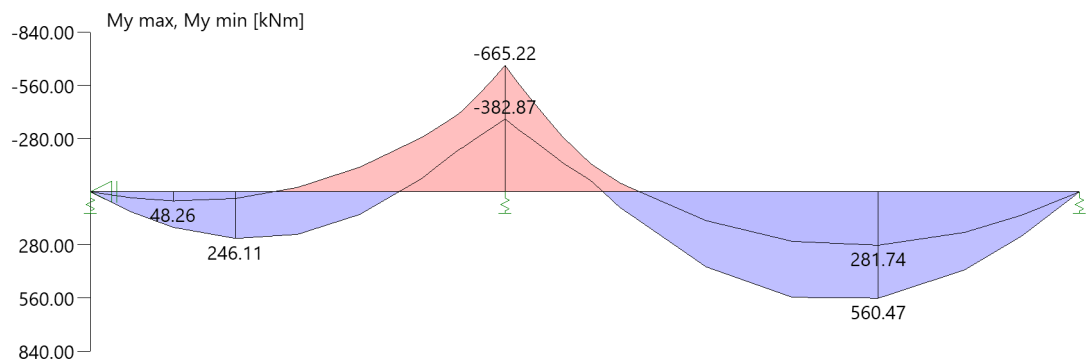
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5\text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 45.0\text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5\text{ cm}$

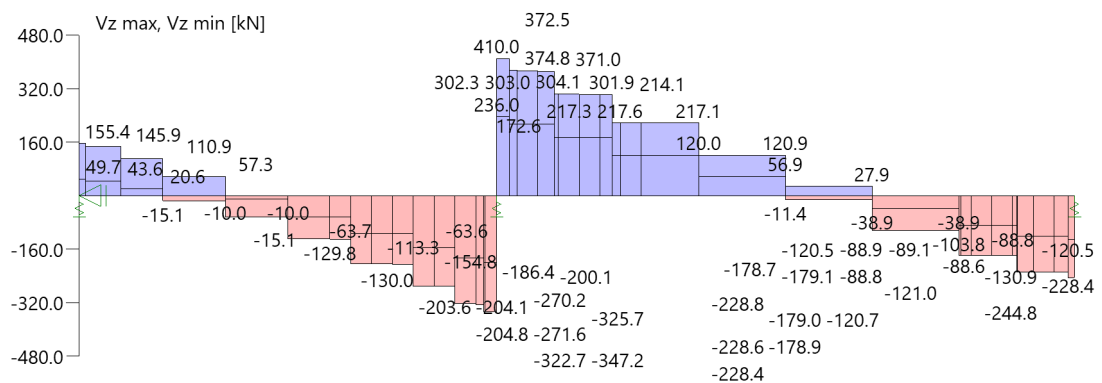
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte





### Schnittgrößen

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	155.4	1
	0.00	0.00	0.00	49.7	2
	0.11	0.11	17.56	155.4	1
	2.55	2.55	246.11	53.6	1
	7.07	7.07	-587.13	-347.2	9
	7.29	7.29	-665.22	-347.2	9
Feld 2	7.29	7.29	-382.87	-200.1	8
	0.00	7.29	-382.87	236.0	8
	0.00	7.29	-665.22	410.0	9
	6.56	13.86	560.47	-98.2	2
	9.99	17.28	27.42	-244.8	2
	10.10	17.39	0.00	-130.9	1
	10.10	17.39	0.00	-244.8	2

### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
45.0/25.0/45.0/100.0	217.24	5.1	-217.24	5.1

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	2.56	2.56	246.05	246.05	95.2	0.06	5.8	0.0	1
	5.43	5.43	0.41	0.41	95.2	0.00	5.1	0.0	1
	5.43	5.43	-228.65	-228.65	95.2	0.06	0.0	5.4	2
	6.72	6.72	-478.18	-478.18	95.2	0.10	0.0	11.4	5
Feld 2	0.72	8.01	-392.20	-392.20	95.2	0.08	0.0	9.3	11
	6.56	13.85	560.46	560.46	95.2	0.11	13.5	0.0	2
	9.49	16.78	140.50	140.50	95.2	0.04	5.1	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 5.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.23	7.07	-665.22	-499.69	15.0	95.2	0.10		12.0	7
	rechts	0.23	7.52	-665.22	-508.62 <sup>1</sup>		95.2	0.10		12.2	10
3	links	0.00	17.39	0.00	0.00			0.00			2

1 : Mindeststützmoment

### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
1	rechts	0.11	0.11	0.93	155.4	45.0	138.9	2536.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.73	0.73	0.93	145.9	45.0	138.9	2536.0	30.0	4.17 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.06	1.06	0.93	110.9	45.0	138.9	2536.0	30.0	4.17 <sup>1</sup>	13
	*	2.02	2.02	0.93	57.3	45.0	138.9	2536.0	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
2	links	0.23	7.07	0.93	-325.7	18.4	138.9	1521.6	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.09	6.20	0.93	-271.6	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	6
	links	0.73	6.56	0.93	-322.7	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	7
	links	0.36	6.93	0.93	-325.7	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	7
	links	1.18	6.12	0.93	-270.2	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	6
	*	2.13	5.16	0.93	-204.1	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.23	7.52	0.93	410.0	18.4	138.9	1521.6	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.36	7.65	0.93	374.8	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	10
	rechts	0.72	8.01	0.93	372.5	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	10
	rechts	1.08	8.37	0.93	304.1	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.18	8.47	0.93	303.0	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	11
	*	2.13	9.42	0.93	217.6	18.4	138.9	1521.6	30.0	4.17 <sup>1</sup>	12
3	links	0.11	17.28	0.93	-228.4	45.0	138.9	2536.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	0.72	16.67	0.93	-228.8	45.0	138.9	2536.0	30.0	5.95	16
	links	0.36	17.03	0.93	-228.6	45.0	138.9	2536.0	30.0	5.95	17
	links	1.06	16.32	0.93	-178.7	45.0	138.9	2536.0	30.0	4.65	15
	*	2.02	15.37	0.93	-179.1	45.0	138.9	2536.0	30.0	4.66	14

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	L <sub>f</sub> k
Feld 1	3.07	0.0	0.1	23
Feld 2	5.31	0.0	0.3	18

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{\text{eff}} = 2.20$   $\epsilon_{\text{cs}} = -0.41 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{\text{eff}} / 300$ )

Feld	x [m]	f <sub>ElIz,g</sub> [cm]	f <sub>ElIz,g</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElIz,ϕε</sub> [cm]	f <sub>ElIz,ϕε</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElI,ϕε</sub> [cm]	η
Feld 1	2.55	0.02	1/29828	0.1	1/7390	0.1	0.04
Feld 2	5.85	0.6	1/1772	1.5	1/667	1.5	0.45

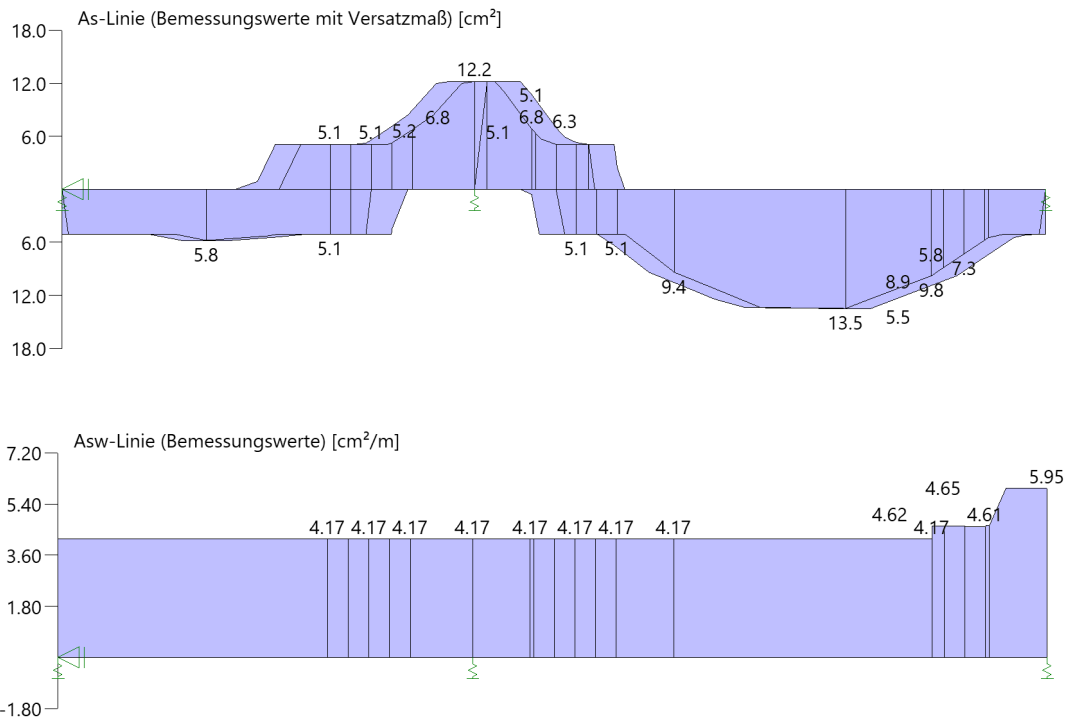
## Spannungsbegrenzung

### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$   
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.11	10.44	15.7	15.7	7.56	-0.26	20	100	19
	6.56	-292.10	15.7	15.7	211.92	-7.31	20	56	20
	6.91	-362.78	15.7	15.7	263.20	-9.08	20	42	21
	7.07	-397.21	15.7	15.7	288.18	-9.94	20	37	21
Feld 2	7.52	-387.91	15.7	15.7	281.43	-9.71	20	38	21
	13.67	354.47	15.7	15.7	257.16	-8.87	20	43	20
	13.86	355.74	15.7	15.7	258.09	-8.91	20	43	20
	17.28	17.85	15.7	15.7	12.92	-0.45	20	100	20

### As-Deckungslinien



### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	7,29	7,29	5,8	15,7	15,7	5Ø20
7,29	17,39	10,10	13,5	15,7	15,7	5Ø20

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,07	3,07	0,0	15,7	15,7	5Ø20
3,07	9,95	6,88	12,2	15,7	15,7	5Ø20
9,95	17,39	7,44	0,0	15,7	15,7	5Ø20

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,09	4,86	4,95	4,2	6,7	Ø8/15
4,91	10,61	5,70	4,2	6,7	Ø8/15
10,69	17,44	6,75	5,9	6,7	Ø8/15

#### Schulterschubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{sf,oben,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{sf,oben,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{sf,oben,vorh.}$
0,00	17,39	17,39	0,00	3,76	Q188-A Q188-A

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	76.3 -8.9	76.3 26.1		
2	7.29	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	436.1	436.1 112.2		
3	17.39	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	138.4 -2.3	138.4 36.0		

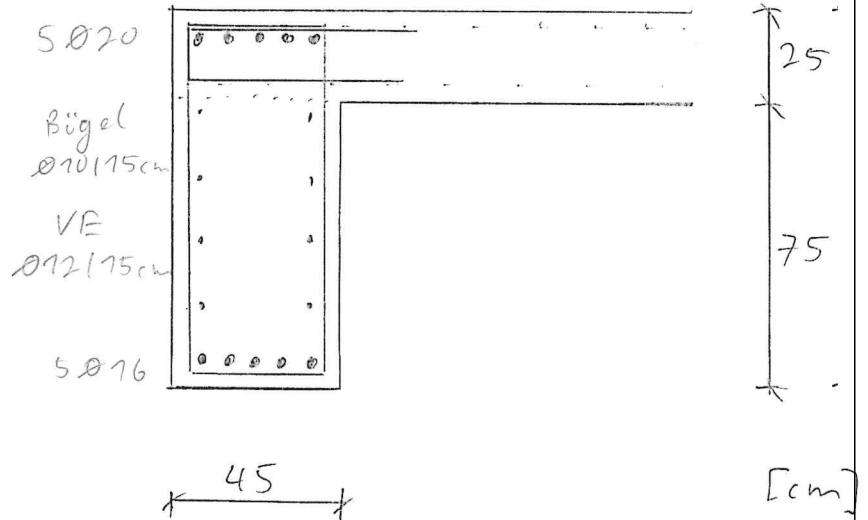
##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	155.4 49.7			
2	7.29	Lk 9 Lk 8	757.1 436.1			
3	17.39	Lk 2 Lk 1	244.8 130.9			

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert. Als weiterleitende Auflagerkräfte sind nicht die in der Tabelle angegebene Werte anzusetzen, sondern die Auflagerkräfte aus der FEM Berechnung.

**UZ-02-03 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 45/100 \text{ cm}$

Bewehrung:

5 Ø 20 oben

5 Ø 16 unten

Bügel Ø 10 / 15 cm

Zulagen gem. EDV

## UZ-02-03 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

### Grundparameter

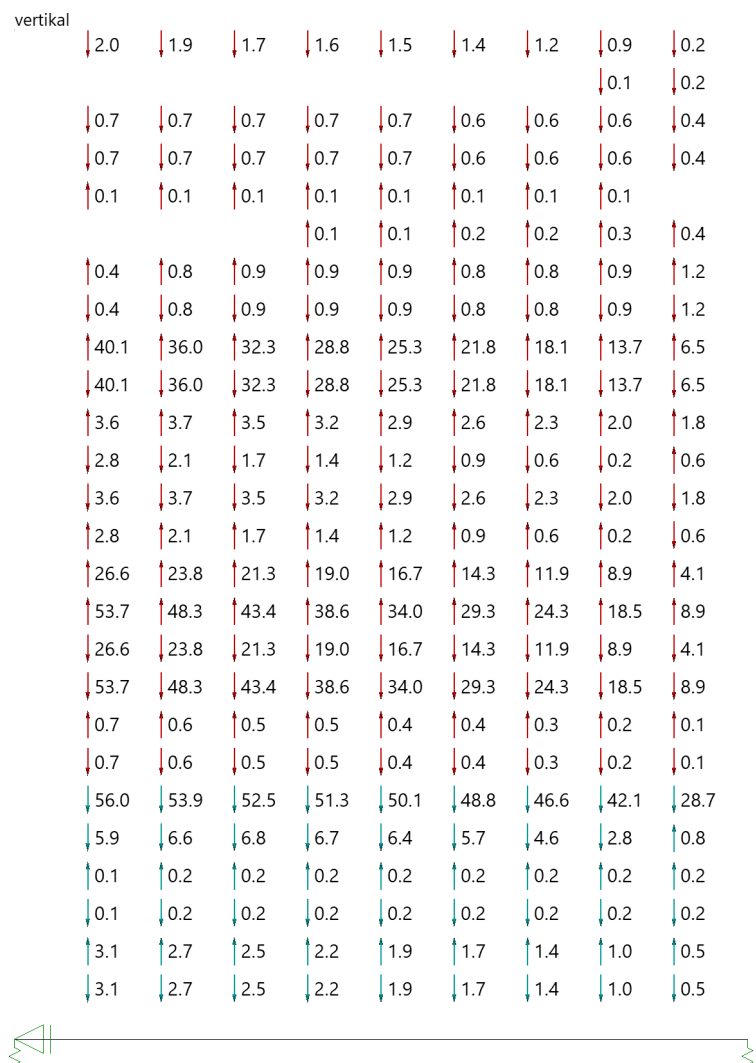
Stahlbetonbalken  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Statikansicht

Maßstab 1 : 33



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	46.0	25.0	45.0	100.0		

Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	1817310.00	1817310.00	-1	0.0	0.0
2	3.16	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0

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

### 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$
*1: mit $c_{min,b}$		
*5: Verbund maßgebend		

## Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.21$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.41 \text{ ‰}$	

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.0 cm	oben = 4.8 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

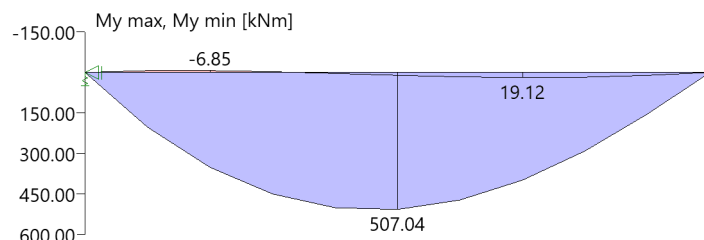
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$

## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

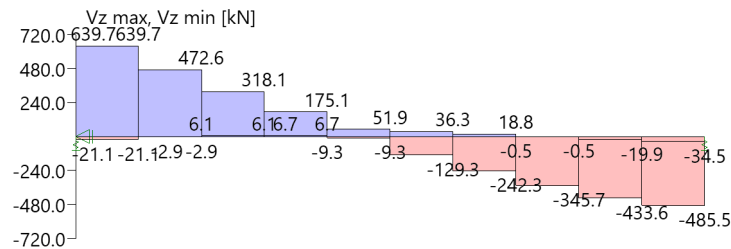
## Schnittgrößen

Umhüllende der Momente





## Umhüllende der Querkräfte



## Schnittgrößen

Feld	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	639.7	1
	0.00	0.00	0.00	-21.1	2
	0.63	0.63	-6.85	13.1	2
	1.58	1.58	507.04	-110.9	1
	3.01	3.01	72.80	-485.5	1
	3.16	3.16	0.00	-34.5	2
	3.16	3.16	0.00	-485.5	1

## Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
46.0/25.0/45.0/100.0	218.43	5.1	-220.25	5.1

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

## Feldbewehrung

Feld	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.26	0.26	-5.49	-5.49	95.2	0.01	0.0	5.1	<sup>1</sup> 2
	1.58	1.58	507.00	507.00	95.0	0.10	12.2	0.0	1
	2.87	2.87	145.16	145.16	95.2	0.04	5.1	0.0	<sup>1</sup> 1

Am ersten Auflager sind mindestens 8.6 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 11.4 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

## Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.11	0.11	0.93	639.7	24.2	138.8	1885.7	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.32	0.32	0.93	639.7	24.2	138.8	1885.7	30.0	7.50	1
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
2	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
	rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.6	24.2	138.8	1885.7	30.0	5.54	3	
rechts	0.95	0.95	0.93	318.1	24.2	138.8	1885.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	4	
rechts	0.63	0.63	0.93	472.							

Stütze [Nr]	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	0.63	2.53	0.93	-433.6	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	9
links	0.32	2.85	0.93	-485.5	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.23	1
links	1.10	2.06	0.93	-242.3	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	7
*	1.58	1.58	0.93	51.9	18.4	138.8	1514.7	30.0	4.17 <sup>1</sup>	6

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

### Schulterschub

Feld	x <sub>a</sub> [cm]	x <sub>e</sub> [cm]	M <sub>li</sub> [kNm]	M <sub>re</sub> [kNm]	a <sub>v</sub> [cm]	b <sub>eff</sub> [cm]	d <sub>Fcd</sub> [kN]	v <sub>Ed</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	v <sub>Ed,zul</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	a <sub>sf</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
Feld 1	0.5	79.3	3.20	400.85	78.8	46.0	5.1	25.68	6278.15	0.12
	79.3	158.0	400.85	507.00	78.8	46.0	1.3	6.85	6278.15	0.03
	158.0	237.2	507.00	344.83	79.2	46.0	2.1	10.41	6278.15	0.05
	237.2	316.4	344.83	1.94	79.2	46.0	4.4	22.02	6278.15	0.11

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.50	0.0	0.05	10

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 1.44$   $\epsilon_{cs} = -0.41$  ‰

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	1.50	0.03	1/11262	0.2	1/1871	0.2	0.16

## Spannungsbegrenzung

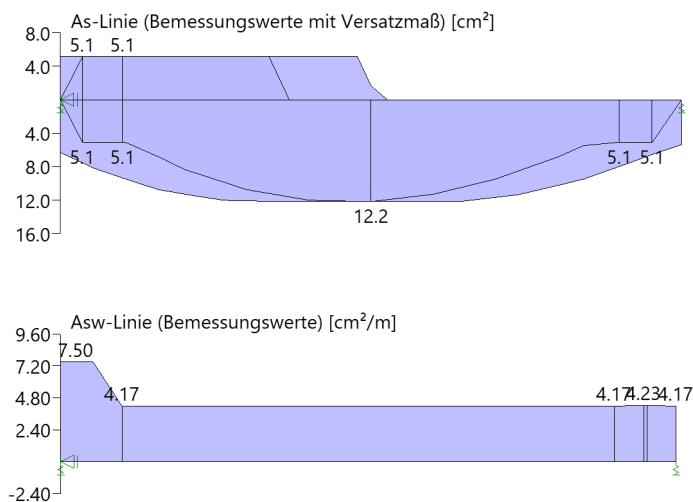
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow$  zul  $w_k = 0.40$  mm

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50$  N/mm<sup>2</sup>

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.11	30.03	15.7	10.1	21.99	-0.77	20	100	11
	1.33	218.81	15.7	10.1	160.29	-5.62	20	84	11
	1.58	223.38	15.7	10.1	163.65	-5.74	20	81	11
	1.83	213.36	15.7	10.1	156.30	-5.48	20	86	11
	3.01	33.65	15.7	10.1	24.64	-0.87	20	100	11

## As-Deckungslinien



#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,16	3,16	12,2	15,7	15,7	5Ø20

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	1,58	1,58	5,1	10,1	10,1	5Ø16
1,58	3,16	1,58	5,1	10,1	10,1	5Ø16

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,05	3,25	3,30	7,5	10,5	Ø10/15

#### Schulterschubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{sf,oben,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{sf,oben,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{sf,oben,vorh.}$
0,00	3,16	3,16	0,12	3,76	Q188-A Q188-A

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	257.6 -3.0 -181.1	257.6 15.7 181.1		
2	3.16	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	217.1 -2.8 -117.9	217.1 12.1 117.9		

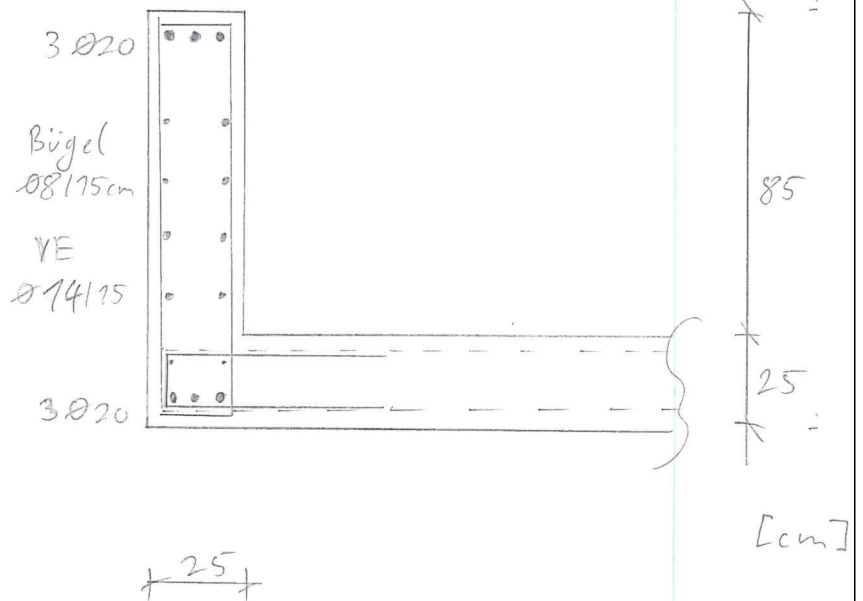
##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	639.7 -21.1			
2	3.16	Lk 1 Lk 2	485.5 34.5			

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert. Als weiterleitende Auflagerkräfte sind nicht die in der Tabelle angegebene Werte anzusetzen, sondern die Auflagerkräfte aus der FEM Berechnung.

**UZ-02-04 Stb.-Überzug**

Skizze:



Belastung: - Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung: C30/37; B500A;  $\chi_{cr}$

gewählt: Stb.-Überzug

$b/h = 25/110 \text{ cm}$

Bewehrung: 3 Ø20 oben

3 Ø20 unten

Bügel Ø8/15 cm

## UZ-02-04 Stb.-Überzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

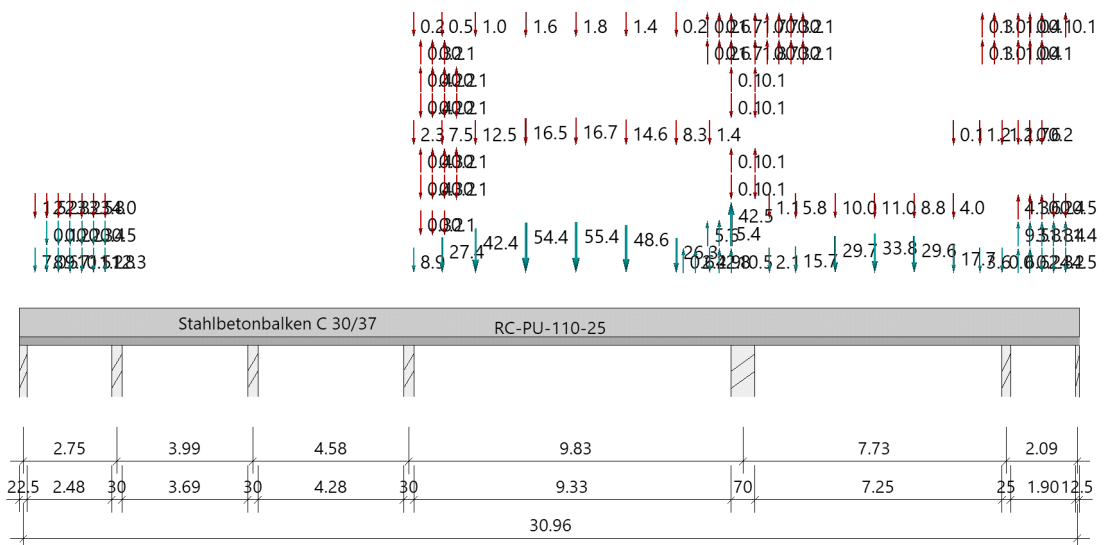
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 6 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

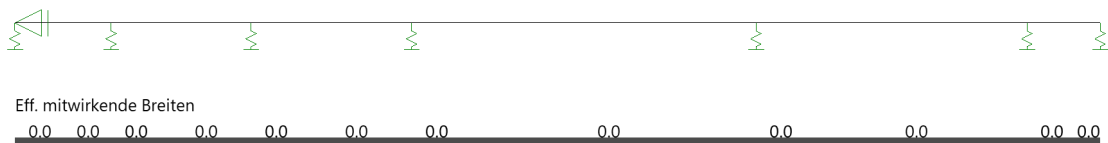
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



#### Eff. mitwirkende Breiten



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 30/37  $f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl B500A  $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$   
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$   
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$   
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$  (Bügel und Längsbewehrung)

## Geometrie

### Querschnitte

Nr	Art	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte unten			25.0	110.0	25.0	25.0

Folgende Felder: Feld 1, Feld 2, Feld 3 und Feld 6 müssen ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

### Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.75	RC-PU-110-25 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	3.99	
3	4.58	
4	9.83	
5	7.73	
6	2.09	

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u <sub>y</sub> [kN/m]	u <sub>z</sub> [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	1817310.00	1817310.00	-1	0.0	0.0
2	2.75	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0
3	6.74	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0
4	11.32	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0
5	21.14	1570510.00	1570510.00	0.0	0.0	0.0
6	28.87	2115380.00	2115380.00	0.0	0.0	0.0
7	30.96	560900.00	560900.00	0.0	0.0	0.0

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

### 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt



## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm} \quad *5$
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	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.35$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.46 \text{ ‰}$	

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.8 cm	oben = 4.8 cm
Abminderung der Stützmente $\leq 15 \text{ ‰}$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

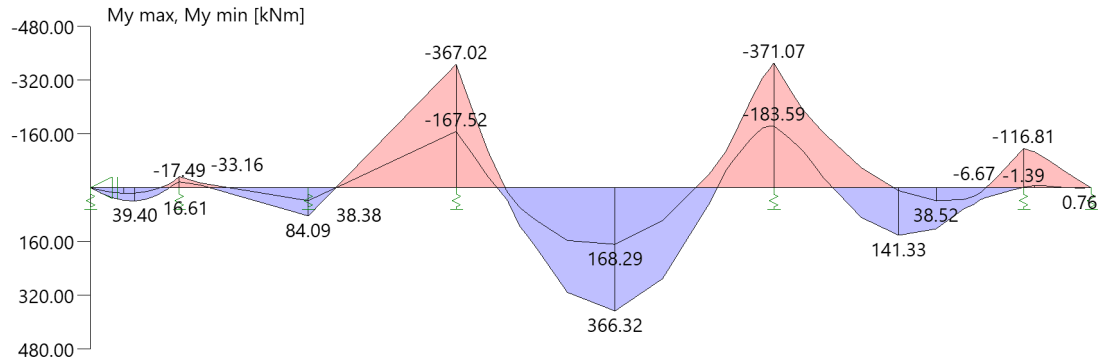
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 22.5 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 4 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 5 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 70.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 6 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 25.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 7 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 12.5 \text{ cm}$

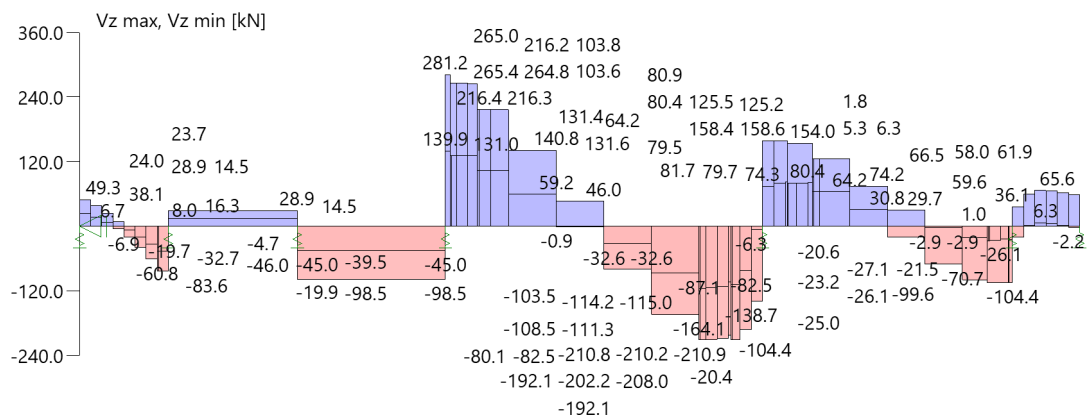
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	49.3	1
	0.00	0.00	0.00	23.7	2
	0.34	0.34	16.92	49.3	1
	1.37	1.37	39.40	-14.2	10
	2.40	2.40	-4.50	-83.6	9
	2.75	2.75	-33.16	-83.6	9
	2.75	2.75	-17.49	-46.0	8
Feld 2	0.00	2.75	-17.49	14.5	8
	0.00	2.75	-33.16	28.9	9
	3.84	6.59	77.82	28.9	9
	3.84	6.59	38.13	14.5	8
	3.99	6.74	84.09	28.3	11

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
	3.99	6.74	38.38	15.1	59
	3.99	6.74	82.15	28.9	9
	3.99	6.74	40.30	14.5	8
Feld 3	0.00	6.74	84.09	-98.5	11
	0.00	6.74	38.38	-45.0	59
	0.00	6.74	38.42	-45.0	12
	0.00	6.74	84.05	-98.5	39
	4.43	11.17	-160.78	-45.0	12
	4.58	11.32	-367.02	-98.5	39
	4.58	11.32	-167.52	-45.0	12
Feld 4	0.00	11.32	-167.52	139.9	12
	0.00	11.32	-367.02	281.2	39
	0.00	11.32	-367.02	281.2	62
	4.91	16.23	366.32	-65.1	16
	7.86	19.18	1.00	-210.9	63
	9.83	21.14	-371.07	-138.7	60
	9.83	21.14	-183.59	-6.3	61
Feld 5	0.00	21.14	-183.59	74.3	61
	0.00	21.14	-371.07	158.5	60
	0.00	21.14	-371.05	158.6	43
	0.00	21.14	-183.60	74.3	44
	3.87	25.01	141.33	-16.4	26
	7.60	28.75	-103.76	-104.4	47
	7.73	28.87	-1.39	-25.0	31
	7.73	28.87	-116.81	-104.4	47
Feld 6	0.00	28.87	-1.39	-20.4	31
	0.00	28.87	-116.81	36.1	47
	0.00	28.87	-116.81	36.1	30
	0.35	29.22	-8.49	-20.4	64
	1.05	29.92	-62.42	66.5	48
	1.74	30.61	0.76	-2.2	34
	2.09	30.96	0.00	58.0	35
	2.09	30.96	0.00	-2.2	34

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
25.0/110.0/25.0/25.0	146.03	3.1	-146.03	3.1

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.12	0.12	5.67	5.67	105.2	0.01	3.1	0.0	<sup>1</sup> 10
	1.37	1.37	39.39	39.39	105.2	0.03	3.1	0.0	<sup>1</sup> 10
	2.16	2.16	-0.15	-0.15	105.2	0.00	0.0	3.1	<sup>1</sup> 4
	2.45	2.45	0.06	0.06	105.2	0.00	3.1	0.0	<sup>1</sup> 5
	2.45	2.45	-11.97	-11.97	105.2	0.01	0.0	3.1	<sup>1</sup> 6
Feld 2	0.34	3.08	-23.49	-23.49	105.2	0.02	0.0	3.1	<sup>1</sup> 9
	0.95	3.69	0.003	0.003	105.2	0.00	3.1	0.0	<sup>1</sup> 2

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
	3.66	6.40	74.51	74.51	105.2	0.04	3.1	0.0 <sup>1</sup>	11
	3.84	6.59	79.74	79.74	105.2	0.04	3.1	0.0 <sup>1</sup>	11
	3.99	6.74	84.09	84.09	105.2	0.04	3.1	0.0 <sup>1</sup>	11
Feld 3	0.00	6.74	84.09	84.09	105.2	0.04	3.1	0.0 <sup>1</sup>	11
	0.16	6.90	68.82	68.82	105.2	0.04	3.1	0.0 <sup>1</sup>	11
	0.86	7.60	0.09	0.09	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	24
	0.87	7.61	-1.55	-1.55	105.2	0.01	0.0	3.1 <sup>1</sup>	15
	4.21	10.95	-330.76	-330.76	105.2	0.10	0.0	7.2	39
Feld 4	0.62	11.94	-201.31	-201.31	105.2	0.07	0.0	4.3	13
	4.91	16.23	366.21	366.21	105.2	0.11	8.0	0.0	16
	8.08	19.39	0.94	0.94	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	17
	8.08	19.40	-73.20	-73.20	105.2	0.04	0.0	3.1 <sup>1</sup>	18
	9.01	20.32	-237.08	-237.08	105.2	0.08	0.0	5.1	20
Feld 5	0.72	21.86	-259.69	-259.69	105.2	0.08	0.0	5.6	23
	1.83	22.97	0.20	0.20	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	25
	3.87	25.01	141.33	141.33	105.2	0.06	3.1	0.0 <sup>1</sup>	26
	7.24	28.38	10.72	10.72	105.2	0.01	3.1	0.0 <sup>1</sup>	28
Feld 6	0.23	29.10	-109.70	-109.70	105.2	0.05	0.0	3.1 <sup>1</sup>	48
	1.42	30.29	0.004	0.004	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	34
	1.74	30.61	0.75	0.75	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	34
	1.93	30.80	0.35	0.35	105.2	0.00	3.1	0.0 <sup>1</sup>	34

Am ersten Auflager sind mindestens 3.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Am letzten Auflager sind mindestens 3.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			2
2	links	0.15	2.60	-33.16	-30.78 <sup>1</sup>		105.2	0.02		3.1 <sup>2</sup>	7
	rechts	0.15	2.90	-33.16	-24.99	13.3	105.2	0.02		3.1 <sup>2</sup>	9
3	links	0.15	6.59	84.09	79.85		105.2	0.04	3.1		11
	rechts	0.15	6.89	84.09	69.31		105.2	0.04	3.1		11
4	links	0.15	11.17	-367.02	-352.05	0.1	105.2	0.10		7.6	39
	rechts	0.15	11.47	-367.02	-324.86	0.1	105.2	0.10		7.0	11
5	links	0.35	20.79	-371.07	-282.16	13.5	105.2	0.09		6.1	21
	rechts	0.35	21.49	-371.07	-268.28	15.0	105.2	0.08		5.8	22
6	links	0.13	28.75	-116.81	-117.10 <sup>1</sup>		105.2	0.05		3.1 <sup>2</sup>	30
	rechts	0.13	29.00	-116.81	-95.84	15.0	105.2	0.04		3.1 <sup>2</sup>	32
7	links	0.00	30.96	0.00	0.00			0.00			35

1 : Mindeststützmoment

2 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.11	0.11	0.94	49.3	45.0	83.4	1568.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.69	0.69	0.94	38.1	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.03	1.03	0.94	24.0	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	rechts	0.69	0.69	0.94	38.1	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.03	1.03	0.94	24.0	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
2	rechts	0.69	0.69	0.94	38.1	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	3
	rechts	1.03	1.03	0.94	24.0	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	36
	rechts	1.16	1.16	0.94	8.0	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	5
	*	1.37	1.37	0.94	8.0	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	5
	links	0.15	2.60	0.94	-83.6	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	links	1.03	1.72	0.94	-39.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	7
	links	0.69	2.06	0.94	-60.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	0.34	2.40	0.94	-83.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	links	0.69	2.06	0.94	-60.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	0.34	2.40	0.94	-83.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	links	0.69	2.06	0.94	-60.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	38
	links	0.34	2.40	0.94	-83.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	links	1.20	1.54	0.94	-19.9	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	37
	*	1.37	1.37	0.94	8.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.15	2.90	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	rechts	1.20	3.95	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	*	2.00	4.74	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
3	links	0.15	6.59	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	links	1.20	5.54	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	*	2.00	4.74	0.94	28.9	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	9
	rechts	0.15	6.89	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	rechts	1.20	7.94	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	39
	*	2.25	8.99	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	39
4	links	0.15	11.17	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	links	1.20	10.12	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	39
	*	2.25	9.06	0.94	-98.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	39
	rechts	0.15	11.47	0.94	281.2	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.35	11.67	0.94	265.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	0.70	12.02	0.94	265.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.05	12.37	0.94	216.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
	rechts	0.70	12.02	0.94	265.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.05	12.37	0.94	216.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
	rechts	0.70	12.02	0.94	265.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.05	12.37	0.94	216.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
	rechts	0.70	12.02	0.94	265.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.05	12.37	0.94	216.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
	rechts	0.70	12.02	0.94	265.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	11
	rechts	1.05	12.37	0.94	216.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
	rechts	1.20	12.52	0.94	216.3	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	40
5	*	2.25	13.57	0.94	140.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	14
	links	0.35	20.79	0.94	-138.7	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	links	1.05	20.09	0.94	-208.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	41
	links	0.70	20.44	0.94	-210.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	21
	links	0.35	20.79	0.94	-192.1	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	42
	links	0.70	20.44	0.94	-210.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	21
	links	0.35	20.79	0.94	-192.1	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	42
	links	0.70	20.44	0.94	-210.8	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	21
	links	0.35	20.79	0.94	-192.1	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	42
	links	1.40	19.74	0.94	-208.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	41
	*	2.45	18.69	0.94	-164.1	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	19
	rechts	0.35	21.49	0.94	158.6	18.4	83.4	941.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.35	21.50	0.94	158.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	43
	rechts	0.70	21.85	0.94	158.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	43
	rechts	1.06	22.20	0.94	154.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	45
	rechts	0.70	21.85	0.94	158.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	43

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
6	rechts	1.06	22.20	0.94	154.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	45
	rechts	0.77	21.92	0.94	158.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	43
	rechts	1.40	22.55	0.94	154.0	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	45
	*	2.45	23.60	0.94	125.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	46
	links	0.13	28.75	0.94	-104.4	18.4	83.4	941.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	0.70	28.17	0.94	-104.4	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	30
	links	1.18	27.70	0.94	-99.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	29
	*	2.23	26.64	0.94	-70.7	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	27
	rechts	0.13	29.00	0.94	36.1	18.4	83.4	941.0	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.35	29.22	0.94	59.6	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	32
	rechts	0.70	29.57	0.94	66.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	48
	*	1.04	29.92	0.94	66.5	18.4	83.4	941.0	30.0	2.32 <sup>1</sup>	48
7	links	0.06	30.90	0.94	58.0	45.0	83.4	1568.3	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	0.70	30.27	0.94	65.6	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	49
	links	0.35	30.61	0.94	61.9	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	33
	links	1.03	29.93	0.94	65.6	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	49
	*	1.04	29.92	0.94	66.5	45.0	83.4	1568.3	30.0	2.32 <sup>1</sup>	48

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

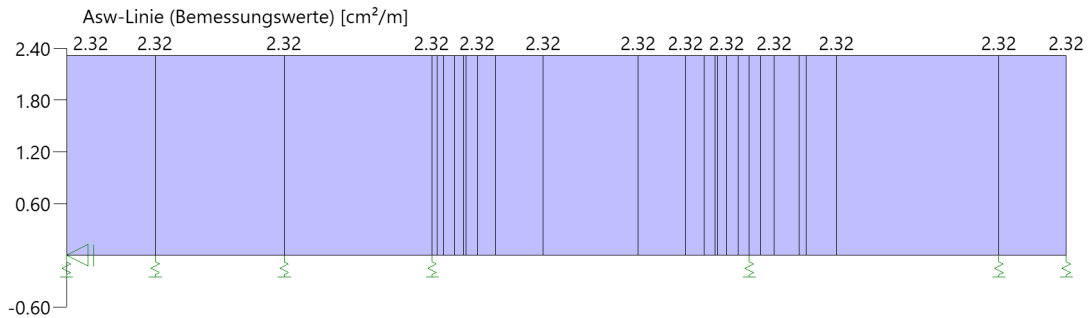
Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	L <sub>f</sub> k
Feld 1	1.45	0.0	0.0	65
Feld 2	2.00	0.0	0.0	52
Feld 3	2.65	0.0	-0.03	52
Feld 4	4.65	0.0	0.2	52
Feld 5	4.47	0.0	0.04	66
Feld 6	2.09	0.0	-0.01	65

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{\text{eff}} = 2.00$   $\epsilon_{\text{cs}} = -0.46 \text{ ‰}$   
Kombination charakteristisch  
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{\text{eff}} / 300$ )

Feld	x [m]	f <sub>ElIz,g</sub> [cm]	f <sub>ElIz,g</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElIz,ϕε</sub> [cm]	f <sub>ElIz,ϕε</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElI,ϕε</sub> [cm]	η
Feld 1	1.30	0.01	1/34092	0.01	1/41606	0.01	0.01
Feld 2	2.52	0.02	1/20297	0.01	1/27315	0.02	0.01
Feld 3	2.75	-0.1	1/3967	-0.1	1/4811	-0.1	0.08
Feld 4	4.65	0.8	1/1226	1.0	1/1013	1.0	0.30
Feld 5	4.88	0.1	1/8291	0.1	1/9204	0.1	0.04
Feld 6	1.05	-0.01	1/21463	-0.01	1/26813	-0.01	0.01





## Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm <sup>2</sup> ]	ΣAs,vorh.,unten [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	2,75	2,75	3,1	9,4	9,4	3Ø20
2,75	6,74	3,99	3,1	9,4	9,4	3Ø20
6,74	11,32	4,58	3,1	9,4	9,4	3Ø20
11,32	21,14	9,83	8,4	9,4	9,4	3Ø20
21,14	28,87	7,73	3,1	9,4	9,4	3Ø20
28,87	30,96	2,09	3,1	9,4	9,4	3Ø20

## Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm <sup>2</sup> ]	ΣAs,vorh.,oben [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	1,62	1,62	0,0	9,4	9,4	3Ø20
1,62	4,74	3,12	3,1	9,4	9,4	3Ø20
4,74	6,97	2,23	0,0	9,4	9,4	3Ø20
6,97	18,18	11,21	7,6	9,4	9,4	3Ø20
18,18	26,84	8,66	6,1	9,4	9,4	3Ø20
26,84	29,42	2,58	3,1	9,4	9,4	3Ø20
29,42	30,96	1,54	3,1	9,4	9,4	3Ø20

## Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,11	1,84	1,95	2,3	6,7	Ø8/15
1,90	4,00	2,10	2,3	6,7	Ø8/15
4,07	5,42	1,35	2,3	6,7	Ø8/15
5,49	8,19	2,70	2,3	6,7	Ø8/15
8,28	9,78	1,50	2,3	6,7	Ø8/15
9,86	14,51	4,65	2,3	6,7	Ø8/15
14,58	17,88	3,30	2,3	6,7	Ø8/15
17,95	23,65	5,70	2,3	6,7	Ø8/15
23,73	26,28	2,55	2,3	6,7	Ø8/15
26,37	29,52	3,15	2,3	6,7	Ø8/15
29,62	30,97	1,35	2,3	6,7	Ø8/15



### Schulterschubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	Asf,unten,erf. [cm²/m]	Asf,unten,vorh. [cm²/m]	Asf,unten,vorh.
0,00	30,96	30,96	0,00	3,76	Q188-A Q188-A

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	26.6 -1.1 0.0	26.6 8.1 0.0		
2	2.75	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	61.4 -0.01 -0.02	61.4 19.1 0.02		
3	6.74	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	-65.3 -23.5 -0.1	-65.3 1.3 0.1		
4	11.32	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	198.4 -4.0 -1.1	198.4 69.6 1.1		
5	21.14	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	124.6 -10.6 -0.3	124.6 67.3 0.3		
6	28.87	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	54.8 -17.5 -0.03	54.8 28.5 0.03		
7	30.96	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	-20.1 -13.6 -0.01	-20.1 7.8 0.01		

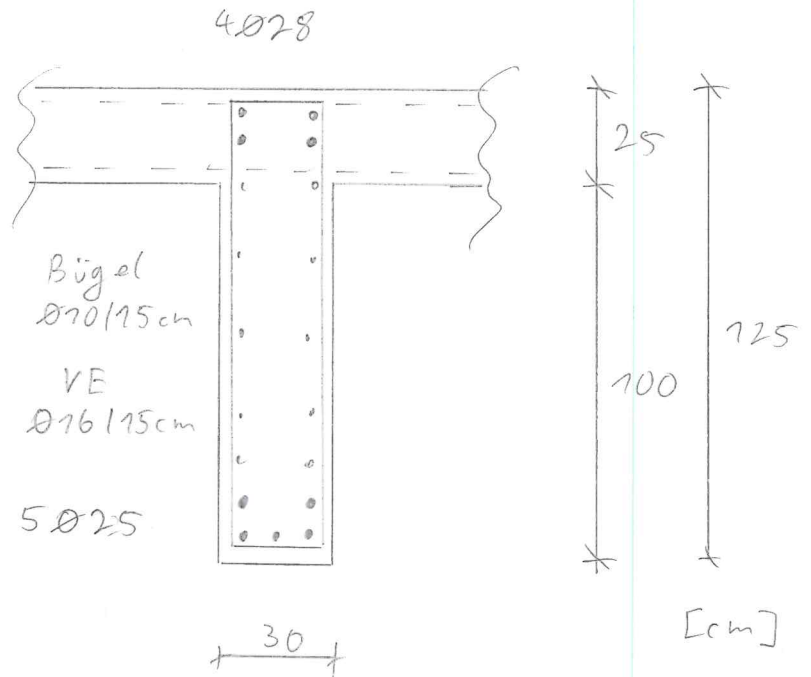
#### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 10 Lk 2	49.3 23.7			
2	2.75	Lk 9 Lk 8	112.4 60.5			
3	6.74	Lk 50 Lk 51	-60.0 -126.9			
4	11.32	Lk 39 Lk 12	379.7 184.9			
5	21.14	Lk 43 Lk 44	297.3 80.6			
6	28.87	Lk 47 Lk 31	140.6 4.6			
7	30.96	Lk 34 Lk 35	2.2 -58.0			

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert. Als weiterleitende Auflagerkräfte sind nicht die in der Tabelle angegebene Werte anzusetzen, sondern die Auflagerkräfte aus der FEM Berechnung.

**UZ-02-05 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37 ; B500A ; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 30/125 \text{ cm}$

Bewehrung:

4 Ø 28 oben

5 Ø 25 unten

Bügel Ø 10/15 cm



## Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	30.0	25.0	30.0	125.0		

Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

## Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	3.34	RC-PO-125-30 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	10.07	
3	8.18	

## Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	10.00	10.00	-1	0.0	0.0
2	3.34	2692310.00	2692310.00	0.0	0.0	0.0
3	13.41	1884620.00	1884620.00	0.0	0.0	0.0
4	21.59	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 25 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 25 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 35 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 27 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 22 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.29$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.44 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear  $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.39$ ; resultiert aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.29$  und dem Erhöhungsfaktor 1.05

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 3.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 8.1 cm	oben = 8.6 cm
Abminderung der Stützmomente	$\leq 15 \text{ ‰}$	

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

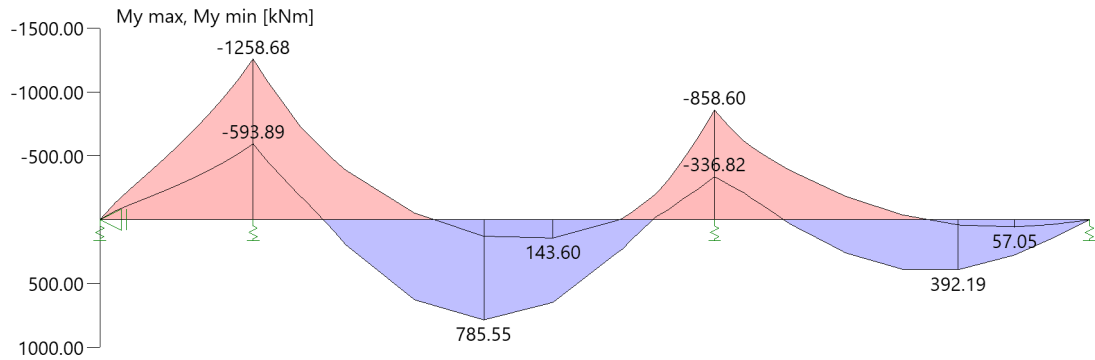
### Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 60.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 70.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 4 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$

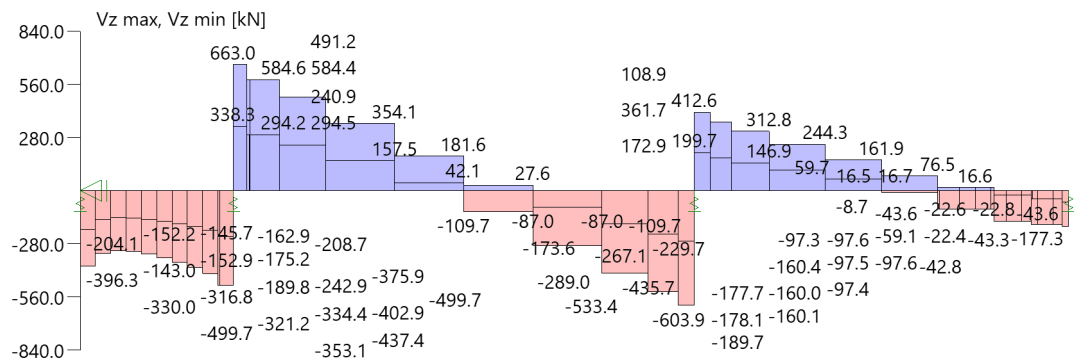
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	-204.1	43
	0.00	0.00	0.00	-396.3	1
	1.00	1.00	-166.79	-143.0	18
	3.01	3.01	-1091.76	-499.7	44
	3.34	3.34	-1258.68	-499.7	17
Feld 2	3.34	3.34	-593.89	-242.9	18
	3.34	3.34	-1258.68	-499.7	44
	0.00	3.34	-593.89	338.3	18
	0.00	3.34	-1258.68	663.0	17
	5.03	8.37	785.55	-91.2	8
	9.72	13.06	-647.25	-603.9	46
	10.07	13.41	-336.82	-267.1	45
	10.07	13.41	-858.60	-603.9	46
	10.07	13.41	-337.16	-267.1	47

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 3	0.00	13.41	-336.82	199.7	45
	0.00	13.41	-858.60	412.6	46
	0.00	13.41	-858.56	412.6	24
	0.00	13.41	-337.22	199.7	48
	0.35	13.76	-714.14	412.6	24
	5.32	18.72	392.19	3.3	14
	8.03	21.44	28.44	-189.7	15
	8.18	21.59	0.00	-59.1	16
	8.18	21.59	0.00	-189.7	15

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
30.0/25.0/30.0/125.0	226.29	4.3	-226.29	4.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.30	0.30	-116.89	-116.89	117.0	0.04	0.0	4.3	1
	2.90	2.90	-1042.78	-1042.78	116.4	0.20	0.0	22.0	17
Feld 2	0.78	4.12	-852.98	-852.98	116.4	0.16	0.0	17.5	7
	0.78	4.12	-852.98	-852.98	117.0	0.16	0.0	17.5	7
	5.03	8.37	785.23	785.23	117.0	0.15	15.8	0.0	8
	8.72	12.06	0.60	0.60	116.4	0.00	4.3	0.0	9
	8.73	12.07	-185.96	-185.96	117.0	0.05	0.0	4.3	10
Feld 3	0.74	14.14	-589.90	-589.90	116.4	0.11	0.0	11.6	13
	0.74	14.14	-589.90	-589.90	117.0	0.11	0.0	11.6	13
	5.32	18.72	392.19	392.19	117.0	0.08	7.6	0.0	14
	7.65	21.05	96.59	96.59	116.4	0.04	4.3	0.0	14

Am ersten Auflager sind mindestens 7.0 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.30	3.04	-1258.68	-1108.71	0.0	116.4	0.22		23.6	17
	rechts	0.30	3.64	-1258.68	-927.19	15.0	116.4	0.18		19.2	7
3	links	0.35	13.06	-858.60	-584.07 <sup>1</sup>		116.4	0.11		11.5	11
	rechts	0.35	13.76	-858.60	-609.13	15.0	116.4	0.12		12.0	12
4	links	0.00	21.59	0.00	0.00			0.00			16

1 : Mindeststützmoment



**Querkraftbewehrung**

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
1	rechts	0.15	0.15	0.94	-396.3	45.0	136.6	2086.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.33	0.33	0.94	-396.3	45.0	136.6	2086.1	30.0	8.36	1
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	rechts	0.67	0.67	0.94	-330.0	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.96	2
	rechts	1.00	1.00	0.94	-321.2	45.0	136.6	2086.1	30.0	6.77	3
	*	1.67	1.67	0.94	-334.4	45.0	136.6	2086.1	30.0	7.05	4
2	links	0.30	3.04	0.91	-499.7	23.7	136.6	1488.8	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.00	2.34	0.94	-402.9	18.4	136.6	1249.2	30.0	2.84	17
	links	0.67	2.67	0.92	-437.4	20.6	136.6	1352.1	30.0	3.51	17
	links	0.33	3.01	0.91	-499.7	23.6	136.6	1489.7	30.0	4.75	17
	links	1.00	2.34	0.94	-402.9	18.4	136.6	1249.2	30.0	2.84	17
	links	0.67	2.67	0.92	-437.4	20.6	136.6	1352.1	30.0	3.51	17
	links	0.33	3.01	0.91	-499.7	23.6	136.6	1489.7	30.0	4.75	17
	links	1.00	2.34	0.94	-402.9	18.4	136.6	1249.2	30.0	2.84	17
	links	0.67	2.67	0.92	-437.4	20.6	136.6	1352.1	30.0	3.51	17
	links	0.33	3.01	0.91	-499.7	23.6	136.6	1489.7	30.0	4.75	17
	links	1.00	2.34	0.94	-402.9	18.4	136.6	1249.2	30.0	2.84	17
	links	0.67	2.67	0.92	-437.4	20.6	136.6	1352.1	30.0	3.51	17
	links	0.33	3.01	0.91	-499.7	23.6	136.6	1489.7	30.0	4.75	17
	links	0.67	2.67	0.92	-437.4	20.6	136.6	1352.1	30.0	3.51	17
	links	0.33	3.01	0.91	-499.7	23.6	136.6	1489.7	30.0	4.75	17
	links	1.46	1.88	0.94	-353.1	18.4	136.6	1251.6	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	*	1.67	1.67	0.94	-334.4	18.4	136.6	1251.6	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	0.30	3.64	0.91	663.0	28.1	136.6	1690.6	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.36	3.70	0.92	584.6	26.3	136.6	1618.4	30.0	6.22	19
	rechts	1.01	4.35	0.94	584.4	26.3	136.6	1655.1	30.0	6.08	19
	rechts	1.46	4.80	0.94	491.2	26.3	136.6	1655.1	30.0	5.11	20
	*	2.63	5.97	0.94	354.1	18.4	136.8	1258.2	30.0	2.78 <sup>1</sup>	21
3	links	0.35	13.06	0.94	-533.4	24.3	136.6	1566.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.01	12.40	0.94	-533.4	24.3	136.6	1566.1	30.0	5.08	11
	links	1.51	11.89	0.94	-435.7	20.1	136.6	1348.4	30.0	3.37	23
	*	2.68	10.73	0.94	-289.0	18.4	136.4	1252.0	30.0	2.78 <sup>1</sup>	22
	rechts	0.35	13.76	0.94	412.6	18.8	136.6	1273.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	rechts	0.35	13.76	0.94	412.6	18.8	136.6	1273.1	30.0	2.96	24
	rechts	0.82	14.22	0.94	361.7	18.8	136.6	1273.1	30.0	2.78 <sup>1</sup>	25
	rechts	1.51	14.92	0.94	312.8	18.8	136.6	1273.1	30.0	2.78 <sup>1</sup>	26
	*	2.68	16.08	0.94	244.3	18.4	136.6	1251.6	30.0	2.78 <sup>1</sup>	27
	links	0.15	21.44	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
4	links	1.02	20.56	0.94	-160.4	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.36	29
	links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30
	links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
	links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30
	links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
	links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30

Stütze [Nr]	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30
links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30
links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
links	0.68	20.91	0.94	-177.7	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.73	30
links	0.34	21.25	0.94	-178.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.74	30
links	1.32	20.27	0.94	-160.1	45.0	136.8	2097.1	30.0	3.36	29
*	2.49	19.10	0.94	-97.6	45.0	136.8	2097.1	30.0	2.78 <sup>1</sup>	28

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	L <sub>fk</sub>
Feld 1	0.00	0.0	0.3	35
Feld 2	5.30	0.0	0.2	37
Feld 3	4.74	0.0	0.1	38

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl:  $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.39$   $\epsilon_{cs} = -0.44$  ‰  
Resultierend aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.29$  und dem Erhöhungsfaktor 1.05  
Kombination charakteristisch  
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	f <sub>Ell,z,g</sub> [cm]	f <sub>Ell,z,g</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>Ell,z,φ<sub>ε</sub></sub> [cm]	f <sub>Ell,z,φ<sub>ε</sub></sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>Ell,φ<sub>ε</sub></sub> [cm]	η
Feld 1	0.00	0.4	1/809	1.0	1/347	1.0	0.86
Feld 2	5.30	0.2	1/4351	0.7	1/1398	0.7	0.21
Feld 3	4.74	0.04	1/18829	0.2	1/4580	0.2	0.07

## Spannungsbegrenzung

### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40$  mm  
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50$  N/mm<sup>2</sup>

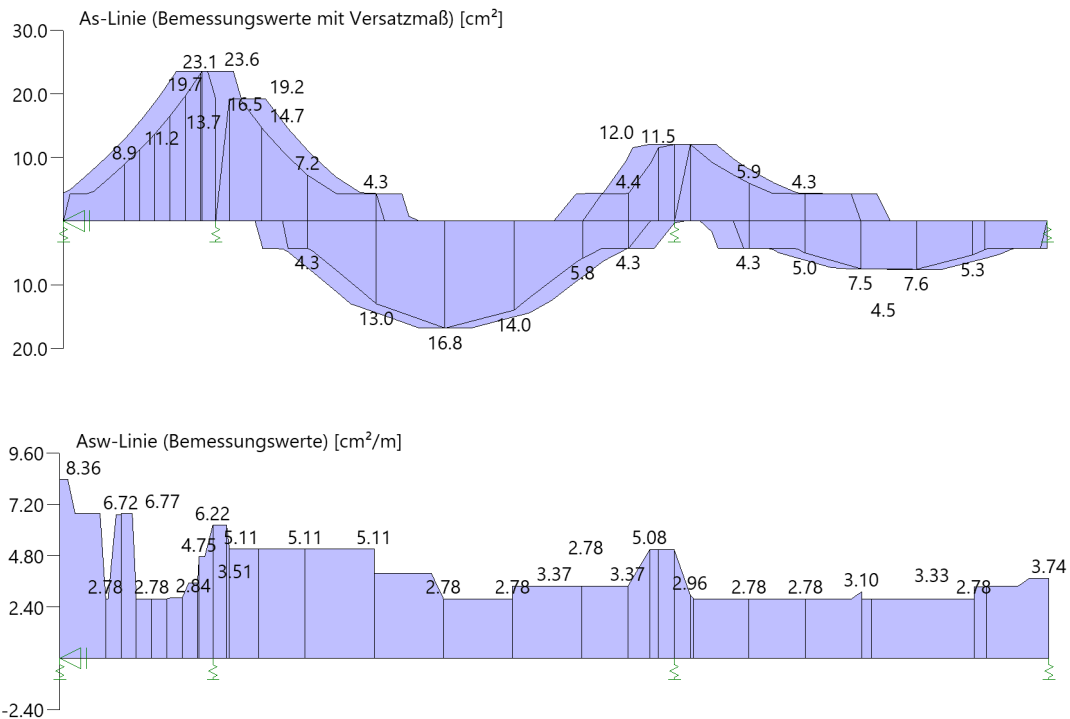
Feld	x [m]	M <sub>y</sub> [kNm]	A <sub>su</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>so</sub> [cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>S</sub> (t=∞) [N/mm <sup>2</sup> ]	φ <sub>nl</sub> (t <sub>0</sub> , t)	vorh d <sub>s</sub> [mm]	zul d <sub>s</sub> [mm]	L <sub>fk</sub>
Feld 1	0.15	-37.88	24.5	24.6	14.59	2.39	28	100	40
	2.64	-575.83	24.5	24.6	222.07	2.39	28	65	40
	2.81	-622.87	24.5	24.6	240.21	2.39	28	59	40
	3.04	-686.16	24.5	24.6	264.62	2.39	28	52	40
Feld 2	3.64	-653.52	24.5	24.6	252.03	2.39	28	55	40
	3.87	-568.50	24.5	24.6	219.25	2.39	28	66	40
	8.37	406.90	24.5	24.6	156.98	2.39	25	100	41
	13.06	-375.92	24.5	24.6	144.95	2.39	28	100	42
Feld 3	13.76	-415.11	24.5	24.6	160.06	2.39	28	100	41
	14.23	-322.95	24.5	24.6	124.52	2.39	28	100	41

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$   
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
	14.70	-242.49	24.5	24.6	93.50	2.39	28	100	41
	21.44	16.09	24.5	24.6	6.17	2.39	25	100	39

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

## As-Deckungslinien



## Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	21,59	21,59	16,8	24,5	24,5	5Ø25

## Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	21,59	21,59	23,6	24,6	24,6	4Ø28

## Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,08	21,67	21,75	8,4	10,5	Ø10/15

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

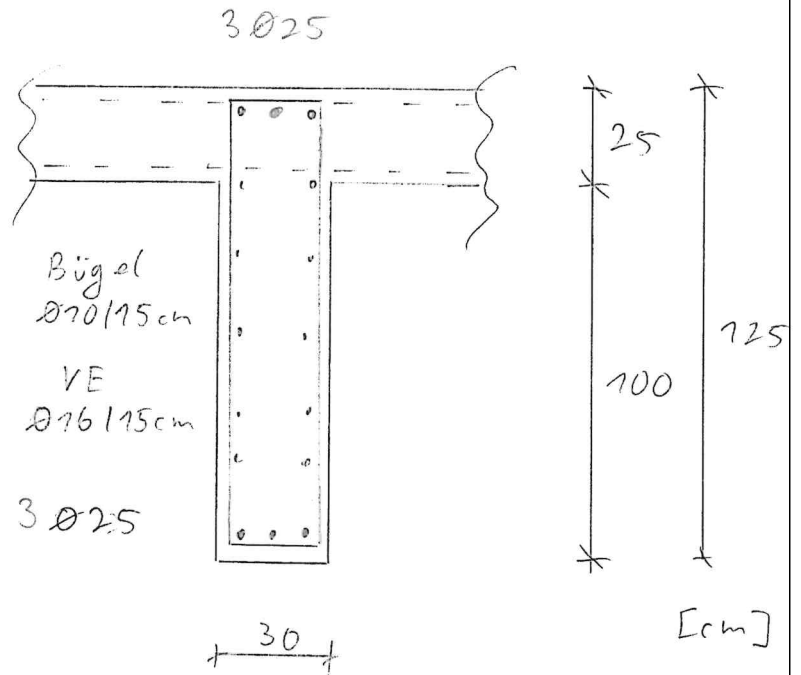
Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	0.02 0.0 0.0	0.02 0.01 0.0		
2	3.34	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	610.1 -1.4	610.1 207.4 1.4		
3	13.41	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	512.1 -0.6 -0.6	512.1 188.3 0.6		
4	21.59	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	82.4 -0.5 -1.4	82.4 37.6 1.4		

#### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 31	0.1			
2	3.34	Lk 17 Lk 18	1162.7 581.2			
3	13.41	Lk 33 Lk 34	1017.6 467.3			
4	21.59	Lk 15 Lk 16	189.7 59.1			

**UZ-02-06 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37 ; B500 A ; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

b/h = 30 / 125 cm

Bewehrung:

3 Ø 25 oben

3 Ø 25 unten

Bügel Ø 10 / 15 cm

## UZ-02-06 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

Eff. mitwirkende Breiten



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	30.0	25.0	30.0	125.0		

Folgende Felder: Feld 1 und Feld 2 müssen ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

#### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2538460.00	2538460.00	-1	0.0	0.0
2	1.98	2153850.00	2153850.00	0.0	0.0	0.0
3	6.09	10.00	10.00	0.0	0.0	0.0

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

### 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 25$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$C_{min,b} = 10$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20$ mm *5
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 25$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,l} = 35$ mm
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 25$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.29$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.44$ ‰	

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.3 cm	oben = 5.3 cm
Abminderung der Stützmente <= 15 %		

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

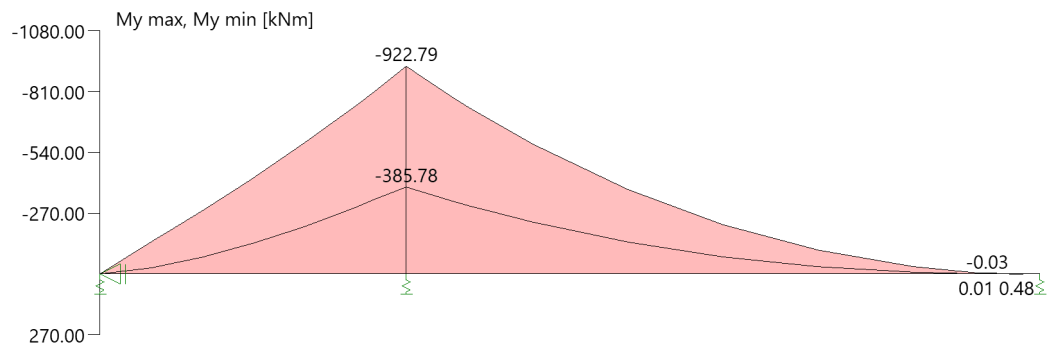
### Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0$  cm
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 60.0$  cm
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0$  cm

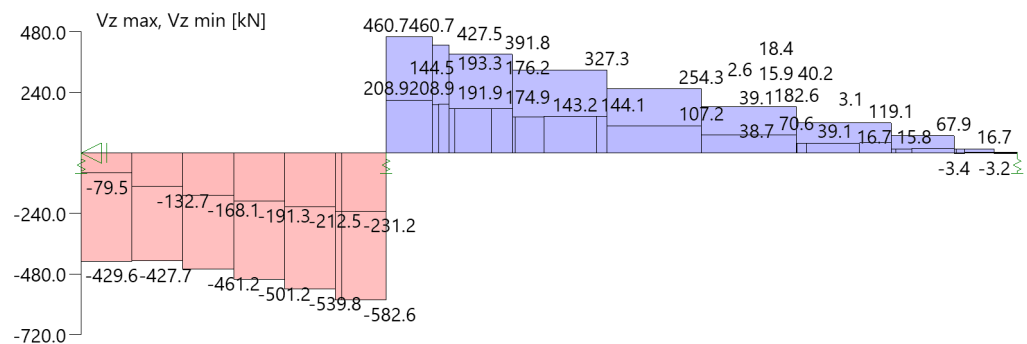
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	-79.5	1
	0.00	0.00	0.00	-429.6	2
	1.88	1.88	-861.96	-582.6	18
	1.98	1.98	-922.79	-566.3	15
	1.98	1.98	-385.78	-247.4	27
	1.98	1.98	-385.78	-231.2	17
	1.98	1.98	-922.79	-582.6	18
	0.00	1.98	-385.78	208.9	27
	0.00	1.98	-922.79	460.7	15
	0.00	1.98	-922.79	460.7	14
Feld 2	0.00	1.98	-385.78	208.9	29
	3.70	5.68	-0.20	-3.4	30
	3.96	5.94	0.48	-3.2	28
	4.11	6.09	0.00	3.1	13
	4.11	6.09	0.00	-3.2	28



### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
30.0/25.0/30.0/125.0	226.29	4.2	-226.29	4.2

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

### Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	0.23	0.23	-98.81	-98.81	119.8	0.04	0.0	4.2 <sup>1</sup>	2
	1.61	1.61	-721.04	-721.04	119.8	0.13	0.0	14.0	3
Feld 2	0.49	2.47	-708.14	-708.14	119.8	0.13	0.0	13.7	4
	3.70	5.68	0.01	0.01	119.8	0.00	4.2	0.0 <sup>1</sup>	12
	3.72	5.70	0.002	0.002	119.8	0.00	4.2	0.0 <sup>1</sup>	12
	3.72	5.70	-4.22	-4.22	119.8	0.01	0.0	4.2 <sup>1</sup>	11
	3.96	5.94	0.47	0.47	119.8	0.00	4.2	0.0 <sup>1</sup>	12

Am ersten Auflager sind mindestens 4.9 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 4.2 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			2
2	links	0.30	1.68	-922.79	-646.73	15.0	119.8	0.12		12.4	3
	rechts	0.30	2.28	-922.79	-667.84	14.9	119.8	0.12		12.9	15
3	links	0.00	6.09	0.00	0.00			0.00			13

### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.15	0.15	0.94	-429.6	45.0	116.8	2156.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.33	0.33	0.94	-429.6	45.0	116.8	2156.3	30.0	8.76	2
	rechts	0.66	0.66	0.94	-461.2	45.0	116.8	2156.3	30.0	9.41	14
	*	0.99	0.99	0.94	-461.2	45.0	116.8	2156.3	30.0	9.41	14
2	links	0.30	1.68	0.94	-582.6	25.3	116.8	1665.9	VRd,max > VEd		
	links	0.66	1.32	0.94	-539.8	23.9	116.8	1599.3	30.0	4.89	16
	links	0.33	1.65	0.94	-582.6	25.3	116.8	1665.9	30.0	5.62	18
	links	0.98	1.00	0.94	-501.2	22.5	116.8	1524.1	30.0	4.23	15
	*	0.99	0.99	0.94	-461.2	20.7	116.8	1425.1	30.0	3.55	14
	rechts	0.30	2.28	0.94	460.7	20.7	118.5	1423.6	VRd,max > VEd		
	rechts	0.34	2.33	0.94	427.5	18.9	117.4	1319.5	30.0	2.98	15
	rechts	0.69	2.67	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.03	3.01	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.69	2.67	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.03	3.01	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.69	2.67	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.03	3.01	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.69	2.67	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.03	3.01	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.41	2.39	0.94	427.5	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.98	15

Stütze [Nr]		x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	k <sub>z</sub>	V <sub>Ed</sub> [kN]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	a <sub>max</sub> [cm]	a <sub>sw</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	L <sub>k</sub>
3	rechts	0.82	2.80	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.44	3.42	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.82	2.80	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.44	3.42	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	0.82	2.80	0.94	391.8	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	4
	rechts	1.44	3.42	0.94	327.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	5
	rechts	1.50	3.48	0.94	254.3	18.9	116.8	1319.5	30.0	2.78 <sup>1</sup>	6
	*	2.05	4.04	0.94	182.6	18.4	116.8	1293.8	30.0	2.78 <sup>1</sup>	7
	links	0.15	5.94	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	V <sub>Rd,max</sub> > V <sub>Ed</sub>		
	links	1.03	5.06	0.94	119.1	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	8
	links	0.68	5.41	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	0.34	5.75	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	11
	links	0.68	5.41	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	0.34	5.75	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	11
	links	0.68	5.41	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	0.34	5.75	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	11
	links	0.68	5.41	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	0.34	5.75	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	11
	links	0.68	5.41	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	0.34	5.75	0.94	16.7	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	11
	links	0.41	5.68	0.94	67.9	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	9
	links	1.35	4.74	0.94	119.1	45.0	116.8	2156.3	30.0	2.78 <sup>1</sup>	8
	*	2.05	4.04	0.94	182.6	45.0	116.8	2156.3	30.0	3.72	7

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	L <sub>fk</sub>
Feld 1	1.98	0.0	0.03	31
Feld 2	4.11	0.0	0.4	21

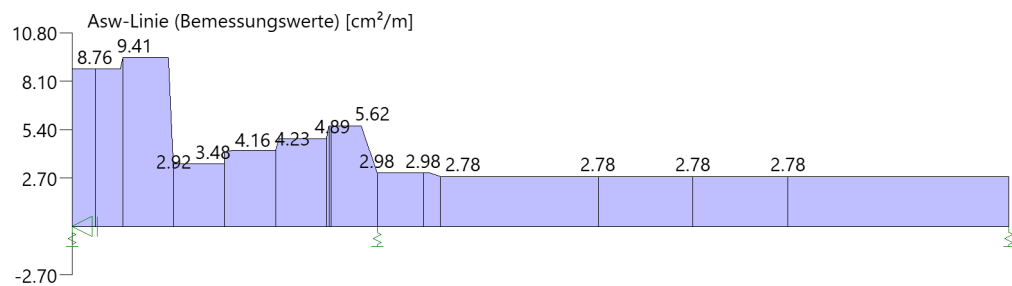
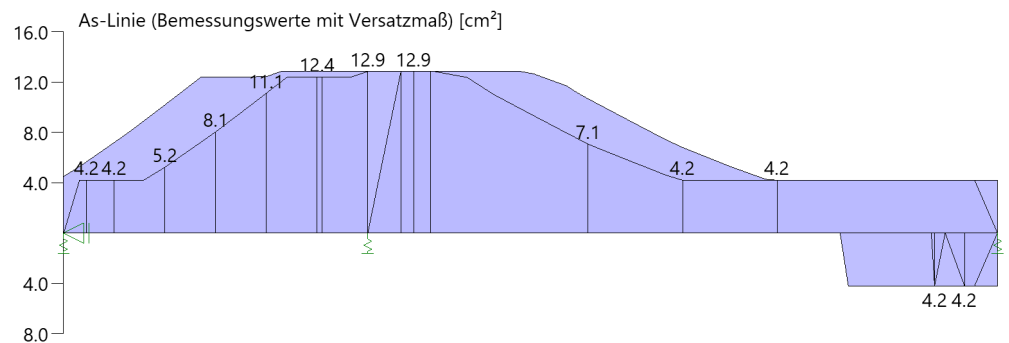
#### Spannungsbegrenzung

### 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> = 13.50 N/mm<sup>2</sup>

Feld	x [m]	M <sub>y</sub> [kNm]	A <sub>su</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>so</sub> [cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>S</sub> (t=∞) [N/mm <sup>2</sup> ]	σ <sub>C</sub> (t=0) [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	L <sub>fk</sub>
Feld 1	0.15	-35.50	14.7	14.7	21.78	-0.79	25	100	23
	1.25	-327.78	14.7	14.7	201.47	-7.32	25	73	25
	1.46	-392.47	14.7	14.7	241.24	-8.76	25	58	25
	1.68	-463.62	14.7	14.7	284.97	-10.30	25	47	25
Feld 2	2.28	-481.85	14.7	14.7	296.17	-10.80	25	44	24
	2.63	-394.32	14.7	14.7	242.37	-8.80	25	57	24
	2.81	-352.23	14.7	14.7	216.50	-7.86	25	66	24
	5.94	0.01	14.7	14.7	0.83	-0.03	20	100	22

## As-Deckungslinien



## Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm <sup>2</sup> ]	ΣAs,vorh.,unten [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	1,98	1,98	0,0	14,7	14,7	3Ø25
1,98	6,09	4,11	4,2	14,7	14,7	3Ø25

## Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm <sup>2</sup> ]	ΣAs,vorh.,oben [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	4,65	4,65	12,9	14,7	14,7	3Ø25
4,65	6,09	1,44	4,5	14,7	14,7	3Ø25

## Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [cm <sup>2</sup> /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,09	1,26	1,35	9,4	10,5	Ø10/15
1,36	3,31	1,95	8,8	10,5	Ø10/15
3,37	6,22	2,85	8,8	10,5	Ø10/15

### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

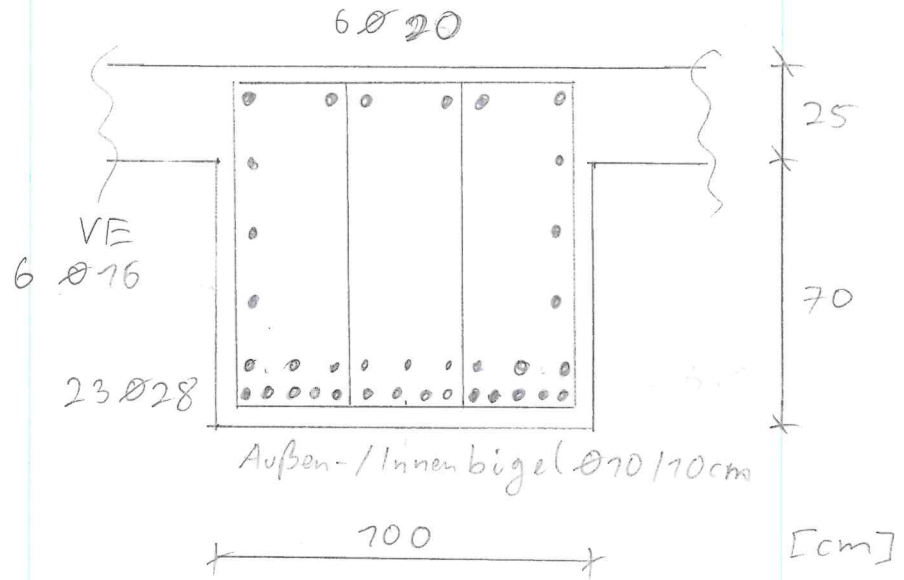
Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	-170.4 -110.8 -6.3	-170.4 38.3 6.3		
2	1.98	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	498.3 -31.4 -6.3	498.3 239.6 6.3		
3	6.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	0.03 0.0 0.0	0.03 0.01 0.0		

#### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	-79.5 -429.6			
2	1.98	Lk 18 Lk 17	1043.3 440.1			
3	6.09	Lk 19 Lk 20	0.1 0.02			

**UZ-02-07 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C 30/37; B 500 A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 100/95 \text{ cm}$

Bewehrung:

6 Ø 20 oben

23 Ø 28 unten

Bügel Ø 10/10 cm ita

## UZ-02-07 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

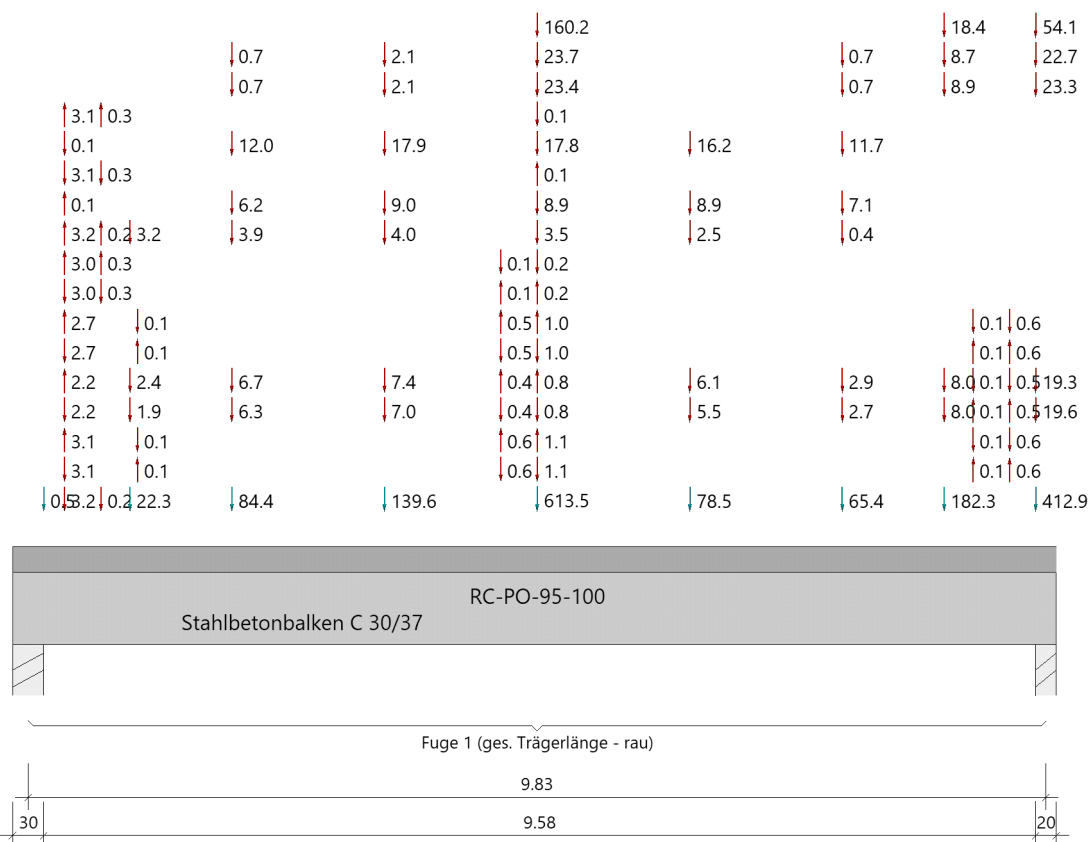
### Grundparameter

Stahlbetonbalken  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

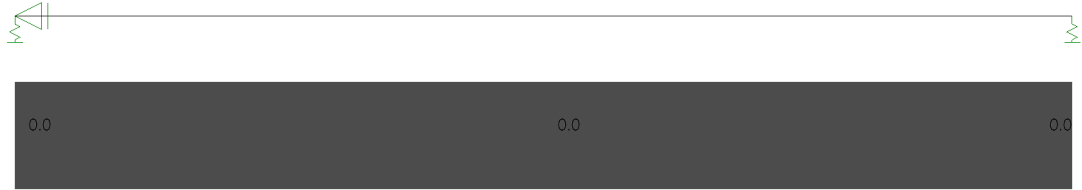
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Systembild



## Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00$	$\text{N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000$	$\text{N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	100.0	25.0	100.0	95.0		

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	9.83	3.0	3.0	rau

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2538460.00	2538460.00	-1	0.0	0.0
2	9.83	3589740.00	3589740.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 12 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 25 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 12 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 12 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 22 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 22 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 25 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 35 \text{ mm}$	$C_{nom,l} = 38 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 23 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 26 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.07$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.38 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear  $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.11$ ; resultiert aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 1.85$  und dem Erhöhungsfaktor 1.68

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 7.6 cm	oben = 5.0 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagernahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

### Auflagerbedingungen

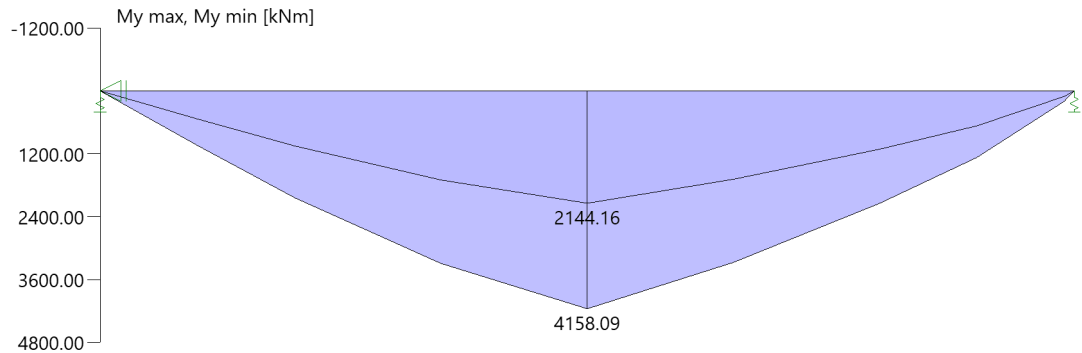
- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 20.0 \text{ cm}$



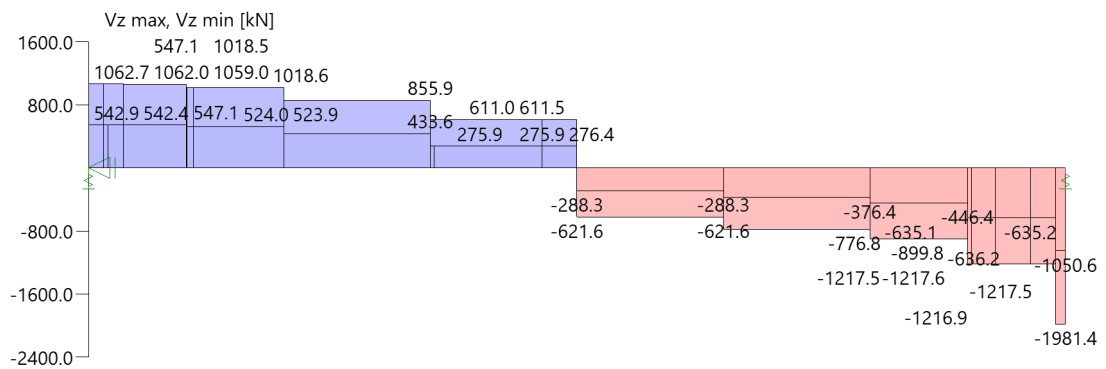
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	1062.7	1
	0.00	0.00	0.00	542.9	2
	0.15	0.15	159.40	1062.7	1
	4.91	4.91	4158.09	-599.6	1
	9.73	9.73	198.14	-1981.4	1
	9.83	9.83	0.00	-1050.6	2
	9.83	9.83	0.00	-1981.4	1

### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
100.0/25.0/100.0/95.0	435.68	11.1	-435.68	10.8

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

### Feldbewehrung

Feld	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	4.92	4.92	4157.49	4157.49	87.4	0.50	137.7	0.0	1
	9.25	9.25	784.10	784.10	90.0	0.09	20.3	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 35.4 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Am letzten Auflager sind mindestens 35.4 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.15	0.15	0.92	1062.7	20.0	471.6	3288.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.35	0.35	0.92	1062.0	20.0	471.6	3286.7	30.0	11.08	3
	rechts	0.70	0.70	0.92	1059.0	20.0	471.6	3286.7	30.0	11.05	4
	rechts	1.02	1.02	0.92	1018.5	20.0	471.6	3286.7	30.0	10.63	5
	*	1.90	1.90	0.91	1018.6	20.0	471.6	3277.1	30.0	10.66	5
2	links	0.10	9.73	0.92	-1216.9	23.0	471.6	3673.6	VRd,max > VEd		
	links	0.70	9.13	0.92	-1217.6	23.0	471.6	3675.0	30.0	14.80	7
	links	0.35	9.48	0.92	-1217.5	23.0	471.6	3674.8	30.0	14.80	7
	links	0.97	8.85	0.92	-1217.6	23.0	471.6	3675.0	30.0	14.80	7
	*	1.85	7.98	0.91	-899.8	23.0	471.6	3661.7	30.0	10.98	6

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

### Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	bw [cm]	vEd [kN/m <sup>2</sup> ]	vRdj [kN/m <sup>2</sup> ]	vRdmax [kN/m <sup>2</sup> ]	asw [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.92	1062.7	94.0	1409	460	4250	
	0.35	0.35	0.92	1062.0	94.0	1409	460	4250	24.42
	1.35	1.35	0.92	1018.6	94.0	1351	460	4250	22.94
	2.35	2.35	0.90	855.9	94.0	1160	460	4250	18.03
	3.35	3.35	0.85	855.9	94.0	1222	460	4250	19.62
	4.35	4.35	0.83	611.5	94.0	898	460	4250	11.28
2 li	0.00	9.83	0.92	-1981.4	94.0	2628	460	4250	
	0.73	9.10	0.92	-1217.6	94.0	1615	460	4250	29.74
	1.73	8.10	0.92	-899.8	94.0	1193	460	4250	18.89
	2.73	7.10	0.88	-776.8	94.0	1072	460	4250	15.78
	3.73	6.10	0.84	-621.6	94.0	895	460	4250	11.22
	4.73	5.10	0.81	-621.6	94.0	937	460	4250	12.30

cj = 0.40    μ = 0.70    v = 0.50 (rau)  
In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	Lfk
Feld 1	4.91	0.0	1.2	8

### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl:  $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.11$   $\epsilon_{cs} = -0.38 \%$

Resultierend aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 1.85$  und dem Erhöhungsfaktor 1.68

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{Ellz,g}$ [cm]	$f_{Ellz,g} / l_{eff}$	$f_{Ellz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{Ellz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{Ell,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	4.91	1.5	1/665	3.3	1/301	3.3	1.00

### Spannungsbegrenzung

#### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

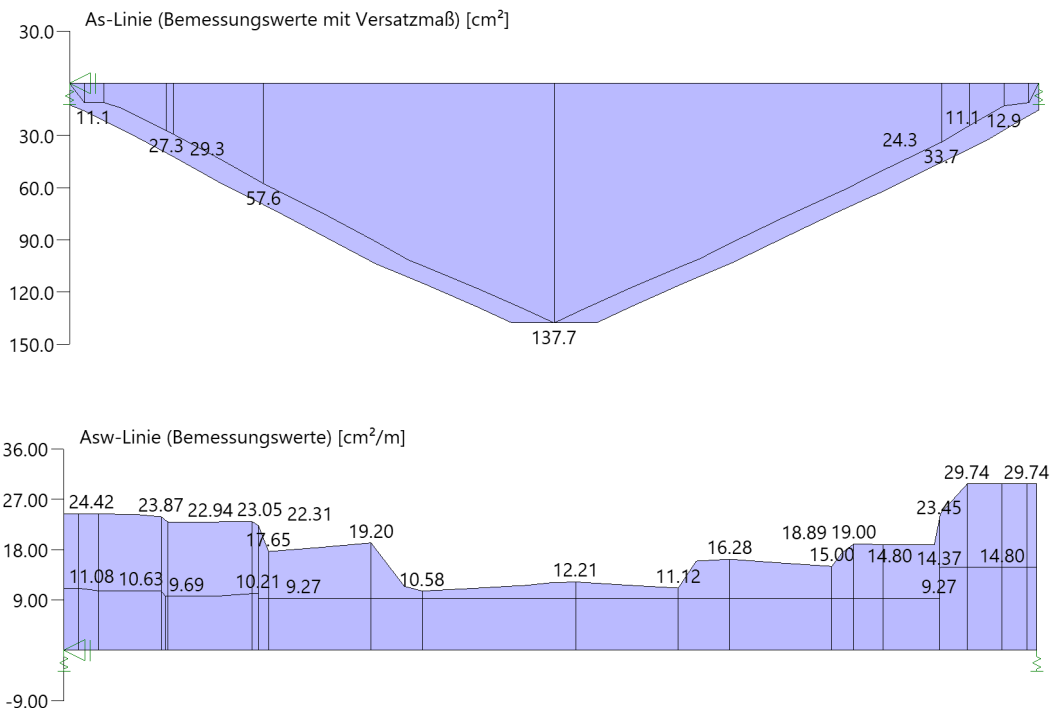
Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow$  zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.15	101.40	141.6	18.8	9.85	3.11	28	100	9
	4.65	2554.07	141.6	18.8	248.14	3.11	28	100	9
	4.91	2650.73	141.6	18.8	257.54	3.11	28	100	9
	5.17	2551.90	141.6	18.8	247.93	3.11	28	100	9
	9.73	127.58	141.6	18.8	12.40	3.11	28	100	9

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

### As-Deckungslinien



#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	9,83	9,83	137,7	141,6	141,6	23Ø28

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	4,91	4,91	0,0	18,8	18,8	6Ø20
4,91	9,83	4,91	0,0	18,8	18,8	6Ø20

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,11	9,89	10,00	29,7	31,4	Ø10/10 <sup>1</sup>

1 : Schnittigkeit: 4

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	548.6 -0.1 -3.7	548.6 212.5 3.7		
2	9.83	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	1050.9 0.0 -0.2	1050.9 375.0 0.2		

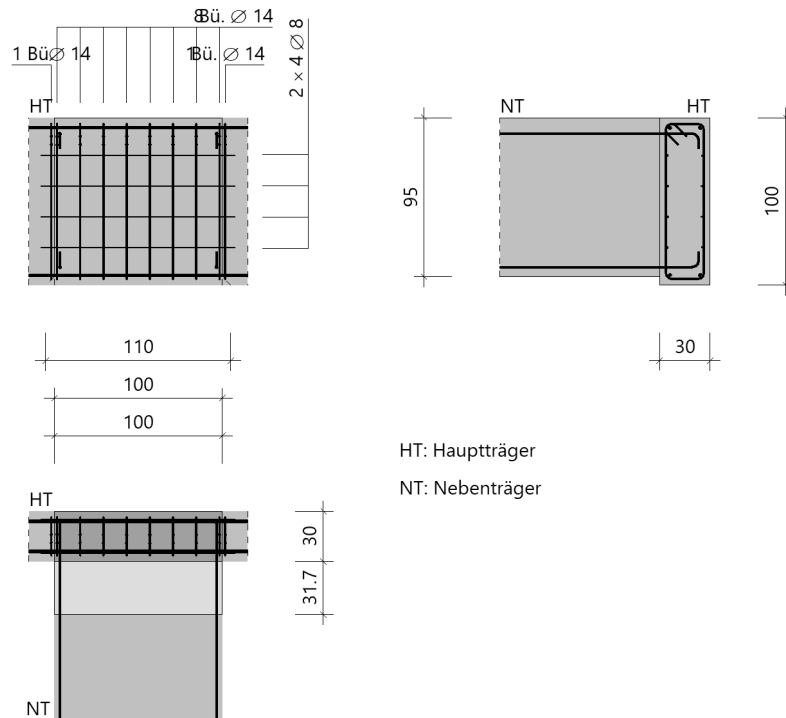
##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	1062.7 542.9			
2	9.83	Lk 1 Lk 2	1981.4 1050.6			

## UZ-02-07 Indirektes Auflager Wand Pos. W2

TB-Indirektes Auflager (x64) TB-BIA 02/24C (FRILO R-2024-2/P06)

### Grafik



### Grundparameter

Stahlbeton: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
 Bemessungssituation = ständig/vorübergehend

Beton = C 30/37

Betonstahl = B500A  $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$   $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$

### System

Hauptträgerbreite  $b_{HT} = 30.0 \text{ cm}$  Hauptträgerhöhe  $h_{HT} = 100.0 \text{ cm}$   
 Nebenträgerbreite  $b_{NT} = 100.0 \text{ cm}$  Nebenträgerhöhe  $h_{NT} = 95.0 \text{ cm}$   
 Auflagerkraft  $F_{Ed} = 1062.0 \text{ kN}$

### Ergebnisse

$a_{HT} = \min(h_{HT} / 3, \text{Abs}(h_{HT} - b_{NT}) / 2) = \min(100.0 / 3, \text{Abs}(100.0 - 100.0) / 2) = 0.0 \text{ cm}$   
 $a_{NT} = \min(h_{NT} / 3, \text{Abs}(h_{NT} - b_{HT}) / 2) = \min(95.0 / 3, \text{Abs}(95.0 - 30.0) / 2) = 31.7 \text{ cm}$

### Aufhängebewehrung durch 2-schnittige Bügel:

Erforderlich  $A_{s,erf} = 24.4 \text{ cm}^2$  gewählt 10 Bügel Ø 14 =  $30.8 \text{ cm}^2$

Bügelanzahl im Durchdringungsbereich = 8  $A_{s,vorh} = 24.6 \text{ cm}^2$

Bügelanzahl in einem Nebenbereich = 1  $A_{s,vorh} = 6.2 \text{ cm}^2$

**Horizontale Bewehrung im Hauptträger:**

Erforderlich je Nebenbereich  $A_{s,erf} = 0.0 \text{ cm}^2$  gewählt  $4 \text{ } \emptyset 8 / \text{Seite} = 4.0 \text{ cm}^2$

Die angegebene Aufhängebewehrung ist zusätzlich zu der erforderlichen Schubbewehrung einzulegen (EC 2 9.2.5).

## Pos. UZ-02-07 - Unterzug - Endauflager

### 8.4 Verankerung der Längsbewehrung (EC 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang)

Betongüte C30/37

$$(8.2) f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$f_{bd} = 3,04 \text{ N/mm}^2$$

bei gutem Verbund !

$$f_{ctd} = 1,0 \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$$

$$f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$$

$$(8.3) l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd} / f_{bd})$$

$$l_{b,rqd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.4) l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.5) (\alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$$

$$(8.6) \text{ Verankerung unter Zug}$$

$$l_{b,min} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

Die Mindestauflagerlänge darf bei direkter Lagerung auf 6,7  $\phi$  reduziert werden

$$\Rightarrow L_{\text{(Auflagerlänge)}} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) \geq l_{b,min} \text{ (bei direkter Lagerung)}$$

$$V_{ed} = 1982 \text{ KN}$$

$$\text{vorh. } A_s = 16 \phi 28 = 98,52 \text{ cm}^2$$

$$L_{\text{(direkt)}} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

$$30,9 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} =$$

$$30,0 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = 30,9 \text{ cm}$$

$$L_{\text{(indirekt)}} = l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

$$46,3 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} =$$

$$30,0 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = 46,3 \text{ cm}$$

vorhandene Länge der Bewehrung auf dem Auflager =

$$35 \text{ cm}$$

Feld erf  $A_s$

$$137,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

mindest 25%

$$f_{yk} = 500$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8 \text{ N/mm}^2$$

$f_{bd}$  = Bemessungswert der Verbundfestigkeit

$\eta_1 = 1,0$  bei guten Verbundbedingungen nach Bild 8.2

(Winkelhaken, Bauteilhöhe  $\leq 300 \text{ mm}$ , bei dickeren Bauteilen für die untere Bew.)

$\eta_1 = 0,7$  bei Abstand der Bewehrung von über 300 mm vom unteren Rand

$\eta_2 = 1,0$  für Stabdurchmesser  $\leq 32 \text{ mm}$

$\eta_2 = (132 - \phi) / 100$  für  $\phi > 32 \text{ mm}$

$f_{ctd}$  = Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

$\gamma_c = 1,5$   $f_{ctk;0,05} = 2,03$

$f_{ctk;0,05}$  nach Tabelle 3.1 begrenzt auf C60/75

$l_{b,rqd}$  = Grundwert der Verankerungslänge

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$   $\gamma_s = 1,15$  Stabdurchmesser = 28 mm

$l_{bd}$  = erf. Verankerungslänge

$\alpha_1 = 1,0$  (gerader Stab unter Zug, Druck)

$\alpha_1 = 0,7$  (Haken, Winkelhaken, Schlaufen)

$\alpha_3 = 1,0$

$\alpha_4 = 1,0$  (0,7 bei angschweißtem Querstab)

$\alpha_5 = 0,7$  bis 1,0 bei Querdruk

(8.7) Verankerung unter Druck

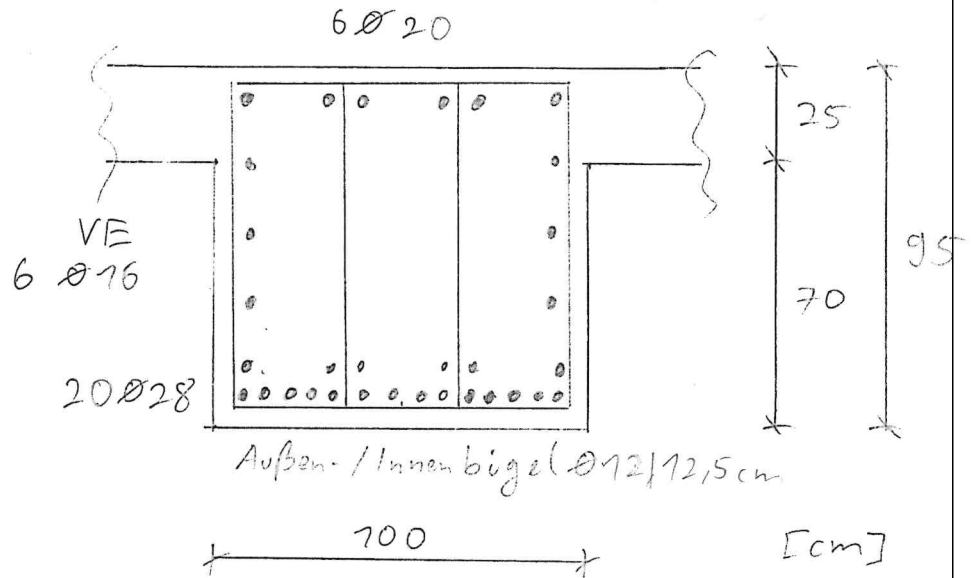
$$l_{b,min} \geq 0,6 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

Durchmesse 28 mm  
As pro Stab 6,16 cm<sup>2</sup>

**UZ-02-08 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 100/95 \text{ cm}$

Bewehrung:

6 Ø 20 oben

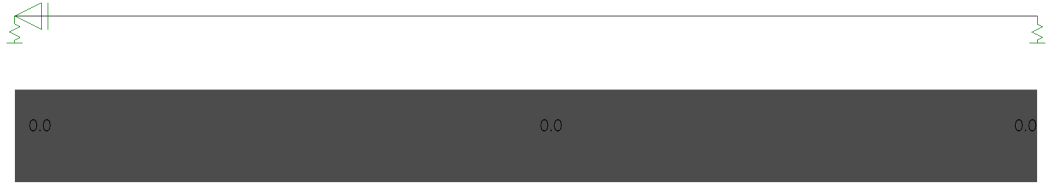
20 Ø 28 unten

Bügel Ø 12 / 12,5 cm mit a





## Eff. mitwirkende Breiten



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00$	$\text{N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000$	$\text{N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	100.0	25.0	100.0	95.0		

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	$a$ links [cm]	$a$ rechts [cm]	Art
1	0.00	11.06	3.0	3.0	rau

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	10.00	10.00	-1	0.0	0.0
2	11.06	3589740.00	3589740.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 28$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$C_{min,b} = 10$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20$ mm *5
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 28$ mm *5
Betondeckung	$C_{nom,l} = 38$ mm
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 28$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm

\*5: Verbund maßgebend

### Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.07$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.38$ ‰	

### Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 6.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 7.3 cm	oben = 8.2 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15$ %		

### Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

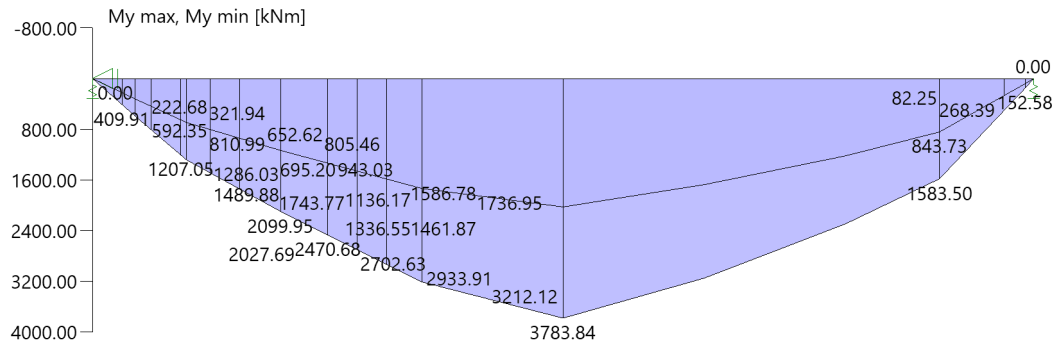
### Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 indirekt  $b = 100.0$  cm
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 20.0$  cm

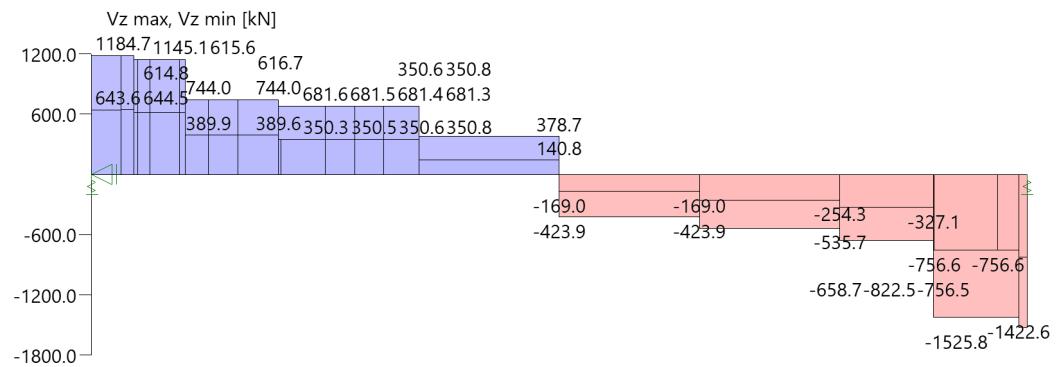
**Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend**

**Schnittgrößen**

**Umhüllende der Momente**



**Umhüllende der Querkräfte**



**Schnittgrößen**

Feld	Xrel [m]	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	1184.7	1
	0.00	0.00	0.00	643.6	9
	5.53	5.53	3783.84	344.6	1
	10.96	10.96	152.50	-1525.8	1
	11.06	11.06	0.00	-822.5	2
	11.06	11.06	0.00	-1525.8	1

**Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
100.0/25.0/100.0/95.0	435.68	11.0	-435.68	11.2

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

## Feldbewehrung

Feld	x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	5.53	5.53	3783.84	3783.84	87.7	0.44	120.6	0.0	1
	10.43	10.43	906.44	906.44	86.8	0.10	23.5	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 30.8 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Am letzten Auflager sind mindestens 30.8 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

## Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.50	0.50	0.89	1184.7	45.0	450.9	4954.7	VRd,max > VEd		
	rechts	0.50	0.50	0.89	1184.7	45.0	450.9	4954.7	30.0	35.06	1
	*	1.38	1.38	0.89	744.0	45.0	450.9	4954.7	30.0	22.02	3
2	links	0.10	10.96	0.89	-1422.6	45.0	450.9	4954.7	VRd,max > VEd		
	links	0.35	10.71	0.89	-1422.6	45.0	450.9	4954.7	30.0	42.10	5
	*	1.85	9.21	0.89	-658.7	45.0	450.9	4954.7	30.0	21.05	4

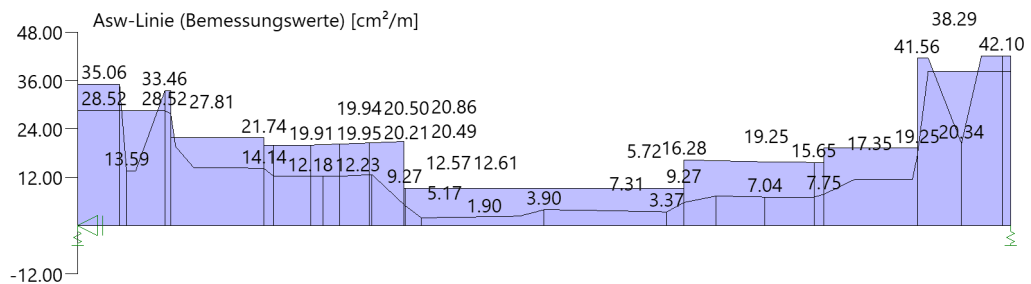
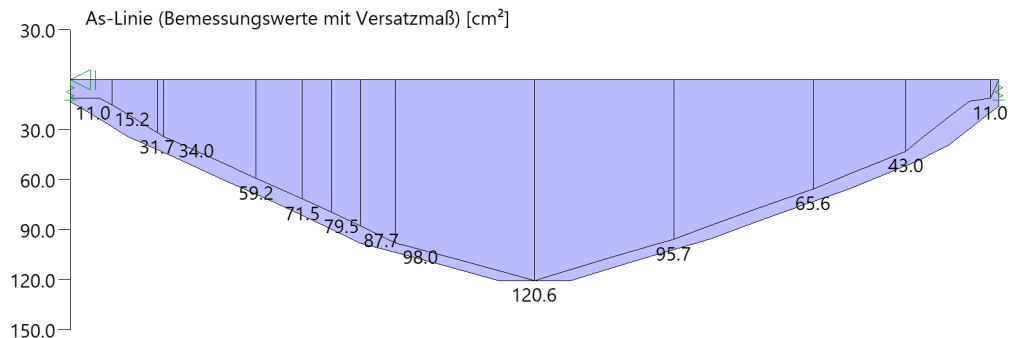
\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

## Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	bw [cm]	vEd [kN/m <sup>2</sup> ]	vRdj [kN/m <sup>2</sup> ]	vRdmax [kN/m <sup>2</sup> ]	asw [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.89	1184.7	94.0	1622	460	4250	
	0.50	0.50	0.89	1145.1	94.0	1567	460	4250	28.52
	1.50	1.50	0.89	744.0	94.0	1018	460	4250	14.38
	2.50	2.50	0.89	681.6	94.0	933	460	4250	12.18
	3.50	3.50	0.87	681.3	94.0	950	460	4250	12.61
	4.50	4.50	0.85	378.7	94.0	539	460	4250	2.04
	5.50	5.50	0.83	378.7	94.0	553	460	4250	2.40
2 li	0.00	11.06	0.89	-1525.8	94.0	2088	460	4250	
	0.73	10.33	0.89	-1422.6	94.0	1947	460	4250	38.29
	1.73	9.33	0.89	-658.7	94.0	902	460	4250	11.38
	2.73	8.33	0.89	-535.7	94.0	733	460	4250	7.04
	3.73	7.33	0.87	-535.7	94.0	749	460	4250	7.46
	4.73	6.33	0.86	-423.9	94.0	601	460	4250	3.63

cj = 0.40    μ = 0.70    v = 0.50 (rau)  
In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

## As-Deckungslinien



## Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.,unten</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ΣA <sub>s,vorh.,unten</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh.,unten</sub> [Anz. Ø mm]
0,00	11,06	11,06	120,6	123,2	123,2	20Ø28

## Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.,oben</sub> [cm <sup>2</sup> ]	ΣA <sub>s,vorh.,oben</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,vorh.,oben</sub> [Anz. Ø mm]
0,00	11,06	11,06	0,0	18,8	18,8	6Ø20

## Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A <sub>s,erf.</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>s,vorh.</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	A <sub>s,vorh.</sub> [Anz. Ø mm / cm]
-0,48	11,14	11,63	42,1	36,2	Ø12/12.5 <sup>1</sup>

1 : Schnittigkeit: 4

## Auflagerkräfte

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>y,min</sub> [kNm]	M <sub>y,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	647.4 -0.8	647.4 208.9 6.8		
2	11.06	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	822.8 -0.2	822.8 276.0 1.2		

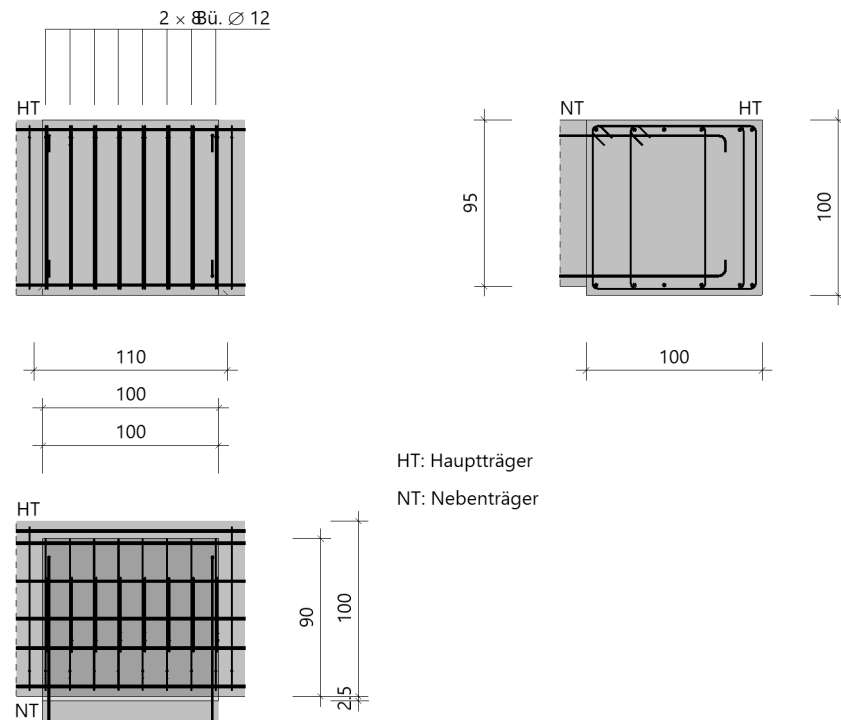
### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R <sub>z</sub> [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	R <sub>y</sub> [kN]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	0.00	Lk 6 Lk 7	1193.4 646.2			
2	11.06	Lk 1 Lk 2	1525.8 822.5			

## UZ-02-08 Indirektes Auflager Pos. UZ-02-09

TB-Indirektes Auflager (x64) TB-BIA 02/24C (FRILO R-2024-2/P06)

### Grafik



### Grundparameter

Stahlbeton: DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12  
 Bemessungssituation = ständig/vorübergehend

Beton = C 30/37

Betonstahl = B500A  $f_{yd} = 434.78 \text{ N/mm}^2$   $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$

### System

Hauptträgerbreite  $b_{HT} = 100.0 \text{ cm}$  Hauptträgerhöhe  $h_{HT} = 100.0 \text{ cm}$   
 Nebenträgerbreite  $b_{NT} = 100.0 \text{ cm}$  Nebenträgerhöhe  $h_{NT} = 95.0 \text{ cm}$   
 Auflagerkraft  $F_{Ed} = 1200.0 \text{ kN}$

### Ergebnisse

$a_{HT} = \min(h_{HT} / 3, \text{Abs}(h_{HT} - b_{NT}) / 2) = \min(100.0 / 3, \text{Abs}(100.0 - 100.0) / 2) = 0.0 \text{ cm}$   
 $a_{NT} = \min(h_{NT} / 3, \text{Abs}(h_{NT} - b_{HT}) / 2) = \min(95.0 / 3, \text{Abs}(95.0 - 100.0) / 2) = 2.5 \text{ cm}$

### Aufhängebewehrung durch 4-schnittige Bügel:

Erforderlich  $A_{s,erf} = 27.6 \text{ cm}^2$  gewählt  $4 * 8 \text{ Bügel } \varnothing 12 = 36.2 \text{ cm}^2$

Bügelanzahl im Durchdringungsbereich = 8  $A_{s,vorh} = 36.2 \text{ cm}^2$

Alle Bügel befinden sich im Durchdringungsbereich, horizontale Bewehrung ist nicht notwendig.



Die angegebene Aufhängebewehrung ist zusätzlich zu der erforderlichen Schubbewehrung einzulegen (EC 2 9.2.5).

## Pos. UZ-02-08 - Unterzug - Endauflager Stütze

### 8.4 Verankerung der Längsbewehrung (EC 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang)

Betongüte C30/37

$$(8.2) f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$f_{bd} = 3,04 \text{ N/mm}^2$$

bei gutem Verbund !

$$f_{ctd} = 1,0 \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$$

$$f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$$

$$(8.3) l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd} / f_{bd})$$

$$l_{b,rqd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.4) l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.5) (\alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$$

$$(8.6) \text{ Verankerung unter Zug}$$

$$l_{b,min} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

Die Mindestauflagerlänge darf bei direkter Lagerung auf 6,7  $\phi$  reduziert werden

$$\Rightarrow L_{(Auflagerlänge)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) \geq l_{b,min} \text{ (bei direkter Lagerung)}$$

$$V_{ed} = 1526 \text{ KN}$$

$$L_{(direkt)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

$$L_{(indirekt)} = l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

vorhandene Länge der Bewehrung auf dem Auflager =

$f_{bd}$  = Bemessungswert der Verbundfestigkeit

$\eta_1 = 1,0$  bei guten Verbundbedingungen nach Bild 8.2

(Winkelhaken, Bauteilhöhe  $\leq 300\text{mm}$ , bei dickeren Bauteilen für die untere Bew.)

$\eta_1 = 0,7$  bei Abstand der Bewehrung von über 300mm vom unteren Rand

$\eta_2 = 1,0$  für Stabdurchmesser  $\leq 32\text{mm}$

$\eta_2 = (132 - \phi) / 100$  für  $\phi > 32\text{mm}$

$f_{ctd}$  = Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

$\gamma_c = 1,5$   $f_{ctk;0,05} = 2,03$

$f_{ctk;0,05}$  nach Tabelle 3.1 begrenzt auf C60/75

$l_{b,rqd}$  = Grundwert der Verankerungslänge

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$   $\gamma_s = 1,15$  Stabdurchmesser = 28 mm

$l_{bd}$  = erf. Verankerungslänge

$\alpha_1 = 1,0$  (gerader Stab unter Zug, Druck)

$\alpha_1 = 0,7$  (Haken, Winkelhaken, Schlaufen)

$\alpha_3 = 1,0$

$\alpha_4 = 1,0$  (0,7 bei anggeschweißtem Querstab)

$\alpha_5 = 0,7$  bis 1,0 bei Querdruk

(8.7) Verankerung unter Druck

$$l_{b,min} \geq 0,6 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

$$\text{vorh. } A_s = 12 \phi \cdot 28 = 73,89 \text{ cm}^2$$

Durchmesse 28 mm  
As pro Stab 6,16 cm<sup>2</sup>

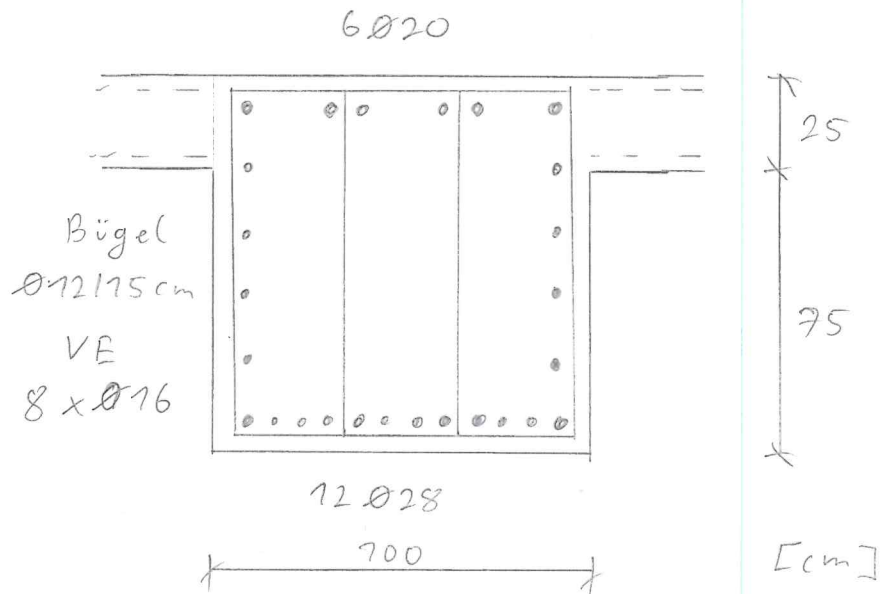
$$l_{b,min} = 30,0 \text{ cm} \Rightarrow L = 31,7 \text{ cm}$$

$$l_{b,min} = 30,0 \text{ cm} \Rightarrow L = 47,5 \text{ cm}$$

35 cm

**UZ-02-09 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bemessung:

C30/37 ; B500 A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

$b/h = 100/100 \text{ cm}$

Bewehrung:

6 Ø20 oben

12 Ø28 unten

Bügel Ø12/15 ita

## UZ-02-09 Stb.-Unterzug

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P06)

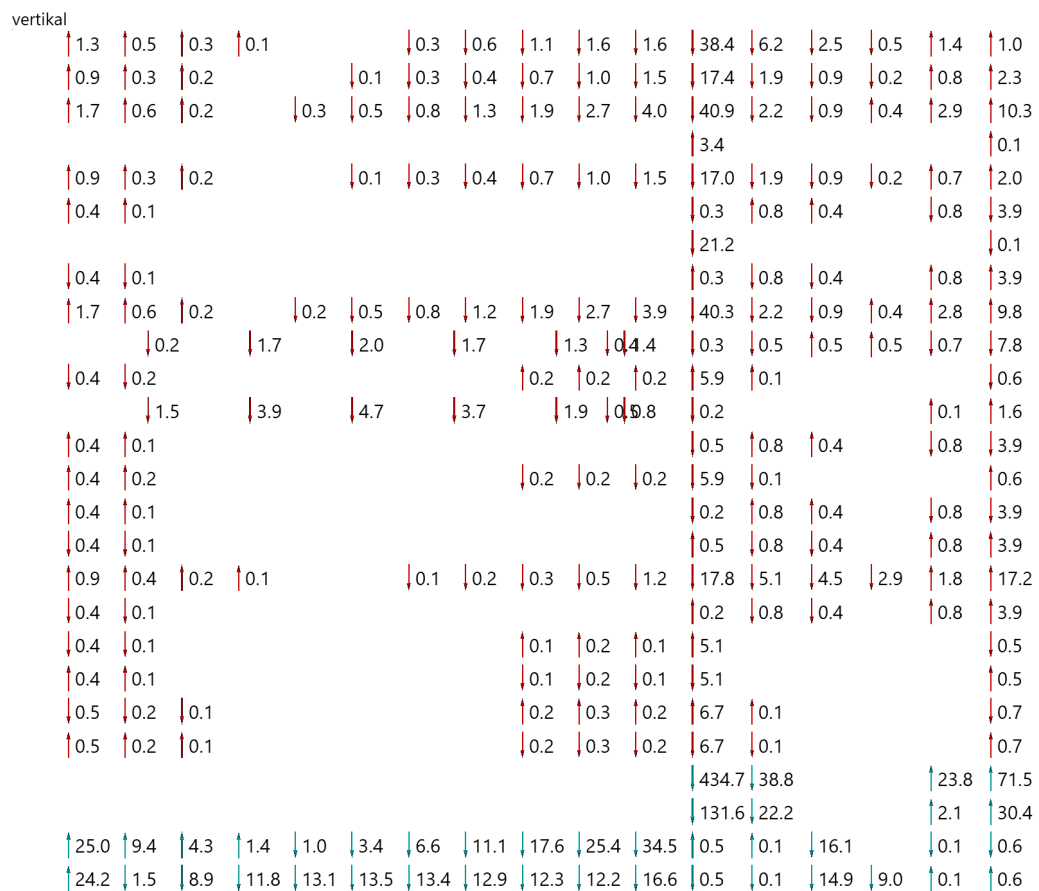
### Grundparameter

Stahlbetonbalken über 2 Felder  $E = 33000 \text{ N/mm}^2$

DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

### System

#### Statikansicht



### Material

#### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	100.0	25.0	100.0	100.0		

Feld 2 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

### Verbundfugen

Fuge	$x_a$ [m]	$x_e$ [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	6.09	3.0	3.0	rau

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	$x$ [m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>				
		$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2692310.00	2692310.00	-1	0.0	0.0
2	3.99	10.00	0.00	0.0	0.0	0.0
3	6.09	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0

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

### 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 28 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \quad *5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \quad *5 \quad *5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \quad *5 \quad *5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \quad *5 \quad *5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \quad *5$	$C_{min,l} = 28 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$	$C_{nom,l} = 38 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 28 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

## Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.06$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.38 \text{ ‰}$	

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.6 cm	oben = 5.0 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

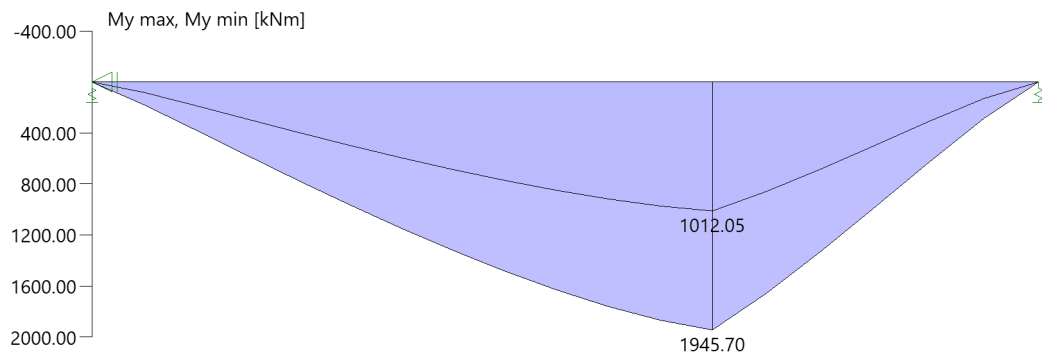
## Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 25.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 1.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 3 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$

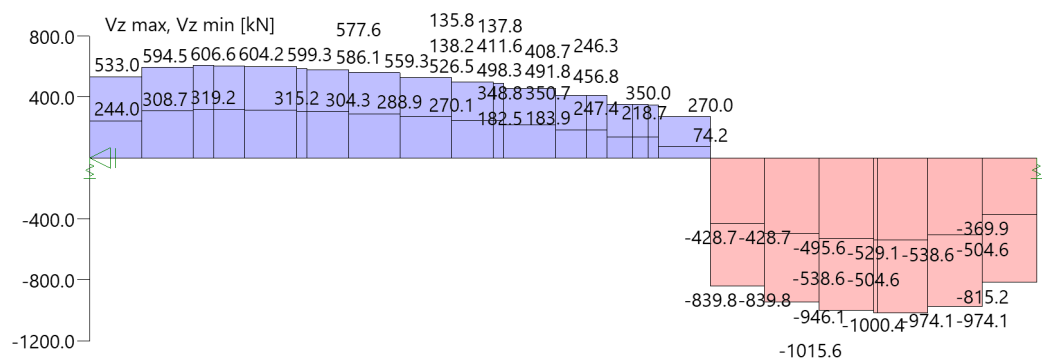
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	533.0	1
	0.00	0.00	0.00	244.0	2
	0.67	0.67	367.17	606.6	4
	3.99	3.99	1100.05	74.2	16
	3.99	3.99	1945.70	228.0	1
	3.99	3.99	1012.05	115.0	2
	3.99	3.99	1863.21	270.0	17
	3.99	3.99	1100.42	74.2	16
	0.00	3.99	1945.70	-827.5	1
	0.00	3.99	1012.05	-441.0	2
Feld 2	0.00	3.99	1061.25	-428.7	18
	0.00	3.99	1896.47	-839.8	19
	1.05	5.04	963.22	-1015.6	11
	1.99	5.98	40.84	-369.9	2

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
	2.10	6.09	0.00	-815.2	1
	2.10	6.09	0.00	-369.9	2

#### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
100.0/25.0/100.0/100.0	482.74	11.4	-482.74	11.3

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

#### Feldbewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	3.79	3.79	1899.42	1899.42	95.0	0.17	48.1	0.0	1
	3.99	3.99	1943.88	1943.88	94.4	0.17	49.4	0.0	1
	3.99	3.99	1945.70	1945.70	94.4	0.17	49.4	0.0	1
Feld 2	0.00	3.99	1945.70	1945.70	94.4	0.17	49.4	0.0	1
	0.01	4.00	1937.43	1937.43	94.4	0.17	49.2	0.0	1
	1.85	5.84	202.17	202.17	95.0	0.04	11.4	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 18.5 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 18.5 cm<sup>2</sup> zu verankern.

Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

#### Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.01	3.99	1945.70	1944.56		94.4	0.17	49.4		1
	rechts	0.01	4.00	1945.70	1941.56		94.4	0.17	49.3		1
3	links	0.00	6.09	0.00	0.00			0.00			2

#### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.93	533.0	45.0	394.8	5571.8	VRd,max > VEd		
	rechts	0.33	0.33	0.93	594.5	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.64	3
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4



Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VE <sub>d</sub> [kN]	θ [°]	VR <sub>d,c</sub> [kN]	VR <sub>d,max</sub> [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
2	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.00	1.00	0.93	604.2	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.90	4
	rechts	0.67	0.67	0.93	606.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.96	4
	rechts	1.07	1.07	0.93	599.3	45.0	394.8	5571.8	30.0	15.77	5
	*	2.00	2.00	0.93	526.5	45.0	394.8	5571.8	30.0	13.85	6
	links	0.01	3.99	0.93	270.0	18.4	394.8	3343.1	VR <sub>d,max</sub> > VE <sub>d</sub>		
	links	0.67	3.33	0.93	408.7	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	7
	links	0.33	3.66	0.93	348.8	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.50	3.49	0.93	350.7	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.40	3.59	0.93	350.0	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.33	3.66	0.93	348.8	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.50	3.49	0.93	350.7	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.40	3.59	0.93	350.0	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.33	3.66	0.93	348.8	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	8
	links	0.95	3.04	0.93	411.6	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	7
	*	1.89	2.10	0.93	526.5	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	6
3	rechts	0.01	4.00	0.93	-839.8	18.4	394.8	3343.1	VR <sub>d,max</sub> > VE <sub>d</sub>		
	rechts	0.35	4.34	0.93	-946.1	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	9
	rechts	0.70	4.69	0.93	-1000.4	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	10
	*	1.05	5.04	0.93	-1000.4	18.4	394.8	3343.1	30.0	9.27 <sup>1</sup>	10
	links	0.15	5.94	0.93	-815.2	45.0	394.8	5571.8	VR <sub>d,max</sub> > VE <sub>d</sub>		
	links	0.70	5.39	0.93	-1015.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	26.73	11
	links	0.35	5.74	0.93	-974.1	45.0	394.8	5571.8	30.0	25.63	12
	links	1.04	5.05	0.93	-1015.6	45.0	394.8	5571.8	30.0	26.73	11
	*	1.05	5.04	0.93	-1000.4	45.0	394.8	5571.8	30.0	26.33	10

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

## Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VE <sub>d</sub> [kN]	bw [cm]	vE <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	vR <sub>d,j</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	vR <sub>d,max</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	asw [cm <sup>2</sup> /m]
1 re	0.00	0.00	0.93	533.0	94.0	649	460	4250	
	0.33	0.33	0.93	533.0	94.0	649	460	4250	4.87
	1.33	1.33	0.93	586.1	94.0	713	460	4250	6.53
2 li	0.00	3.99	0.93	270.0	94.0	326	460	4250	
	0.33	3.66	0.94	270.0	94.0	325	460	4250	
	1.33	2.66	0.93	491.8	94.0	599	460	4250	3.58
2 re	0.00	3.99	0.93	-839.8	94.0	1022	460	4250	
	0.35	4.34	0.93	-839.8	94.0	1022	460	4250	14.48
3 li	0.00	6.09	0.93	-815.2	94.0	992	460	4250	
	0.35	5.74	0.93	-815.2	94.0	992	460	4250	13.71

c<sub>j</sub> = 0.40    μ = 0.70    v = 0.50 (rau)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

## Gebrauchstauglichkeit

### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	3.33	0.0	0.2	13
Feld 2	0.00	0.0	0.2	13

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl:  $\phi_{eff} = 1.86$   $\epsilon_{cs} = -0.38 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	$f_{Ell,z,g}$ [cm]	$f_{Ell,z,g} / l_{eff}$	$f_{Ell,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{Ell,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{Ell,\phi\epsilon}$ [cm]	$\eta$
Feld 1	3.33	0.3	1/1252	0.6	1/677	0.6	0.44
Feld 2	0.00	0.3	1/709	0.5	1/385	0.5	0.78

## Spannungsbegrenzung

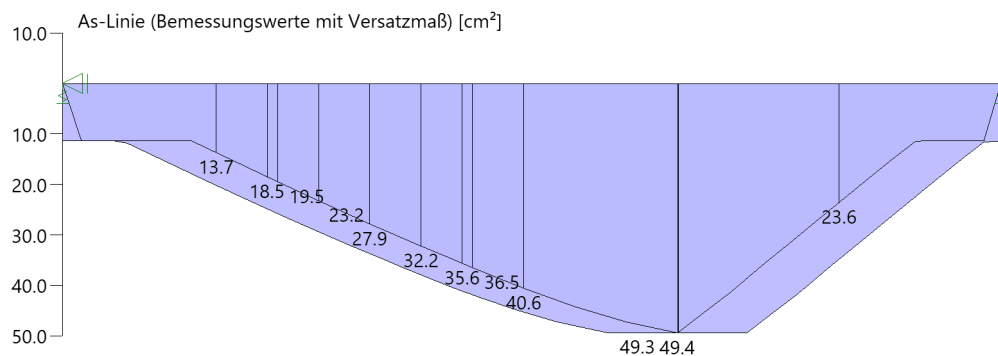
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

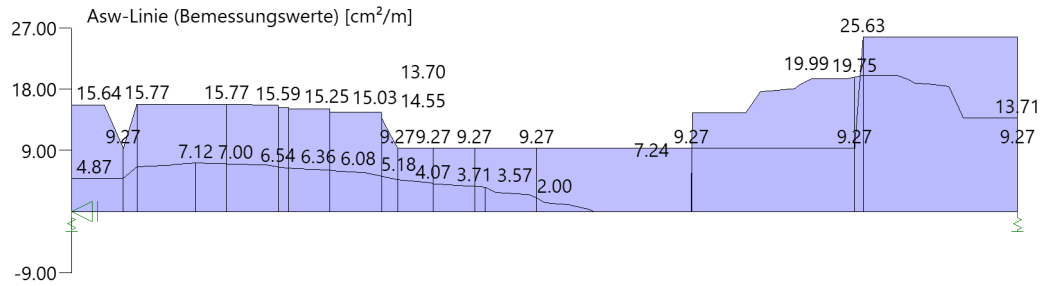
Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	$M_y$ [kNm]	$A_{su}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{so}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	vorh $d_s$ [mm]	zul $d_s$ [mm]	Lfk
Feld 1	0.13	40.93	73.9	18.8	6.62	-0.37	28	100	14
	3.59	1186.21	73.9	18.8	193.07	-10.50	28	100	14
	3.78	1217.48	73.9	18.8	198.16	-10.80	28	98	14
	3.99	1247.20	73.9	18.8	203.00	-11.10	28	95	14
Feld 2	4.00	1245.24	73.9	18.8	202.68	-11.10	28	95	14
	4.21	1129.71	73.9	18.8	183.87	-10.00	28	100	14
	4.43	1004.73	73.9	18.8	163.53	-8.93	28	100	14
	5.94	75.03	73.9	18.8	12.20	-0.67	28	100	14

## As-Deckungslinien





#### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	6,09	6,09	49,4	73,9	73,9	12Ø28

#### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	6,09	6,09	0,0	18,8	18,8	6Ø20

#### Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [cm²/m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,09	6,21	6,30	25,6	30,2	Ø12/15 <sup>1</sup>

1 : Schnittigkeit: 4

#### Auflagerkräfte

##### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	270.9 -0.01 -1.9	270.9 94.4 1.9		
3	6.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	419.9 -0.1 -4.1	419.9 134.0 4.1		

##### Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	533.0 244.0			
3	6.09	Lk 1 Lk 2	815.2 369.9			

## Pos. UZ-02-09 - Unterzug - Endauflager Stütze

### 8.4 Verankerung der Längsbewehrung (EC 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang)

Betongüte C30/37

$$(8.2) f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

$$f_{bd} = 3,04 \text{ N/mm}^2$$

bei gutem Verbund !

$$f_{ctd} = 1,0 \cdot f_{ctk;0,05} / \gamma_c$$

$$f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$$

$$(8.3) l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd} / f_{bd})$$

$$l_{b,rqd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.4) l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$$l_{bd} = 100,1 \text{ cm}$$

$$(8.5) (\alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$$

$$(8.6) \text{ Verankerung unter Zug}$$

$$l_{b,min} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

Die Mindestauflagerlänge darf bei direkter Lagerung auf 6,7  $\phi$  reduziert werden

$$\Rightarrow L_{(Auflagerlänge)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) \geq l_{b,min} \text{ (bei direkter Lagerung)}$$

$$V_{ed} = 815 \text{ KN}$$

$$L_{(direkt)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

$$L_{(indirekt)} = l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$$

vorhandene Länge der Bewehrung auf dem Auflager =

$f_{bd}$  = Bemessungswert der Verbundfestigkeit

$\eta_1=1,0$  bei guten Verbundbedingungen nach Bild 8.2

(Winkelhaken, Bauteilhöhe  $\leq 300\text{mm}$ , bei dickeren Bauteilen für die untere Bew.)

$\eta_1=0,7$  bei Abstand der Bewehrung von über 300mm vom unteren Rand

$\eta_2=1,0$  für Stabdurchmesser  $\leq 32\text{mm}$

$\eta_2=(132-\phi) / 100$  für  $\phi > 32\text{mm}$

$f_{ctd}$  = Bemessungswert der Betonzugfestigkeit

$\gamma_c=1,5$   $f_{ctk;0,05} = 2,03$

$f_{ctk;0,05}$  nach Tabelle 3.1 begrenzt auf C60/75

$l_{b,rqd}$  = Grundwert der Verankerungslänge

$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$   $\gamma_s=1,15$  Stabdurchmesser = 28 mm

$l_{bd}$  = erf. Verankerungslänge

$\alpha_1=1,0$  (gerader Stab unter Zug, Druck)

$\alpha_1=0,7$  (Haken, Winkelhaken, Schlaufen)

$\alpha_3=1,0$

$\alpha_4=1,0$  (0,7 bei angschweißtem Querstab)

$\alpha_5=0,7$  bis 1,0 bei Querdruk

Feld erf  $A_s$

49,4 cm<sup>2</sup>/m  
mindest 25%

$f_{yk} = 500$   
 $\gamma_s = 1,15$

$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$  434,8 N/mm<sup>2</sup>

(8.7) Verankerung unter Druck

$$l_{b,min} \geq 0,6 \cdot l_{b,rqd}$$

$$l_{b,min} \geq 10 \phi$$

Durchmesse 28 mm  
As pro Stab 6,16 cm<sup>2</sup>

$$\text{vorh. } A_s = 6 \phi 28 = 36,95 \text{ cm}^2$$

$$l_{b,min} = 33,8 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = 33,8 \text{ cm}$$

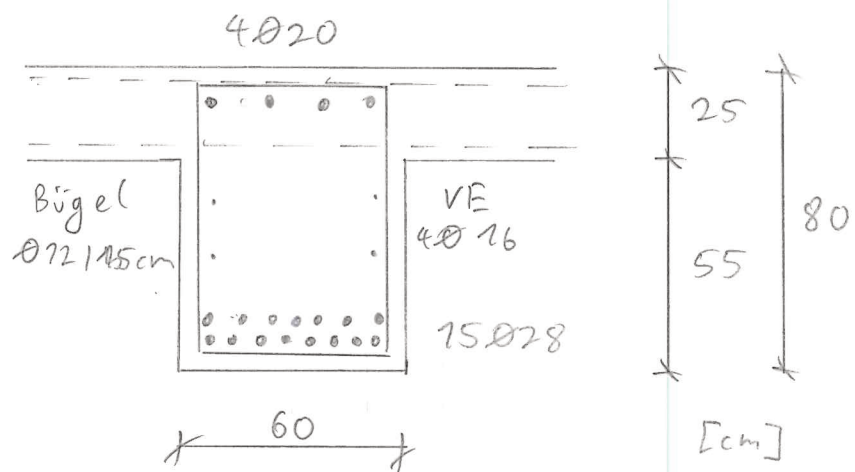
$$l_{b,min} = 50,8 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow L = 50,8 \text{ cm}$$

$$45 \text{ cm}$$

**UZ-02-10 Stb.-Unterzug**

Skizze:



Belastung:

- Lastübergabe aus Gesamtsystem

Bemessung:

C30/37; B500A; XC1

gewählt:

Stb.-Unterzug

b/h = 60/80 cm

Bewehrung:

4Ø20 oben

15Ø28 unten

Bügel Ø12/15 cm

Zur Endverankerung >4 Längseisen der unteren Lage mit Winkelhaken ausführen.



## Material

### Materialauswahl

Beton C 30/37	$f_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$	
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	$b_o$ [cm]	$h_o$ [cm]	$b$ [cm]	$h$ [cm]	$b_u$ [cm]	$h_u$ [cm]
1	Platte oben	60.0	25.0	60.0	80.0		

### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	$u_y$ [kN/m]	$u_z$ [kN/m]	Verdrehungen *)		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	2115380.00	2115380.00	-1	0.0	0.0
2	6.58	2538460.00	2538460.00	0.0	0.0	0.0

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

## 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
Windlasten	0.60	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 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	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

## Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben		unten
Betonangriff	X0		X0
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$		
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$		$d_{s,l} = 25 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$		$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$		$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$		$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$		$C_{min,l} = 25 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$		$C_{nom,l} = 35 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$		$C_{v,b} = 25 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$		$W_{max} = 0.40 \text{ mm}$

\*5: Verbund maßgebend

## Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.17$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.40 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear  $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.74$ ; resultiert aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.00$  und dem Erhöhungsfaktor 1.87

## Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 8.2 cm	oben = 5.2 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

## Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Abminderung von auflagnahen Einzellasten ist deaktiviert.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.

## Auflagerbedingungen

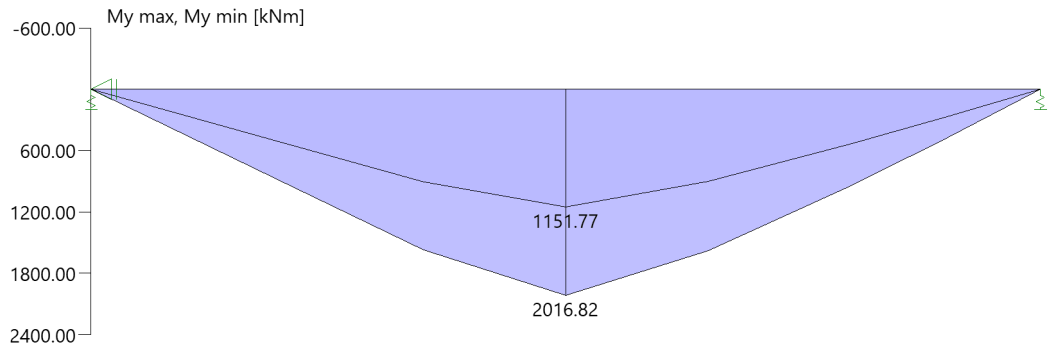
- Lager Nr. 1 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 25.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 direkt Beton mit Mindeststützmoment  $b = 30.0 \text{ cm}$



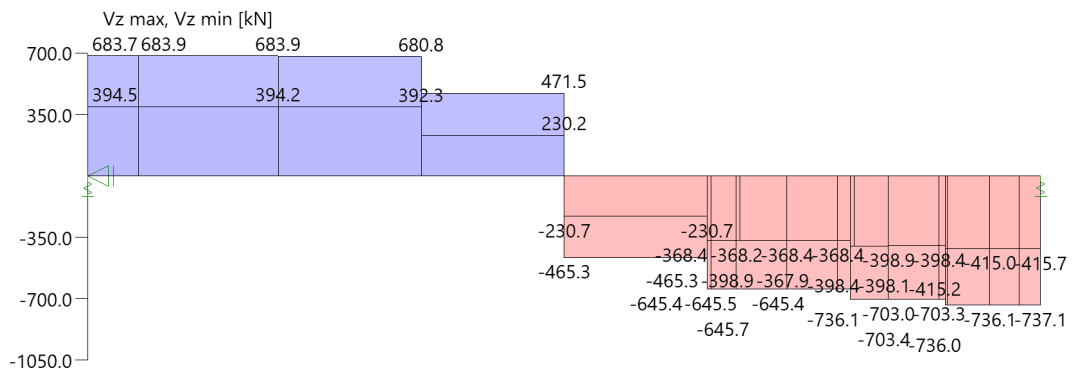
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

#### Umhüllende der Momente



#### Umhüllende der Querkräfte



### Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	683.7	1
	0.00	0.00	0.00	394.5	2
	0.35	0.35	239.31	683.9	3
	3.29	3.29	2016.82	-442.6	3
	6.43	6.43	110.53	-737.1	3
	6.58	6.58	0.00	-415.7	4
	6.58	6.58	0.00	-737.1	3

### Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm <sup>2</sup> ]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm <sup>2</sup> ]
60.0/25.0/60.0/80.0	185.37	5.7	-185.37	5.5

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 \* b0 begrenzt.

### Feldebewehrung

Feld	X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	Lk
Feld 1	3.29	3.29	2015.94	2015.94	71.8	0.62	86.4	2.2	3
	6.11	6.11	343.16	343.16	74.8	0.09	10.9	0.0	3

Am ersten Auflager sind mindestens 23.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Am letzten Auflager sind mindestens 23.1 cm<sup>2</sup> zu verankern.  
Die Querkraft VK-Lager ist mit 50% berücksichtigt.

### Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X <sub>rel</sub> [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm <sup>2</sup> /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.90	683.7	25.6	257.6	1933.6	VRd,max > VEd		
	rechts	0.35	0.35	0.90	683.9	25.6	257.6	1933.8	30.0	11.66	3
	*	1.56	1.56	0.88	680.8	25.6	257.6	1889.5	30.0	11.88	5
2	links	0.15	6.43	0.90	-736.0	26.8	257.6	1994.6	VRd,max > VEd		
	links	0.70	5.88	0.90	-703.4	26.1	257.6	1958.2	30.0	12.24	7
	links	0.35	6.23	0.90	-736.1	26.8	257.6	1994.7	30.0	13.20	8
	links	0.87	5.71	0.90	-703.3	26.1	257.6	1957.9	30.0	12.23	7
	*	1.59	4.99	0.88	-645.4	26.1	257.6	1901.6	30.0	11.56	6

\* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie  
Der max. Bügelabstand wird mit  $\theta \geq 40^\circ$  ermittelt (Heft 525 DAfStb).

### Gebrauchstauglichkeit

#### Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

#### Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f <sub>y,Ed</sub> [cm]	f <sub>z,Ed</sub> [cm]	Lfk
Feld 1	3.29	0.0	0.7	9

#### Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl:  $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.74$   $\epsilon_{cs} = -0.40$  ‰  
Resultierend aus effektiver Kriechzahl  $\phi_{eff} = 2.00$  und dem Erhöhungsfaktor 1.87  
Kombination charakteristisch  
Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ( $l_{eff} / 300$ )

Feld	x [m]	f <sub>ElIz,g</sub> [cm]	f <sub>ElIz,g</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElIz,φε</sub> [cm]	f <sub>ElIz,φε</sub> / l <sub>eff</sub>	f <sub>ElI,φε</sub> [cm]	η
Feld 1	3.29	0.9	1/762	1.9	1/349	1.9	0.86

## Spannungsbegrenzung

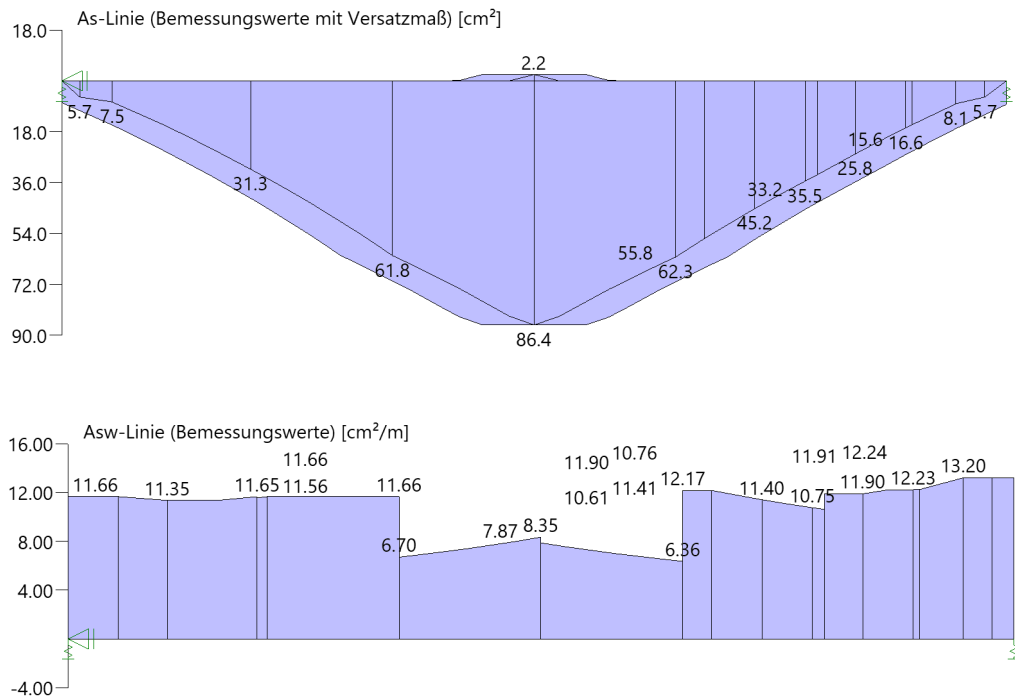
### Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite:  $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$   
nach EN2 7.2(3)  $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm <sup>2</sup> ]	Aso [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.13	56.87	92.4	12.6	10.49	3.74	28	100	10
	3.11	1285.50	92.4	12.6	236.89	3.74	28	100	10
	3.29	1336.66	92.4	12.6	246.32	3.74	28	100	10
	3.46	1285.86	92.4	12.6	236.96	3.74	28	100	10
	6.43	72.95	92.4	12.6	13.45	3.74	28	100	10

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

### As-Deckungslinien



### Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	6,58	6,58	86,4	92,4	92,4	15Ø28

### Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm <sup>2</sup> ]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm <sup>2</sup> ]	Summe [cm <sup>2</sup> ]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	6,58	6,58	2,2	12,6	12,6	4Ø20

**Schubbewehrung**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,07	6,68	6,75	13,2	15,1	Ø12/15

**Auflagerkräfte**

**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	394.6 -0.1	394.6 100.7 0.1		
2	6.58	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten	417.0 -0.8	417.0 115.6 0.8		

**Auflagerkräfte - Bemessungswerte**

Auflager	x [m]	Lk	$R_z$ [kN]	$M_y$ [kNm]	$R_y$ [kN]	$M_z$ [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	683.7 394.5			
2	6.58	Lk 3 Lk 4	737.1 415.7			

## Pos. UZ-02-10 - Unterzug - Endauflager Wand

Feld erf As

86,4 cm<sup>2</sup>/m  
mindest 25%

### 8.4 Verankerung der Längsbewehrung (EC 2: DIN EN 1992-1-1 mit Nationalem Anhang)

Betongüte C30/37

$f_{yk} = 500$   $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 434,8$  N/mm<sup>2</sup>  
 $\gamma_s = 1,15$

(8.2)  $f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$

$f_{bd}$  = Bemessungswert der Verbundfestigkeit  
 $\eta_1 = 1,0$  bei guten Verbundbedingungen nach Bild 8.2  
(Winkelhaken, Bauteilhöhe  $\leq 300$  mm, bei dickeren Bauteilen für die untere Bew.)  
 $\eta_1 = 0,7$  bei Abstand der Bewehrung von über 300 mm vom unteren Rand  
 $\eta_2 = 1,0$  für Stabdurchmesser  $\leq 32$  mm  
 $\eta_2 = (132 - \phi) / 100$  für  $\phi > 32$  mm

$f_{bd} = 3,04$  N/mm<sup>2</sup>

bei gutem Verbund !

$f_{ctd} = 1,0 \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$

$f_{ctd}$  = Bemessungswert der Betonzugfestigkeit  
 $\gamma_c = 1,5$   $f_{ctk,0,05} = 2,03$   
 $f_{ctk,0,05}$  nach Tabelle 3.1 begrenzt auf C60/75

$f_{ctd} = 1,35$  N/mm<sup>2</sup>

(8.3)  $l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (f_{yd} / f_{bd})$

$l_{b,rqd}$  = Grundwert der Verankerungslänge  
 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$   $\gamma_s = 1,15$  Stabdurchmesser = 28 mm

$l_{b,rqd} = 100,1$  cm

(8.4)  $l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$

$l_{bd}$  = erf. Verankerungslänge  
 $\alpha_1 = 1,0$  (gerader Stab unter Zug, Druck) 0,7  
 $\alpha_1 = 0,7$  (Haken, Winkelhaken, Schlaufen)  
 $\alpha_3 = 1,0$  1  
 $\alpha_4 = 1,0$  (0,7 bei anggeschweißtem Querstab) 1  
 $\alpha_5 = 0,7$  bis 1,0 bei Querdruck 1

$l_{bd} = 70,1$  cm

(8.5)  $(\alpha_3 \cdot \alpha_5) \geq 0,7$

(8.7) Verankerung unter Druck  
 $l_{b,min} \geq 0,6 \cdot l_{b,rqd}$   
 $l_{b,min} \geq 10 \phi$

(8.6) Verankerung unter Zug

$l_{b,min} \geq 0,3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_4 \cdot l_{b,rqd}$

= 21,0 cm

$l_{b,min} \geq 10 \phi$

= 28 cm

Die Mindestauflagerlänge darf bei direkter Lagerung auf 6,7  $\phi$  reduziert werden

= 18,8 cm

$\Rightarrow L_{(Auflagerlänge)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) \geq l_{b,min}$   
(bei direkter Lagerung)

mit erf.  $A_s = V_{ed} / f_{yd} = 9,7$  cm<sup>2</sup>

$V_{ed} = 420$  KN

vorh.  $A_s = 4 \phi 28 = 24,63$  cm<sup>2</sup>

Durchmesse 28 mm  
As pro Stab 6,16 cm<sup>2</sup>

$L_{(direkt)} = (2/3) \cdot l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$

18,3 cm

$l_{b,min} =$

21,0 cm

$\Rightarrow L = 21,0$  cm

$L_{(indirekt)} = l_{bd} \cdot (\text{erf. } A_s / \text{vorh. } A_s) =$

27,5 cm

$l_{b,min} =$

28,0 cm

$\Rightarrow L = 28,0$  cm

vorhandene Länge der Bewehrung auf dem Auflager =

22 cm

## 2.6. Bemessung Decke über Ebene 1

### 2.6.1. Beschreibung

Die Deckenflächen dieser Decke werden mit dem hier beschriebenen FE-System berechnet.

Nicht behandelte Bestandteile wie z.B. die Treppenhäuser werden im Kapitel Sonderbetrachtungen ergänzt.

Die Bemessung der Decke erfolgt mithilfe der EDV. Die Decke wird als FE-System mit dem Berechnungsprogramm Frilo PLT modelliert.

Die Abbildung erfolgt als gefedert gelagerte Platte.

Stützen werden dabei als Punktlager und tragende Wände als Linienlager berücksichtigt.

Die Grundlagen für die Bemessung sind in Statik Teil 0 „Allgemeines“ zusammengefasst.

Sofern in den folgenden Kapiteln einzelne Angaben vom Statik Teil 0 abweichen, sind diese Angaben im Zuge der fortschreitenden Planung überholt worden und werden durch die Angaben in diesem Teil der Statik ersetzt.

Nachweise für Bauzustände sowie für Arbeitsfugen sind vom ausführenden Unternehmen zu erbringen.

## 2.6.2. Grundlagen

### Übersicht der Bauteilabmessungen und Baustoffe

<u>Deckenstärke</u>	<u>Beton</u>	<u>Betonstahl</u>
25 cm	C 30/37	B 500 A (S)

### Bewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung.
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Brandschutz

Als Mindestanforderungen für Flachdecken nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 Tab. 5.9 gilt für die Feuerwiderstandsklasse von REI 90:

Mindestdicke	$h_s = 20 \text{ cm}$	$h_{\text{vorh}} \geq 20 \text{ cm}$
Mindestachsabstand	$a_{\text{min}} = 25 \text{ mm}$	$a_{\text{vorh}} \geq 25 \text{ mm}$

Die Anforderungen an den Brandschutz sind erfüllt.

### Umweltbedingungen und Betondeckung

Angaben gemäß Statik Teil 0 und DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1 NA, Abschnitt 4.2, 4.4 und 7.3:

#### A) Allgemein Oberseite und Unterseite

Expositionsklasse	XC1, W0
Betondeckung	bis $d_s = 10 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$ ab $d_s = 12 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,4 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

#### B) Dachdecken, Terrassen – Oberseite

Expositionsklasse	XC3, WF
Betondeckung	bis $d_s = 20 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = 30 \text{ mm}$ ab $d_s = 25 \text{ mm}$ : $c_{\text{nom}} = d_s + 10 \text{ mm}$
Rissweite	$w_k = 0,3 \text{ mm}$
Einwirkungskombination	quasi-ständig

## 2.6.3. Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Bei der Begrenzung der Rissbreite für die Stahlbetonbauteile wurde ein Beton unter Berücksichtigung der aktuell angebotenen Baustoffe sowie der einschlägigen Veröffentlichungen angenommen. Die für die Rissbildung entscheidende frühe Zugfestigkeitsentwicklung wird entsprechend der Bauteilstärke und dem Erhärtungsverlauf angenommen.

Es wird ein **normal erhärtender Beton** angenommen

$$\max f_{ct,eff,3d} = 0,65 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h \leq 30 \text{ cm})$$

$$\max f_{ct,eff,5d} = 0,75 * f_{ctm,28d}$$

$$\max f_{ct,eff,7d} = 0,85 * f_{ctm,28d} \quad (\text{für Bauteile } h = 80 \text{ cm})$$

Dies ist bei der Festlegung der Festigkeitsentwicklung des Betons und der Bauausführung geeignet zu berücksichtigen. Die betroffenen Bauteile sind explizit in der Ausschreibung anzugeben, auf den Ausführungsplänen der von dieser Annahme betroffenen Bauteile ist die obige Festlegung jeweils mit anzugeben.

Zusätzlich sind geeignete Maßnahmen gegen späten Zwang während des Bauzustandes, z.B. im Winter, durch die ausführende Firma eigenverantwortlich festzulegen und auszuführen.

Details dazu siehe DBV Merkblatt Begrenzung der Rissbildung sowie „Erläuterungen zur Änderung des deutschen Nationalen Anhangs zu Eurocode 2 (DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12)“ von Fingerloos und Hegger aus Beton- und Stahlbetonbau 111 (2016), Heft 1.

- Grundbewehrung: Ø 12 | 15 # (7,54 cm<sup>2</sup>/m) oben + unten



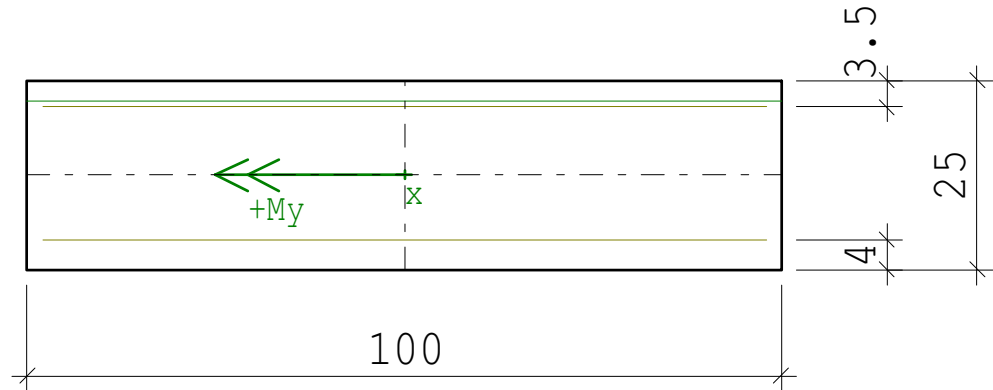
## D-01 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Maßstab 1 : 10

XC1/W0

XC1/W0



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Betonstahl

B500A

Beton

C 30/37

t= 4d (normale Erh.)

Betonzugfestigkeit

kFct(t)= 0.66 (Gl. 3.4)

fcteff= 1.92 N/mm<sup>2</sup>

E-Modul Beton

$\alpha E$  = 1.00 (Zuschlagstoffe)

kEc(t) = 0.88 (nach MC90)

Ecm= 29168 N/mm<sup>2</sup>

KRIECHZAHL

Betonalter

t = 4 Tage

junger Beton

$\phi t$  = 0.48 (nach Lohmeyer)

### Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff

W0

Bewehrungskorrosion

XC1

Mindestbetonklasse

C 16/20

Längsbewehrung

$d_{s,l}$  = 12 mm

Vorhaltemaß

$\Delta C_{dev}$  = 10 mm

Längsbewehrung

$c_{min,l}$  = 12 mm \*5

Betondeckung

$c_{nom,l}$  = 22 mm

Verlegemaß Bügel

$c_{v,b}$  = 22 mm

zul. Rissbreite

$w_{max}$  = 0.40 mm

\*5: Verbund maßgebend

### QUERSCHNITT

Rechteck

$b_w$  = 100.0 cm

$h$  = 25.0 cm

Bewehrung

$d_{ob}$  = 3.5 cm

$d_{un}$  = 4.0 cm

## NACHWEIS RISSBREITE

$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$        $d_s = 12.0 \text{ mm}$

Lastbeanspruchung (Dauerlast  $\beta_t = 0.4$ )

q.-stä. LK       $N_{xd} = 0.0 \text{ kN}$        $M_{yd} = 10.0 \text{ kNm}$

gewählt:       $A_{so} = 7.85 \text{ cm}^2$

Dehnung mit  $\phi = 0.48$        $\epsilon_1 = -0.21 \text{ o/oo}$        $\epsilon_2 = 1.69 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe       $X = 27.7 \text{ mm}$

$\epsilon_{2s} = 1.39 \text{ o/oo}$        $F_s = 48.7 \text{ kN}$

$heff = 7.4 \text{ cm}$        $F_{cre} = 142.3 \text{ kN}$

erforderlich:       $A_{su} = 1.76 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung, zentrischer Zwang:

innerer Zwang, Dauerlast  $k_t = 0.4$

Risschnittkräfte:      vorgegebene Längskraft  $N_{cr} = 0.00 \text{ kN}$

$f_{cteff} = 1.92 \text{ N/mm}^2$

Teilquer- schnitt-	$d_s$ [mm]	$w_{max}$ [mm]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$heff$ [cm]	$A_{s751a}$ [cm <sup>2</sup> ]	$k_c$	$k$	$A_{s751b}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s71}$ [cm <sup>2</sup> ]
Steg ob+un	12	0.40	277.1	10.5	14.55	1.00	0.80	7.68	13.69
maßgebend: $A_s =$		13.69	cm <sup>2</sup> , je Seite		$A_s = 6.85$	cm <sup>2</sup>			

## 2.6.4. Einwirkungen

Das Eigengewicht der Strukturelemente wird automatisch durch die EDV mit einer Wichte von  $25 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

### Flächenlasten

Ausbau	$\Delta g =$	$2,00 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast C3	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast T2 im Treppenbereich	$q =$	$5,00 \text{ kN/m}^2$

### Linienlasten

Fassade	$\Delta g =$	$5,00 \text{ kN/m}$
---------	--------------	---------------------

## 2.6.5. Eingabe FE-System / Strukturbeschreibung

Auf den folgenden Seiten sind die erforderlichen Strukturbeschreibungen des untersuchten Tragwerks als Ausgabeplots des verwendeten FE-Systems Frilo PLT dargestellt. Dabei sind die Ausgabeplots wie folgt angeordnet:

### **Ausgabeplot Frilo PLT**

System

Materialkennwerte

Bemessungsvorgaben

Systemeigenschaften

FE-Netz

Lastfälle

Überlagerungen

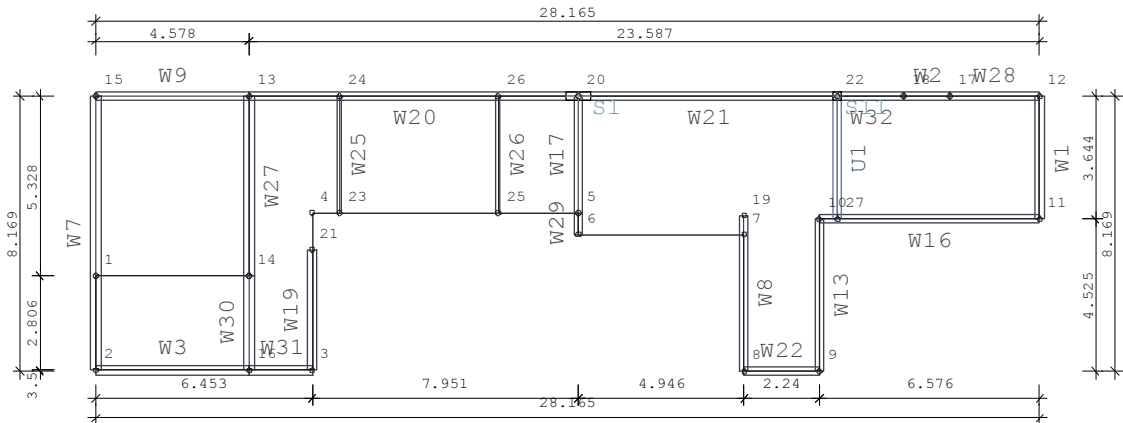
## D-01 Decke über Ebene 1

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P06)

### System

#### Grundriss

Maßstab 1 : 225



### Übersicht

Plattendicke	25.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m³]
Systempunkte	27
Wandzüge	21
Stützen	2
Unter-/Überzüge	1

### Material

Beton	C 30/37
E-Modul	3300 [kN/cm²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 3.5 d-2 : 4.5 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.5 d-2 : 4.5 [cm]

### Bemessung: Einstellungen

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

### Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte	
oben as-1 : 7.54	as-2 : 7.54 [cm²/m]
unten as-1 : 7.54	as-2 : 7.54 [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) JA

- 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 NEIN

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben
Betonangriff	X0		X0
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20
Durchmesser, längs	$d_{s,L}$ : 12.0		$d_{s,L}$ : 12.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	$d_{s,B}$ : 0.0		$d_{s,B}$ : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	$\Delta c$ : 1.0		$\Delta c$ : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$ : -0.0		$\Delta \Delta c$ : -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	$c_{min,L}$ : 1.2		$c_{min,L}$ : 1.2 [cm]
Betondeckung	$c_{nom,L}$ : 2.2		$c_{nom,L}$ : 2.2 [cm]
Zul. Rissbreite	$w_k$ : 0.40		$w_k$ : 0.40 [mm]

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus

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

Längsbewehrung wird erhöht, falls Nachweis nicht möglich oder Rissbreiten größer als zulässig

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Durchbiegungen (Zustand II)

Belastungsalter  $t_0$  28 [d]  
 Endkriechbeiwert  $\phi$  2.56 [-]  
 Schwinddehnung  $\epsilon_{cs}$  -0.49 [1/1000]

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

## FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente  
 Anzahl der Knoten 1117  
 Anzahl der Elemente 997  
 Durchschnittliche Elementgröße 35 [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 [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	23.298	22.096	2	23.298	19.290
3	29.751	19.290	4	29.751	23.960
5	37.703	23.960	6	37.702	23.325
7	42.648	23.325	8	42.648	19.255
9	44.887	19.255	10	44.887	23.780
11	51.463	23.780	12	51.463	27.424
13	27.876	27.424	14	27.876	22.096
15	23.298	27.424	16	27.876	19.290
17	48.785	27.424	18	47.408	27.424
19	42.648	23.890	20	37.702	27.424
21	29.751	22.874	22	45.431	27.424
23	30.568	23.960	24	30.568	27.424
25	35.303	23.960	26	35.303	27.424
27	45.431	23.780			

## Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	4	5			
5	5	6			
6	6	7			
7	7	8			
8	8	9			
9	9	10			
10	10	11			
11	11	12			
12	12	13			
13	13	14			
14	14	1			

## Wände

### Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	30.0	3.644	11	12				C 30/37
2	24.0	1.377	17	18				C 30/37
3	30.0	4.578	16	2				C 30/37
7	30.0	8.134	15	2				C 30/37
8	25.0	4.635	8	19				C 30/37
9	24.0	4.578	13	15				C 30/37
13	25.0	4.525	9	10				C 30/37
16	25.0	6.576	10	11				C 30/37
17	25.0	3.464	20	5				C 30/37
19	30.0	3.584	21	3				C 30/37
20	24.0	9.826	13	20				KSP-12-1,6-DM
21	24.0	7.729	20	22				KSP-12-1,6-DM
22	24.0	2.240	9	8				C 30/37
25	11.5	3.464	23	24				KSP-12-1,6-DM
26	11.5	3.464	25	26				KSP-12-1,6-DM
27	30.0	5.328	14	13				C 30/37
28	24.0	2.678	12	17				KSP-12-1,6-DM
29	25.0	0.635	5	6				C 30/37
30	30.0	2.806	14	16				C 30/37
31	30.0	1.875	3	16				C 30/37
32	24.0	1.977	22	18				KSP-12-1,6-DM

### Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1	NEIN	3283582	frei	frei
2	NEIN	2626866	frei	frei
3	NEIN	3283582	frei	frei
7	NEIN	3283582	frei	frei
8	NEIN	2736318	frei	frei
9	NEIN	2626866	frei	frei
13	NEIN	2736318	frei	frei
16	NEIN	2736318	frei	frei
17	NEIN	2736318	frei	frei
19	NEIN	3283582	frei	frei
20	NEIN	529353	frei	frei
21	NEIN	529353	frei	frei
22	NEIN	2626866	frei	frei
25	NEIN	253648	frei	frei
26	NEIN	253648	frei	frei
27	NEIN	3283582	frei	frei
28	NEIN	529353	frei	frei
29	NEIN	2736318	frei	frei
30	NEIN	3283582	frei	frei
31	NEIN	3283582	frei	frei
32	NEIN	529353	frei	frei



## Stützen

### Eigenschaften

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
1	20	Rechteck	70.0	25.0			C 40/50
11	22	Rechteck	25.0	24.0			C 40/50

### 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	2031509	frei	frei
11	NEIN	0.0	726644	frei	frei

## Unter-/Überzüge

### Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	3.644	27	22			

### Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Überzug	25.0	25.0	25.0	390.0	1.00	0.01

### Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage oben [cm]	unten [cm]
U1	C 30/37	4.0	4.0

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### 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	24
Punktlasten	4
Linienlasten	7
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	657 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	822 [kN]
Summe aller Lasten	1478 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	1478 [kN]

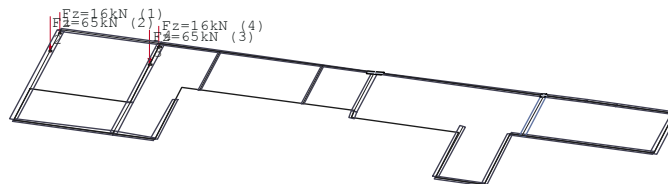
### HINWEIS

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 "Lastfall G"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Punktlasten

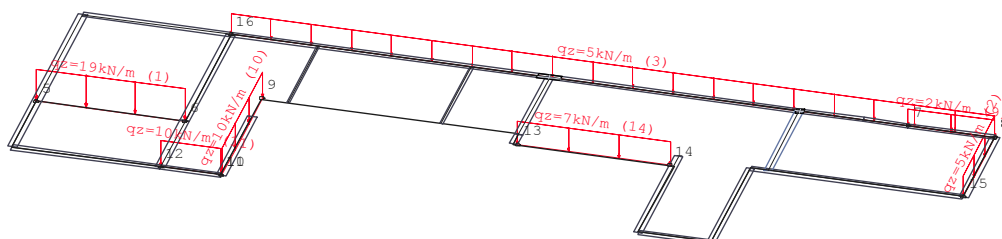
Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]	
1	1	16.00	0.00	0.00	0.0	*)
2	2	65.00	0.00	0.00	0.0	*)
3	3	65.00	0.00	0.00	0.0	
4	4	16.00	0.00	0.00	0.0	
Gesamt		81.00	Anteil auf der Platte			

\*) befindet sich außerhalb der Platte

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 225



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	5	6			
2	15	8			
3	8	16			
9	7	8			
10	9	10			
11	11	12			
14	13	14			

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	19.00	19.00	0.00	0.00
2	5.00	5.00	0.00	0.00
3	5.00	5.00	0.00	0.00
9	2.00	2.00	0.00	0.00
10	10.00	10.00	0.00	0.00
11	10.00	10.00	0.00	0.00
14	7.00	7.00	0.00	0.00

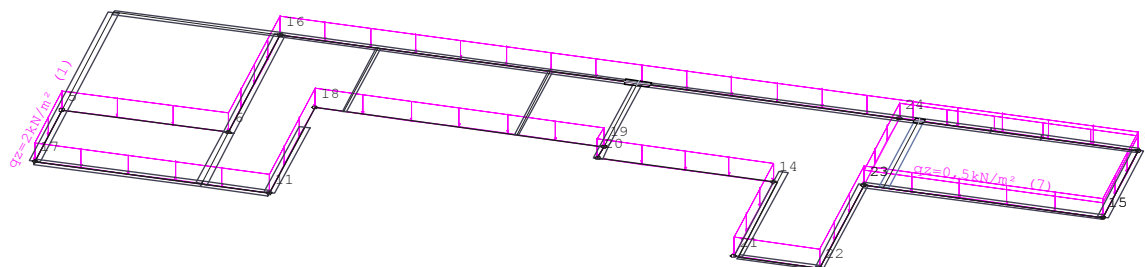
#### Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	86.98	86.98
2	18.22	18.22
3	117.94	117.94
9	5.36	5.36
10	47.22	47.22
11	18.75	18.75
14	32.94	32.94
Gesamt	327.40	327.40

## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 200



## Lastfall 1 "Lastfall G"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.00	1	5	17			
		2	17	11			
		3	11	18			
		4	18	19			
		5	19	20			
		6	20	14			
		7	14	21			
		8	21	22			
		9	22	23			
		10	23	15			
		11	15	8			
		12	8	16			
		13	16	6			
		14	6	5			
7	0.50	1	23	15			
		2	15	8			
		3	8	24			
		4	24	23			

#### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	237.36	236.34
7	11.98	11.98
Gesamt	249.34	248.32

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### 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	15
Punktlasten	0
Linienlasten	1
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	300 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	300 [kN]

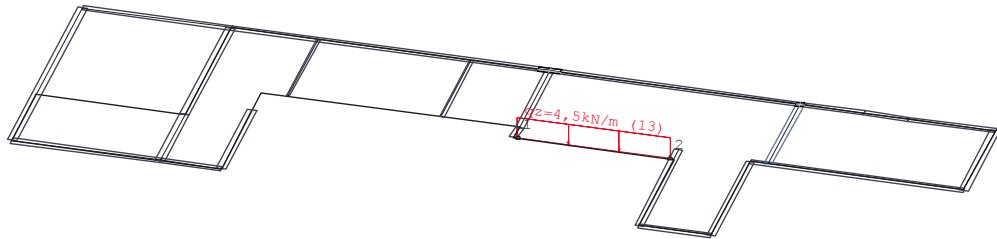
### HINWEIS

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 "Lastfall Q"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 225



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
13	1	2			

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
13	4.50	4.50	0.00	0.00

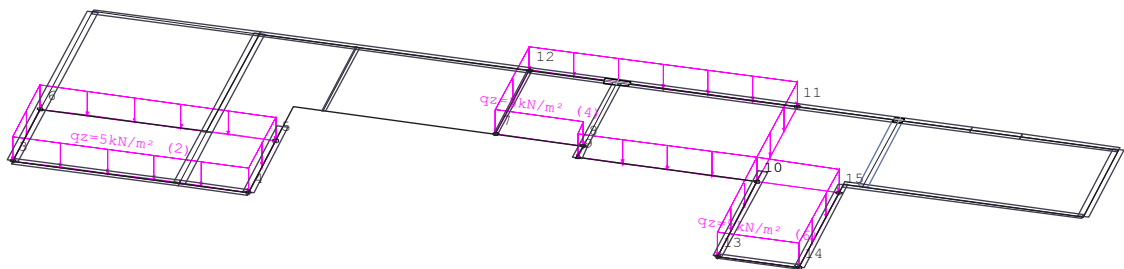
## Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
13	21.18	21.18
Gesamt	21.18	21.18

## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 200



## Lastfall 2 "Lastfall Q"

### Flächenlasten

#### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	5.00	1	3	4			
		2	4	5			
		3	5	6			
		4	6	3			
4	5.00	1	7	8			
		2	8	9			
		3	9	10			
		4	10	11			
		5	11	12			
		6	12	7			
6	5.00	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	10			
		4	10	13			

## Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	90.54	90.54
4	142.88	142.88
6	45.58	45.58
Gesamt	278.99	278.99

## Lastfall 3 "q2"

### 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	17
Punktlasten	4
Linienlasten	2
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	417 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	417 [kN]

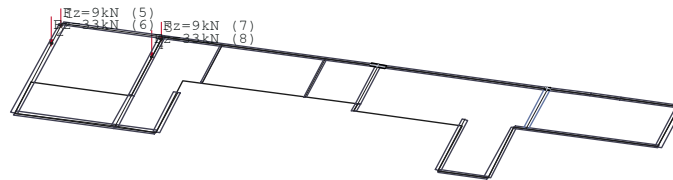
### HINWEIS

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 "q2"

### Punktlasten

Maßstab 1 : 333



## Lastfall 3 "q2"

### Punktlasten

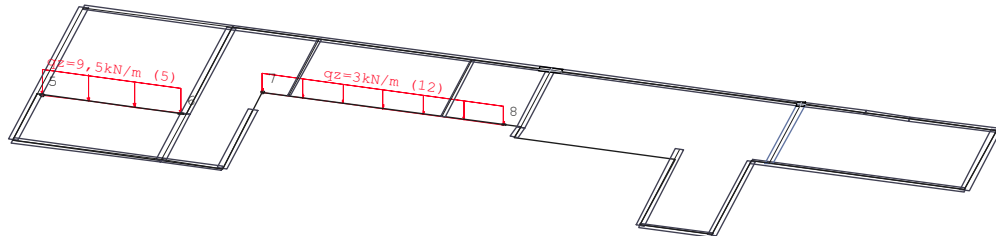
Nummer	Punkt	Kraft Vertikal [kN]	Moment Um Achse 1 [kNm]	Moment Um Achse 2 [kNm]	Richtung 1 [Grad]
5	1	9.00	0.00	0.00	0.0 *)
6	2	33.00	0.00	0.00	0.0 *)
7	3	9.00	0.00	0.00	0.0
8	4	33.00	0.00	0.00	0.0
Gesamt		42.00	Anteil auf der Platte		

\*) befindet sich außerhalb der Platte

## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

Maßstab 1 : 225



## Lastfall 3 "q2"

### Linienlasten

#### Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
5	5	6			
12	7	8			

#### Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
5	9.50	9.50	0.00	0.00
12	3.00	3.00	0.00	0.00

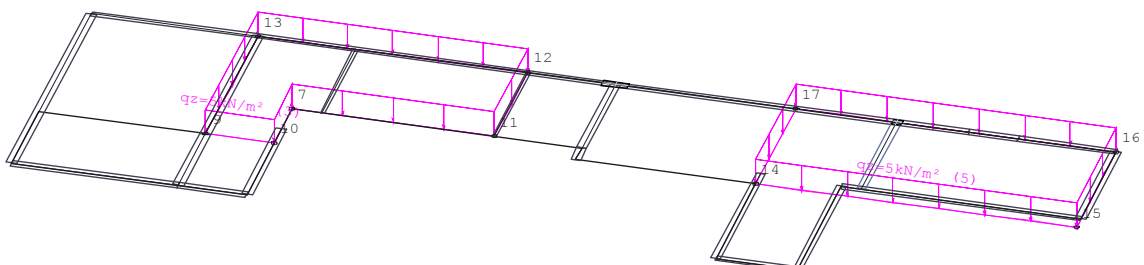
#### Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
5	40.64	40.64
12	22.34	22.34
<b>Gesamt</b>	<b>62.98</b>	<b>62.98</b>

## Lastfall 3 "q2"

### Flächenlasten

Maßstab 1 : 200





## Lastfall 3 "q2" Flächenlasten

### Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	5.00	1	9	10			
		2	10	7			
		3	7	11			
		4	11	12			
		5	12	13			
		6	13	9			
5	5.00	1	14	15			
		2	15	16			
		3	16	17			
		4	17	14			

### Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	146.10	146.10
5	180.68	165.72
Gesamt	326.79	311.82

## Überlagerung 1 "Charakteristisch"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
5	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
17	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
18	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
19	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
20	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
21	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

## Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig

## Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
5	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
17	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
18	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
19	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
20	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
21	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### 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
3	9	Windlasten	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.60

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 4 "Maßgebend"

### Übersicht

#### Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter- nativ- gruppe
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	q2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Wind Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
5	Wind -Wx	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
6	Wind Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
7	Wind -Wy	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
8	Wind Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
9	Wind Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
10	Wind -Wx-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
11	Wind -Wx+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
12	Wind Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
13	Wind Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
14	Wind -Wy-e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
15	Wind -Wy+e	nicht ständig	nein	9	Windlasten	1
16	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
17	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
18	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
19	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	3
20	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
21	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5
22	Schiefstellung ...	ständig	nein	g	ständig	-
23	Schiefstellung ...	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	5

#### Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig

## 2.6.6. Auflagerkräfte

Auf den folgenden Seiten sind die im Zuge der vorliegenden statischen Berechnung ermittelten Auflagerreaktionen dargestellt.

Die Dokumentation der vertikalen Auflagerreaktionen erfolgt für die folgenden Lastfälle:

### **Überlagerung „Maßgebend“**

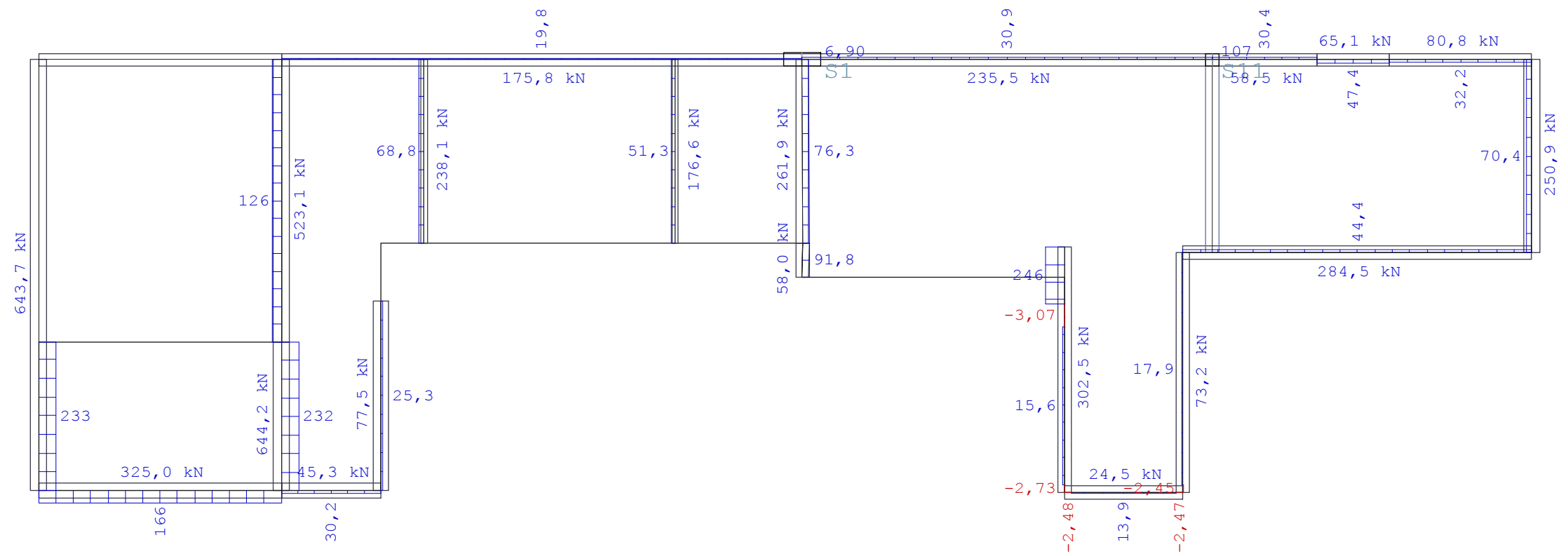
Gamma-fache Auflagerkräfte

### **Ständige Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 1 „Egw. und Ausbau“

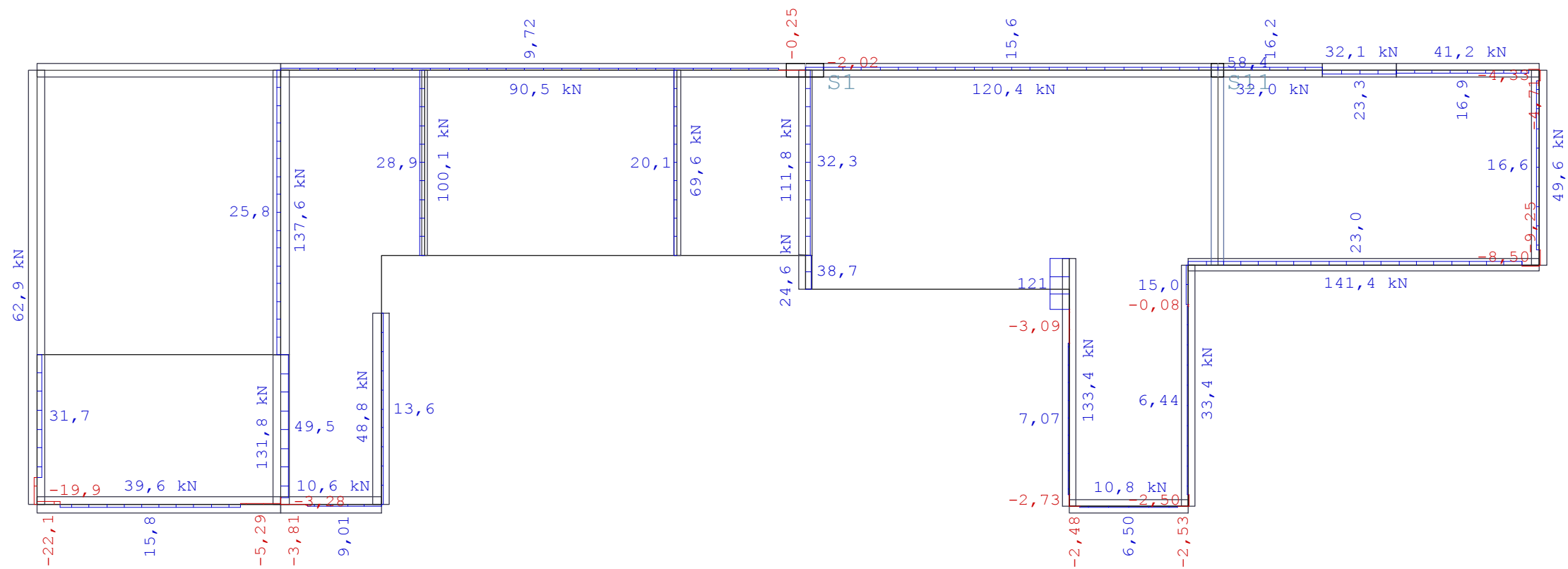
### **Veränderliche Lasten**

1-fache Auflagerkräfte aus Lastfall 2 „Verkehrslast“



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-01  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX  
Bemessungswerte (Gamma-fach)

1 : 100



Teil 1-2 - Bemessung Decken

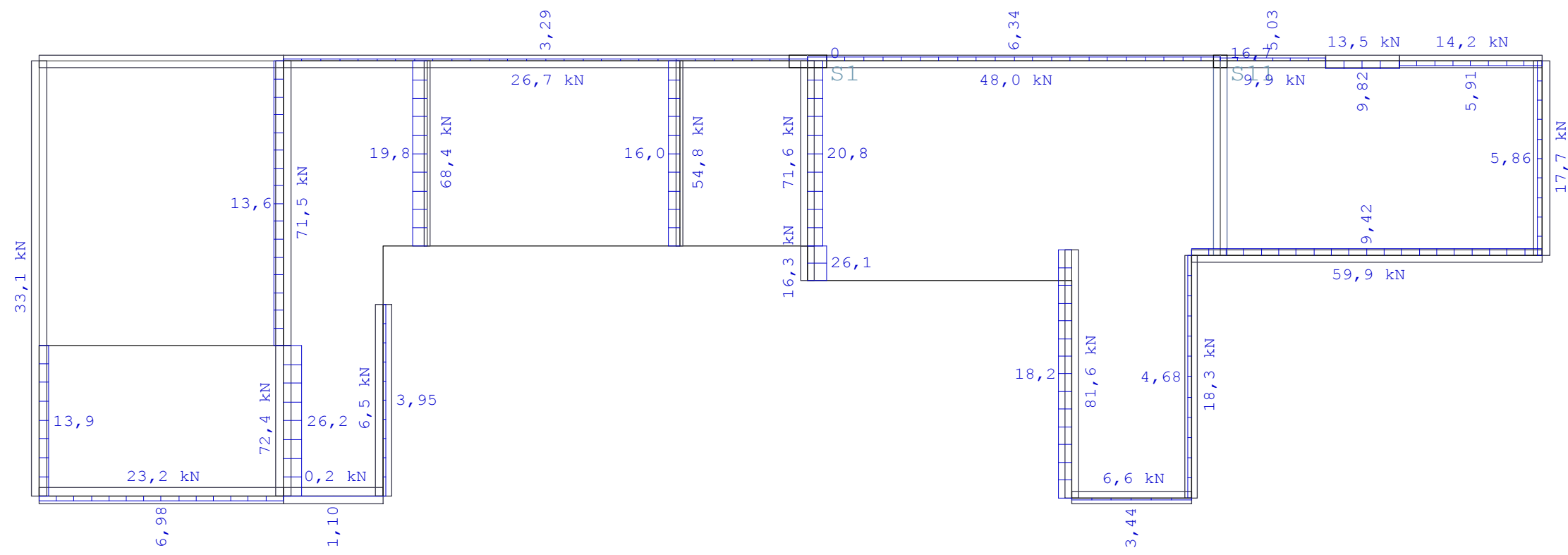
D-01

Lastfall 1 "Lastfall G"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - Summe: 1478,4 [kN]

Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 100



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-01  
Lastfall Q  
"Charakteristisch" Auflagerkräfte  
(Rechteck) [kN/m] - MAX

1 : 100

## 2.6.7. Biegebewehrung

Auf den folgenden Seiten ist die statisch erforderliche Biegebewehrung der Deckenplatte als Ergebnis der FE-Berechnung angegeben.

In der maximalen Bewehrung werden die Tragfähigkeits-, Rissicherungs- und Robustheitsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1 berücksichtigt.

Die erforderliche Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NDP zu 9.2.1.1 (1) Anmerkung 2, ist durch die gewählte Grundbewehrung abgedeckt.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebemessung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist numerisch bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Es ist jeweils die maßgebende Längsbewehrung (Maximum aus Biegebewehrung, Rissbreitenbewehrung und den Nachweisen auf Durchstanzen) einzulegen.

Die im Modell berücksichtigten Bewehrungsrichtungen (lokale x- und y-Richtung) entsprechen dem auf den  $a_s$ -Plots dargestellten globalen Koordinatensystem.

Deckenversprünge sind, sofern vorhanden und nicht anders angegeben, biegesteif zu bewehren.





2 max as-1: 14,8 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)  
 max as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

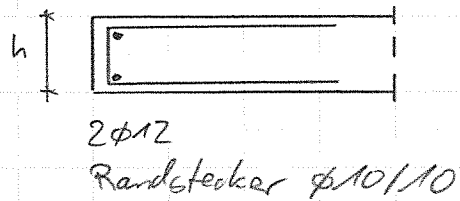
1 unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
 as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

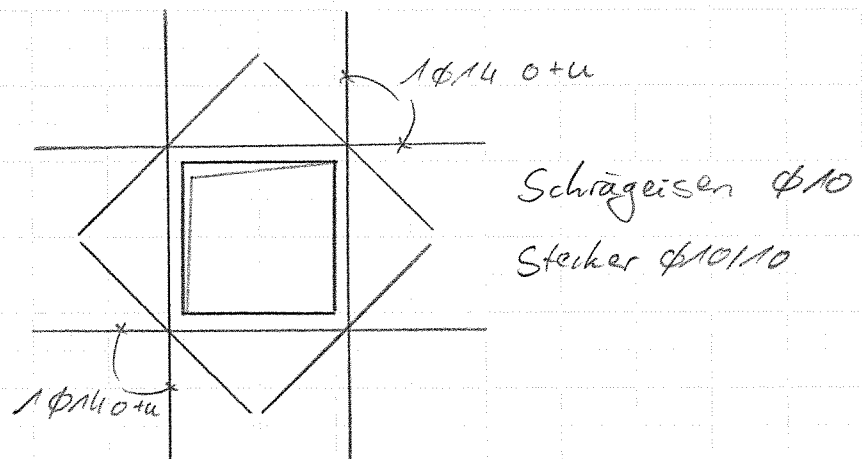
- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

## Konstruktive Bewehrung

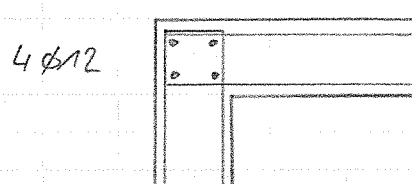
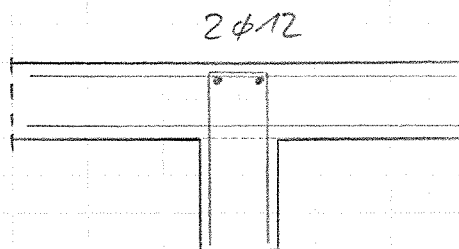
- freie Ränder



- Öffnungen



- Schnittpunkt Wand - Decke



## 2.6.8. Querkraftbewehrung

Nachfolgend sind die für die Querkraftbewehrung maßgebenden Resultate der Berechnung des FE-Systems als Ergebnisplots ausgegeben:

- numerischer  $V_{Ed}$  – Querkraftverlauf
- das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,c}$
- der Druckstrebenneigungswinkel
- Bügelbewehrung  $a_{sb}$  infolge Querkraft
- das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,max}$  für die Werte  $> 1/3$  (1992-1-1/NA:2011-01 NDP 9.3.2 (3))

Im Ergebnisplot „Bügelbewehrung  $a_{sb}$ “ werden die Bereiche sichtbar, in denen die Anordnung einer Querkraftbewehrung erforderlich ist.

Eine Ausführung der Querkraftbewehrung als geschlossenen Bügel ist jedoch nur in den Bereichen notwendig, in denen das Verhältnis  $V_{Ed}/V_{Rd,max} > 1/3$  ist. In den übrigen Bereichen genügt die Anordnung sonstiger Querkraftbewehrungen.

An Querschnittssprüngen, im Bereich von stark unregelmäßigen Elementanordnungen und in auflagnahen Deckenbereichen mit zweiachsender Querkraftbeanspruchung (Stützen, Wandenden, Wandecken) ergeben sich aufgrund von Singularitäten bei der FE-Berechnung sehr hohe bzw. unzulässige Bewehrungen. Diese werden nicht maßgebend und können bei der Wahl der Querkraftbewehrungen vernachlässigt werden.

[illegible]

A 2D coordinate system with a horizontal axis labeled '1' and a vertical axis labeled '2'. The axes are represented by thin black lines meeting at an origin.



siehe  
Durchstanznachweis  
D1

2  
max as-B: 20,3 [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]  
Global vorgegebene Längsbewehrung  
oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]  
1



### 2.6.9. Durchstanznachweise

Die Bemessung der Lasteinleitungspunkte in die vertikalen Bauteile (Stützen, Wände) erfolgt in Abhängigkeit von der jeweils gewählten Art der Querkraftbewehrung (Bügel oder Dübelleisten) und des jeweils gewählten Längsbewehrungsgrades. Es werden entweder Einzelnachweise oder für mehrfach auftretende Geometrien mit ähnlichen Lasten typisierte Nachweise geführt. Der Nachweis erfolgt mit dem Programmsystem Halfen HDB.

Im Durchstanzbereich ist als Längsbewehrung jeweils das Maximum aus der Biegebemessung und den Durchstanznachweisen einzulegen.

Für die Ermittlung der notwendigen Längsbewehrung aus der Biegebewehrung ist der Wert am Anschnitt der Stütze bzw. Wand maßgebend. Der Maximalwert in Stützenmitte ist FEM bedingt und muss nicht abgedeckt werden.

Über den Stanzpunkten ist in der unteren Lage eine Kollapsbewehrung / Versagensbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 NCI zu 9.4.1 (3) zu berücksichtigen.

#### Übersicht Durchstanznachweise

Typ	h [cm]	d [cm]	GB [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Zulagen [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	a <sub>s,ges</sub> [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	V <sub>ed</sub> ≤ [kN]	Dübel- leisten [ - ]	Beton [ - ]	Durch- bruch [ - ]
D1	25,0	19,0	7,54 d12/15	7,54 d12/15	15,08	210	-	C 30/37	-



## D-01-D1 Durchstanznachweis Wandende

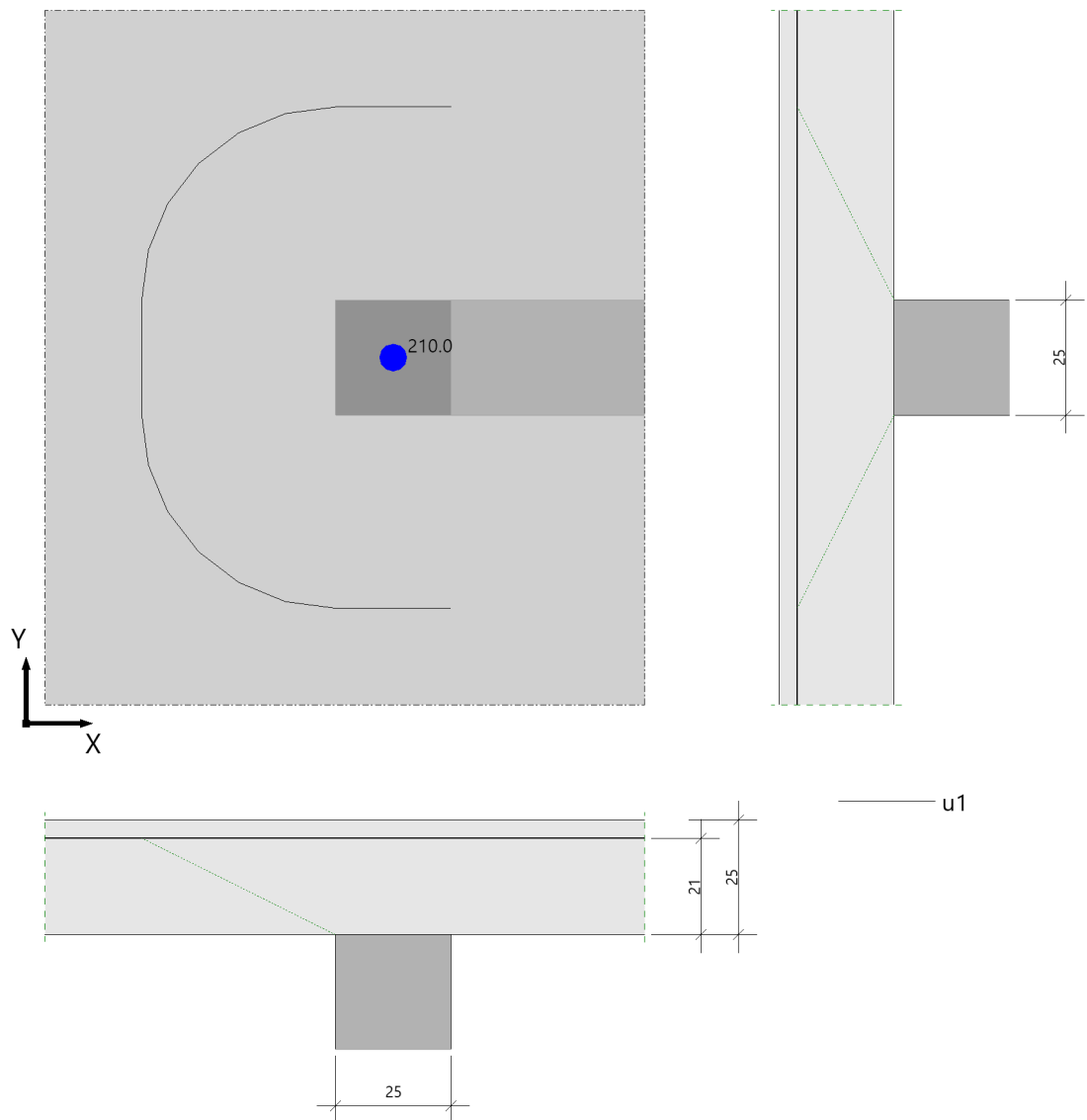
Durchstanzen (x64) B6+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P06)

Lastübergabe aus Gesamtmodell

Bewehrung: Grundbewehrung +  $\varnothing 12 | 15 \text{ cm} \#$

### System

### Grafik



## Geometrie und Material

Platte	$h =$	25.0 cm	$d_m =$	21.0 cm
Wandende	$b_y =$	25.0 cm	$d_x =$	25.0 cm
Wandlänge	$L_w =$	200.0 cm		
Betondeckung	$c_u =$	2.5 cm	$c_o =$	2.5 cm

Baustoffe	Beton:	C 30/37	Stahl:	B500A
	$\gamma_c =$	1.50	$\gamma_s =$	1.15
	$f_{ck} =$	30.0 N/mm <sup>2</sup>	$f_{yk} =$	500.0 N/mm <sup>2</sup>

## Bewehrungsbereiche :

rechner. Bewehrungsbreite	$cal\ b_g =$	100.0 cm
vorh. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
vorh. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	15.1 cm <sup>2</sup> = 15.1 cm <sup>2</sup> /m
erforderl. Verlegebreite in y-Richtung für $A_{sx}$	$erf\ b_{gy} \geq$	151.0 cm
erforderl. Bewehrung in x-Richtung	$A_{sx} =$	22.8 cm <sup>2</sup>
erforderl. Verlegebreite in x-Richtung für $A_{sy}$	$erf\ b_{gx} \geq$	88.0 cm
erforderl. Bewehrung in y-Richtung	$A_{sy} =$	13.3 cm <sup>2</sup>

Hinweis: Die Verlegebreiten  $erf\ b_{gx}$  und  $erf\ b_{gy}$  geben den Minimalbereich an, in dem die der Berechnung zugrunde gelegte Längsbewehrung (vorh  $\rho$  bzw. vorh  $\rho_y$  und vorh  $\rho_x$ ) anzuordnen ist.

## Lasten

vorgeg. Querkraft	$V_E =$	210.0 kN (= $V_{Ed}$ )
Erhöhung	$\beta =$	1.350

## Ergebnisse

### Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12, NACHWEIS für ebene Platte nach Abs. 6.4

krit. Rundschnitt	$u_1 =$	206.9 cm (bei $a = 42.0$ cm)
Bemessungsquerkraft	$V_{Ed} =$	0.652 N/mm <sup>2</sup>
Vorfaktor	$C_{Rd,c} =$	0.120
Maßstabsfaktor	$k =$	1.976 < 2.0
Bemessungswiderstand	$V_{Rd,c} =$	0.660 N/mm <sup>2</sup>
	$V_{min} =$	0.532 N/mm <sup>2</sup>
max. Bemessungswiderstand	$V_{Rd,max} =$	0.924 N/mm <sup>2</sup> (= $1.4 \cdot V_{Rd,c}$ )

### Längsbewehrungsgrade ( $\rho$ je Richtung) :

ohne Durchstanzbewehrung	$erf\ \rho =$	0.695 % = 14.6 cm <sup>2</sup> /m
mit Durchstanzbewehrung aus Betonstahl	$erf\ \rho =$	0.253 % = 5.3 cm <sup>2</sup> /m
max. Bewehrungsgrad	$zul\ \rho \leq$	1.955 % = 41.1 cm <sup>2</sup> /m
erf. Bewehrungsgrad für Mindestmoment	$min\ \rho_x =$	0.152 % = 3.2 cm <sup>2</sup> /m auf $0.30 \cdot l_y$
	$min\ \rho_y =$	0.271 % = 5.7 cm <sup>2</sup> /m auf $0.15 \cdot l_x$
vorh. Bewehrungsgrad	$vorh\ \rho =$	0.719 % = 15.1 cm <sup>2</sup> /m

Hinweis:  $min\ \rho_x$  wurde mit  $\eta_x = 0.125$  und  $min\ \rho_y$  mit  $\eta_y = 0.25$  ermittelt (s. BK 2016, Teil 2, S. 1116).

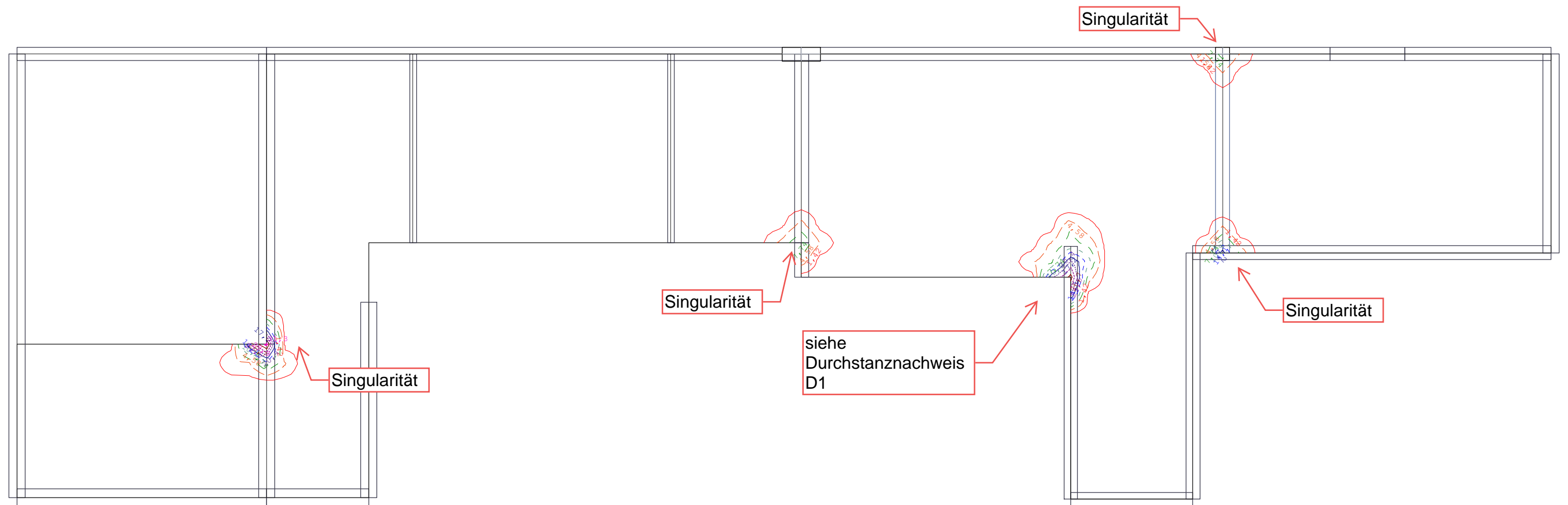
Ergebnis:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Kollapsbewehrung unten  $A_{su} \geq 3.0$  cm<sup>2</sup> ( $A_s = V_{Ed}/f_{yk}$ ,  $\gamma_F = 1.0$ )

## 2.6.10. Auswertung Querkraftplot

Im Folgenden wird die mittels der FE errechnete Querkraftbewehrung ausgewertet. Hierbei wird folgende Querkraftbewehrung ausgedrückt:

- Querkraftbewehrung in Bereich von geführten Durchstanznachweisen
- Querkraftbewehrung im Bereich von einspringenden Ecken, die aufgrund von Singularitäten der FE entstehen



## 2.6.11. Bewehrungswahl Biegebewehrung

Die Bewehrung wird im Regelfall wie folgt festgelegt:

- Grundbewehrung aus Mindestbewehrung mit Stabstahlbewehrung
- Zulagebewehrung mit Stabstahl
- Querkraftbewehrung im Regelfall mit Dübelleisten gemäß Zulassung

### Grundbewehrung

Als Grundbewehrung wird die erforderliche Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweite gewählt.

### Zulagen

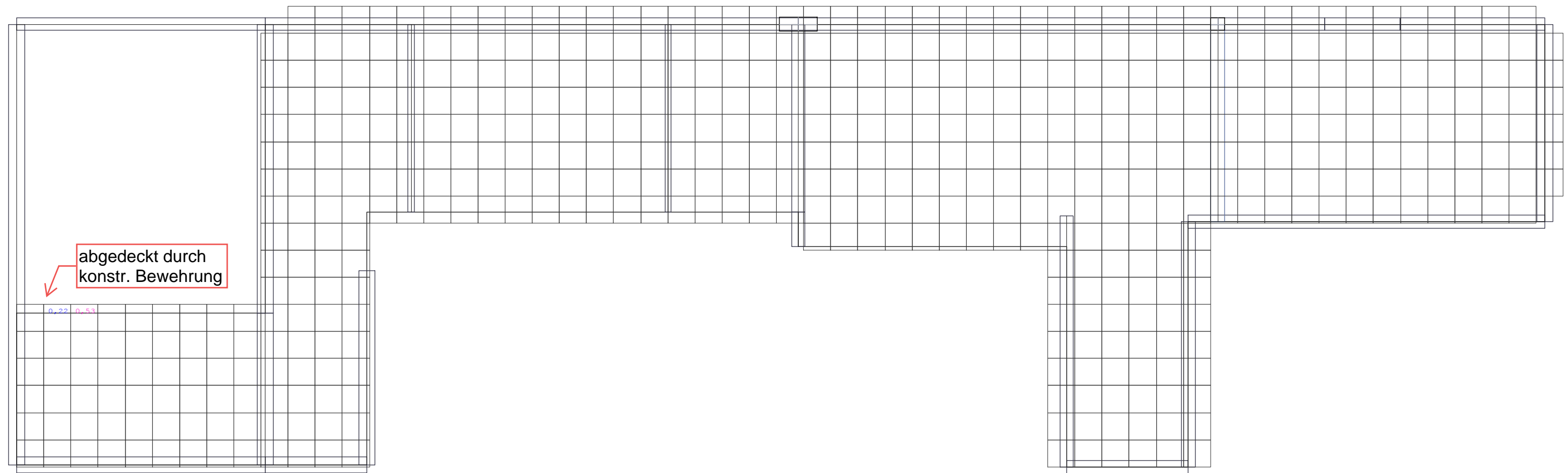
Bereiche, in denen die statisch erforderliche Bewehrung gem. Kapitel „Biegebewehrung“ die Grundbewehrung überschreitet, sind durch Zulagen abzudecken.

Es ist jeweils das Maximum aus der dargestellten Biegebewehrung und den Längsbewehrungsangaben aus den Durchstanznachweisen einzulegen.

Die erforderliche Bewehrung ist zu verankern. Verankerungs- und Übergreifungslängen sind nicht dargestellt und gemäß DIN EN 1992 unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berücksichtigen.

### Querkraftbewehrung

Die Querkraftbewehrung (in Form von Schubzulagen, Querkraftbügeln und Durchstanzleisten) ist den Kapiteln „Querkraftbewehrung“, „Durchstanznachweise“ und „Auswertung Querkraftplot“ zu entnehmen. Ein Umschließen der Längsbewehrung durch die Querkraftbügel ist zu beachten.



2

max as-1: 0,53 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Grundbewehrung: Ø12|15 cm #

Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-01

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm<sup>2</sup>/m]

1 : 75



2

max as-1: 7,27 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)  
max as-2: 0 [cm<sup>2</sup>/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

unten as-1: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

as-2: 7,54 [cm<sup>2</sup>/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Grundbewehrung: Ø12|15 cm #

Teil 1-2 - Bemessung Decken

D-01

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Bewehrung, oben: Differenz - as-1, as-2 [cm<sup>2</sup>/m]

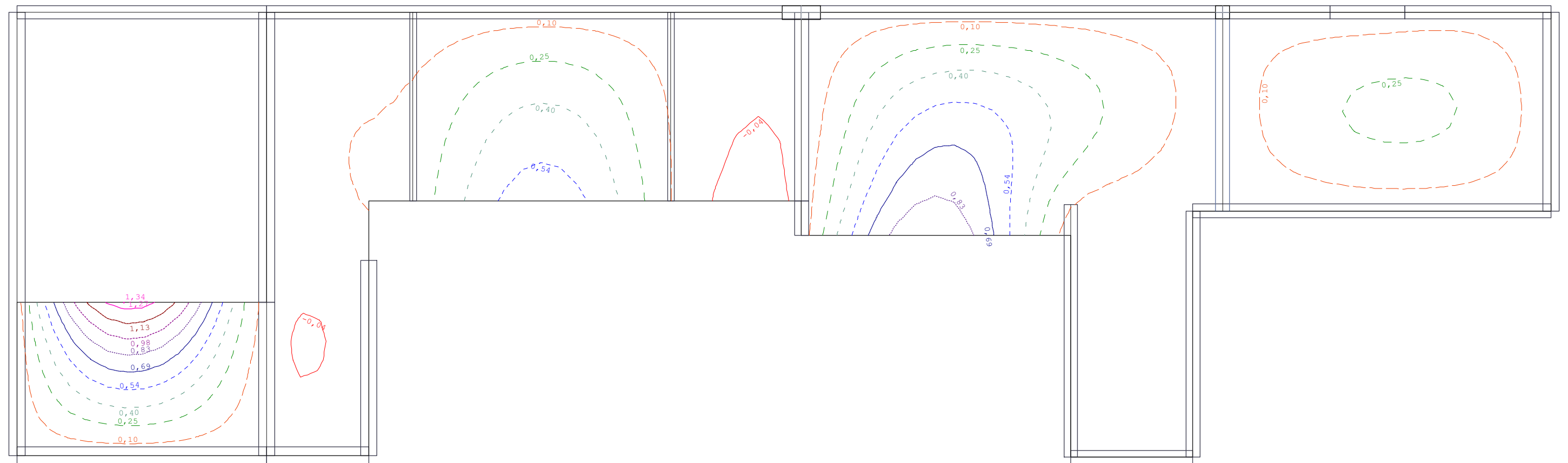
1 : 75

## 2.6.12. Verformungen

Auf den folgenden Seiten sind die elastischen Verformungen infolge der Lastfälle 1 (Egw. und Ausbau) und 2 (Verkehrslast), sowie der Überlagerung „GZG quasi-ständig“ als Ergebnisplot der charakteristischen Werte ausgegeben.

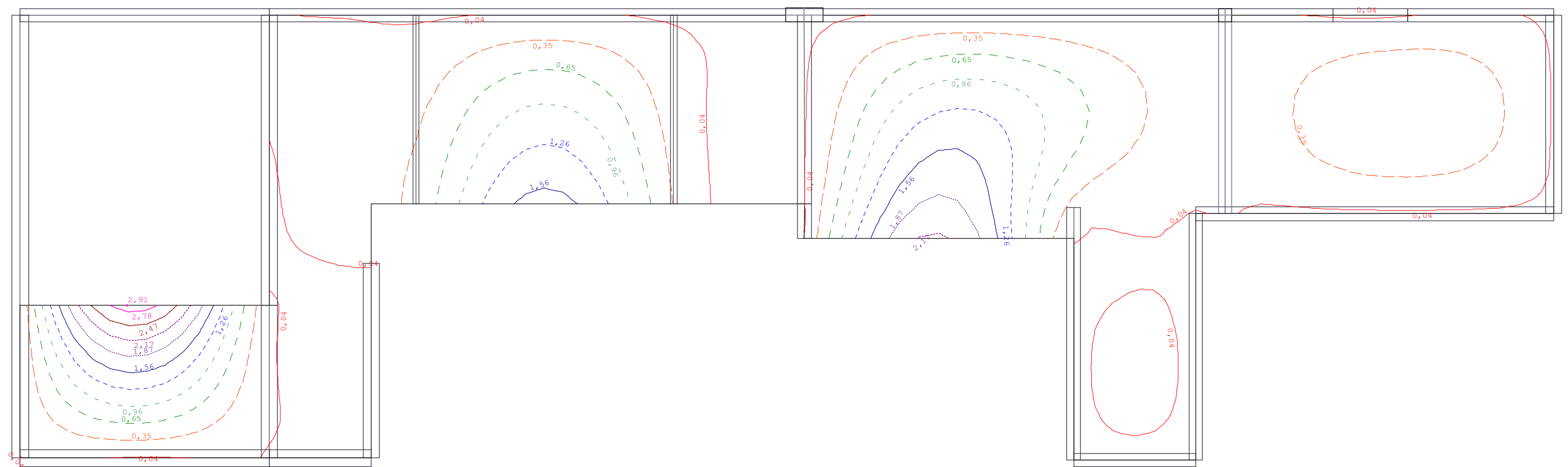
Schalungsüberhöhungen sind bauseits entsprechend nach Wahl der ausführenden Firma zu wählen.





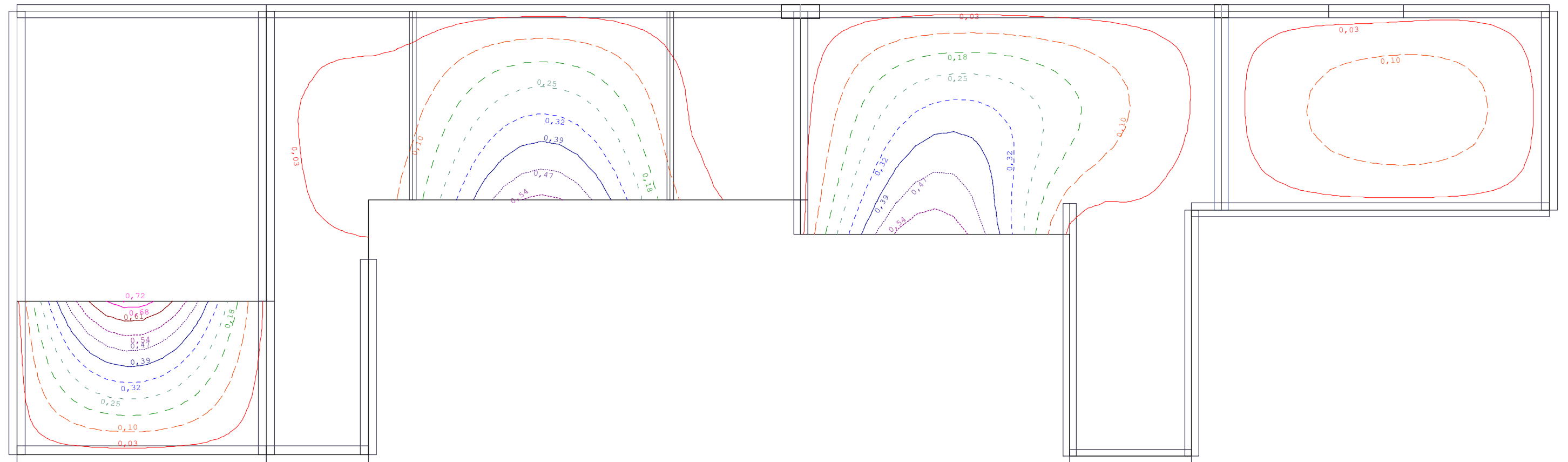
Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-01  
Lastfall 1 "Lastfall G"  
Durchbiegung [mm]  
Charakteristische Werte (1-fach)

1 : 75



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-01  
Überlagerung 4 "Maßgebend"  
Durchbiegung [mm] - MAX  
Bemessungswerte (Gamma-fach)

1 : 75



Teil 1-2 - Bemessung Decken  
D-01 - Lastfall Q  
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

## 2.7. Schlussseite

Genehmigungsstatik

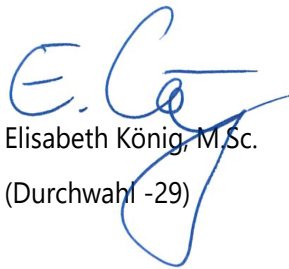
Erweiterung des Gymnasiums Horn

Statikteil 1-2 – Bemessung Decken

Seite 1 bis 382

aufgestellt,

Hamburg, 13.09.2024



Elisabeth König, M.Sc.

(Durchwahl -29)

Dr.-Ing. Matthias Frenz

Geschäftsführender Gesellschafter

Beratender Ingenieur

Prüfingenieur für Bautechnik

Bauvorlageberechtigter Ingenieur (Hochbau, Ingenieurbau)

VFIB-zertifizierter Bauwerksprüfer

Schutzvermerk DIN ISO 16016:

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes, Verwertung und Mitteilung des Inhaltes sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Designeintragung vorbehalten. Der Inhalt des Dokumentes ist vertraulich und nur für Kommunikation mit den auf dem Deckblatt ausgewiesenen Projektbeteiligten bestimmt. Die Weitergabe des Dokumentes an Dritte ist verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.