

MEURER INGENIEURE

INGENIEURKAMMER - BAU NRW

STATISCHE BERECHNUNG

Bauherr: SBO Servicebetriebe Oberhausen
Bahnhofstrasse 66
46145 Oberhausen

Bauvorhaben: Erweiterung & Sanierung der Melanchthonschule
Erzbergerstrasse 18
46145 Oberhausen

Entwurf: BST Architekten
Kirchstrasse 10
46117 Oberhausen

zugrunde gelegt: alle gültigen DIN-Vorschriften

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen.....	Seite: 4
1 Lasten & Einwirkungen	
1.1 WS..... Windlasten nach DIN 1991-1-4 und Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3	Seite: 6
1.2 LE..... Lasten & Einwirkungen.....	Seite: 10
2 Decke über dem Obergeschoss	
2.1 Positions- und Lastenplan Decke ü. OG.....	Seite: 11
2.2 Position: 100..... Stb.-Deckenplatte, h=24.0cm	Seite: 12
Position: 100 - Pläne.....	Seite: 21
2.3 zu 100..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 27
2.4 Position: 101..... Stb.-Deckenplatte, b/h=100.0/18.0cm	Seite: 28
2.5 Position: 102..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/80.0cm	Seite: 32
2.6 Position: 103..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm	Seite: 36
2.7 Position: 104..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/60.0cm	Seite: 40
2.8 Position: 105-106..... deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 44
2.9 Position: 107..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/80.0cm	Seite: 49
2.10 Position: 108..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm	Seite: 53
2.11 Position: 109..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 58
2.12 Position: 110..... Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm	Seite: 63
2.13 Position: 111-114..... Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm	Seite: 67
2.14 Position: 115..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm	Seite: 72
2.15 Position: 116..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm	Seite: 76
2.16 Position: 117..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 81
2.17 Position: 118..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm	Seite: 86
2.18 Position: FS1..... 2x KLB-Fertigteilsturz E1=11,5x17,5cm	Seite: 90
3 Decke über dem Erdgeschoss	
3.1 Positions- und Lastenplan Decke ü. EG.....	Seite: 91
3.2 Position: 200..... Stb.-Deckenplatte, h=24.0cm	Seite: 92
Position: 200 - Pläne.....	Seite: 104
3.3 zu 200..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 110
3.4 Position: 201..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm	Seite: 111
3.5 Position: 202..... deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 116
3.6 Position: 203..... deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 121
3.7 Position: 204..... deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 125
3.8 Position: 205..... Stb.-Unter-/Überzug, b/h=24.0/100.0cm	Seite: 130
3.9 Position: 206..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm	Seite: 135
3.10 Position: 207..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm	Seite: 140
3.11 Position: 208-212..... Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm	Seite: 146
3.12 Position: 213..... Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm	Seite: 151
3.13 Position: 214..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm	Seite: 156
3.14 Position: 215..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 161
3.15 Position: 216..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm	Seite: 166
3.16 Position: 217..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 171
3.17 Position: 218..... Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm	Seite: 176
3.18 Position: 219..... Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm	Seite: 180
3.19 Position: 220..... Stb.-Rähmbalken (konstruktiv), b/h=24.0/24.0cm	Seite: 184
3.20 Position: 221..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 185
3.21 Position: 222..... Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 196
3.22 Position: 223..... Stb.-Rähmbalken (konstruktiv), b/h=24.0/24.0cm	Seite: 206
3.23 Position: FS2..... 2x KLB-Fertigteilsturz B1=11,5x24,0cm	Seite: 207
4 Decke über dem Kellergeschoss / Bodenplatte	
4.1 Positions- und Lastenplan Decke ü. KG.....	Seite: 208
4.2 Position: 300..... Stb.-Bodenplatte, h=30.0cm	Seite: 209

	Position: 300 - Pläne.....	Seite: 219
4.3	zu 300..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 225
4.4	Position: 301..... Stb.-Deckenplatte / Stb.-Bodenplatte, h=30.0cm	Seite: 226
4.5	zu 301..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 237
4.6	Position: 302..... Stb.-Wand, d=24.0cm	Seite: 238
5	Treppenläufe & Podeste	
5.1	Position: 400..... Treppenlauf, h=20.0cm	Seite: 240
5.2	Position: 401..... Treppenlauf, h=20.0cm	Seite: 243
5.3	Position: 402..... Stb.-Podestplatte, h=20.0cm	Seite: 246
5.4	zu 402..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 254
5.5	Position: 403..... Stb.-Podestplatte, h=20.0cm	Seite: 255
5.6	Position: zu 403..... Lastzusammenstellung.....	Seite: 263
6	Aufzugturm	
6.1	Position: 500..... Stb.-Schachtwände, d=24.0cm	Seite: 264
6.2	Position: 501..... deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm	Seite: 265
6.3	Position: 502..... Stb.-Aufzugunterfahrt	Seite: 272
7	Gründung / Fundamente	
7.1	Positions- und Lastenplan..... Gründung.....	Seite: 273
7.2	Position: 600..... Streifenfundament, b=125.0cm	Seite: 274
7.3	Position: 601..... Streifenfundament, b=75.0cm	Seite: 277
7.4	Position: 602..... Streifenfundament, b=125.0cm	Seite: 280
7.5	Position: 603..... Randstreifenfundament, b=75.0cm	Seite: 284
7.6	Position: 604..... Einzelfundament, b/h=200.0/200.0cm	Seite: 287
7.7	Position: 605ff. Gründung Teilunterkellerung	Seite: 291
	Schlussseiten.....	Seite: 292

Berechnungsgrundlagen

Der statischen Berechnung liegen die zurzeit gültigen amtlichen technischen Baubestimmungen zugrunde.

Vorschriften und Normen:

DIN EN 1990	Eurocode:	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991	Eurocode 1:	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992	Eurocode 2:	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993	Eurocode 3:	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1995	Eurocode 5:	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
DIN EN 1996	Eurocode 6:	Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
DIN EN 1997	Eurocode 7:	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

Literatur:

Schneider: Bautabellen 26. Auflage

Lastannahmen

DIN EN 1991 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

Weitere Lastannahmen nach gesonderter Angabe (vgl. Kapitel Lasten & Einwirkungen).

Baustoffe

Holz:	C24 (KVH), GL24h (BSH)
Stahl:	S235 JR, S355 JR
Beton:	C25/30 XC1 und C25/30 XC4, XF1 für erdberührte Bauteile
Betonstahl:	BSt 500 S/M
Mauerwerk*:	Bestand: mindestens MZ oder KS (d=24,00cm)
	Neubau: KSP-20-2,0 DM (d=24,00cm)

*Zusätzliche Belastungen einzelner Deckenplatten sind nur durch die Anordnung leichter Trennwände (bspw. Gipskartonständerwände oder Gipsdielenwände) zulässig. Gemauerte, massive Wandscheiben mit hohem Eigengewicht sind nicht zulässig bzw. dürfen nur in Abstimmung mit dem zuständigen Tragwerksplaner angelegt werden.

Das Gewicht leichter Trennwände ist auf max. 5kN/m Wandlänge zu begrenzen (gew. Ansatz bei Gipsdielen: $0,09 \cdot 12,5 \cdot 3,80 \approx 4,30 \text{ kN/m}$).

Baugrund

Zum Zeitpunkt der statischen Berechnungen lag ein Bodengutachten des geotechnischen geotec ALBRECHT Ingenieurgesellschaft mbH vor.

- Gutachten 16607/23-01, vom 28.03.2024, SB: Dipl.- Ing. Ralf Kuchinke

Die in diesem Baugrundgutachten gemachten Anmerkungen und Angaben wurden im Rahmen der statischen Berechnungen berücksichtigt und sind bei der Bauausführung zwingend zu beachten!

Berechnungs-/Bemessungsunterlagen

- Planungsunterlagen (Stand: 04.11.2024) BST Architekten – Baumast, Lingenberg, Urban PartG mbB:
21016-04-01: Grundriss Erdgeschoss
21016-04-02: Grundriss Obergeschoss
21016-04-03: Grundriss Untergeschoss, Schnitte
21016-04-04: Ansichten
21016-04-05: Dachaufsicht

Allgemeines

Gegenstand der nachfolgenden statischen Bemessungen und Berechnung sind alle statischen Nachweise, die im Rahmen der Erweiterung der Melanchthonschule, Erzbergerstraße 18, 46145 Oberhausen erforderlich werden.

Konstruktionsbeschreibung:

- Stahlbetonbauteile: Alle Deckenplatten des Neubaus sowie alle Gründungsbauteile werden in Stahlbeton ausgeführt. Zudem werden Stahlbetonunterzüge, -überzüge und -stützen angelegt.
- Mauerwerk: Alle tragenden Außen- und Innenwände werden in Kalksandstein der angegebenen Güteklasse mit entsprechender Druckfestigkeit erstellt. Nichttragende Innenwände werden grundsätzlich in leichter Bauweise erstellt.
- Aussteifung: Im Sinne der gültigen Regelwerke ist die Gesamtstabilität des Gebäudes sowie der einzelnen Gebäudeteile als ausreichend zu betrachten. Im Bedarfsfall wird die Aussteifung einzelner Gebäudeteile rechnerisch nachgewiesen.
- Brandschutz: Vgl. Planungsunterlagen des Fachplaners. Der konstruktive Brandschutz wurde bei der Aufstellung der statischen Berechnungen berücksichtigt.

Die Berechnungen und Bemessungen erfolgen mittels EDV.

1. Lasten & Einwirkungen

1.1 WS Windlasten nach DIN 1991-1-4 und Schneelasten nach DIN EN 1991-1-3

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 02/24B (FRILO R-2024-2/P04)

System

Basiswerte

Land Deutschland
Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12

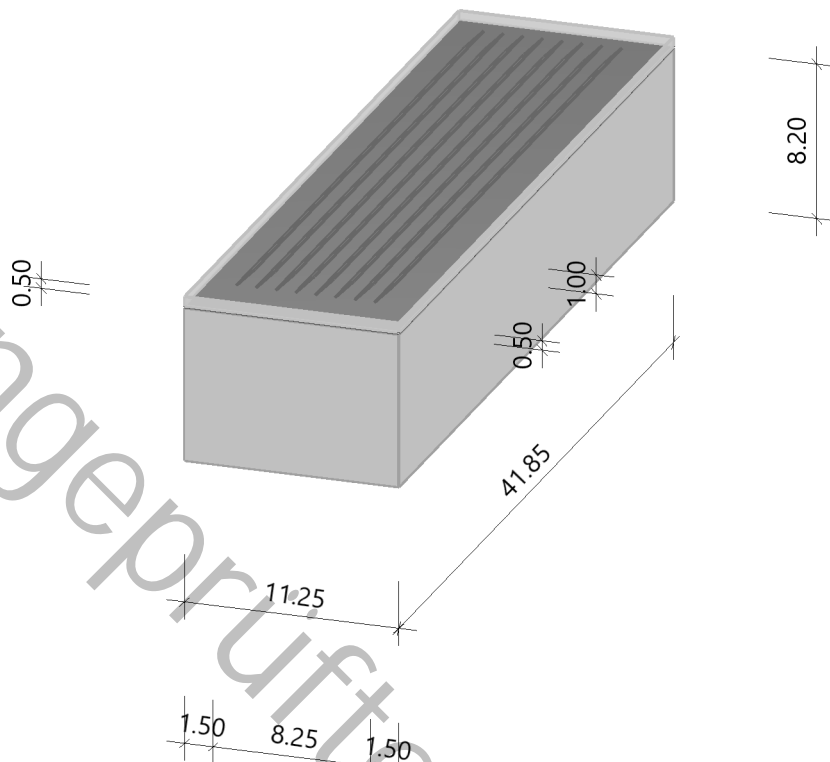
Gemeinde 46*** Oberhausen
Geländehöhe h_{NN} = 46.00 m
Klimaregion Zentral-Ost
Schneezone 1
Windzone 1
Geländekategorie Mischkategorie Binnenland
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Beiwerte

Faktor für Schneetrauflast $k_s = 0.40$

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe $h = 8.20$ m
Gebäuelänge $l = 41.85$ m
Gebäudebreite $b = 11.25$ m
Fusspunkthöhe $= 66.24$ m
mit Flachdach - mit Attika umlaufend
Dachneigung $\alpha_{li} = 0.0^\circ$
Überstand $\ddot{u}_{li} = 0.00$ m $\ddot{u}_{re} = 0.00$ m
Überstand $\ddot{u}_1 = 0.00$ m $\ddot{u}_2 = 0.00$ m
Dachbreite/länge $dx = 11.25$ m $dy = 41.85$ m
Attikahöhe $h_p = 0.50$ m
mit PV-Anlage
Höhe $h = 1.00$ m Länge PV-Anlage $l_1 = 34.85$ m
Breite PV-Anlage $b_1 = 8.25$ m Abstand links $x_l = 1.50$ m
Abstand rechts $x_r = 1.50$ m

Grafik**Bemerkungen****Bemerkungen zum System**

Im Rahmen der Wind- und Schneelastberechnung wird der Gebäudeteil der Achsen 6 bis 7 herangezogen. Berücksichtigt wird die Belegung mit einer aufgeständerten PV-Anlage.

Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 22.5 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.32 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 74.94 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0}(h) = 1.08 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90}(h) = 1.08 \text{ kN/m}^2$

Ergebnisse**Schnee****Tabelle, Querschnitt**

Sit	μ	s_i [kN/m ²]	$s_{e,li}$ [kN/m]	$s_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.52		
Alle Werte sind charakteristische Werte. Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional				

Attika

Sit	μ_s	μ_w	μ_2^1	μ_1	s_2^2 [kN/m ²]	s_1 [kN/m ²]	Δs_2^3 [kN/m ²]	L_s [m]
P/T	0.00	0.00 ⁴	0.80 ⁵	0.80	0.52	0.52	0.00	5.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Gewählte Bodenschneelast $s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$

- 1 : $\mu_2 = \mu_s + \mu_w$
- 2 : $s_2 = \mu_2 \cdot s_k$
- 3 : $\Delta s_2 = s_2 - s_1$
- 4 : $\mu_w < 1.54$
- 5 : $0.80 < \mu_2 < 2.40$

Schneeverwehungen an einer Attika werden analog zu Höhengsprüngen bestimmt.

(siehe "Auslegungsfragen zu DIN 1055-5, Lfd.Nr.4 im Kontext mit Lfd.Nr.29")

Schneelasten aufgrund PV-Anlage

Sit	μ_s	μ_1	s_5 [kN/m ²]	s_1 [kN/m ²]	Δs_5 [kN/m ²]	$L_{s,x}$ [m]	$L_{s,y}$ [m]
P/T	1.10	0.80	0.72	0.52	0.20	10.25	36.85

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Wind**Hinweis**

Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.

Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Tabelle, 0°, DraufsichtReferenzeinflußbreite $e = 17.40 \text{ m}$ $h_p/h = 0.061$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.36	0.00	-1.96	0.00	-1.46	0.00	-2.11	1.74	4.35
G	DF	0.00	-0.88	0.00	-1.56	0.00	-0.95	0.00	-1.68	1.74	33.15
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.76	0.00	-1.29	6.96	41.85
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.22	-0.65	0.22	-0.65	2.55	41.85

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Tabelle, 0°, Schnitt durch die WändeReferenzeinflußbreite $e = 17.40 \text{ m}$ $h_p/h = 0.061$
Verhältnis $h/d = 0.729$ $h/b = 0.196$ $d/b = 0.269$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	1 Wand links	0.76	0.00	1.00	0.00	0.82	0.00	1.08	0.00		41.85
E	Wand rechts	0.00	-0.43	0.00	-0.50	0.00	-0.46	0.00	-0.54		41.85
A	2 Wand vorne	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.29	0.00	-1.51	3.48	
B	2 Wand vorne	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.86	0.00	-1.19	7.77	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

- 1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4
- 2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Tabelle, 90°, DraufsichtReferenzeinflußbreite $e = 11.25 \text{ m}$ $h_p/h = 0.061$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.36	0.00	-1.96	0.00	-1.46	0.00	-2.11	2.81	1.13
G	DF	0.00	-0.88	0.00	-1.56	0.00	-0.95	0.00	-1.68	5.63	1.13
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.76	0.00	-1.29	11.25	4.50
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.22	-0.65	0.22	-0.65	11.25	36.23

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 11.25 \text{ m}$ $h_p/h = 0.061$
 Verhältnis $h/d = 0.196$ $h/b = 0.729$ $d/b = 3.720$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D	1 Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.76	0.00	1.08	0.00	11.25	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.32	0.00	-0.54	11.25	
A	Wand links	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.29	0.00	-1.51		2.25
B	Wand links	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.86	0.00	-1.19		9.00
C	Wand links	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.54	0.00	-0.54		30.60

Alle Werte sind charakteristische Werte.

- 1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4
 2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Tabelle, Attika

Wand $l/h = 22.50$ $l_A = 0.15 \text{ m}$ $l_B = 0.85 \text{ m}$ $l_C = 1.00 \text{ m}$ $l_D = 9.25 \text{ m}$
 Schenkel $l/h = 83.70$ $l_A = 0.15 \text{ m}$ $l_B = 0.85 \text{ m}$ $l_C = 1.00 \text{ m}$ $l_D = 39.85 \text{ m}$

Bauteil	Bereich	C_{p+}	C_{p-}	w_+ [kN/m ²]	w_- [kN/m ²]
Wand	A	2.10	-2.10	2.27	-2.27
	B	1.80	-1.80	1.94	-1.94
	C	1.40	-1.40	1.51	-1.51
	D	1.20	-1.20	1.29	-1.29
Schenkel	A	2.10	-2.10	2.27	-2.27
	B	1.80	-1.80	1.94	-1.94
	C	1.40	-1.40	1.51	-1.51
	D	1.20	-1.20	1.29	-1.29

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1.2 LE Lasten & Einwirkungen

Lastzusammenstellung (x64) LAST+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P04)

Dachkonstruktionen

Flachdach

Bauteilschichten	γ_R [kN/m ³]	t_s [cm]	g_R [kN/m ²]
optionale PV-Anlage			0,25
Retensionsdach (Extensivsubstrat)			1,75
Abdichtungs- und Abklebungsbahnen (im verlegten Zustand), pauschal			0,25
Wärmedämmung, pauschal			0,25
Stb.-Deckenplatte, h=25.0cm	25,00	25,0	6,25
Abhangdecke (inkl. Aufhänger etc.), pauschal			0,50
		Summe	9,25

Veränderliche Lasten	Lastwert	Einheit	h_L [m]	q_R [kN/m ²]
Schneelasten inkl. PV-Anteil (Erzbergerstraße 18, 46145 Oberhausen)	0,75	kN/m ²		0,75
Nutzlasten für Dächer gem. EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.10 DE - Nicht begehbare Dächer, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen und Reparaturen (keine Berücksichtigung bei Ansatz der Schneelasten)	0,40	kN/m ²		0,40
			Summe	1,15

Deckenkonstruktionen

Geschossdecke

Bauteilschichten	γ_R [kN/m ³]	t_s [cm]	g_R [kN/m ²]
Fußbodenaufbau (Oberboden/Estrich/Dämmung/Abklebungen), pauschal			2,00
Stb.-Deckenplatte über dem Erdgeschoss, d=25.0cm	25,00	25,0	6,25
Abhangdecke (inkl. Aufhänger etc.)			0,50
		Summe	8,75

Veränderliche Lasten	Lastwert	Einheit	h_L [m]	q_R [kN/m ²]
Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1 DE - Flächen mit Tischen (hier: Schulräume)	3,00	kN/m ²		3,00
Trennwandzuschlag für Wände (einschließlich Putz) mit einer Last von $3 < x < 5$ kN/m Wandlänge	1,20	kN/m ²		1,20
			Summe	4,20

Sonstige Konstruktionen

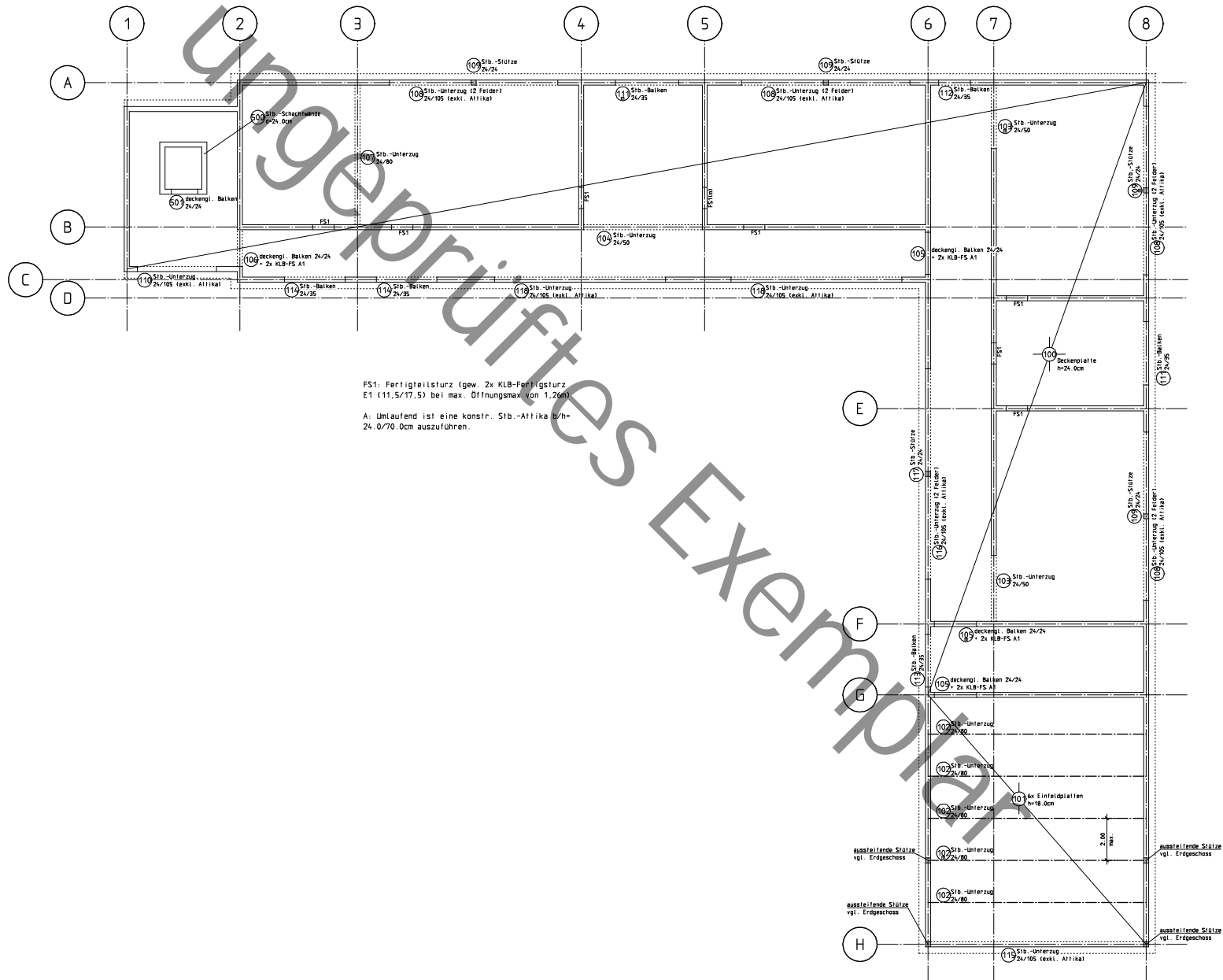
Bodenplatte

Bauteilschichten	γ_R [kN/m ³]	t_s [cm]	g_R [kN/m ²]
Fußbodenaufbau (Oberboden/Estrich/Dämmung/Abklebungen), pauschal			2,00
Stb.-Sohlplatte, d=25.0cm	25,00	25,0	6,25
		Summe	8,25

Veränderliche Lasten	Lastwert	Einheit	h_L [m]	q_R [kN/m ²]
Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone gem. DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1 DE - Flächen mit Tischen (hier: Schulräume)	3,00	kN/m ²		3,00
Trennwandzuschlag für Wände (einschließlich Putz) mit einer Last von $3 < x < 5$ kN/m Wandlänge	1,20	kN/m ²		1,20
			Summe	4,20

Decke ü. Obergeschoss

unmaßstäblich



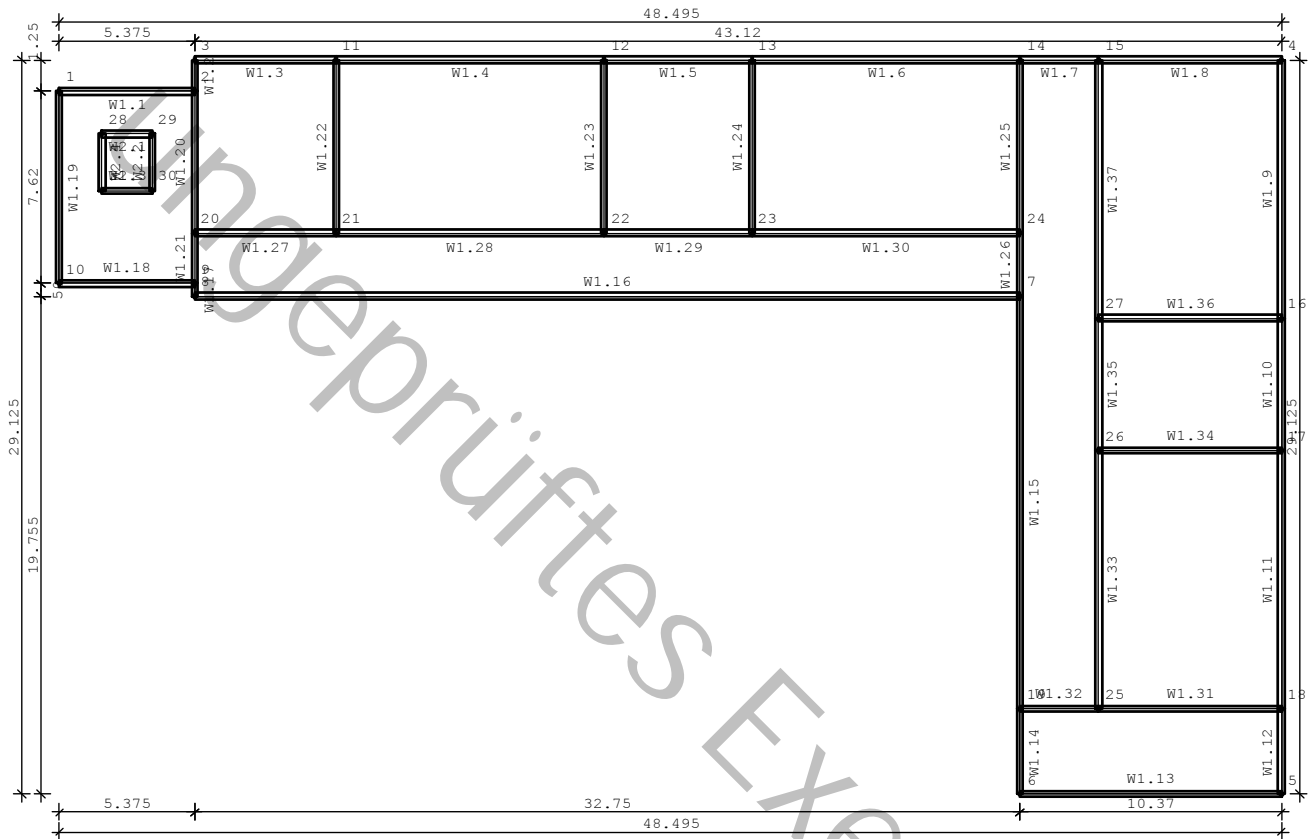
2.2 Position: 100 Stb.-Deckenplatte, h=24.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRIL0 R-2024-2/P04)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 300



Übersicht

Plattendicke 24.0 [cm]
Bettungsmodul 0 [kN/m³]
Systempunkte 31
Wandzüge 2

Material

Beton C 25/30
E-Modul 3100 [kN/cm²]
Querdehnzahl 0.20
Spezifisches Gewicht 25 [kN/m³]
Temperaturausdehnungskoeffizient 1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl B500A
Bewehrungslagen, oben d-1 : 3.0 d-2 : 4.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten d-1 : 2.5 d-2 : 3.5 [cm]

Bemessung: Einstellungen

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

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte
oben as-1 : 3.35 as-2 : 3.35 [cm²/m]
unten as-1 : 3.35 as-2 : 3.35 [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 JA

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben	
Betonangriff	X0		X0	
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1	
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20	
Durchmesser, längs	ds,L	: 10.0	ds,L	: 10.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B	: 0.0	ds,B	: 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc	: 1.0	Δc	: 1.0 [cm]
Korrekturwert	ΔΔc	: -0.0	ΔΔc	: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L	: 1.0	cmin,L	: 1.0 [cm]
Betondeckung	cnom,L	: 2.0	cnom,L	: 2.0 [cm]
Zul. Rissbreite	wk	: 0.30	wk	: 0.30 [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	ϕ	2.89 [-]
Schwinddehnung	ϵ_{cs}	-0.51 [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
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten	2797
Anzahl der Elemente	2647
Durchschnittliche Elementgröße	50 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte	1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte	JA
Berechnung der Element-Ergebnisse an den	Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	6.000	58.375	2	11.375	58.375
3	11.375	59.625	4	54.495	59.625
5	54.495	30.500	6	44.125	30.500
7	44.125	50.255	8	11.375	50.255
9	11.375	50.755	10	6.000	50.755
11	16.975	59.625	12	27.620	59.625
13	33.495	59.625	14	44.125	59.625
15	47.245	59.625	16	54.495	49.375
17	54.495	44.125	18	54.495	33.875
19	44.125	33.875	20	11.375	52.755
21	16.975	52.755	22	27.620	52.755
23	33.495	52.755	24	44.125	52.755
25	47.245	33.875	26	47.245	44.125
27	47.245	49.375	28	7.690	56.685
29	9.685	56.685	30	9.685	54.440
31	7.690	54.440			

Platte

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

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	24.0	5.375	1	2				KSP-20-2,0-DM
1.2	24.0	1.250	2	3				KSP-20-2,0-DM
1.3	24.0	5.600	3	11				KSP-20-2,0-DM
1.4	24.0	10.645	11	12				KSP-20-2,0-DM
1.5	24.0	5.875	12	13				KSP-20-2,0-DM
1.6	24.0	10.630	13	14				KSP-20-2,0-DM
1.7	24.0	3.120	14	15				KSP-20-2,0-DM
1.8	24.0	7.250	15	4				KSP-20-2,0-DM
1.9	24.0	10.250	4	16				KSP-20-2,0-DM
1.10	24.0	5.250	16	17				KSP-20-2,0-DM
1.11	24.0	10.250	17	18				KSP-20-2,0-DM
1.12	24.0	3.375	18	5				KSP-20-2,0-DM
1.13	24.0	10.370	5	6				KSP-20-2,0-DM
1.14	24.0	3.375	6	19				KSP-20-2,0-DM
1.15	24.0	16.380	19	7				KSP-20-2,0-DM
1.16	24.0	32.750	7	8				KSP-20-2,0-DM
1.17	24.0	0.500	8	9				KSP-20-2,0-DM
1.18	24.0	5.375	9	10				KSP-20-2,0-DM
1.19	24.0	7.620	10	1				KSP-20-2,0-DM
1.20	24.0	5.620	2	20				KSP-20-2,0-DM
1.21	24.0	2.000	20	9				KSP-20-2,0-DM
1.22	24.0	6.870	11	21				KSP-20-2,0-DM
1.23	24.0	6.870	12	22				KSP-20-2,0-DM
1.24	24.0	6.870	13	23				KSP-20-2,0-DM
1.25	24.0	6.870	14	24				KSP-20-2,0-DM
1.26	24.0	2.500	24	7				KSP-20-2,0-DM
1.27	24.0	5.600	20	21				KSP-20-2,0-DM
1.28	24.0	10.645	21	22				KSP-20-2,0-DM

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.29	24.0	5.875	22	23				KSP-20-2,0-DM
1.30	24.0	10.630	23	24				KSP-20-2,0-DM
1.31	24.0	7.250	18	25				KSP-20-2,0-DM
1.32	24.0	3.120	25	19				KSP-20-2,0-DM
1.33	24.0	10.250	25	26				KSP-20-2,0-DM
1.34	24.0	7.250	17	26				KSP-20-2,0-DM
1.35	24.0	5.250	26	27				KSP-20-2,0-DM
1.36	24.0	7.250	16	27				KSP-20-2,0-DM
1.37	24.0	10.250	27	15				KSP-20-2,0-DM
2.1	24.0	1.995	28	29				C 25/30
2.2	24.0	2.245	29	30				C 25/30
2.3	24.0	1.995	30	31				C 25/30
2.4	24.0	2.245	31	28				C 25/30

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.1	NEIN	637021	frei	frei
1.2	NEIN	637021	frei	frei
1.3	NEIN	637021	frei	frei
1.4	NEIN	637021	frei	frei
1.5	NEIN	637021	frei	frei
1.6	NEIN	637021	frei	frei
1.7	NEIN	637021	frei	frei
1.8	NEIN	637021	frei	frei
1.9	NEIN	637021	frei	frei
1.10	NEIN	637021	frei	frei
1.11	NEIN	637021	frei	frei
1.12	NEIN	637021	frei	frei
1.13	NEIN	637021	frei	frei
1.14	NEIN	637021	frei	frei
1.15	NEIN	637021	frei	frei
1.16	NEIN	637021	frei	frei
1.17	NEIN	637021	frei	frei
1.18	NEIN	637021	frei	frei
1.19	NEIN	637021	frei	frei
1.20	NEIN	637021	frei	frei
1.21	NEIN	637021	frei	frei
1.22	NEIN	637021	frei	frei
1.23	NEIN	637021	frei	frei
1.24	NEIN	637021	frei	frei
1.25	NEIN	637021	frei	frei
1.26	NEIN	637021	frei	frei
1.27	NEIN	637021	frei	frei
1.28	NEIN	637021	frei	frei
1.29	NEIN	637021	frei	frei
1.30	NEIN	637021	frei	frei
1.31	NEIN	637021	frei	frei
1.32	NEIN	637021	frei	frei
1.33	NEIN	637021	frei	frei
1.34	NEIN	637021	frei	frei
1.35	NEIN	637021	frei	frei
1.36	NEIN	637021	frei	frei
1.37	NEIN	637021	frei	frei
2.1	NEIN	1978723	frei	frei
2.2	NEIN	1978723	frei	frei
2.3	NEIN	1978723	frei	frei
2.4	NEIN	1978723	frei	frei

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	10
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1950 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	3899 [kN]
Summe aller Lasten	5849 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	5849 [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"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	3.00	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 10 9 8 7 6 5 4 3 2	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1949.55	1949.55
Gesamt	1949.55	1949.55

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Schnee)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Schnee H < 1000 m
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	10
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	487 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	487 [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 Q1 (Schnee)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	0.75	1	1	10			
		2	10	9			
		3	9	8			
		4	8	7			
		5	7	6			
		6	6	5			
		7	5	4			
		8	4	3			
		9	3	2			
		10	2	1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	487.39	487.39
Gesamt	487.39	487.39

Lastfall 3 "Lastfall Q2 (Wind)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Windlasten
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	10
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	162 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	162 [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 "Lastfall Q2 (Wind)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	0.25	1	1	10			
		2	10	9			
		3	9	8			
		4	8	7			
		5	7	6			
		6	6	5			
		7	5	4			
		8	4	3			
		9	3	2			
		10	2	1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	162.46	162.46
Gesamt	162.46	162.46

Lastfall 4 "Lastfall Q3 (Mannlast)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. H: Dächer
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	10
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	260 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	260 [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 "Lastfall Q3 (Mannlast)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
4	0.40	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	1 10 9 8 7 6 5 4 3 2	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
4	259.94	259.94
Gesamt	259.94	259.94

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung		Alternativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Sc...	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
3	Lastfall Q2 (Wind)	nicht ständig	nein	9	Windlasten	0
4	Lastfall Q3 (Ma...	nicht ständig	nein	8	Kat. H: Dächer	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	10	Schnee H < 1000 m	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig
4	8	Kat. H: Dächer	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alternativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Sc...	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
3	Lastfall Q2 (Wind)	nicht ständig	nein	9	Windlasten	0
4	Lastfall Q3 (Ma...	nicht ständig	nein	8	Kat. H: Dächer	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	10	Schnee H < 1000 m	nicht ständig
3	9	Windlasten	nicht ständig
4	8	Kat. H: Dächer	nicht ständig

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"
Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"
Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"
Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"
Durchbiegung (Zustand II) [mm]
-> Siehe Anhang Pläne.

zu Position 100

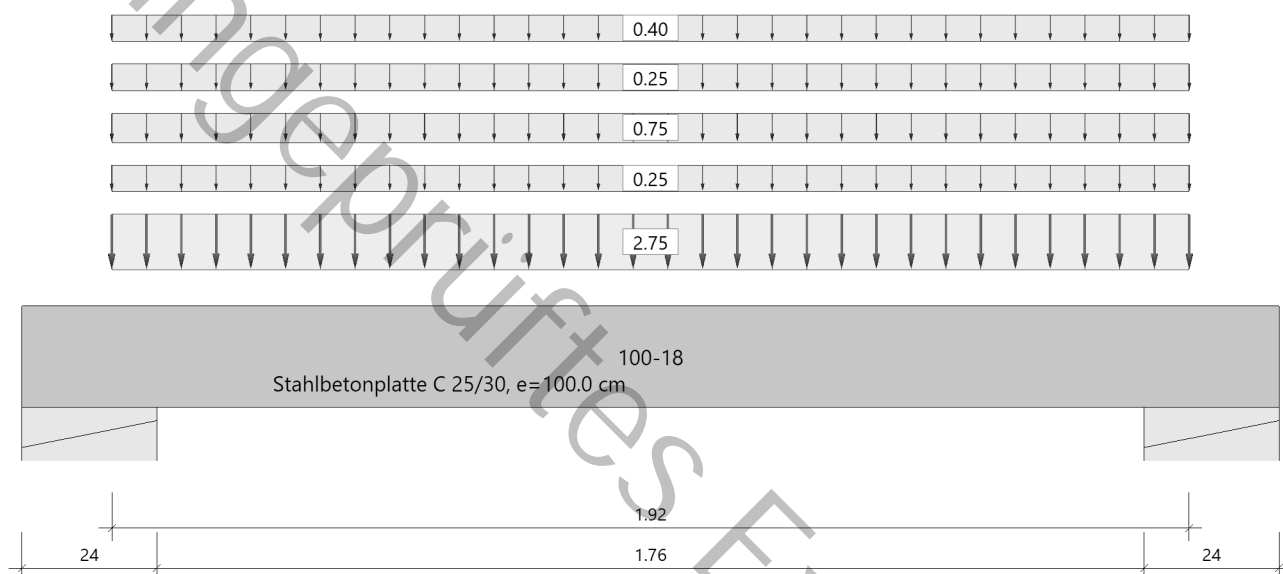
Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 100 - Stb.-Deckenplatte über Obergeschoss	
ständige Einwirkungen		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig	vgl. Lastzusammenstellung LE	3,00
veränderliche Einwirkungen		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig (Schnee)	vgl. Lastzusammenstellung LE	0,75
flächig (Wind)	vgl. Lastzusammenstellung LE	0,25
flächig (Mannlast)	vgl. Lastzusammenstellung LE	0,40

2.4 Position: 101 Stb.-Deckenplatte, b/h=100.0/18.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonplatte E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Bemerkungen zum System**

Im Bereich des Luftraums und der Empore ist die Deckenplatte über dem Obergeschoss aus sechs Einfeldplatten auf Stb.-Balken auszuführen.

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			100.0	18.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.92	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Belastungen gem. Lastzusammenstellung (vgl. Position LE).

ständige Einwirkungen:

g1: 2,75kN/m² (Dachaufbau)

g2: 0,25kN/m² (PV-Anlage, demontierbar)

veränderliche Einwirkungen:

q1: 0,75kN/m² (Schnee)

q2: 0,25kN/m² (Wind)

q3: 0,40kN/m² (Mannlast, Wartung)

Belastungen wurden bei Eingabe auf 0,05kN/m² gerundet.

Lasten**Streckenlasten aus Flächenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		1.92		2.75		Nein	ständig		
	2	GL		1.92		0.25		Nein	ständig, demontierbar (PV)		
	3	GL		1.92		0.75		Nein	Schnee		
	4	GL		1.92		0.25		Nein	Wind		
	5	GL		1.92		0.40		Nein	Kat. H		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ
3	vgl. LZ
4	vgl. LZ
5	vgl. LZ

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 1.00 m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 864 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. H: Dächer					1.50
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35

Schadensfolgekategorie 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
Schadensfolgekategorie	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.75$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.51 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.4 cm	oben = 3.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Beton ohne Mindeststützmoment $b = 24.0 \text{ cm}$ **Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
100.0/18.0	13.85	2.1	-13.85	2.1

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.**Feldbewehrung**

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	0.89	0.89	14.7	0.02	2.1	0.0	1	1
	0.96	0.96	5.29	5.29	14.7	0.04	2.1	0.0	1	1
	1.75	1.75	1.71	1.71	14.7	0.02	2.1	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.1 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 2.1 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

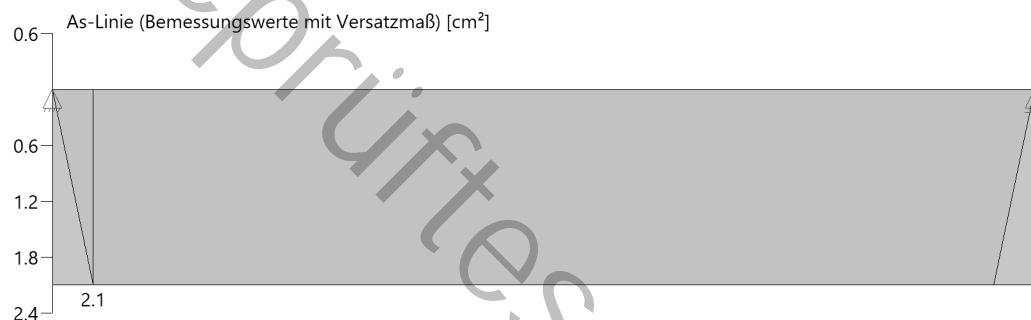
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.96	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand IIBerechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.46$ $\epsilon_{cs} = -0.51 \text{ ‰}$

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]	η
Feld 1	0.96	0.01	1/22964	0.03	1/6037	0.03	0.05

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	1,92	1,92	2,1	2,6	2,6	Q257-A
0,00	1,92	1,92	2,1	0,0	2,6	

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	0,96	0,96	0,0	2,6	2,6	Q257-A
0,96	1,92	0,96	0,0	2,6	2,6	Q257-A

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

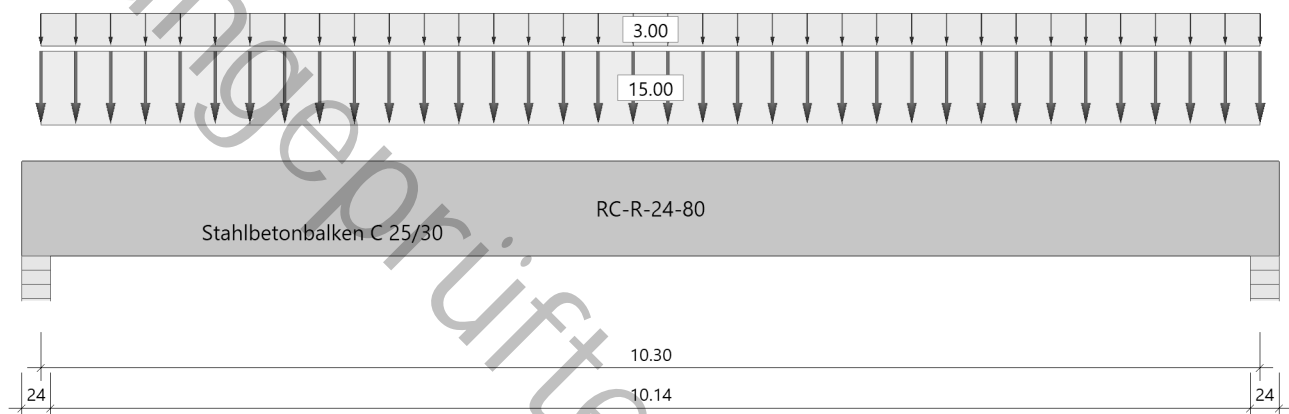
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig ständig, demontierbar (PV) Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m	7.0	7.0 0.2 0.4 0.2 0.7		
2	1.92	ständig ständig, demontierbar (PV) Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m	7.0	7.0 0.2 0.4 0.2 0.7		

2.5 Position: 102 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/80.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	80.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)ständige Einwirkung
aus Position 101: 7,00+0,20= 7,20 (inkl. PV-Anteil)veränderliche Einwirkung
aus Position 101: 0,40+0,20+0,70= 1,30kN/m*

*Auf der sicheren Seite liegend aufsummiert.

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		10.30		7.50		2.00	Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		10.30		1.50		2.00	Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 4944 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.67$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.18$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.53$ und dem Erhöhungsfaktor 1.26

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 7.1 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/80.0	65.66	2.0	-65.66	1.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	5.15	5.15	414.15	414.15	73.0	0.33	15.0	0.0	1
	9.71	9.71	89.46	89.46	75.6	0.08	2.8	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.1 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 6.1 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.91	158.3	18.4	87.3	506.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.81	0.81	0.91	135.6	18.4	87.3	506.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.54	1.54	0.91	112.8	18.4	87.3	506.0	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	10.22	0.91	-158.3	18.4	87.3	506.0	VRd,max > VEd		
	links	0.81	9.49	0.91	-135.6	18.4	87.3	506.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.54	8.76	0.91	-112.8	18.4	87.3	506.0	30.0	1.97 ¹	1

* 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	5.15	0.0	1.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.18$ $\epsilon_{cs} = -0.48 \text{ ‰}$

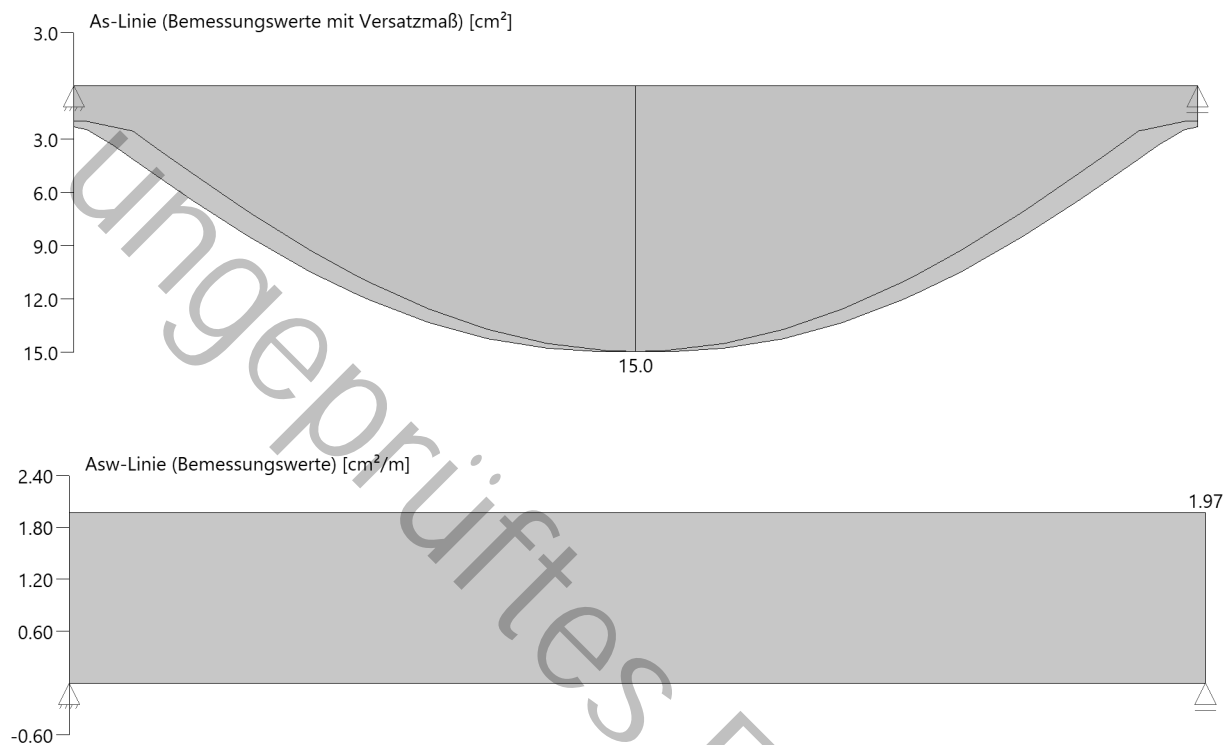
Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.53$ und dem Erhöhungsfaktor 1.26

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,φ_ε} [cm]	f _{Ellz,φ_ε} / l _{eff}	f _{Ell,φ_ε} [cm]	η
Feld 1	5.15	1.8	1/573	3.4	1/306	3.4	0.98

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,unten} [cm²]	ΣA _{s,vorh.,unten} [cm²]	Summe [cm²]	A _{s,vorh.,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	10,30	10,30	15,0	24,5	24,5	5Ø25

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,oben} [cm²]	ΣA _{s,vorh.,oben} [cm²]	Summe [cm²]	A _{s,vorh.,oben} [Anz. Ø mm]
0,00	5,15	5,15	0,0	2,3	2,3	2Ø12
5,15	10,30	5,15	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]
-0,10	10,40	10,50	2,0	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

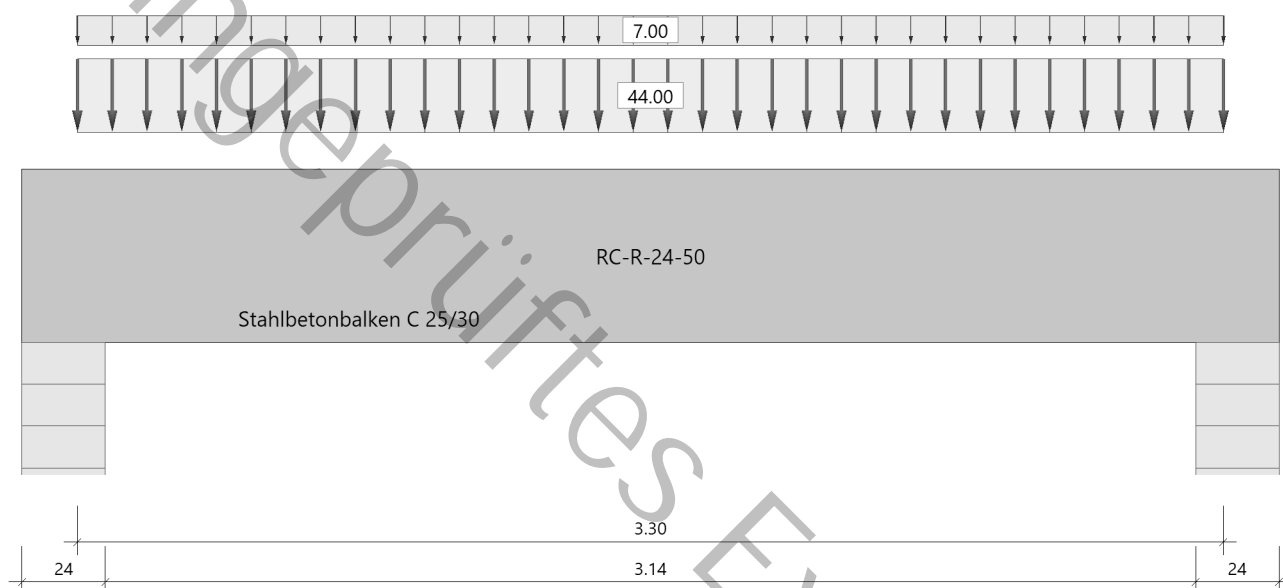
Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	102.0	102.0 15.5		
2	10.30	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	102.0	102.0 15.5		

2.6 Position: 103 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	50.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene Unterzug wird zweimal angelegt.
 Angesetzt wird die maßgebende Belastung.

ständige Einwirkung
 aus Position 100: 43,80kN/m

veränderliche Einwirkung
aus Position 100: 50,5-43,8= 6,7kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.30		44.00		Nein	ständig		
	2	GL		3.30		7.00		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 990 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
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	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.72$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50$ ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.89$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.58$ und dem Erhöhungsfaktor 1.12

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 5.0 cm oben = 4.4 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/50.0	25.65	1.3	-25.65	1.2
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.65	1.65	100.66	100.66	45.0	0.20	5.5	0.0	1
	3.06	3.06	27.15	27.15	45.6	0.07	1.4	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 4.0 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 4.0 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.85	116.1	20.4	42.4	318.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.53	0.53	0.85	82.9	18.4	42.4	291.9			
	*	0.98	0.98	0.85	49.6	18.4	42.4	291.9	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	3.22	0.85	-116.1	20.4	42.4	318.0	VRd,max > VEd		
	links	0.53	2.77	0.85	-82.9	18.4	42.4	291.9			
	*	0.98	2.32	0.85	-49.6	18.4	42.4	291.9	30.0	1.97 ¹	1

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

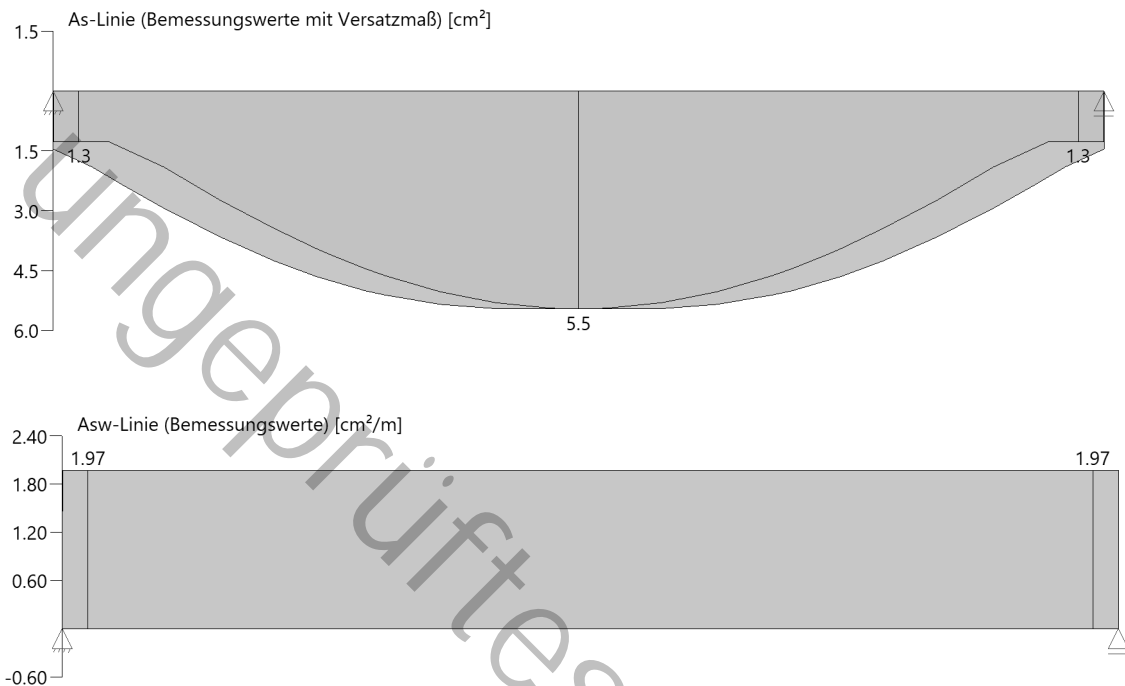
Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.65	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.89$ $\epsilon_{cs} = -0.50\%$
 Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.58$ und dem Erhöhungsfaktor 1.12
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{EIz,g}$ [cm]	$f_{EIz,g} / l_{eff}$	$f_{EIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{EIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{EI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	1.65	0.4	1/844	0.6	1/537	0.6	0.56

As-Deckungslinien**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,30	3,30	5,5	5,7	5,7	5Ø12

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,30	3,30	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,10	3,40	3,50	2,0	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

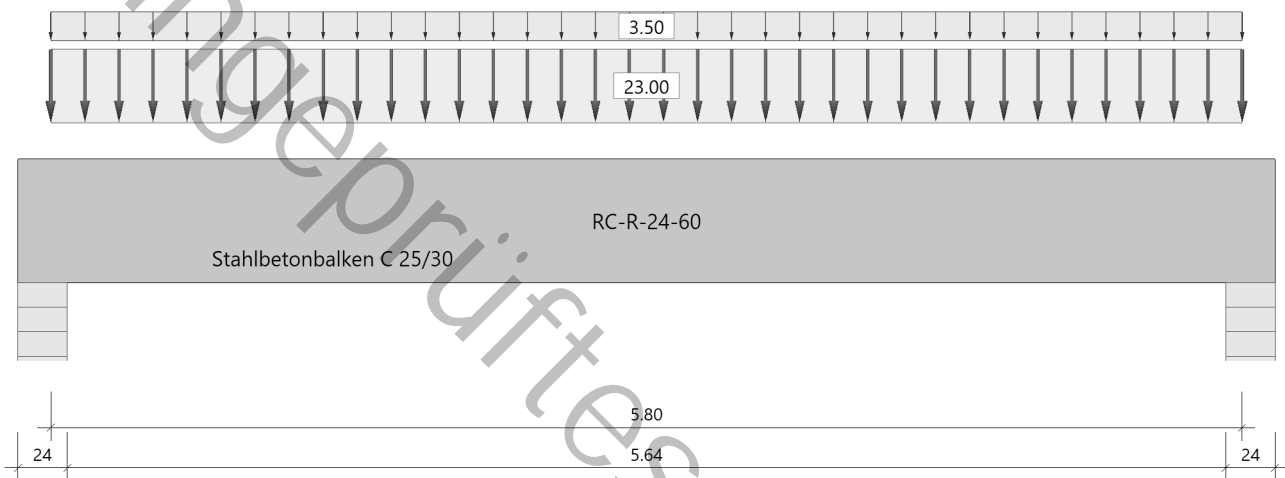
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	77.6	77.6 11.6		
2	3.30	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	77.5	77.5 11.6		

2.7 Position: 104 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/60.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	60.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus Position 100: 22,70kN/m

veränderliche Einwirkung
 aus Position 100: 26,20-22,70= 3,50kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.80		23.00		Nein	ständig		
	2	GL		5.80		3.50		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	aus 100
2	aus 100

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2088 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.70$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.49 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.00$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.57$ und dem Erhöhungsfaktor 1.17

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 9.3 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/60.0	36.94	1.6	-36.94	1.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	2.90	2.90	173.08	173.08	50.7	0.28	8.7	0.0	1
	5.44	5.44	40.83	40.83	55.6	0.07	1.8	0.0	1
Am ersten Auflager sind mindestens 4.0 cm^2 zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 4.0 cm^2 zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.									

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.87	116.1	18.4	58.6	335.8	VRd,max > VEd		
	rechts	0.59	0.59	0.87	95.2	18.4	58.6	335.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.09	1.09	0.87	74.3	18.4	58.6	335.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	5.72	0.87	-116.1	18.4	58.6	335.8	VRd,max > VEd		
	links	0.59	5.21	0.87	-95.2	18.4	58.6	335.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.09	4.71	0.87	-74.3	18.4	58.6	335.8	30.0	1.97 ¹	1
* 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**

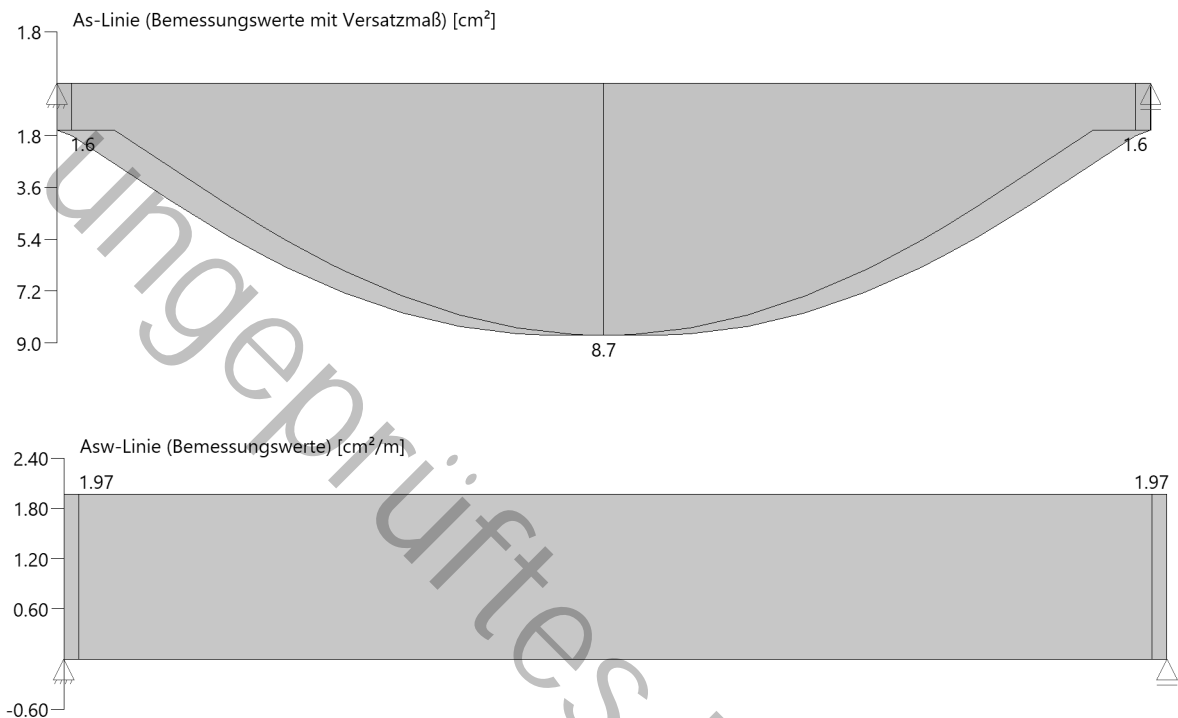
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.90	0.0	0.3	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.00$ $\epsilon_{cs} = -0.49 \text{ ‰}$
 Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.57$ und dem Erhöhungsfaktor 1.17
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

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]	η
Feld 1	2.90	0.9	1/652	1.5	1/385	1.5	0.78

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,unten}}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,80	5,80	8,7	12,6	12,6	4Ø20

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,oben}}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,80	5,80	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.}}$ [cm²/m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [cm²/m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,10	5,90	6,00	2,0	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

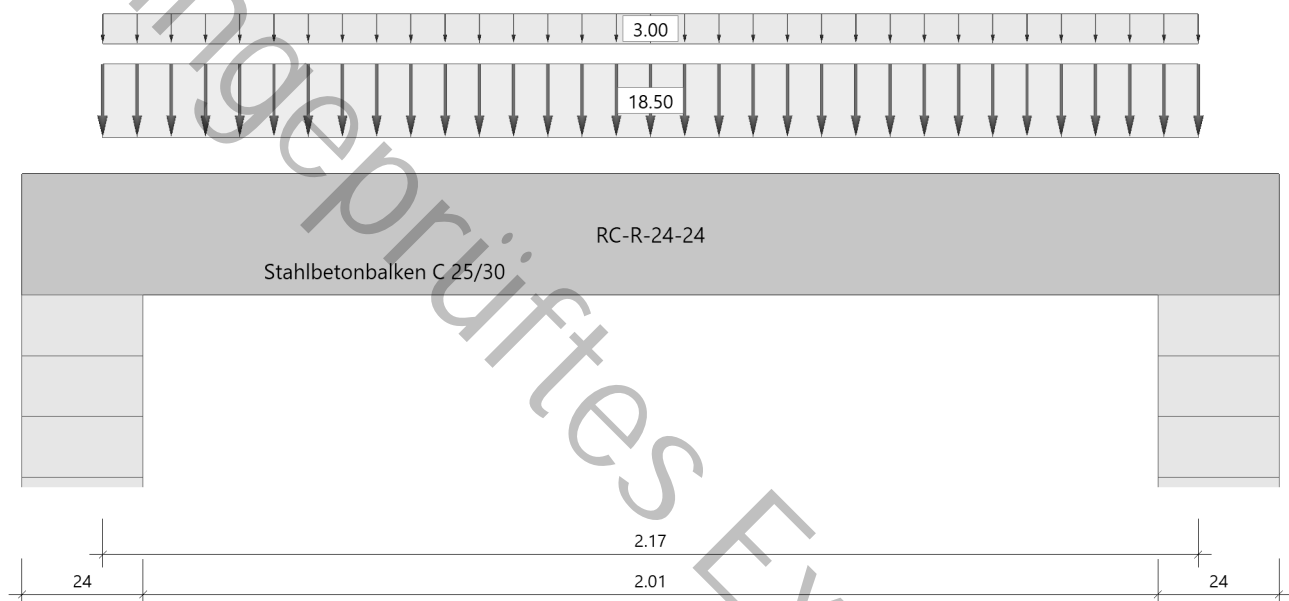
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,\text{min}}$ [kN]	$R_{z,\text{max}}$ [kN]	$M_{y,\text{min}}$ [kNm]	$M_{y,\text{max}}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	77.1	77.1 10.2		
2	5.80	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	77.1	77.1 10.2		

2.8 Position: 105-106 deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Das Mauerwerk unter dem bemessenen, deckengleichen Balken ist über Fertigteilstütze abzutragen.
Es sind jeweils zwei KLB-Fertigstütze A1 (11,5x11,5) mit einem Bemessungswert für zentrische Beanspruchung von 15,10kN/m bei einem maximalen Öffnungsmaß von 2,01m zu verbauen.

Nachweis:

$$g = 1,35 \cdot (0,85 \cdot 0,24 \cdot 20,00) = 5,51 \text{ kN/m}$$

$$\eta = 5,51 / 15,10 = 0,37 \text{ (Nachweis erbracht)}$$

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene, deckengleiche Balken wird dreimal für eine lichte Spannweite von 2,01m und einmal für eine lichte Spannweite von 1,76m angelegt.

Angesetzt wird die maßgebende Spannweite bei maßgebender Belastung.

ständige Einwirkung
aus Position 100: 18,10kN/m

veränderliche Einwirkung
aus Position 100: 20,90-18,10= 2,80kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.17		18.50		Nein	ständig		
	2	GL		2.17		3.00		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 312 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50

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

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.79$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.71$ und dem Erhöhungsfaktor 1.03**Betondeckung**

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 9.3 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$ **Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/24.0	5.91	0.9	-5.91	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.09	1.09	18.49	18.49	14.7	0.37	3.4	0.0	1
	1.99	1.99	5.77	5.77	19.6	0.11	0.9	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 3.1 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 3.1 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	k _z	V _{Ed} [kN]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.54	31.6	25.7	26.0	78.8	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.23	0.23	0.54	27.0	22.9	26.0	72.2	16.8	3.31	1
	*	0.37	0.37	0.54	22.3	22.9	26.0	72.2	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.09	0.54	-31.6	25.7	26.0	78.8	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	0.23	1.94	0.54	-27.0	22.9	26.0	72.2	16.8	3.31	1
	*	0.37	1.80	0.54	-22.3	22.9	26.0	72.2	16.8	1.97 ¹	1
* 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	1.09	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.79$ $\epsilon_{cs} = -0.53 \text{ ‰}$

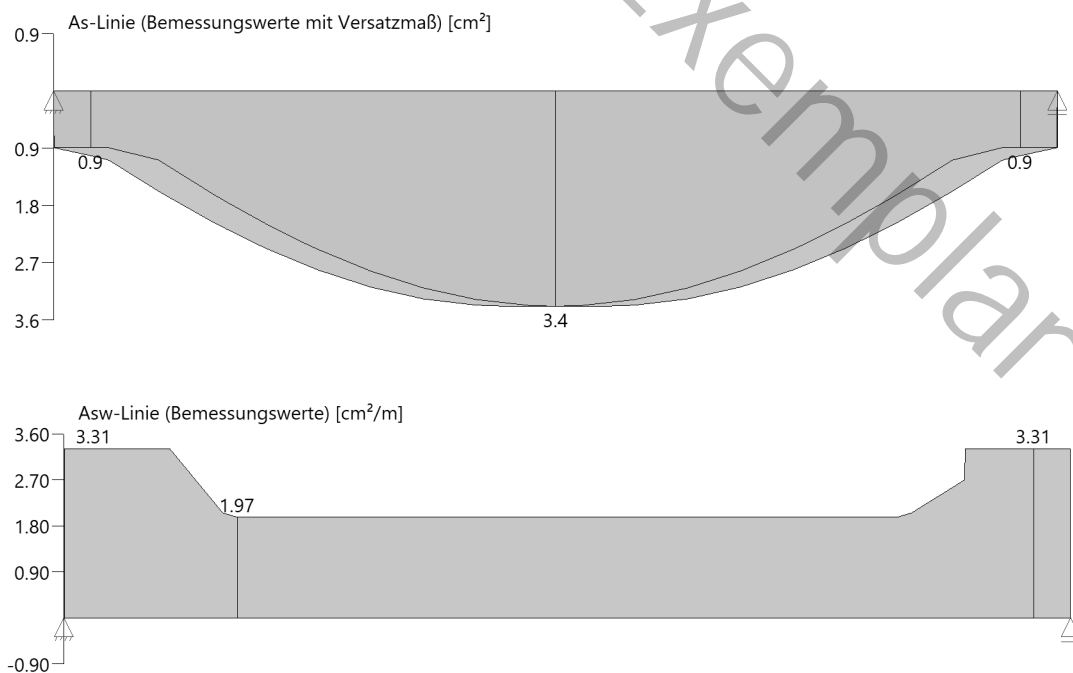
Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.71$ und dem Erhöhungsfaktor 1.03

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / l_{eff}	f _{ElIz,ϕε} [cm]	f _{ElIz,ϕε} / l_{eff}	f _{ElI,ϕε} [cm]	η
Feld 1	1.09	0.2	1/1026	0.5	1/465	0.5	0.65

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf,unten} [cm ²]	ΣA _{s,vorh,unten} [cm ²]	Summe [cm ²]	A _{s,vorh,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	2,30	2,30	3,4	12,6	12,6	4Ø20

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,30	2,30	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,04	2,21	2,25	3,3	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

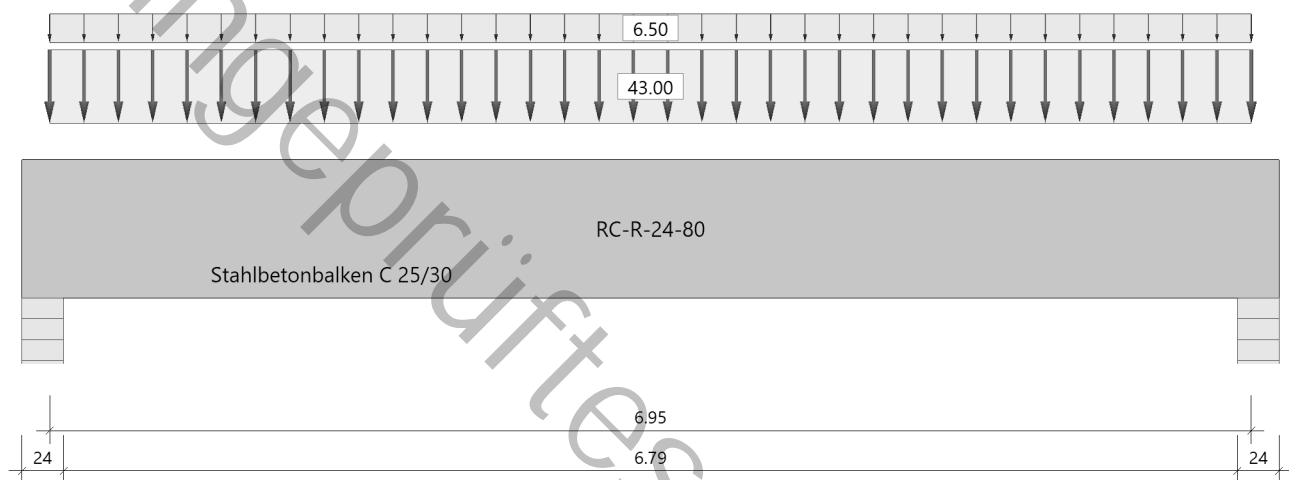
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	21.6	21.6 3.3		
2	2.17	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	21.6	21.6 3.3		

2.9 Position: 107 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/80.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	80.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.95	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)ständige Einwirkung
aus Position 100: 43,00kN/mveränderliche Einwirkung
aus Position 100: 49,50-43,00= 6,50kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		6.95		43.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		6.95		6.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 3336 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.67$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.29$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.54$ und dem Erhöhungsfaktor 1.30

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 7.5 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/80.0	65.66	2.0	-65.66	1.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	3.48	3.48	448.49	448.49	72.5	0.37	16.6	0.0	1
	6.53	6.53	101.86	101.86	75.6	0.08	3.2	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 7.9 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 7.9 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.91	252.2	25.1	92.5	642.8	VRd,max > VEd		
	rechts	0.80	0.80	0.91	198.3	20.2	92.5	543.5	30.0	2.56	1
	*	1.53	1.53	0.90	144.5	20.2	92.5	540.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	6.87	0.91	-252.2	25.1	92.5	642.8	VRd,max > VEd		
	links	0.80	6.15	0.91	-198.3	20.2	92.5	543.5	30.0	2.56	1
	*	1.53	5.42	0.90	-144.5	20.2	92.5	540.8	30.0	1.97 ¹	1

* 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	3.48	0.0	0.5	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.29$ $\epsilon_{cs} = -0.48 \text{ ‰}$

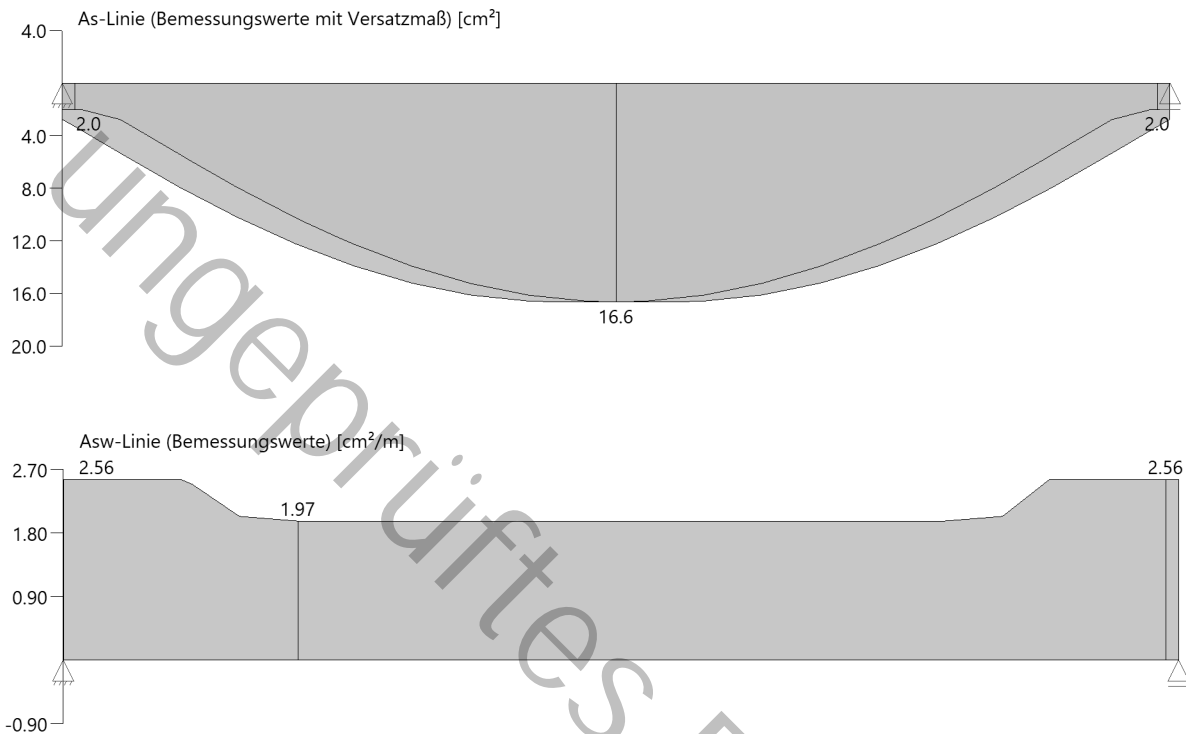
Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.54$ und dem Erhöhungsfaktor 1.30

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	$f_{II,z,g}$ [cm]	$f_{II,z,g} / l_{eff}$	$f_{II,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{II,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{II,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	3.48	0.8	1/864	1.6	1/446	1.6	0.67

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	6,95	6,95	16,6	29,5	29,5	6Ø25

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	6,95	6,95	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]
-0,15	7,10	7,25	2,6	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

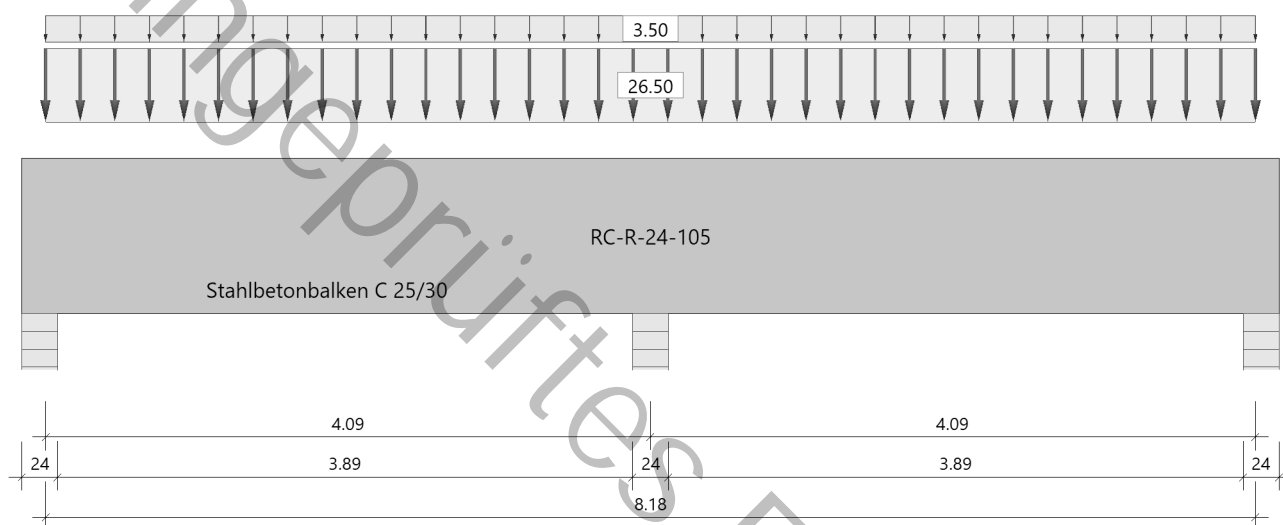
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	166.1	166.1 22.6		
2	6.95	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	166.1	166.1 22.6		

2.10 Position: 108 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken über 2 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Auf der sicheren Seite liegend wird die gepl. Stb.-Attika bei den nachfolgenden Bemessungen nicht angesetzt (geringere statische Nutzhöhe).

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	105.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.09	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	8.18	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene Unterzug wird viermal angelegt.
Angesetzt wird die maßgebende Belastung.

ständige Einwirkung

aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$

aus Position 100: $21,70 \text{ kN/m}$

$g = 4,50 + 21,70 = 26,20 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $24,90 - 21,70 = 3,20 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		8,18		26,50		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		8,18		3,50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 5153 kg mit $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0,70	0,70	0,60	1,00	1,35 1,50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1,0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0,5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0,40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.64	
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 =	14.7 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/105.0	113.11	2.8	-113.11	2.5

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	6.28	6.28	90.3	0.01	2.8	0.0	1	1
	1.54	1.54	58.26	58.26	90.3	0.05	2.8	0.0	1	1
	3.07	3.07	0.19	0.19	100.6	0.00	2.8	0.0	1	1
	3.07	3.07	-0.19	-0.19	100.6	0.00	0.0	2.5	1	1
	3.07	3.07	-0.19	-0.19	90.3	0.00	0.0	2.5	1	1
Feld 2	0.32	4.41	-66.14	-66.14	100.6	0.04	0.0	2.5	1	1
	0.32	4.41	-66.14	-66.14	90.3	0.04	0.0	2.5	1	1
	1.03	5.12	0.19	0.19	90.3	0.00	2.8	0.0	1	1
	2.56	6.65	58.26	58.26	90.3	0.05	2.8	0.0	1	1
	3.82	7.91	19.02	19.02	100.6	0.02	2.8	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.8 cm^2 zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.8 cm^2 zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				3
2	links	0.00	4.09	-103.57	-96.33		100.6	0.05		2.5	1	1
	rechts	0.00	4.09	-103.57	-96.33		100.6	0.05		2.5	1	1
3	links	0.00	8.18	0.00	0.00			0.00				3

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]	θ [°]	VR _{d,c} [kN]	VR _{d,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	L _k
1	rechts	0.08	0.08	0.92	72.0	18.4	55.7	639.0	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.98	0.98	0.92	27.3	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.89	1.89	0.92	-17.5	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.12	3.97	0.93	-120.7	18.4	53.1	717.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	1.13	2.96	0.92	-70.8	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.05	2.05	0.92	-25.3	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
	rechts	0.12	4.21	0.93	120.7	18.4	53.1	717.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	1.13	5.22	0.92	70.8	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.05	6.14	0.92	25.3	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
3	links	0.08	8.10	0.92	-72.0	18.4	55.7	639.0	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	0.98	7.20	0.92	-27.3	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.89	6.29	0.92	17.5	18.4	55.7	639.0	30.0	1.97 ¹	1

* 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]	L _f
Feld 1	1.72	0.0	0.01	4
Feld 2	2.37	0.0	0.01	4

Durchbiegungen Zustand II

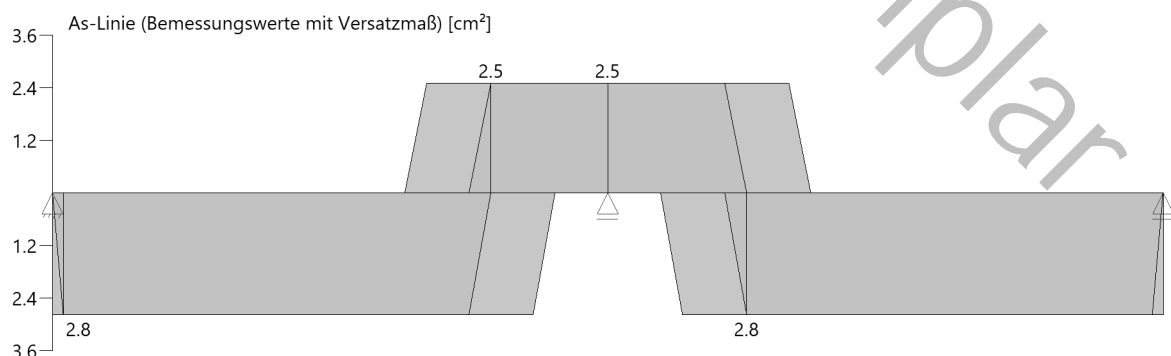
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 2.54$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.47 \%$

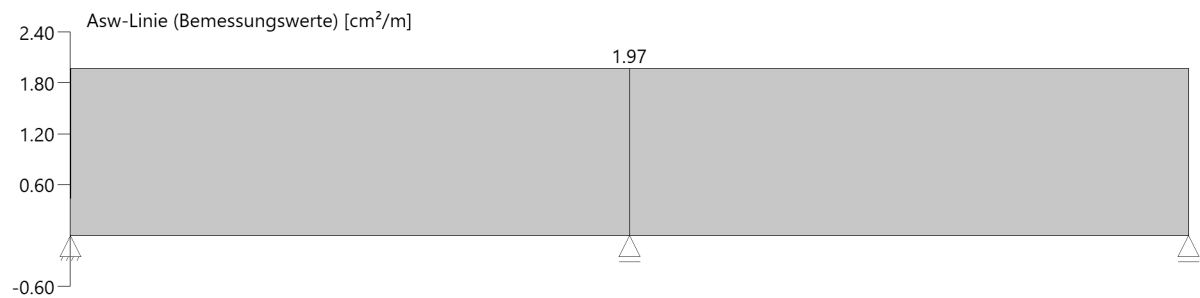
Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / I _{eff}	f _{ElIz,φε} [cm]	f _{ElIz,φε} / I _{eff}	f _{ElI,φε} [cm]	η
Feld 1	1.72	0.01	1/61062	0.02	1/17124	0.02	0.02
Feld 2	2.37	0.01	1/61062	0.02	1/17124	0.02	0.02

As-Deckungslinien



**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,18	8,18	2,8	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,18	8,18	2,5	3,4	3,4	3Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,03	8,22	8,25	2,0	4,0	Ø8/25

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	50.3	50.3 5.4		
2	4.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	167.7	167.7 17.9		
3	8.18	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	50.3	50.3 5.4		

2.11 Position: 109 Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter**Berechnungsgrundlagen**

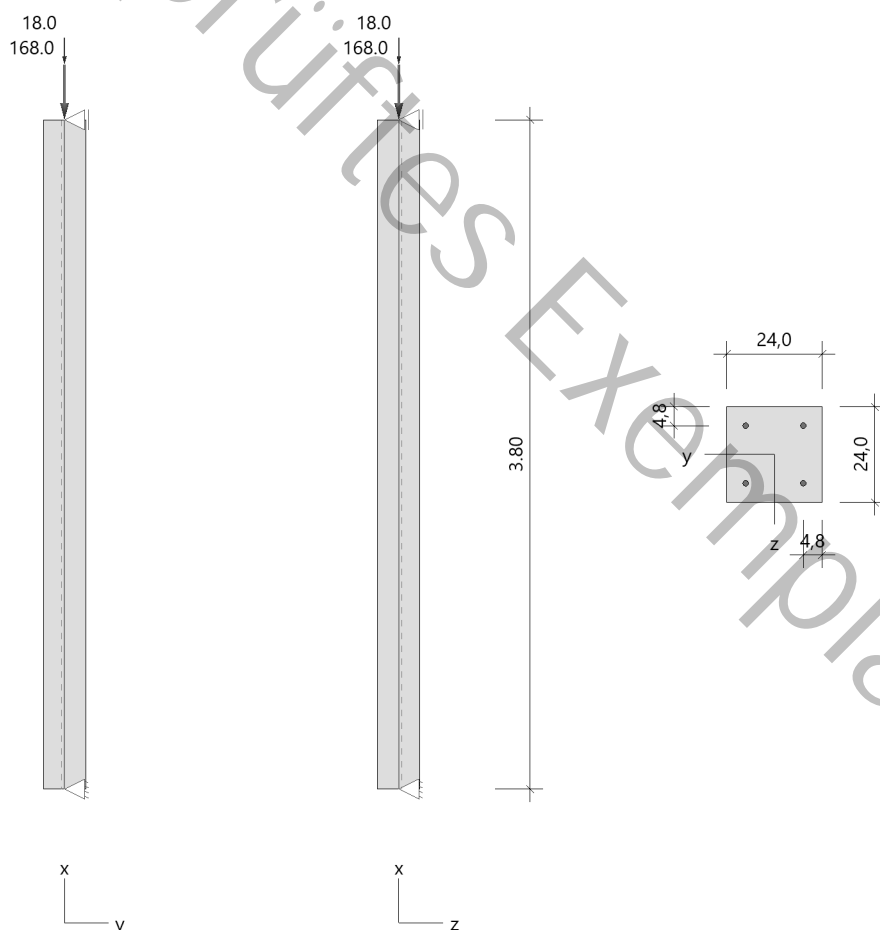
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System**Systemgrafik 2D**

Maßstab 1 : 43.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.86$	

Systemkennwerte**Abmessungen / statisches System**

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe

 $l = 3.80 \text{ m}$

Querschnitt

 $b_y/d_z = 24.0/24.0 \text{ cm}$ $b_1/d_1 = 4.8/4.8 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) 1/4 je Ecke

Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten**Lastzusammenstellung (LZ)**

ständige Einwirkung

aus Position 108: 167,70kN

veränderliche Einwirkung

aus Position 108: 17,90kN

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN aufgerundet.

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		168.0							ständig		
2	Stützenkopf		18.0							Kat. C		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.5							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: vgl. LZ
- Last 2: vgl. LZ

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2,0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} \cdot (\rho/0,02)^{0,5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha =$	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	$\alpha_c =$	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	$\epsilon_m =$	0.70
Betonfeuchte	$u =$	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda =$	obere Grenze
Rohdichte	$\rho =$	2400 kg/m ³
Elementgröße	$d_{Elem} =$	0.9 cm
Betonzuschlag		quarzitisch
Betonstahl		kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		vernachlässigt

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 22,43$ in y- / 22,43 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	28.3	28.3	0.9	0.9	2.862	0.789

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-261.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-261.2	2.70	-2.70	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-261.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.731

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-184.3	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-184.3	0.99	-0.99	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-184.3	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

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

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-191.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [%]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00
1	1.90	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00
1	0.00	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00
1	1.90	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00
1	0.00	-191.5	0.00	0.00	0.00	-0.100	-19.95	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.80	-184.3	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	1.90	-184.3	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27
1	0.00	-184.3	0.00	0.00	-0.098	-3.04	-11.25	1.00		0.27

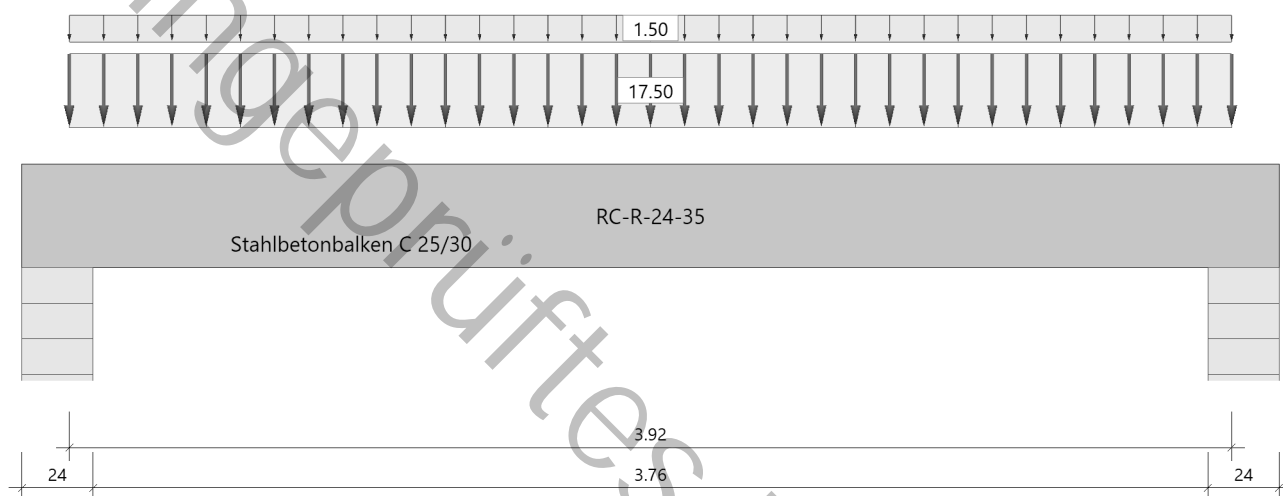
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

2.12 Position: 110 Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	35.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.92	-1	-1	0.0	0.0	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch**Lastzusammenstellung (LZ)**

ständige Einwirkung

aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$ aus Position 100: $10,20 \text{ kN/m}$ aus Mauerwerk: $0,24 \cdot (0,85 - 0,35) \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$ $g = 4,50 + 10,20 + 2,40 = 17,10 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $11,70 - 10,20 = 1,50 \text{ kN/m}$

$q = 1,50 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.92		17.50		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		3.92		1.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 823 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.78$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.11$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.70$ und dem Erhöhungsfaktor 1.15

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 4.6 cm oben = 4.4 cm
 Abminderung der Stützmente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/35.0	12.57	0.9	-12.57	0.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.96	1.96	55.15	55.15	30.4	0.24	4.5	0.0	1
	3.65	3.65	14.15	14.15	30.6	0.07	1.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.9 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 1.9 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.78	54.0	18.4	36.3	180.5	VRd,max > VEd 24.5 1.97 ¹		
	rechts	0.38	0.38	0.78	45.2	18.4	36.3	180.5			
	*	0.69	0.69	0.78	36.5	18.4	36.3	180.5			
2	links	0.08	3.84	0.78	-54.0	18.4	36.3	180.5	VRd,max > VEd 24.5 1.97 ¹		
	links	0.38	3.54	0.78	-45.2	18.4	36.3	180.5			
	*	0.69	3.23	0.78	-36.5	18.4	36.3	180.5			

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

1 : Mindestbügelbewehrung

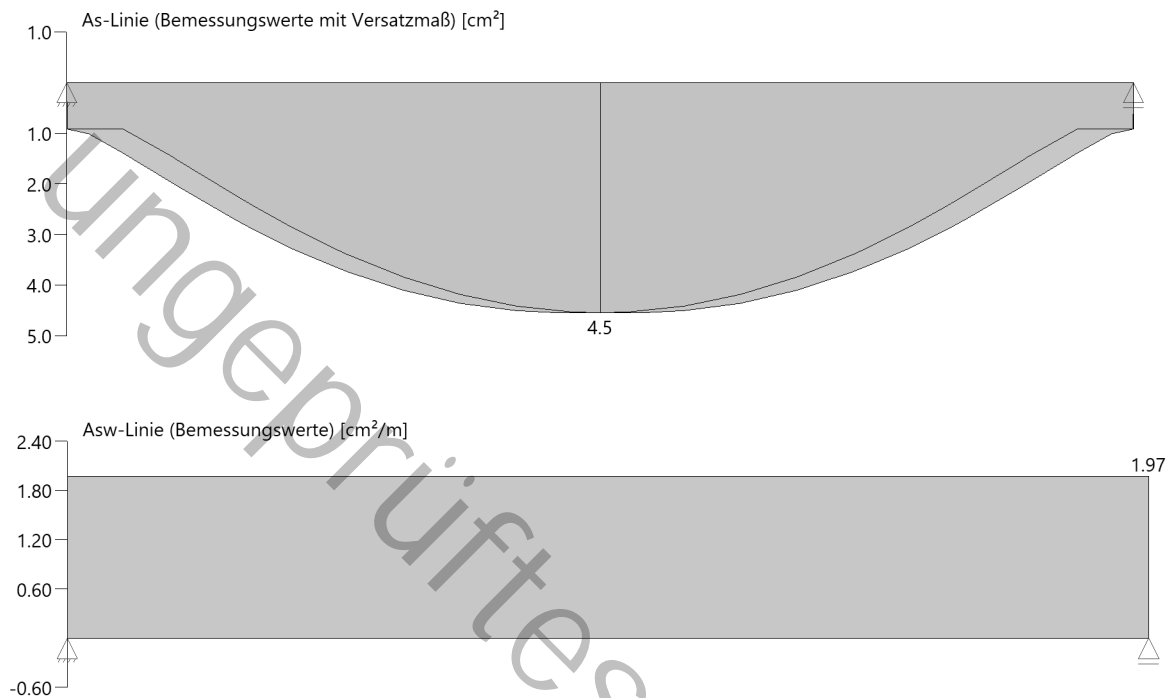
Gebrauchstauglichkeit**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.96	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.11$ $\epsilon_{cs} = -0.52\%$
 Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.70$ und dem Erhöhungsfaktor 1.15
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{EIz,g}$ [cm]	$f_{EIz,g} / l_{eff}$	$f_{EIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{EIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{EI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	1.96	0.8	1/520	1.2	1/337	1.2	0.89

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	3,92	3,92	4,5	6,0	6,0	3Ø16

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	3,92	3,92	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]
-0,14	4,06	4,20	2,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

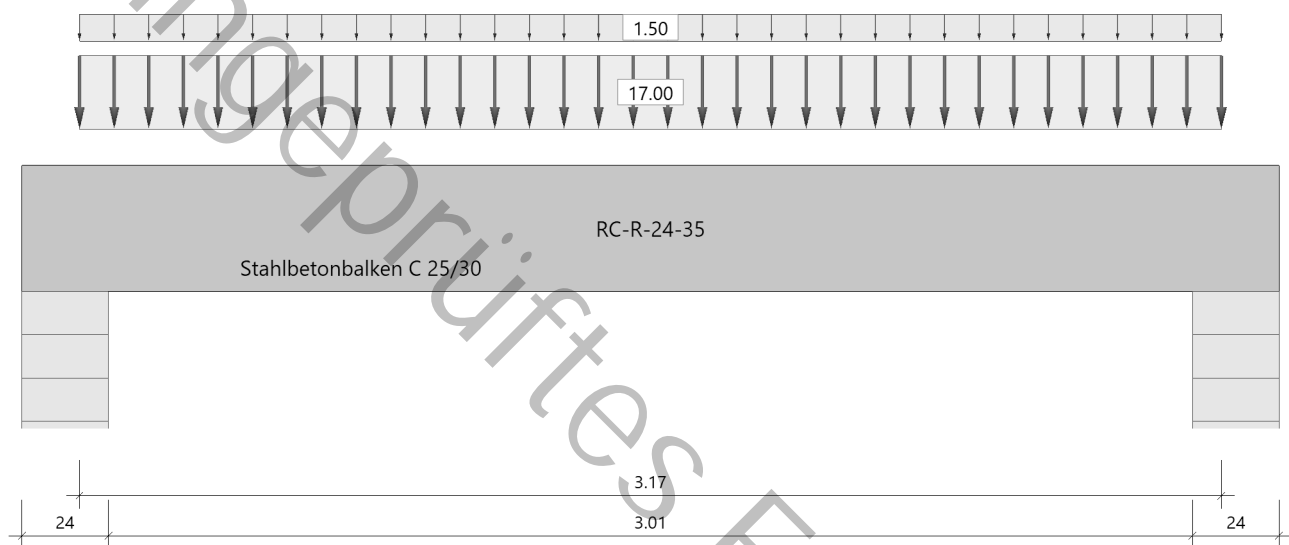
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	38.4	38.4 2.9		
2	3.92	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	38.4	38.4 2.9		

2.13 Position: 111-114 Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Maßgeblich für die Bemessung sind die Spannweite und die Belastungen der Position 110. Die Positionen 111-114 sind analog auszuführen und zu bewehren.

Position	Spannweite (stat. Maß)	Belastung*	Moment**	maßgebend
111	3,17m	$g=16,67\text{kN/m}$ $q=1,53\text{kN/m}$	31,15kNm	X
112	1,67m	$g=6,90\text{kN/m}$ $q=0,77\text{kN/m}$	3,65kNm	
113	2,67m	$g=14,85\text{kN/m}$ $q=1,16\text{kN/m}$	19,42kNm	
114	3,05m	$g=12,37\text{kN/m}$ $q=0,84\text{kN/m}$	20,88kNm	

* Alle Balken werden neben den Einwirkungen aus Position 100 zusätzlich durch das Eigengewicht der umlaufenden Stb.-Attika (Höhe: 0,75m) sowie ca. 50,0cm Mauerwerk zw. UK-Decke und OK-Balken belastet (zusätzliche Belastung: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 + 0,24 \cdot 0,50 \cdot 20,00 = 6,90\text{kN/m}$). Das Eigengewicht des bemessenen Balkens wird bei der Aufstellung nicht berücksichtigt und im Rahmen der Nachweisführung addiert.

** Teilsicherheitsbeiwerte berücksichtigt.

Material**Materialauswahl**

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	35.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ _x [kNm/rad]	Φ _y [kNm/rad]	Φ _z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$
 aus Position 100: $9,77 \text{ kN/m}$
 aus Mauerwerk: $0,24 \cdot (0,85 - 0,35) \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$

g = $4,50 + 9,77 + 2,40 = 16,67 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
 aus Position 100: $11,30 - 9,77 = 1,53 \text{ kN/m}$

q = $1,53 \text{ kN/m}$ Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.**Lasten****Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.17		17.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		3.17		1.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

EigengewichtGesamtgewicht = 666 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K _{Fi} = 1.0 Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
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	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.78$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52$ ‰	

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 ≤ 15 %		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/35.0	12.57	0.9	-12.57	0.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	My _d [kNm]	min My _d [kNm]	d [cm]	k _x	As _u [cm ²]	As _o [cm ²]		Lk
Feld 1	1.59 2.94	1.59 2.94	35.22 9.67	35.22 9.67	30.5 30.6	0.15 0.06	2.7 0.9	0.0 0.0	1	1 1
Am ersten Auflager sind mindestens 1.5 cm ² zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 1.5 cm ² zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ 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]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a _{max} [cm]	a _{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.78	42.2	18.4	33.2	181.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.39	0.39	0.78	33.6	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
	*	0.69	0.69	0.78	25.1	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
2	links	0.08	3.09	0.78	-42.2	18.4	33.2	181.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	0.39	2.79	0.78	-33.6	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
	*	0.69	2.48	0.78	-25.1	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
* 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**

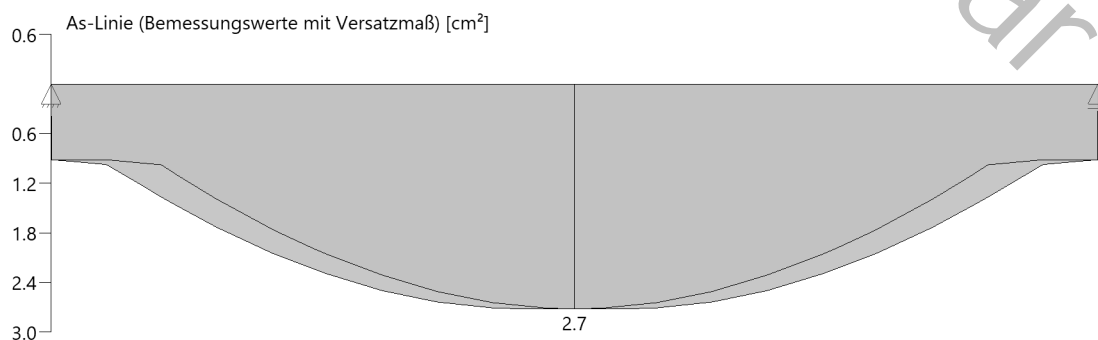
Baugruppe	x [m]	f _{y,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	1.59	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand IIBerechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.70$ $\epsilon_{cs} = -0.52$ ‰

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / l _{eff}	f _{ElIz,φε} [cm]	f _{ElIz,φε} / l _{eff}	f _{ElI,φε} [cm]	η
Feld 1	1.59	0.4	1/904	0.5	1/604	0.5	0.50

As-Deckungslinien

**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,17	3,17	2,7	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,17	3,17	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,14	3,31	3,45	2,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

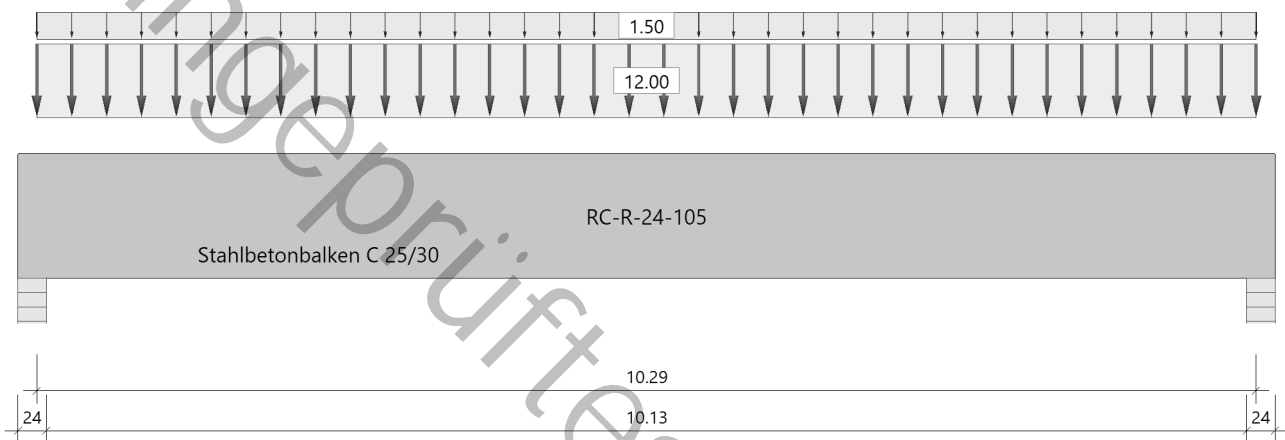
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	30.3	30.3 2.4		
2	3.17	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	30.3	30.3 2.4		

2.14 Position: 115 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	105.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.29	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$
 aus Position 101: $7,00 + 0,20 = 7,20 \text{ kN/m}$ (inkl. PV-Anteil)

 $g = 4,50 + 7,20 = 11,70 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
 aus Position 101: $0,40 + 0,20 + 0,70 = 1,30 \text{ kN/m}^*$

 $q = 1,30 \text{ kN/m}$

*Auf der sicheren Seite liegend aufsummiert.

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		10.29		12.00		Nein	ständig		
	2	GL		10.29		1.50		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 6483 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
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	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
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 = 6.0 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/105.0	113.11	2.5	-113.11	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	5.14 9.70	5.14 9.70	356.76 77.13	356.76 77.13	99.0 100.6	0.14 0.05	8.5 2.5	0.0 0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 4.7 cm^2 zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 4.7 cm^2 zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	136.5	18.4	75.6	705.0	VRd,max > VEd		
	rechts	1.07	1.07	0.93	109.9	18.4	75.6	705.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.06	2.06	0.93	83.2	18.4	75.6	705.0	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	10.21	0.93	-136.5	18.4	75.6	705.0	VRd,max > VEd		
	links	1.07	9.22	0.93	-109.9	18.4	75.6	705.0	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.06	8.23	0.93	-83.2	18.4	75.6	705.0	30.0	1.97 ¹	1
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).											
1 : Mindestbügelbewehrung											

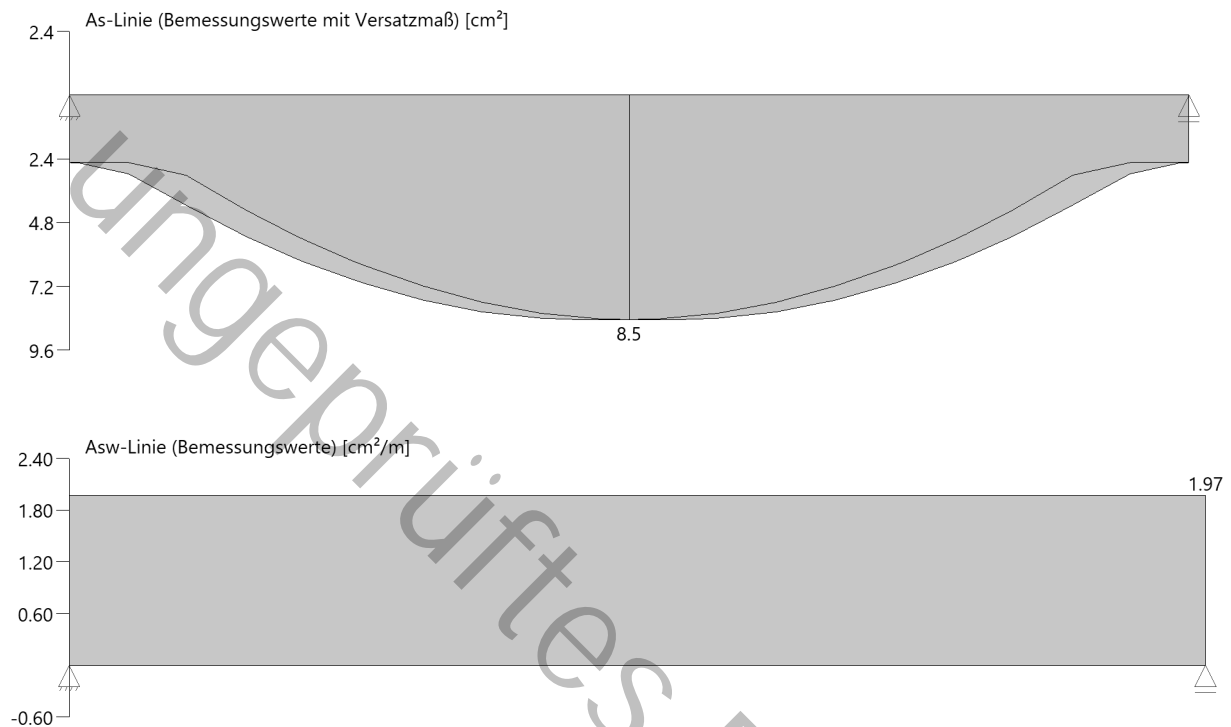
Gebrauchstauglichkeit**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	5.15	0.0	0.4	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.56$ $\epsilon_{cs} = -0.47\%$
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

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]	η
Feld 1	5.15	1.5	1/672	2.2	1/459	2.2	0.65

As-Deckungslinien**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,unten}}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	10,29	10,29	8,5	10,1	10,1	5Ø16

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,oben}}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	10,29	10,29	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.}}$ [cm ² /m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [cm ² /m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,11	10,40	10,50	2,0	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

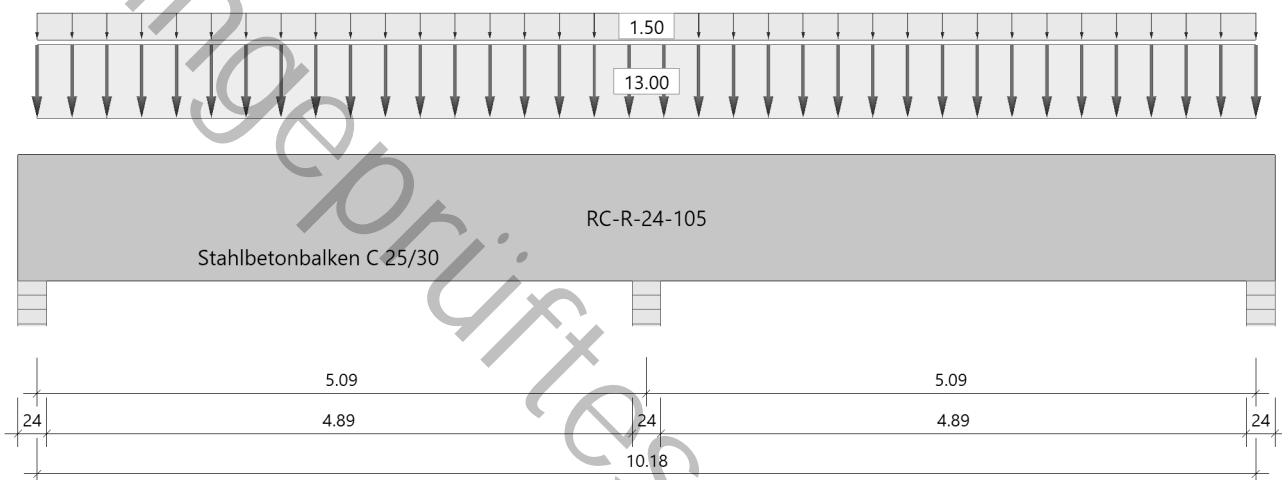
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,\text{min}}$ [kN]	$R_{z,\text{max}}$ [kN]	$M_{y,\text{min}}$ [kNm]	$M_{y,\text{max}}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	94.2	94.2 7.7		
2	10.29	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	94.2	94.2 7.7		

2.15 Position: 116 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken über 2 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Auf der sicheren Seite liegend wird die gepl. Stb.-Attika bei den nachfolgenden Bemessungen nicht angesetzt (geringere statische Nutzhöhe).

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	105.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.09	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	10.18	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$ aus Position 100: $8,29 \text{ kN/m}$

$$g = 4,50 + 8,29 = 12,79 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung
aus Position 100: $9,58 - 8,29 = 1,29 \text{ kN/m}$

$$q = 1,29 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5 kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		10.18		13.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		10.18		1.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 6413 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.64	
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 <= 15 %				

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/105.0	113.11	2.5	-113.11	2.5

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	4.49	4.49	100.5	0.01	2.5	0.0	1	1
	1.91	1.91	51.56	51.56	100.5	0.04	2.5	0.0	1	1
	3.82	3.82	0.13	0.13	100.6	0.00	2.5	0.0	1	1
	3.82	3.82	-0.14	-0.14	100.6	0.00	0.0	2.5	1	1
	3.82	3.82	-0.14	-0.14	100.5	0.00	0.0	2.5	1	1
Feld 2	0.37	5.46	-60.69	-60.69	100.6	0.04	0.0	2.5	1	1
	0.37	5.46	-60.69	-60.69	100.5	0.04	0.0	2.5	1	1
	1.28	6.37	0.13	0.13	100.5	0.00	2.5	0.0	1	1
	3.18	8.27	51.56	51.56	100.5	0.04	2.5	0.0	1	1
	4.77	9.86	16.06	16.06	100.6	0.02	2.5	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.5 cm^2 zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.5 cm^2 zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				1
2	links	0.00	5.09	-91.67	-86.47		100.6	0.05		2.5	1	1
	rechts	0.00	5.09	-91.67	-86.47		100.6	0.05		2.5	1	1
3	links	0.00	10.18	0.00	0.00			0.00				1

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]	θ [°]	VR _{d,c} [kN]	VR _{d,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	L _k
1	rechts	0.08	0.08	0.93	51.8	18.4	58.8	716.8	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	1.09	1.09	0.93	23.3	18.4	58.8	716.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.09	2.09	0.93	-5.1	18.4	58.8	716.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.12	4.97	0.93	-86.6	18.4	53.1	717.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	1.13	3.96	0.93	-58.2	18.4	53.1	717.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.13	2.96	0.93	-29.7	18.4	58.8	717.5	30.0	1.97 ¹	1
	rechts	0.12	5.21	0.93	86.6	18.4	53.1	717.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	1.13	6.22	0.93	58.2	18.4	53.1	717.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.13	7.22	0.93	29.7	18.4	58.8	716.8	30.0	1.97 ¹	1
3	links	0.08	10.10	0.93	-51.8	18.4	58.8	716.8	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	1.09	9.10	0.93	-23.3	18.4	58.8	716.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.09	8.09	0.93	5.1	18.4	58.8	716.8	30.0	1.97 ¹	1

* 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]	L _f
Feld 1	2.14	0.0	0.01	3
Feld 2	2.95	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

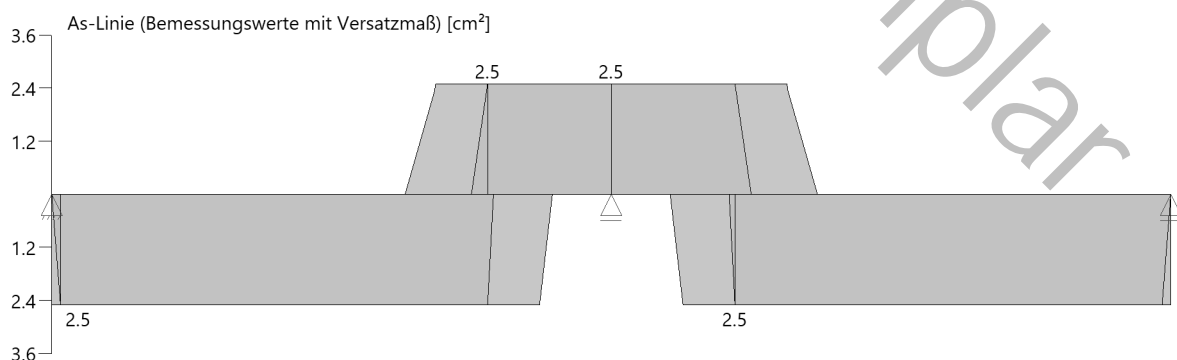
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 2.57$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.47 \%$

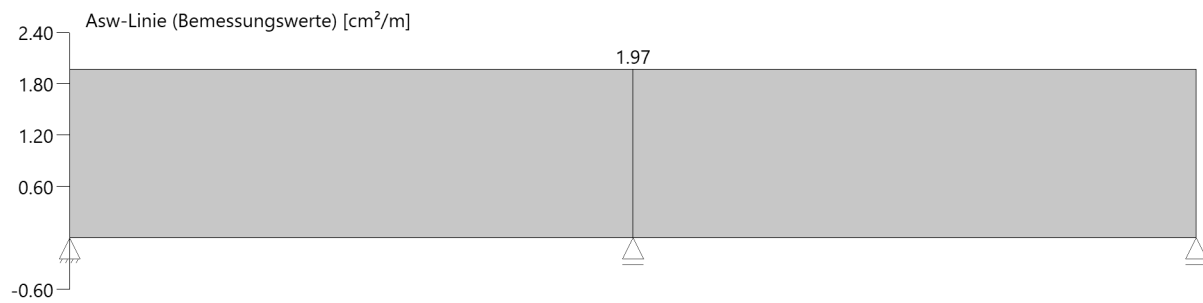
Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / I _{eff}	f _{ElIz,φ_ε} [cm]	f _{ElIz,φ_ε} / I _{eff}	f _{ElI,φ_ε} [cm]	η
Feld 1	2.14	0.01	1/54332	0.03	1/15918	0.03	0.02
Feld 2	2.95	0.01	1/54332	0.03	1/15918	0.03	0.02

As-Deckungslinien



**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	10,18	10,18	2,5	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	10,18	10,18	2,5	3,4	3,4	3Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,03	10,22	10,25	2,0	4,0	Ø8/25

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	36.8	36.8 2.9		
2	5.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	122.8	122.8 9.5		
3	10.18	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	36.8	36.8 2.9		

2.16 Position: 117 Stb.-Stütze, $b/h=24.0/24.0\text{cm}$

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter**Berechnungsgrundlagen**

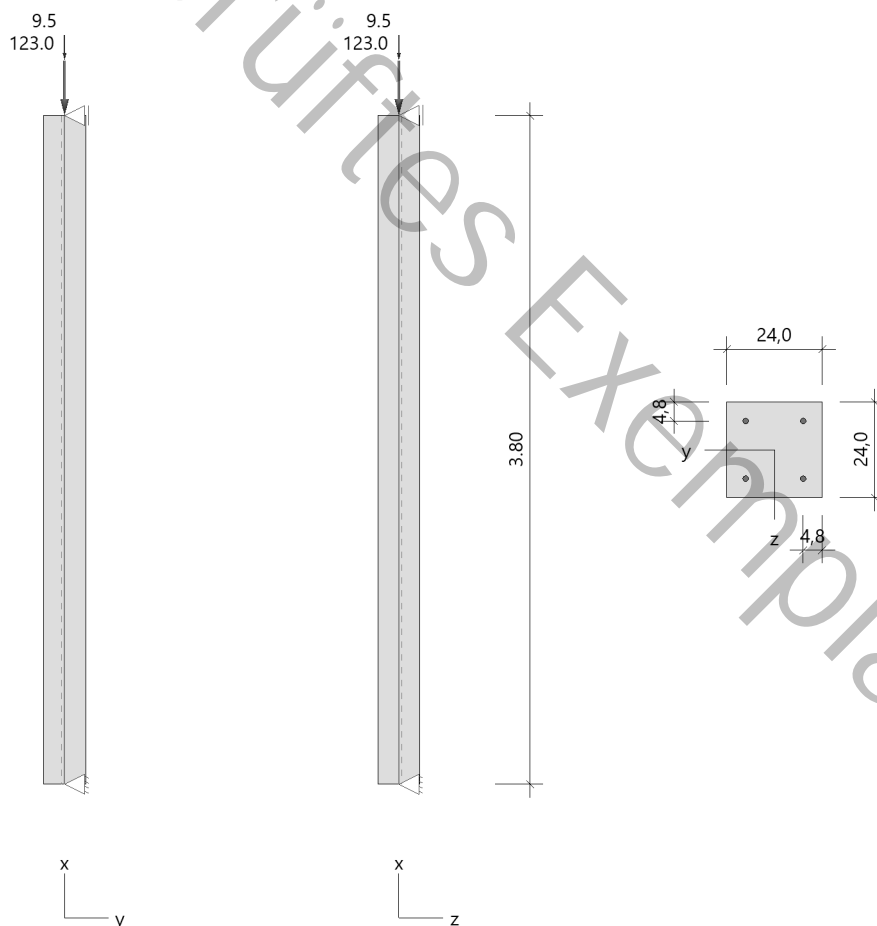
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,\text{sup}}$ oder $\gamma_{G,\text{inf}}$)

System**Systemgrafik 2D**

Maßstab 1 : 43.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	
Endkriechzahl	$\phi(t_0, \infty) = 2.86$	

Systemkennwerte**Abmessungen / statisches System**

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe

 $l = 3.80 \text{ m}$

Querschnitt

 $b_y/d_z = 24.0/24.0 \text{ cm}$ $b_1/d_1 = 4.8/4.8 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) 1/4 je Ecke

Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten**Lastzusammenstellung (LZ)**

ständige Einwirkung

aus Position 116: 122,80kN

veränderliche Einwirkung

aus Position 116: 9,50kN

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN aufgerundet.

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		123.0							ständig		
2	Stützenkopf		9.5							Kat. C		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.5							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: vgl. LZ
- Last 2: vgl. LZ

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2,0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} \cdot (\rho/0,02)^{0,5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	$\alpha =$	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	$\alpha_c =$	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	$\epsilon_m =$	0.70
Betonfeuchte	$u =$	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda =$	obere Grenze
Rohdichte	$\rho =$	2400 kg/m ³
Elementgröße	$d_{Elem} =$	0.9 cm
Betonzuschlag		quarzitisch
Betonstahl		kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		vernachlässigt

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 31,22$ in y- / $31,22$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	33.4	33.4	0.9	0.9	2.862	0.781

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-187.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-187.7	1.89	-1.89	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-187.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.731

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-134.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-134.2	0.67	-0.67	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-134.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

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

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-138.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00
1	1.90	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00
1	0.00	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00
1	1.90	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00
1	0.00	-138.0	0.00	0.00	0.00	-0.072	-14.33	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.80	-134.2	0.00	0.00	-0.072	-2.22	-11.25	1.00		0.20
1	1.90	-134.2	0.00	0.00	-0.072	-2.22	-11.25	1.00		0.20
1	0.00	-134.2	0.00	0.00	-0.072	-2.22	-11.25	1.00		0.20

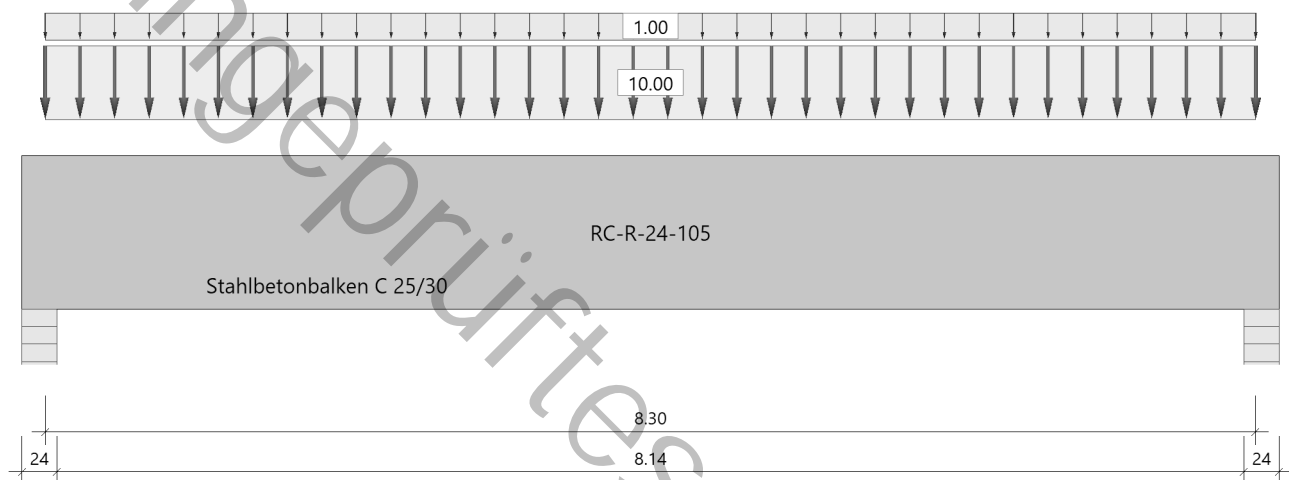
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

2.17 Position: 118 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/105.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	105.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$
 aus Position 100: $5,47 \text{ kN/m}$

$g = 4,50 + 5,47 = 9,97 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
 aus Position 100: $6,31 - 5,47 = 0,84 \text{ kN/m}$

$q = 0,84 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		8.30		10.00		Nein	ständig		
	2	GL		8.30		1.00		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 5229 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_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 -> $K_{FF} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.64$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.47 \text{ ‰}$	

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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/105.0	113.11	2.5	-113.11	2.5
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	4.15 7.81	4.15 7.81	202.41 44.98	202.41 44.98	100.5 100.6	0.09 0.03	4.6 2.5	0.0 0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 3.3 cm^2 zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 3.3 cm^2 zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	95.7	18.4	64.7	716.6	VRd,max > VEd		
	rechts	1.08	1.08	0.93	72.1	18.4	64.7	716.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.09	2.09	0.93	48.4	18.4	64.7	716.6	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	8.22	0.93	-95.7	18.4	64.7	716.6	VRd,max > VEd		
	links	1.08	7.22	0.93	-72.1	18.4	64.7	716.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.09	6.21	0.93	-48.4	18.4	64.7	716.6	30.0	1.97 ¹	1
* 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**

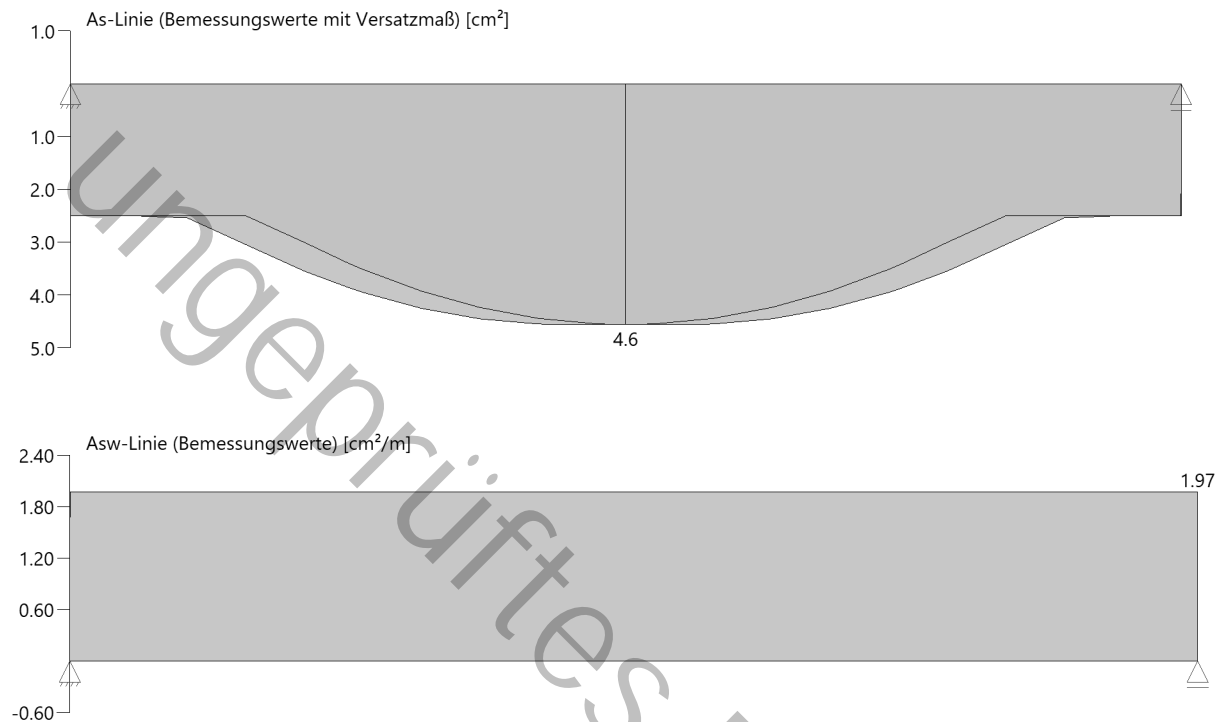
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	4.15	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.58$ $\epsilon_{cs} = -0.47\%$
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{II,z,g}$ [cm]	$f_{II,z,g} / l_{eff}$	$f_{II,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{II,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{II,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	4.15	0.4	1/2024	0.8	1/986	0.8	0.30

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,30	8,30	4,6	6,2	6,2	4Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,30	8,30	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,10	8,40	8,50	2,0	4,0	Ø8/25

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	67.6	67.6 4.1		
2	8.30	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	67.6	67.6 4.2		

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/
Allgemeine Bauartgenehmigung
Nr. Z-15.4-283 vom 16. März 2020

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

KLB-Fertigteilsturz, stabbewehrt, für Wanddicke 24,0 cm
aus 2 Stürzen E1 = 11,5 x 17,5 cm

Betonfestigkeitsklasse: LC 25/28

Betonstahl: Betonstabstahl B 500 B

Statisches System: Einfeldträger, gelenkig gelagert

Belastung:

- vorwiegend ruhend nach Abschnitt 1,
- Gleichstreckenlast oder
- Dreieckslast analog zu DIN 1053-1:1996-11, Abschnitt 8.5.3

Expositionsklasse: XC1

Auflager: Die Stürze sind am Auflager auf ein Mörtelbett der Mörtelfestigkeit
 $\geq 5 \text{ N/mm}^2$ auf Mauerwerk oder Beton nach statischen Erfordernissen zu legen.
Die Auflagerpressungen sind nachzuweisen.

				Bemessungswerte für die aufnehmbare Beanspruchung					
				zentrische Beanspruchung			exzentrische Beanspruchung		
h [cm]	l [m]	s [m]	Auflager [cm]	$g_d + q_d$ [kN/m]	$\Delta g_d + q_d$ [kN/m]	A_s	$g_d + q_d$ [kN/m]	$\Delta g_d + q_d$ [kN/m]	A_s
17,5	1,010	0,510	25,0	97,4	137,6	2 Ø 10	48,7	68,8	2 Ø 10
17,5	1,135	0,635	25,0	97,4	137,6	2 Ø 10	48,7	68,8	2 Ø 10
17,5	1,260	0,760	25,0	71,0	95,0	2 Ø 10	35,5	47,5	2 Ø 10
17,5	1,385	0,885	25,0	55,9	71,9	2 Ø 10	27,9	35,9	2 Ø 10
17,5	1,510	1,010	25,0	46,0	57,5	2 Ø 10	23,0	28,8	2 Ø 10
17,5	1,635	1,135	25,0	39,0	47,0	2 Ø 10	19,6	23,5	2 Ø 10
17,5	1,760	1,260	25,0	34,1	39,0	2 Ø 10	17,0	19,5	2 Ø 10
17,5	1,885	1,385	25,0	30,0	33,0	2 Ø 10	15,0	16,5	2 Ø 10
17,5	2,010	1,510	25,0	27,0	29,0	2 Ø 10	14,6	15,6	2 Ø 10
17,5	2,135	1,635	25,0	24,5	25,6	2 Ø 10	13,7	13,8	2 Ø 10
17,5	2,260	1,760	25,0	22,0	22,0	2 Ø 10	12,5	12,5	2 Ø 10

An der Unterseite der Stürze befindet sich die Typenbezeichnung in Form einer einbetonierten grünen Kunststoffmarke. Diese Kennzeichnung muss bis zur Rohbauabnahme sichtbar sein!



Nachweis

$l = 1,01 - g_d + q_d = 1,35 \cdot (42,30 + 8,00) + 1,50 \cdot 6,40 = 77,505 \text{ kN/m}$ ($77,50 \text{ kN/m}$), $\eta = 77,50 / 97,40 = 0,80$

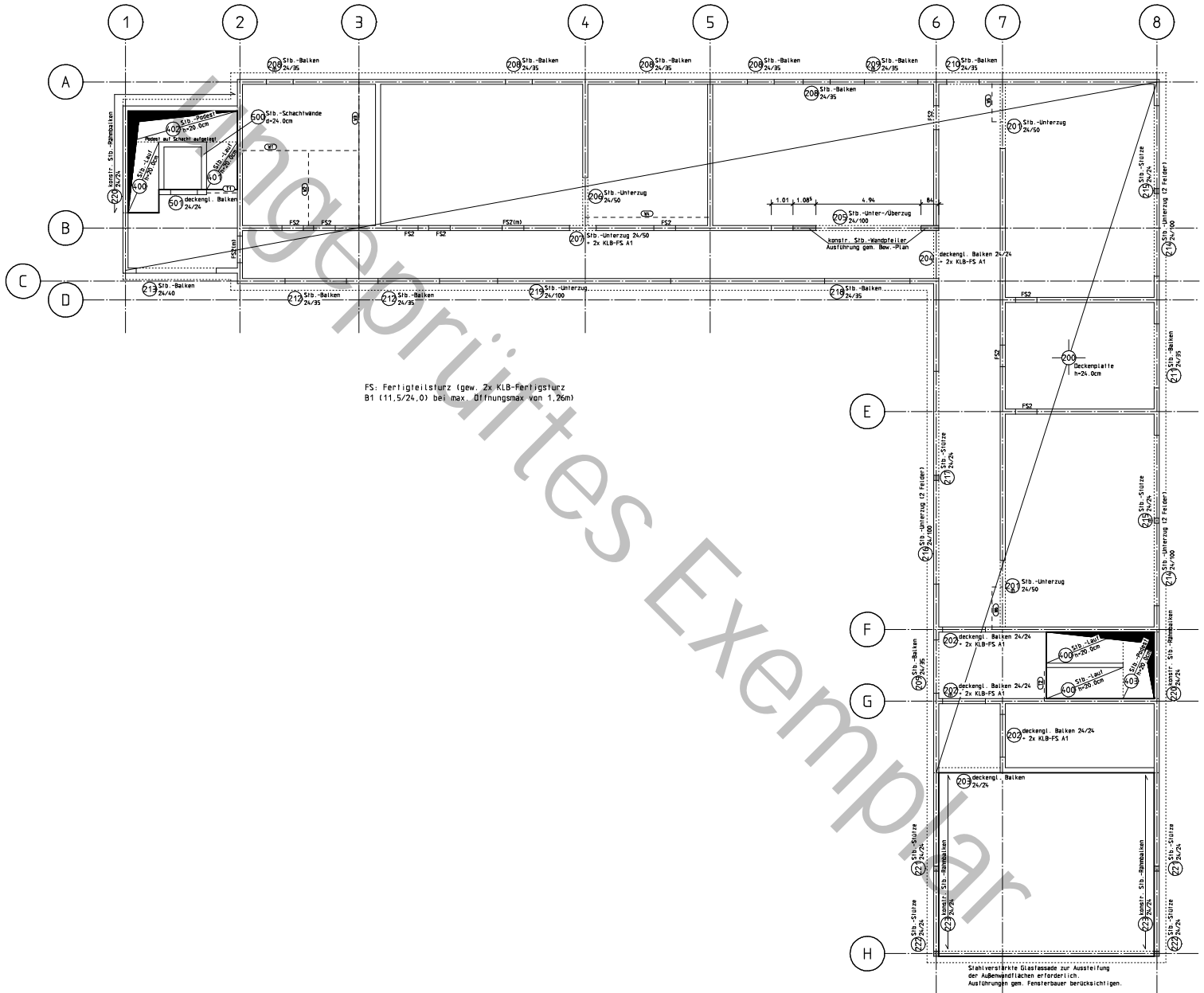
KLB-Stürze, tragend, stabbewehrt

Traglasten KLB-Fertigteilsturz 2 x E1
für Wanddicke 24,0 cm
Sturzhöhe 17,5 cm

Anlage 1
Blatt 8/15

Decke ü. Erdgeschoss

unmaßstäblich



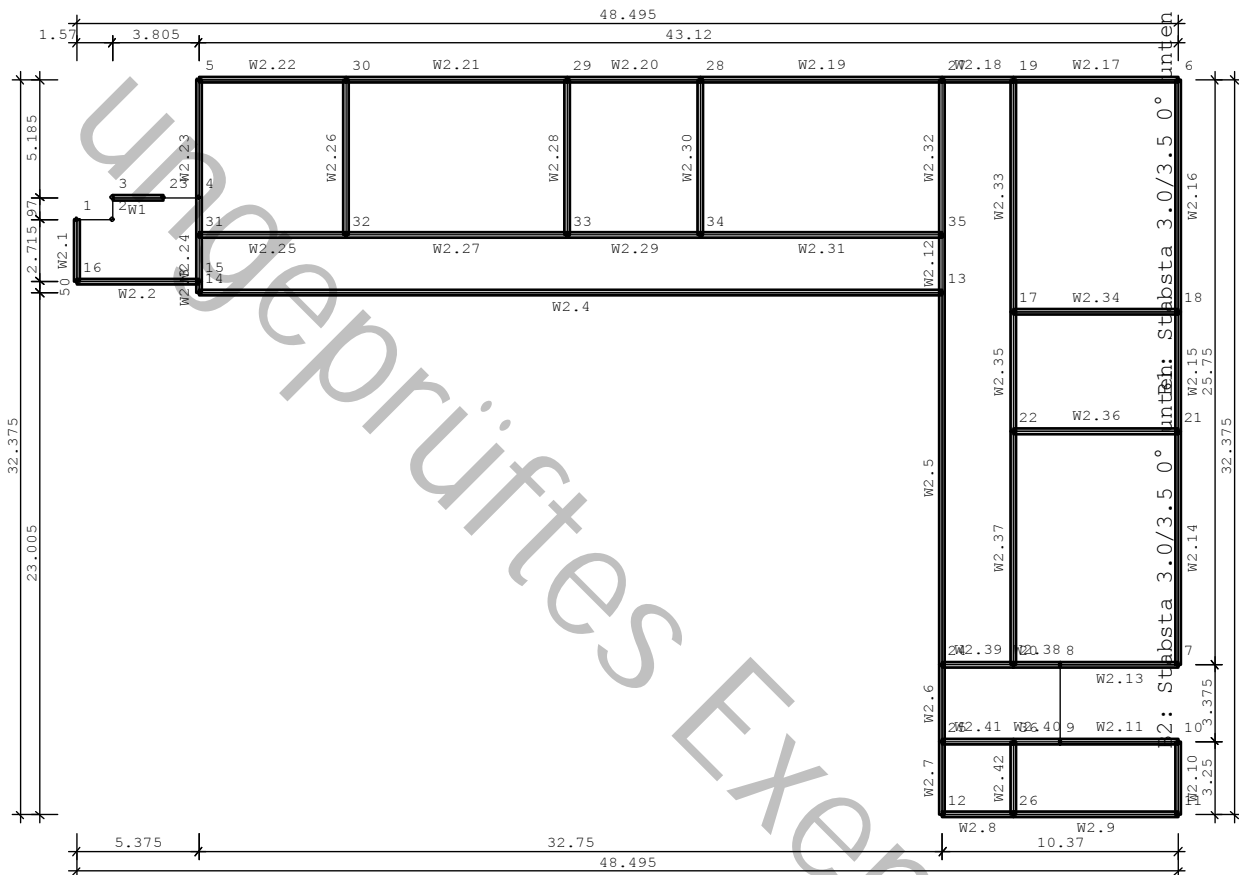
3.2 Position: 200 Stb.-Deckenplatte, h=24.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P04)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 333



Übersicht

Plattendicke	24.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	36
Wandzüge	2
Bewehrungsbereiche, unten	2

Material

Beton	C 25/30
E-Modul	3100 [kN/cm ²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m ³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 2.5 d-2 : 3.5 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 2.5 d-2 : 3.5 [cm]

Bemessung: Einstellungen

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

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte

oben as-1 : 2.57 as-2 : 2.57 [cm²/m]
unten as-1 : 3.35 as-2 : 3.35 [cm²/m]

- Unter-/Überzüge

oben 4.0 [cm²]
unten 4.0 [cm²]**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte

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

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit
den k_z -Werten aus der Biegebemessung**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte**Berücksichtigung der Längsbewehrung mit
dem jeweils maximalen Wert aus
- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung
- einem eventuell vorhandene BewehrungsbereichBegrenzung 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**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge**Berücksichtigung der Längsbewehrung mit
dem jeweils maximalen Wert aus
- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der BiegebemessungBegrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]
Cotangens 3.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

Grenz Zustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben
Betonangriff	X0		X0
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20
Durchmesser, längs	ds,L : 10.0		ds,L : 10.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0		ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc : 1.0		Δc : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$: -0.0		$\Delta \Delta c$: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.0		cmin,L : 1.0 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.0		cnom,L : 2.0 [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
- einem eventuell vorhandene Bewehrungsbereich

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

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Durchbiegungen (Zustand II)

Belastungsalter t_0 28 [d]
 Endkriechbeiwert ϕ 2.89 [-]
 Schwinddehnung ϵ_{cs} -0.51 [1/1000]

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus
 - der global vorgegebenen Bewehrung
 - der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung
 - einem eventuell vorhandene Bewehrungsbereich

FE-Eigenschaften

FE-Netz

Viereck-Elemente
 mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten 2793
 Anzahl der Elemente 2626
 Durchschnittliche Elementgröße 50 [cm]
 Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0
 Berücksichtigung der Schubverformung der Platte JA
 Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	2.000	23.470	2	3.570	23.470
3	3.570	24.440	4	7.375	24.440
5	7.375	29.625	6	50.495	29.625
7	50.495	3.875	8	45.305	3.875
9	45.305	0.500	10	50.495	0.500
11	50.495	-2.750	12	40.125	-2.750
13	40.125	20.255	14	7.375	20.255
15	7.375	20.755	16	2.000	20.755
17	43.245	19.375	18	50.495	19.375
19	43.245	29.625	20	43.245	3.875
21	50.495	14.125	22	43.245	14.125
23	5.805	24.440	24	40.125	3.875
25	40.125	0.500	26	43.245	-2.750
27	40.125	29.625	28	29.495	29.625
29	23.620	29.625	30	13.870	29.625
31	7.375	22.755	32	13.870	22.755
33	23.620	22.755	34	29.495	22.755
35	40.125	22.755	36	43.245	0.500

Platte

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

Untere Bewehrungsbereiche

Geometrie

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	17	18			
	2	18	6			
	3	6	19			
	4	19	17			
2	1	20	7			
	2	7	21			
	3	21	22			
	4	22	20			

Daten

Nummer	Typ	Bewehrung		Lage		Richtung [Grad]	Trag-richt.-bereich
		as-1 [cm ² /m]	as-2 [cm ² /m]	d-1 [cm]	d-2 [cm]		
1	Stabstahl	13.61	3.35	3.0	3.5	0.0	NEIN
2	Stabstahl	13.61	3.35	3.0	3.5	0.0	NEIN

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	24.0	2.235	3	23				C 25/30
2.1	24.0	2.715	1	16				KSP-20-2,0-DM
2.2	24.0	5.375	16	15				KSP-20-2,0-DM
2.3	24.0	0.500	15	14				KSP-20-2,0-DM
2.4	24.0	32.750	14	13				KSP-20-2,0-DM
2.5	24.0	16.380	13	24				KSP-20-2,0-DM
2.6	24.0	3.375	24	25				KSP-20-2,0-DM
2.7	24.0	3.250	25	12				KSP-20-2,0-DM
2.8	24.0	3.120	12	26				KSP-20-2,0-DM
2.9	24.0	7.250	26	11				KSP-20-2,0-DM
2.10	24.0	3.250	11	10				KSP-20-2,0-DM
2.11	24.0	5.190	10	9				KSP-20-2,0-DM
2.12	24.0	2.500	35	13				KSP-20-2,0-DM
2.13	24.0	5.190	8	7				KSP-20-2,0-DM
2.14	24.0	10.250	7	21				KSP-20-2,0-DM
2.15	24.0	5.250	21	18				KSP-20-2,0-DM
2.16	24.0	10.250	18	6				KSP-20-2,0-DM
2.17	24.0	7.250	6	19				KSP-20-2,0-DM
2.18	24.0	3.120	19	27				KSP-20-2,0-DM
2.19	24.0	10.630	27	28				KSP-20-2,0-DM
2.20	24.0	5.875	28	29				KSP-20-2,0-DM
2.21	24.0	9.750	29	30				KSP-20-2,0-DM
2.22	24.0	6.495	30	5				KSP-20-2,0-DM
2.23	24.0	6.870	5	31				KSP-20-2,0-DM
2.24	24.0	2.000	31	15				KSP-20-2,0-DM
2.25	24.0	6.495	31	32				KSP-20-2,0-DM
2.26	24.0	6.870	30	32				KSP-20-2,0-DM
2.27	24.0	9.750	32	33				KSP-20-2,0-DM
2.28	24.0	6.870	29	33				KSP-20-2,0-DM
2.29	24.0	5.875	33	34				KSP-20-2,0-DM
2.30	24.0	6.870	28	34				KSP-20-2,0-DM
2.31	24.0	10.630	34	35				KSP-20-2,0-DM
2.32	24.0	6.870	27	35				KSP-20-2,0-DM
2.33	24.0	10.250	19	17				KSP-20-2,0-DM
2.34	24.0	7.250	18	17				KSP-20-2,0-DM
2.35	24.0	5.250	17	22				KSP-20-2,0-DM
2.36	24.0	7.250	21	22				KSP-20-2,0-DM
2.37	24.0	10.250	22	20				KSP-20-2,0-DM
2.38	24.0	2.060	8	20				KSP-20-2,0-DM
2.39	24.0	3.120	20	24				KSP-20-2,0-DM
2.40	24.0	2.060	9	36				KSP-20-2,0-DM

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
2.41	24.0	3.120	36	25				KSP-20-2,0-DM
2.42	24.0	3.250	36	26				KSP-20-2,0-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	2000000	frei	frei
2.1	NEIN	643871	frei	frei
2.2	NEIN	643871	frei	frei
2.3	NEIN	643871	frei	frei
2.4	NEIN	643871	frei	frei
2.5	NEIN	643871	frei	frei
2.6	NEIN	643871	frei	frei
2.7	NEIN	643871	frei	frei
2.8	NEIN	643871	frei	frei
2.9	NEIN	643871	frei	frei
2.10	NEIN	643871	frei	frei
2.11	NEIN	643871	frei	frei
2.12	NEIN	starr	frei	frei
2.13	NEIN	643871	frei	frei
2.14	NEIN	643871	frei	frei
2.15	NEIN	643871	frei	frei
2.16	NEIN	643871	frei	frei
2.17	NEIN	643871	frei	frei
2.18	NEIN	643871	frei	frei
2.19	NEIN	643871	frei	frei
2.20	NEIN	643871	frei	frei
2.21	NEIN	643871	frei	frei
2.22	NEIN	643871	frei	frei
2.23	NEIN	643871	frei	frei
2.24	NEIN	643871	frei	frei
2.25	NEIN	643871	frei	frei
2.26	NEIN	643871	frei	frei
2.27	NEIN	643871	frei	frei
2.28	NEIN	643871	frei	frei
2.29	NEIN	643871	frei	frei
2.30	NEIN	643871	frei	frei
2.31	NEIN	643871	frei	frei
2.32	NEIN	643871	frei	frei
2.33	NEIN	643871	frei	frei
2.34	NEIN	643871	frei	frei
2.35	NEIN	643871	frei	frei
2.36	NEIN	643871	frei	frei
2.37	NEIN	643871	frei	frei
2.38	NEIN	643871	frei	frei
2.39	NEIN	643871	frei	frei
2.40	NEIN	643871	frei	frei
2.41	NEIN	643871	frei	frei
2.42	NEIN	643871	frei	frei

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	34
Punktlasten	0
Linienlasten	10
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	2150 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	3860 [kN]
Summe aller Lasten	6011 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	6011 [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****Geometrie**

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

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	19.00	19.00	0.00	0.00
3	16.00	16.00	0.00	0.00
4	19.00	19.00	0.00	0.00
7	19.00	19.00	0.00	0.00
8	19.00	19.00	0.00	0.00
15	19.00	19.00	0.00	0.00
16	19.00	19.00	0.00	0.00
17	15.00	15.00	0.00	0.00
18	21.00	21.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	106.40	106.40
2	69.16	69.16
3	109.92	109.92
4	111.62	111.62
7	35.72	35.72
8	9.50	9.50
15	9.50	9.50
16	38.00	38.00
17	21.75	21.75
18	30.45	30.45
Gesamt	542.02	542.02

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	19	34			
		2	34	33			
		3	33	32			
		4	32	31			
		5	31	30			
		6	30	29			
		7	29	28			
		8	28	27			
		9	27	26			
		10	26	25			
		11	25	24			
		12	24	23			
		13	23	22			
		14	22	21			
		15	21	20			
		16	20	19			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1608.41	1608.41
Gesamt	1608.41	1608.41

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Nutzlasten)"**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	33
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	11
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1356 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	1356 [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 Q1 (Nutzlasten)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	4.20	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
3	4.20	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	2			
		4	2	5			
4	4.20	1	7	8			
		2	8	9			
		3	9	10			
		4	10	7			
5	4.20	1	11	12			
		2	12	13			
		3	13	8			
		4	8	11			
6	4.20	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	13			
7	4.20	1	17	18			
		2	18	19			
		3	19	14			
		4	14	17			
8	4.20	1	12	21			
		2	21	20			
		3	20	17			
		4	17	12			
9	4.20	1	22	23			
		2	23	24			
		3	24	20			
		4	20	22			
10	5.00	1	25	26			
		2	26	22			
		3	22	27			
		4	27	25			

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
11	4.20	1	28	29			
		2	29	30			
		3	30	26			
		4	26	28			
23	5.00	1	31	32			
		2	32	1			
		3	1	33			
		4	33	31			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	187.41	187.41
3	102.38	102.38
4	169.52	169.52
5	111.62	111.62
6	90.02	90.02
7	102.92	102.92
8	74.56	74.56
9	312.11	312.11
10	52.65	52.65
11	98.96	98.96
23	53.75	53.75
Gesamt	1355.90	1355.90

Lastfall 3 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**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	40
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	11
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1399 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	1399 [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 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**Linienlasten****Geometrie**

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
19	1	2			
20	3	4			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
19	7.00	7.00	0.00	0.00
20	10.00	10.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
19	10.15	10.15
20	14.50	14.50
Gesamt	24.65	24.65

Lastfall 3 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m ²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
12	4.20	1	33	34			
		2	34	5			
		3	5	35			
		4	35	33			
13	4.20	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	8			
		4	8	5			
14	4.20	1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	9			
15	4.20	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	13			
16	4.20	1	17	18			
		2	18	19			
		3	19	20			
		4	20	17			
17	5.00	1	21	22			
		2	22	23			
		3	23	24			
		4	24	21			
18	4.20	1	25	23			
		2	23	26			
		3	26	27			
		4	27	25			
19	4.20	1	28	22			
		2	22	19			
		3	19	29			
		4	29	28			
20	4.20	1	30	18			
		2	18	14			
		3	14	11			
		4	11	30			
21	4.20	1	31	10			
		2	10	6			
		3	6	32			
		4	32	31			
22	5.00	1	35	40			
		2	40	39			
		3	39	38			
		4	38	37			
		5	37	36			
		6	36	35			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
12	68.20	68.20
13	281.33	281.33
14	306.72	306.72
15	209.19	209.19
16	159.86	159.86
17	34.76	34.76
18	42.59	42.59
19	134.32	134.32
20	38.53	38.53
21	61.69	61.69
22	37.67	37.67
Gesamt	1374.85	1374.85

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alternativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...)	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Lastfall Q2 (Nu...)	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

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

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Überlagerung 1 "Charakteristisch"**

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alternativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...)	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Lastfall Q2 (Nu...)	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

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

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - $V_{Ed} / V_{Rd,c}$, $V_{Ed} / V_{Rd,max}$, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Durchbiegung (Zustand II) [mm]

-> Siehe Anhang Pläne.

zu Position 200

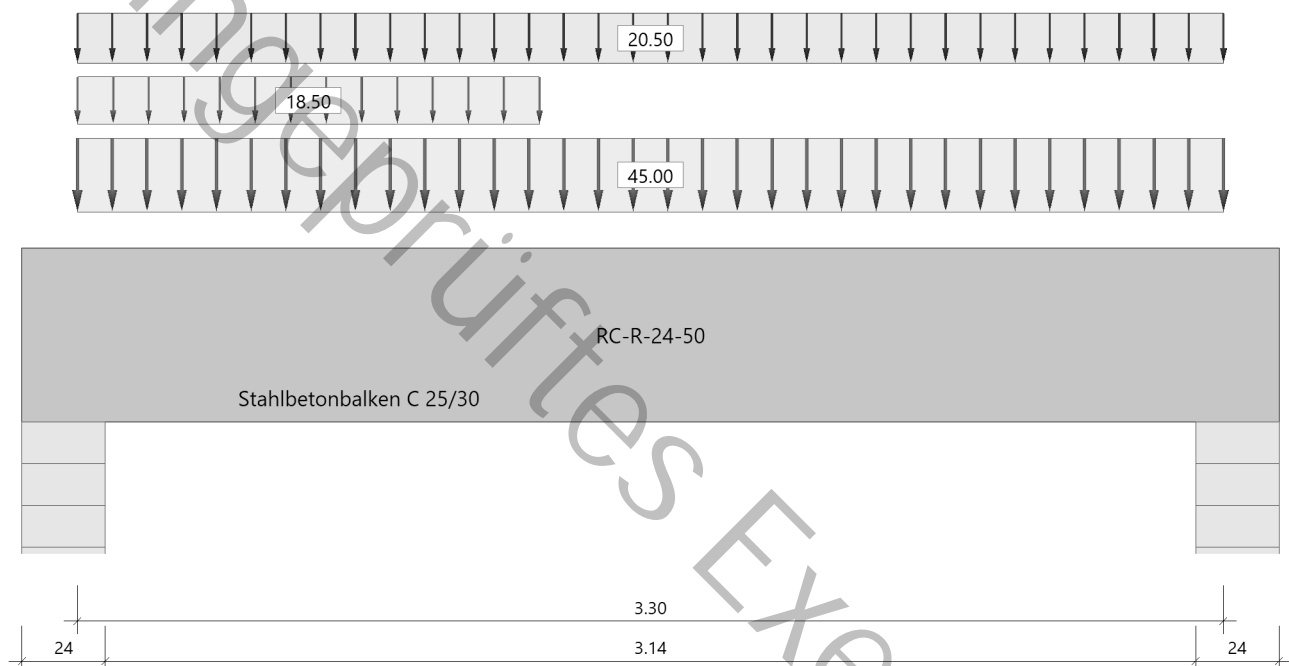
Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 200 - Stb.-Deckenplatte über Erdgeschoss	
Geschosshöhe (aufstehend)	3,80	
ständige Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig	vgl. Lastzusammenstellung LE	2,50
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
W1	3,80*0,24*20,00	19,00
W2	3,80*0,24*20,00	19,00
W3	(3,80-0,65)*0,24*20,00	16,00
W4	3,80*0,24*20,00	19,00
W5	3,80*0,24*20,00	19,00
W6	3,80*0,24*20,00	19,00
T1	vgl. Position 401 (Auflager B)	15,00
T2	vgl. Position 400 (Auflager B)	21,00
veränderliche Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig, alternierend	Nutzlasten + Trennwandzuschlag	4,20
flächig, alternierend	Treppenhäuser	5,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 401 (Auflager B)	7,00
T2	vgl. Position 400 (Auflager B)	10,00

3.4 Position: 201 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	50.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene Unterzug wird zweimal angelegt.
Angesetzt wird die maßgebende Belastung.

ständige Einwirkung
aus Position 200: 44,70kN/m
aus nichttragendem MW im Obergeschoss: $3,77 \cdot 0,24 \cdot 20,0 = 18,10 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: 65,00-44,70 = 20,30kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.30		45.00		Nein	ständig		
	2	TL		1.33		18.50	18.50	Nein	ständig		
	3	GL		3.30		20.50		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ
3	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 990 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.72	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50 ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.23$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.44$ und dem Erhöhungsfaktor 1.32

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	6.0 cm	oben =	4.4 cm
Abminderung der Stützmente ≤ 15 %				

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/50.0	25.65	1.3	-25.65	1.2
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.58 3.06	1.58 3.06	141.35 36.69	141.35 36.69	44.0 45.6	0.30 0.08	8.4 1.9	0.0 0.0	1 1

Am ersten Auflager sind mindestens 5.0 cm^2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 4.8 cm^2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.85	174.5	28.1	50.8	393.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.52	0.52	0.85	121.6	22.0	50.8	329.3	30.0	3.04	1
	*	0.96	0.96	0.85	68.6	22.0	50.8	329.3	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	3.22	0.85	-156.7	26.6	50.8	379.3	VRd,max > VEd		
	links	0.52	2.78	0.85	-114.7	20.7	50.8	313.8	30.0	2.69	1
	*	0.96	2.34	0.85	-72.7	20.7	50.8	313.8	30.0	1.97 ¹	1

* 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	1.58	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

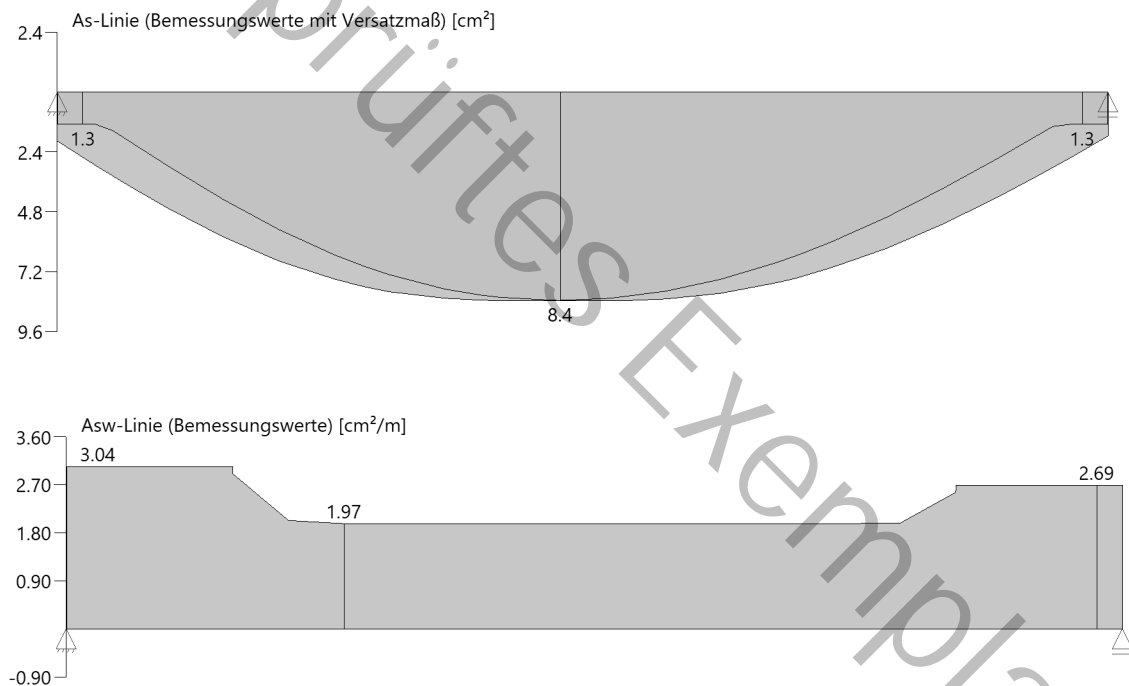
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.23$ $\epsilon_{cs} = -0.50 \%$

Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.44$ und dem Erhöhungsfaktor 1.32

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]	η
Feld 1	1.66	0.3	1/1068	0.6	1/512	0.6	0.59

As-Deckungslinien**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,30	3,30	8,4	10,1	10,1	5Ø16

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,30	3,30	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,15	3,45	3,60	3,0	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	98.8	98.8 33.8		
2	3.30	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	84.2	84.2 33.8		

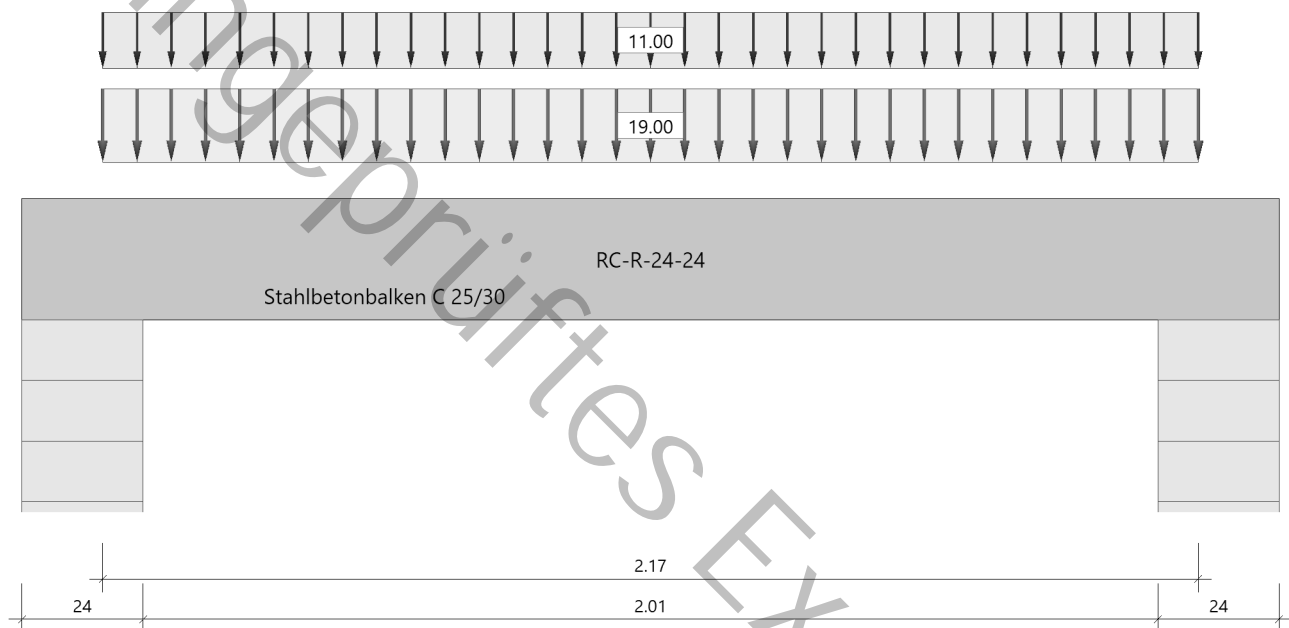
Ungeprüftes Exemplar

3.5 Position: 202 deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Das Mauerwerk unter dem bemessenen, deckengleichen Balken ist über Fertigteilstütze abzutragen.
Es sind jeweils zwei KLB-Fertigstütze A1 (11,5x11,5) mit einem Bemessungswert für zentrische Beanspruchung von 15,10kN/m bei einem maximalen Öffnungsmaß von 2,01m zu verbauen.

Nachweis:

$$g = 1,35 \cdot (0,85 \cdot 0,24 \cdot 20,00) = 5,51 \text{ kN/m}$$

$$\eta = 5,51 / 15,10 = 0,37 \text{ (Nachweis erbracht)}$$

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene, deckengleiche Balken wird dreimal für eine lichte Spannweite von 2,01m angelegt.
Angesetzt wird die maßgebende Belastung.

ständige Einwirkung
aus Position 200: 19,00kN/m

g= 19,00kN/m

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: 29,70-19,00= 10,70kN/m

q= 10,70kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.17		19.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		2.17		11.00		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 312 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.6 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$ **Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/24.0	5.91	0.7	-5.91	0.7

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

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.09	1.09	25.95	25.95	19.4	0.28	3.4	0.0	1
	1.99	1.99	8.10	8.10	19.6	0.09	0.9	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.0 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 2.0 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	k _z	V _{Ed} [kN]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.65	44.3	23.5	32.7	117.4	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.27	0.27	0.65	35.8	18.7	32.7	97.6	16.8	2.21	1
	*	0.47	0.47	0.65	27.2	18.7	32.7	97.6	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.09	0.65	-44.3	23.5	32.7	117.4	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	0.27	1.90	0.65	-35.8	18.7	32.7	97.6	16.8	2.21	1
	*	0.47	1.70	0.65	-27.2	18.7	32.7	97.6	16.8	1.97 ¹	1
* 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	1.09	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

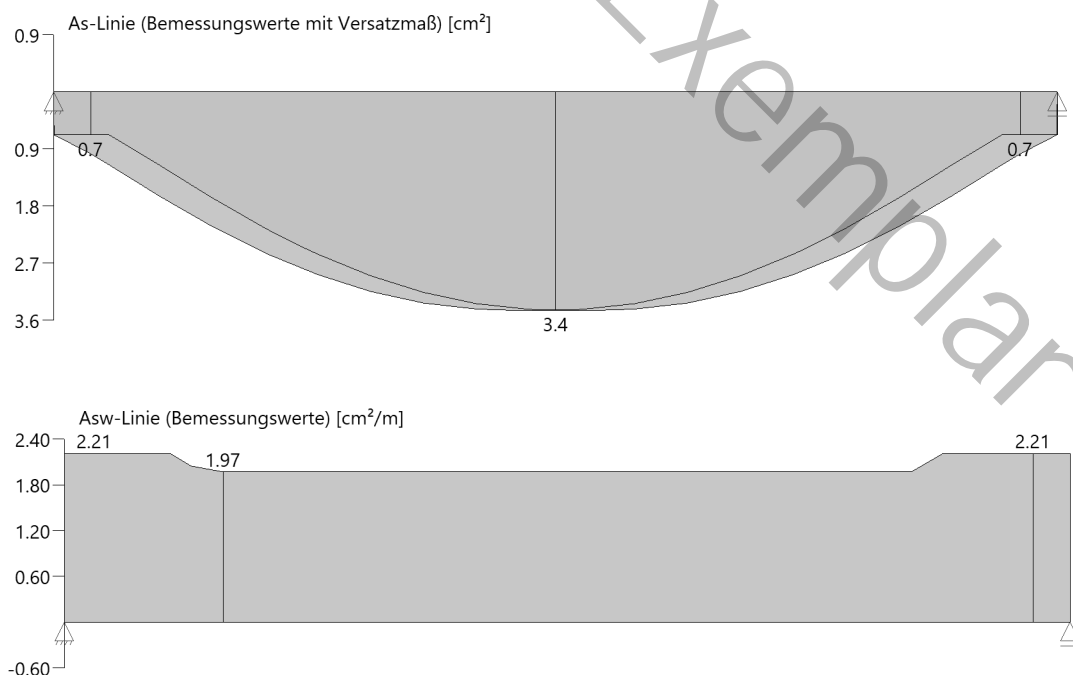
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 2.46$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.53$ ‰

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,ϕε} [cm]	f _{Ellz,ϕε} / l _{eff}	f _{Ell,ϕε} [cm]	η
Feld 1	1.09	0.2	1/1416	0.4	1/566	0.4	0.53

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,unten} [cm ²]	ΣA _{s,vorh.,unten} [cm ²]	Summe [cm ²]	A _{s,vorh.,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	2,17	2,17	3,4	8,0	8,0	4Ø16

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,17	2,17	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,12	2,29	2,40	2,2	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

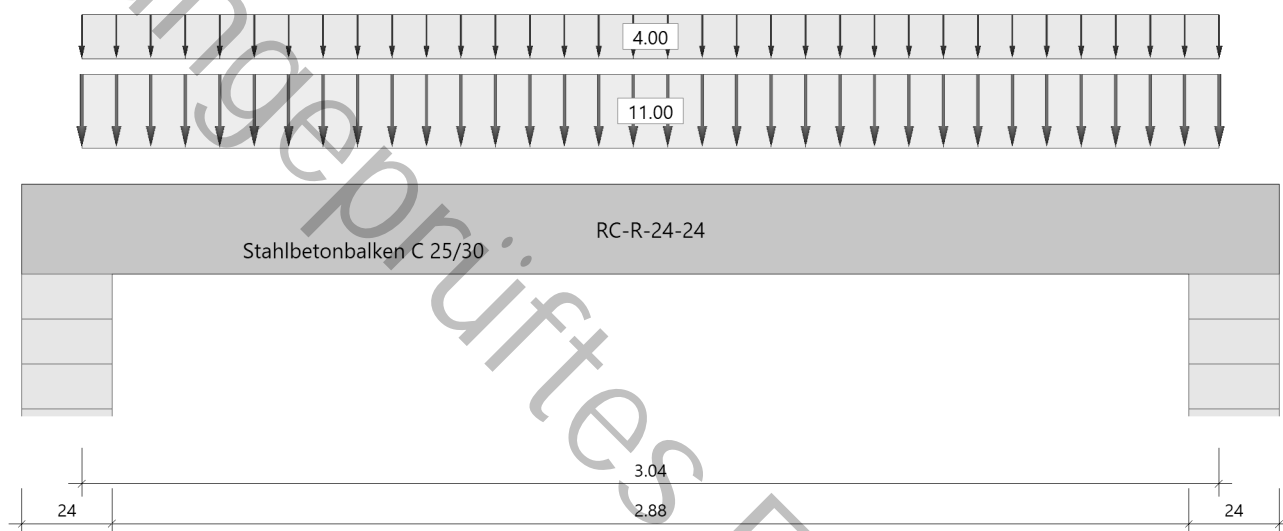
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	22.2	22.2 11.9		
2	2.17	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	22.2	22.2 11.9		

3.6 Position: 203 deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.04	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene, deckengleiche Balken verfügt über eine lichte Spannweite von 2,88m.

ständige Einwirkung

aus Position 200: 4,70kN/m

aus opt. Brüstung (Annahme MW): $1,25 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$ $g = 4,70 + 6,00 = 10,70 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: = 8,61-4,70= 3,91kN/m

$q = 3,91 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.04		11.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		3.04		4.00		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 438 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.77$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.58$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 4.6 cm oben = 4.4 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/24.0	5.91	0.7	-5.91	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.52	1.52	26.33	26.33	19.4	0.29	3.5	0.0	1
	2.82	2.82	7.22	7.22	19.6	0.08	0.8	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.5 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 1.5 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.65	32.8	18.4	29.7	96.4	VRd,max > VEd		
	rechts	0.27	0.27	0.65	28.4	18.4	29.7	96.4	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	0.47	0.65	24.0	18.4	29.7	96.4	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.96	0.65	-32.8	18.4	29.7	96.4	VRd,max > VEd		
	links	0.27	2.77	0.65	-28.4	18.4	29.7	96.4	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	2.57	0.65	-24.0	18.4	29.7	96.4	16.8	1.97 ¹	1

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

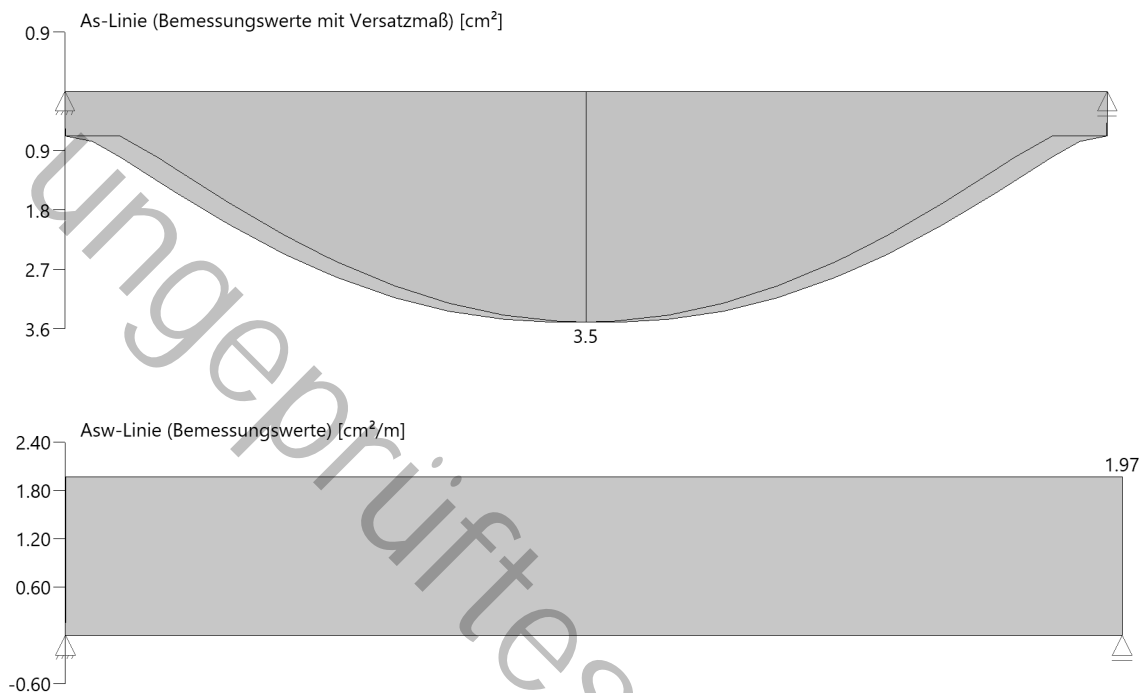
Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.52	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.77$ $\epsilon_{cs} = -0.53\%$
 Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.58$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

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]	η
Feld 1	1.52	0.5	1/664	0.9	1/324	0.9	0.93

As-Deckungslinien**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,unten}}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,\text{vorh.,unten}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,04	3,04	3,5	6,0	6,0	3Ø16

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.,oben}}$ [cm²]	$\Sigma A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [cm²]	Summe [cm²]	$A_{s,\text{vorh.,oben}}$ [Anz. Ø mm]
0,00	3,04	3,04	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,\text{erf.}}$ [cm²/m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [cm²/m]	$A_{s,\text{vorh.}}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,13	3,17	3,30	2,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

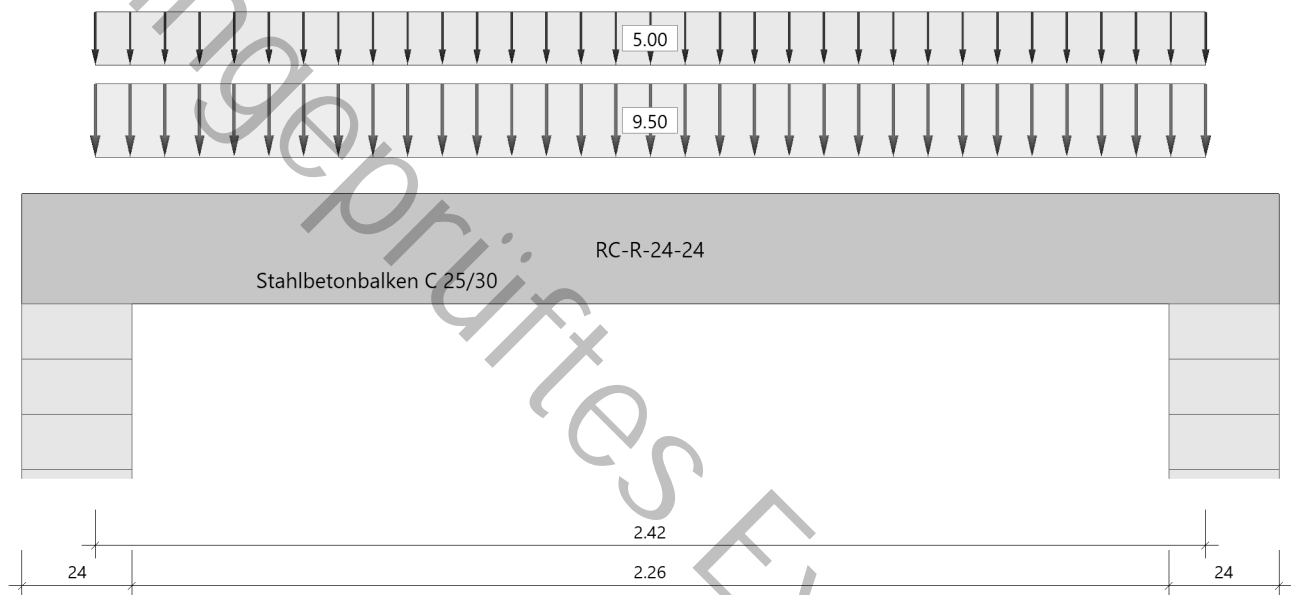
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,\text{min}}$ [kN]	$R_{z,\text{max}}$ [kN]	$M_{y,\text{min}}$ [kNm]	$M_{y,\text{max}}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	18.9	18.9 6.1		
2	3.04	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	18.9	18.9 6.1		

3.7 Position: 204 deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Das Mauerwerk unter dem bemessenen, deckengleichen Balken ist über Fertigteilstütze abzutragen.
Es sind jeweils zwei KLB-Fertigstütze A1 (11,5x11,5) mit einem Bemessungswert für zentrische Beanspruchung von 11,40kN/m bei einem maximalen Öffnungsmaß von 2,26m zu verbauen.

Nachweis:

$$g = 1,35 \cdot (0,85 \cdot 0,24 \cdot 20,00) = 5,51 \text{ kN/m}$$

$$\eta = 5,51 / 11,40 = 0,49 \text{ (Nachweis erbracht)}$$

Material**Materialauswahl**Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$ Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$

$$k(f_t/f_y) = 1.05$$

 $E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)**Geometrie****Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.42	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene, deckengleiche Balken wird mit einer lichten Spannweite von 2,26m angelegt.

ständige Einwirkung
aus Position 200: $23,1/2,50 = 9,24 \text{ kN/m}$

$g = 9,24 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: $(34,50/2,50) - 9,24 = 4,56 \text{ kN/m}$

$q = 4,56 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.42		9.50		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		2.42		5.00		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 348 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.4 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$ **Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/24.0	5.91	0.7	-5.91	0.7

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

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	1.21	1.21	16.30	16.30	19.6	0.17	2.0	0.0		1
	2.23	2.23	4.83	4.83	19.6	0.06	0.7	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.9 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 0.9 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ 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]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.65	25.2	18.4	24.7	97.9	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.28	0.28	0.65	20.8	18.4	24.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	0.47	0.65	16.4	18.4	24.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.34	0.65	-25.2	18.4	24.7	97.9	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	0.28	2.14	0.65	-20.8	18.4	24.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	1.95	0.65	-16.4	18.4	24.7	97.9	16.8	1.97 ¹	1
* 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	1.21	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

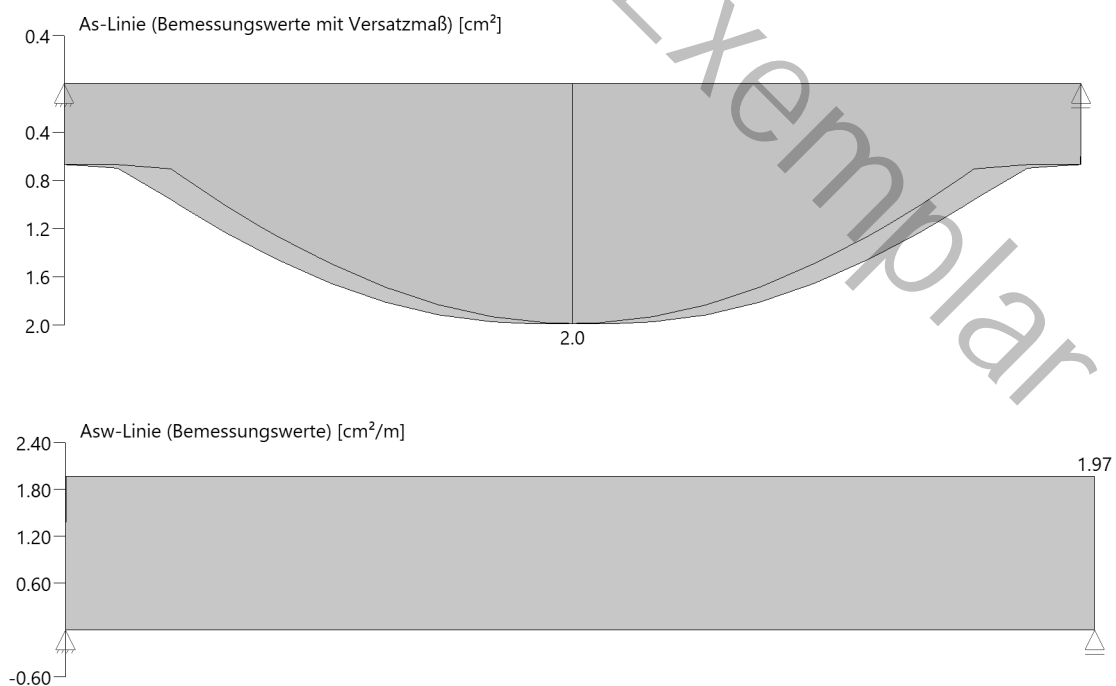
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{\text{eff}} = 2.50$ $\epsilon_{\text{cs}} = -0.53 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,ϕε} [cm]	f _{Ellz,ϕε} / l _{eff}	f _{Ell,ϕε} [cm]	η
Feld 1	1.21	0.2	1/1514	0.5	1/514	0.5	0.58

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf.,unten} [cm²]	ΣA _{s,vorh.,unten} [cm²]	Summe [cm²]	A _{s,vorh.,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	2,42	2,42	2,0	3,4	3,4	3Ø12

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	2,42	2,42	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,14	2,56	2,70	2,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

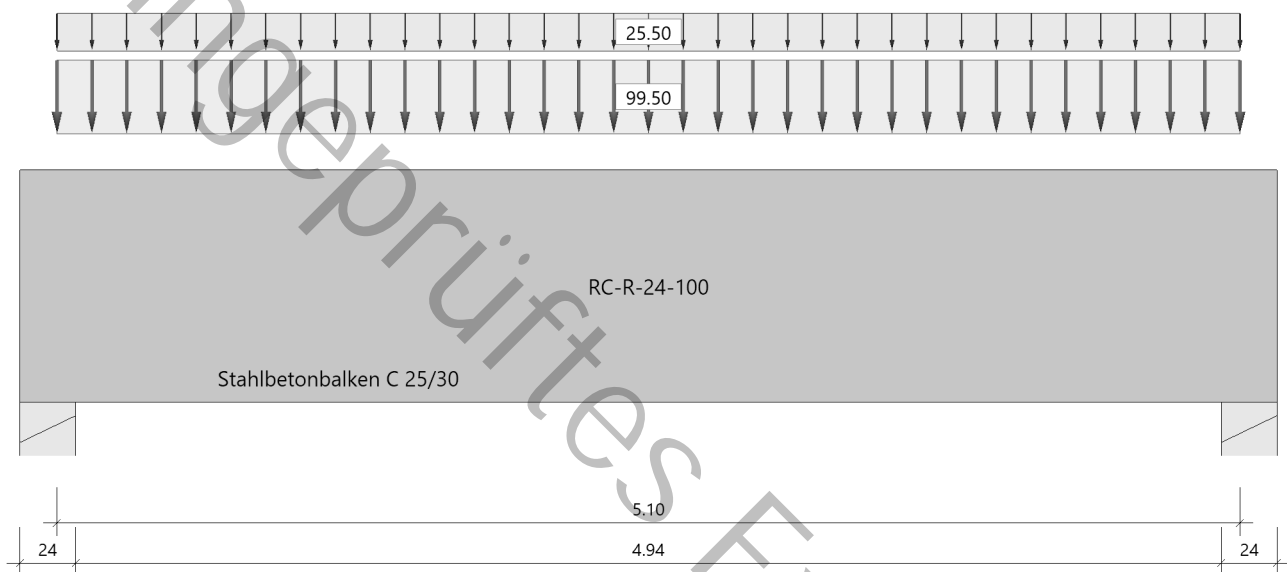
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	13.2	13.2 6.1		
2	2.42	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	13.2	13.2 6.1		

3.8 Position: 205 Stb.-Unter-/Überzug, b/h=24.0/100.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Der bemessene Unter-/Überzug ist beidseitig auf eine konstruktiv angelegte Stb.-Wand aufzulegen.

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	100.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus Position 100: 41,60kN/m

aus Mauerwerk OG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 200: 39,50kN/m

$$g = 41,60 + 18,24 + 39,50 = 99,34 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $48,10 - 41,60 = 6,50 \text{ kN/m}$ aus Position 200: $58,50 - 39,50 = 19,00 \text{ kN/m}$

$$q = 6,50 + 19,00 = 25,50 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		5.10		99.50		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		5.10		25.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

EigengewichtGesamtgewicht = 3060 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.65$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.83$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.44$ und dem Erhöhungsfaktor 1.16**Betondeckung**

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 7.1 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Beton mit Mindeststützmoment $b = 24.0 \text{ cm}$ **Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)**

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/100.0	102.60	2.5	-102.60	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	2.55	2.55	587.42	587.42	92.9	0.28	16.2	0.0	1
	4.77	4.77	142.20	142.20	95.6	0.07	3.4	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 12.9 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 12.9 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	k _z	V _{Ed} [kN]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	446.3	29.4	95.0	938.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	1.01	1.01	0.93	278.4	21.8	95.0	756.1	30.0	2.97	1
	*	1.94	1.94	0.89	110.5	21.8	95.0	727.1	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	5.02	0.93	-446.3	29.4	95.0	938.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	1.01	4.09	0.93	-278.4	21.8	95.0	756.1	30.0	2.97	1
	*	1.94	3.16	0.89	-110.5	21.8	95.0	727.1	30.0	1.97 ¹	1

* 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	2.55	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.83$ $\epsilon_{cs} = -0.48 \text{ ‰}$

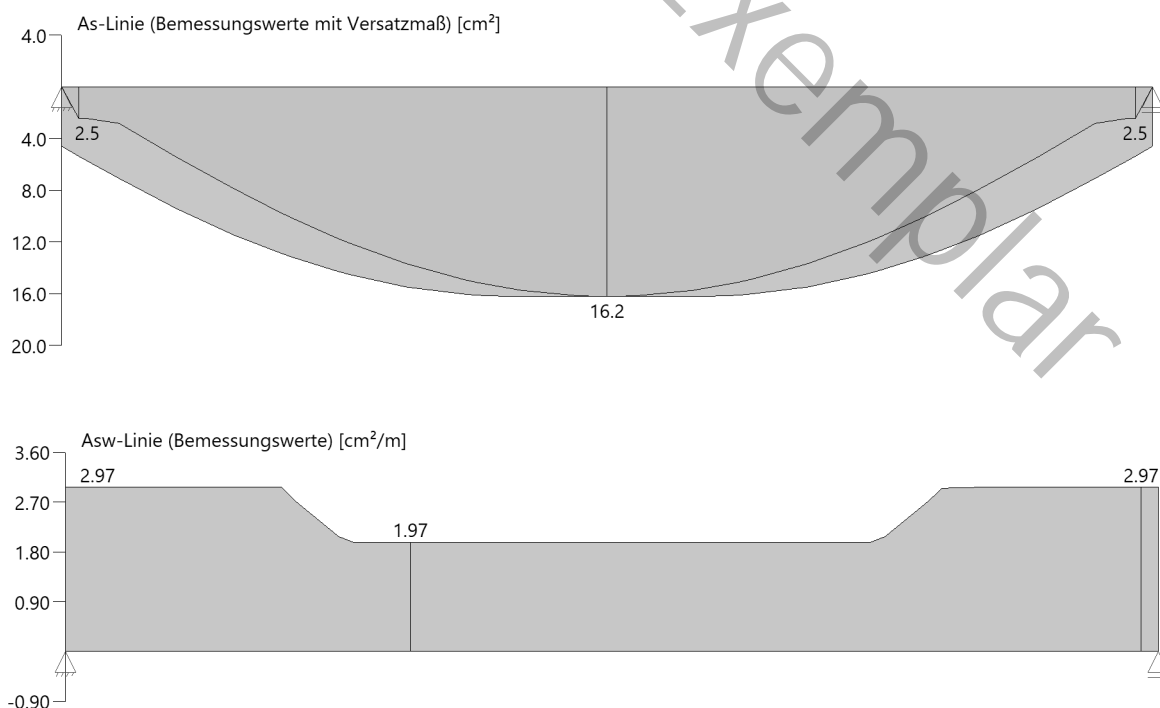
Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.44$ und dem Erhöhungsfaktor 1.16

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / l_{eff}	f _{ElIz,ϕε} [cm]	f _{ElIz,ϕε} / l_{eff}	f _{ElI,ϕε} [cm]	η
Feld 1	2.55	0.4	1/1419	0.7	1/766	0.7	0.39

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,10	5,10	16,2	22,0	22,0	7Ø20

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	5,10	5,10	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,15	5,25	5,40	3,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

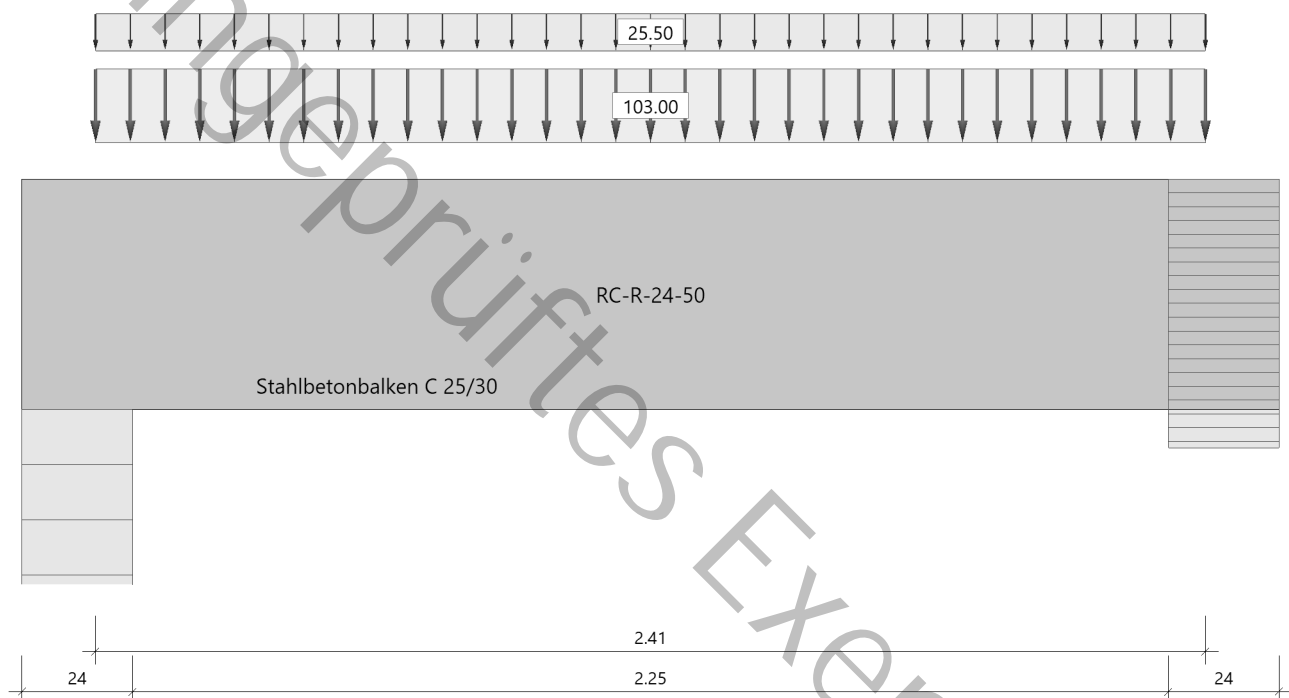
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	269.0	269.0 65.0		
2	5.10	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	269.0	269.0 65.0		

3.9 Position: 206 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	50.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.41	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus Position 100: 42,20kN/m

aus Mauerwerk im OG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 200: 42,20kN/m

$$g = 42,20 + 18,24 + 42,20 = 102,64 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $48,60 - 42,20 = 6,40 \text{ kN/m}$ aus Position 200: $61,10 - 42,20 = 18,90 \text{ kN/m}$

$$q = 6,40 + 18,90 = 25,30 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.41		103.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		2.41		25.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

EigengewichtGesamtgewicht = 723 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.**Übersicht der verwendeten Einwirkungen****Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.72$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.22$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.51$ und dem Erhöhungsfaktor 1.28**Betondeckung**

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.6 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$
- Lager Nr. 2 indirekt $b = 24.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/50.0	25.65	1.3	-25.65	1.2
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.21	1.21	131.66	131.66	45.4	0.26	7.4	0.0	1
	2.22	2.22	39.16	39.16	45.6	0.08	2.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 6.0 cm^2 zu verankern.Am letzten Auflager sind mindestens 4.1 cm^2 zu verankern.Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	k _z	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VR _{d,c} [kN]	VR _{d,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.85	204.0	29.6	47.9	422.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.53	0.53	0.85	121.7	21.2	47.9	332.0	30.0	2.81	1
	*	0.99	0.99	0.85	39.4	21.2	47.9	332.0	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.33	0.85	-204.0	29.6	47.9	422.6	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	0.08	2.33	0.85	-204.0	29.6	47.9	422.6	25.0	6.90	1
	*	0.53	1.88	0.85	-121.7	29.6	47.9	422.6	30.0	4.12	1

* 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	1.21	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.22$ $\epsilon_{cs} = -0.50$ ‰

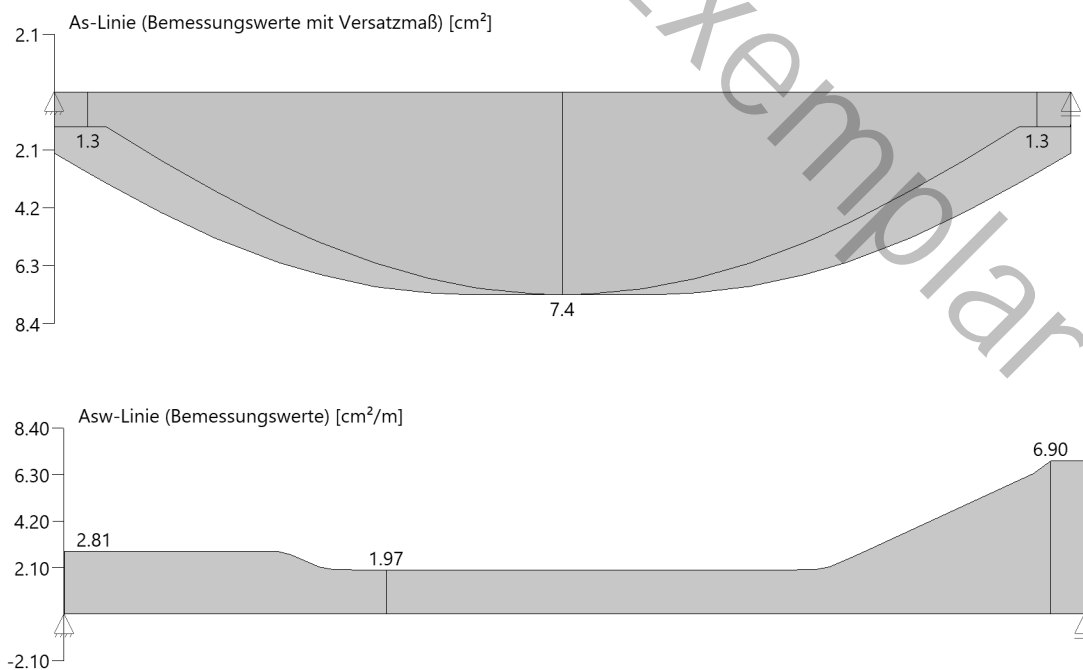
Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.51$ und dem Erhöhungsfaktor 1.28

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{ElIz,g} [cm]	f _{ElIz,g} / l_{eff}	f _{ElIz,ϕε} [cm]	f _{ElIz,ϕε} / l_{eff}	f _{ElI,ϕε} [cm]	η
Feld 1	1.21	0.2	1/1260	0.3	1/706	0.3	0.43

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	A _{s,erf,unten} [cm ²]	ΣA _{s,vorh.,unten} [cm ²]	Summe [cm ²]	A _{s,vorh.,unten} [Anz. Ø mm]
0,00	2,41	2,41	7,4	8,0	8,0	4Ø16

Biegebewehrung oben

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

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,11	2,52	2,63	6,9	8,0	Ø8/12.5

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

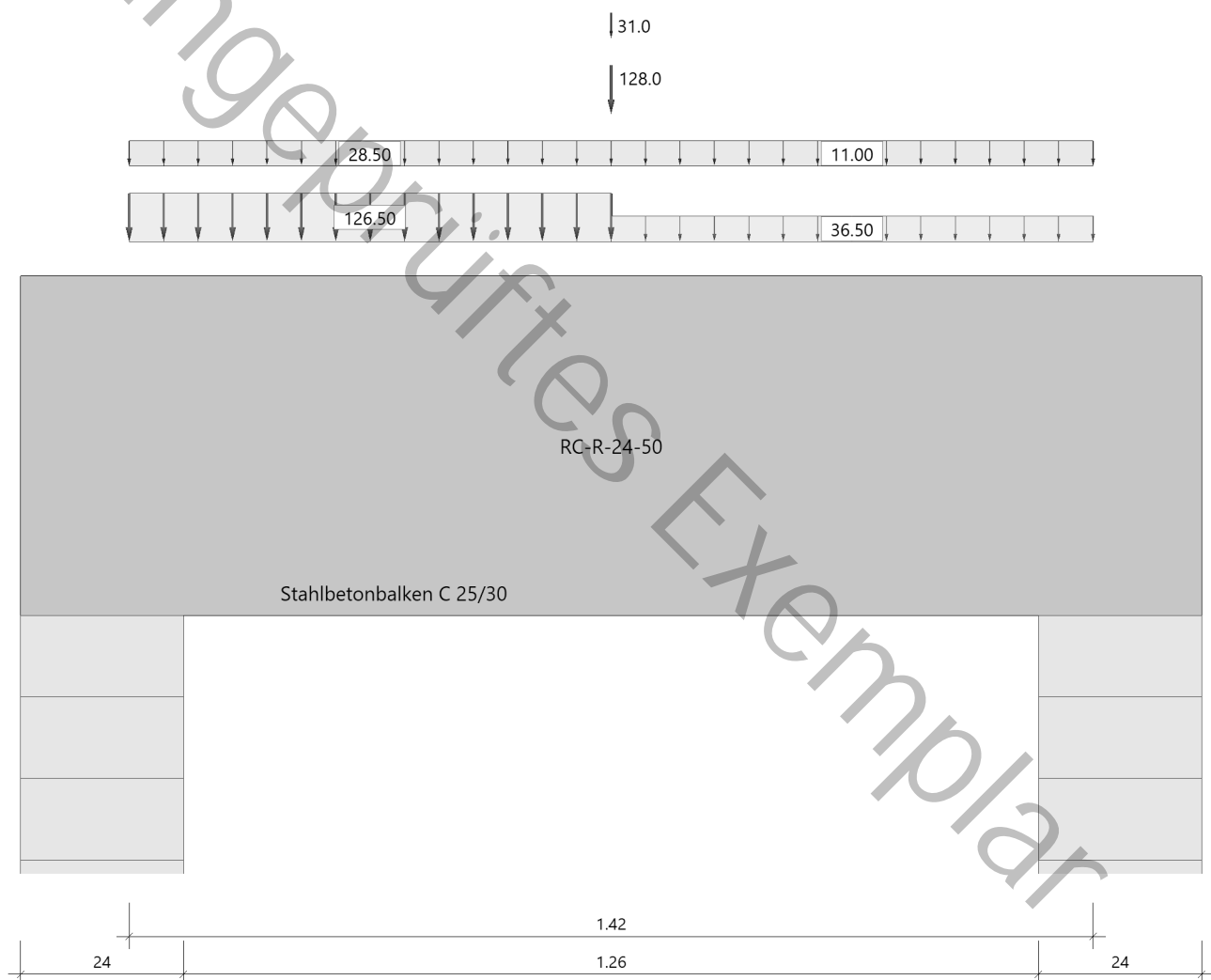
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	127.7	127.7 30.7		
2	2.41	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	127.7	127.7 30.7		

3.10 Position: 207 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/50.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Das Mauerwerk unter dem bemessenen, deckengleichen Balken ist über Fertigteilstütze abzutragen.
Es sind jeweils zwei KLB-Fertigstütze A1 (11,5x11,5) mit einem Bemessungswert für zentrische Beanspruchung von 40,00kN/m bei einem maximalen Öffnungsmaß von 1,26m zu verbauen.

Nachweis:

$$g = 1,35 \cdot (0,85 \cdot 0,24 \cdot 20,00) = 5,51 \text{ kN/m}$$

$$\eta = 5,51 / 40,00 = 0,14 \text{ (Nachweis erbracht)}$$

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	50.0		

Feld 1 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.42	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

zur Lastverteilung: $x = \tan(30) \cdot 3,80 = 2,20\text{m}$

Linienlasten

ständige Einwirkung g₁

aus Position 100: 40,20kN/m

aus Position 104: $77,1/2,20 = 35,05\text{kN/m}$

aus Mauerwerk im OG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24\text{kN/m}$

aus Position 200: 32,60kN/m

$g_1 = 40,20 + 35,05 + 18,24 + 32,60 = 126,09\text{kN/m}$

ständige Einwirkung g₂

aus Position 200: 36,30kN/m

$g_2 = 36,30\text{kN/m}$

veränderliche Einwirkung q₁

aus Position 100: $46,40 - 40,20 = 6,20\text{kN/m}$

aus Position 104: $10,20/2,20 = 4,64\text{kN/m}$

aus Position 200: $50,10 - 32,60 = 17,50\text{kN/m}$

$q_1 = 6,20 + 4,64 + 17,50 = 28,34\text{kN/m}$

veränderliche Einwirkungen q₂

aus Position 200: $47,00 - 36,30 = 10,70\text{kN/m}$

Punktlasten

ständige Einwirkung G₁

aus Position 206: 127,70kN

$G_1 = 127,70\text{kN}$

veränderliche Einwirkung Q₁

aus Position 206: 30,70kN

$Q_1 = 30,70\text{kN}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Einzellasten und Momente**

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.71	128.0 kN	ständig Kat. C		
	2	kraft	0.71	31.0 kN			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	3	TL	0.71	0.71		126.50	126.50	Nein	ständig	Kat. C	
	4	TL		0.71		36.50	36.50	Nein	ständig		
	5	TL		0.71		28.50	28.50	Nein	Kat. C		
	6	TL		0.71		11.00	11.00	Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
3	vgl. LZ
4	vgl. LZ
5	vgl. LZ
6	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 426 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.72	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.50 ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.68$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.52$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	4.6 cm	oben =	4.4 cm
Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %				

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/50.0	25.65	1.3	-25.65	1.2
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	0.71 1.28	0.71 1.28	114.07 26.16	114.07 26.16	45.4 45.6	0.22 0.06	6.2 1.3	0.0 0.0	1 1

Am ersten Auflager sind mindestens 7.6 cm^2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 6.2 cm^2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.85	220.5	30.4	47.9	429.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.53	0.53	0.85	121.8	18.4	47.9	295.3		¹	3
	rechts	0.53	0.53	0.85	54.6 ²	18.4	47.9	295.3	30.0	2.82 ³	3
	*	0.71	0.71	0.85	91.0	18.4	47.9	295.3	30.0	1.97 ¹	3
2	links	0.08	1.34	0.85	-179.9	28.0	47.9	408.2	VRd,max > VEd		
	links	0.53	0.89	0.85	-148.2	18.4	47.9	295.3		¹	4
	links	0.53	0.89	0.85	-81.0 ²	18.4	47.9	295.3	25.0	3.70 ³	4
	*	0.71	0.71	0.85	91.0	18.4	47.9	295.3	30.0	1.97 ¹	3

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

- 1 : Mindestbügelbewehrung
- 2 : abgeminderte Einzellast
- 3 : EN1992-1-1 Gl.6.19 massgebend (Auslegung NA Bau 2019)

Gebrauchstauglichkeit**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.71	0.0	0.02	5

Durchbiegungen Zustand II

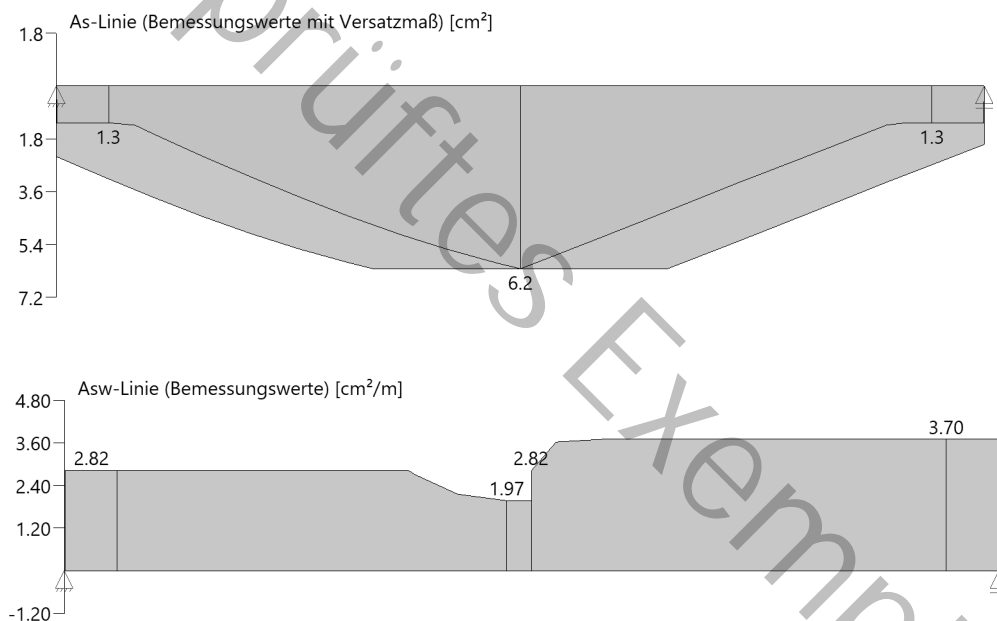
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.68$ $\epsilon_{cs} = -0.50$ ‰

Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.52$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07

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]	η
Feld 1	0.71	0.05	1/3054	0.1	1/1708	0.1	0.18

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	1,42	1,42	6,2	8,0	8,0	4Ø16

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	1,42	1,42	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]
-0,12	1,54	1,65	3,7	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	140.0	140.0 32.6		
2	1.42	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	108.0	108.0 26.4		

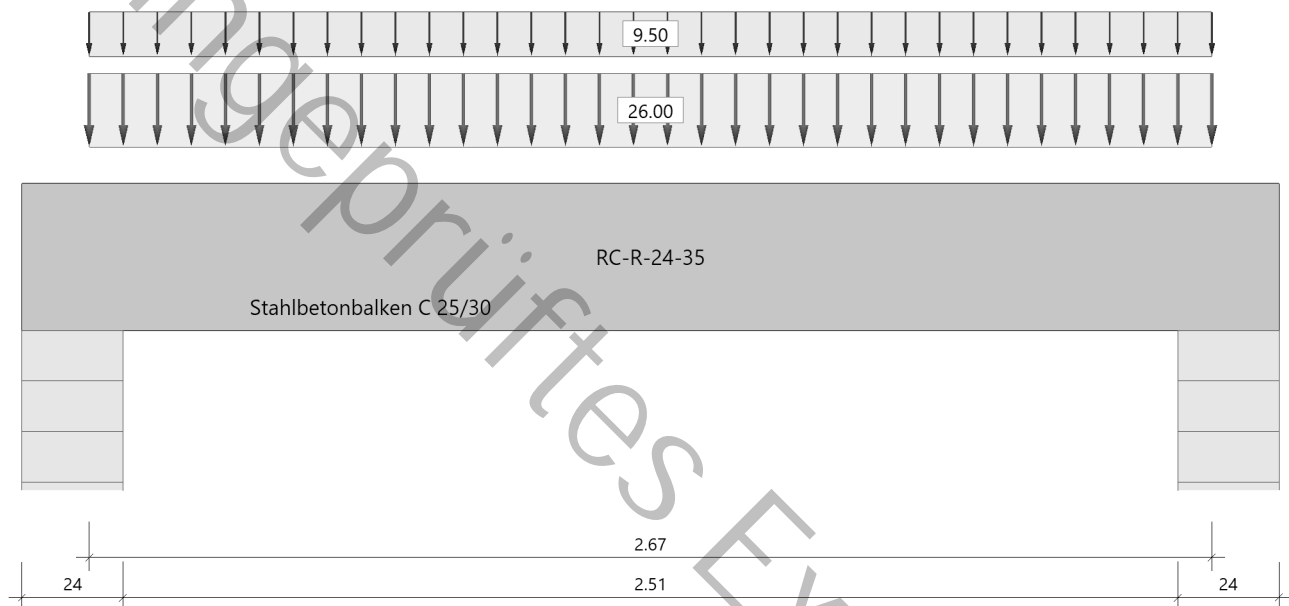
Ungeprüftes Exemplar

3.11 Position: 208-212 Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Maßgeblich für die Bemessung sind die Spannweite und die Belastungen der Position 209. Die Positionen 208 sowie 210-212 sind analog auszuführen und zu bewehren.

Position	Spannweite (stat. Maß)	Belastung*	Moment**	maßgebend
208***	1,42m	$g=50,73\text{kN/m}$ $q=10,50\text{kN/m}$	21,23kNm	X
209	2,67m	$g=26,00\text{kN/m}$ $q=9,30\text{kN/m}$	43,71kNm	
210	1,67m	$g=8,40\text{kN/m}$ $q=10,94\text{kN/m}$	9,67kNm	
211	3,17m	$g=13,56\text{kN/m}$ $q=6,74\text{kN/m}$	35,69kNm	
212	3,05m	$g=12,50\text{kN/m}$ $q=4,70\text{kN/m}$	27,82kNm	

* Alle Balken werden neben den Einwirkungen aus Position 200 zusätzlich durch eine gemauerte Brüstung mit einer Höhe von 1,25m sowie ca. 20.cm Mauerwerk zw. UK-Decke und OK-Balken belastet (zusätzl. Belastung: $0,24 \cdot (1,25 + 0,50) \cdot 20,00 = 8,40\text{kN/m}$).

Das Eigengewicht des bemessenen Balkens wird bei der Aufstellung nicht berücksichtigt und im Rahmen der Nachweisführung addiert.

** Teilsicherheitsbeiwerte berücksichtigt.

*** Gesonderte Belastungsaufstellung nicht erforderlich, da nicht maßgebend.

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	35.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.67	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus MW-Brüstung: $1,25 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$
 aus Position 200: $17,60 \text{ kN/m}$
 aus MW ü. Sturz: $0,50 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$

$g = 6,00 + 17,60 + 2,40 = 26,00 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
 aus Position 200: $26,90 - 17,60 = 9,30 \text{ kN/m}$

$q = 9,30 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		2.67		26.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		2.67		9.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 561 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
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	$f_{ck} = 25$ N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 = 28$ Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.78$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52$ ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.53$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.50$ und dem Erhöhungsfaktor 1.01

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 ≤ 15 %		

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/35.0	12.57	0.9	-12.57	0.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.34	1.34	46.50	46.50	30.5	0.20	3.7	0.0	1
	2.46	2.46	13.48	13.48	30.6	0.07	1.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.3 cm² zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 2.3 cm² zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	V _{Rd,c} [kN]	V _{Rd,max} [kN]	a max [cm]	a _{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.78	65.5	18.4	33.2	181.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.39	0.39	0.78	49.6	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
	*	0.69	0.69	0.78	33.7	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
2	links	0.08	2.59	0.78	-65.5	18.4	33.2	181.3	V _{Rd,max} > V _{Ed}		
	links	0.39	2.29	0.78	-49.6	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1
	*	0.69	1.98	0.78	-33.7	18.4	33.2	181.3	24.5	1.97 ¹	1

* 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	1.34	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

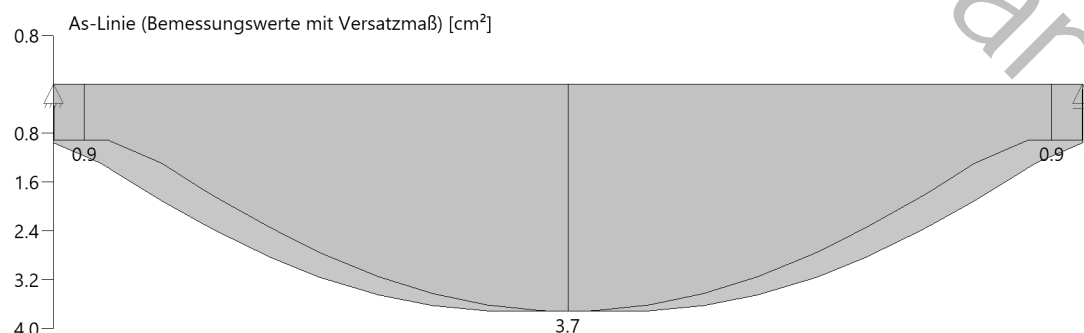
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.53$ $\epsilon_{cs} = -0.52$ ‰

Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.50$ und dem Erhöhungsfaktor 1.01

Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	f _{Ellz,g} [cm]	f _{Ellz,g} / l _{eff}	f _{Ellz,φ_ε} [cm]	f _{Ellz,φ_ε} / l _{eff}	f _{Ell,φ_ε} [cm]	η
Feld 1	1.34	0.3	1/1024	0.5	1/533	0.5	0.56

As-Deckungslinien

**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	ΣAs,vorh.,unten [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	2,67	2,67	3,7	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	ΣAs,vorh.,oben [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	2,67	2,67	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm ² /m]	As,vorh. [cm ² /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,09	2,76	2,85	2,0	6,7	Ø8/15

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

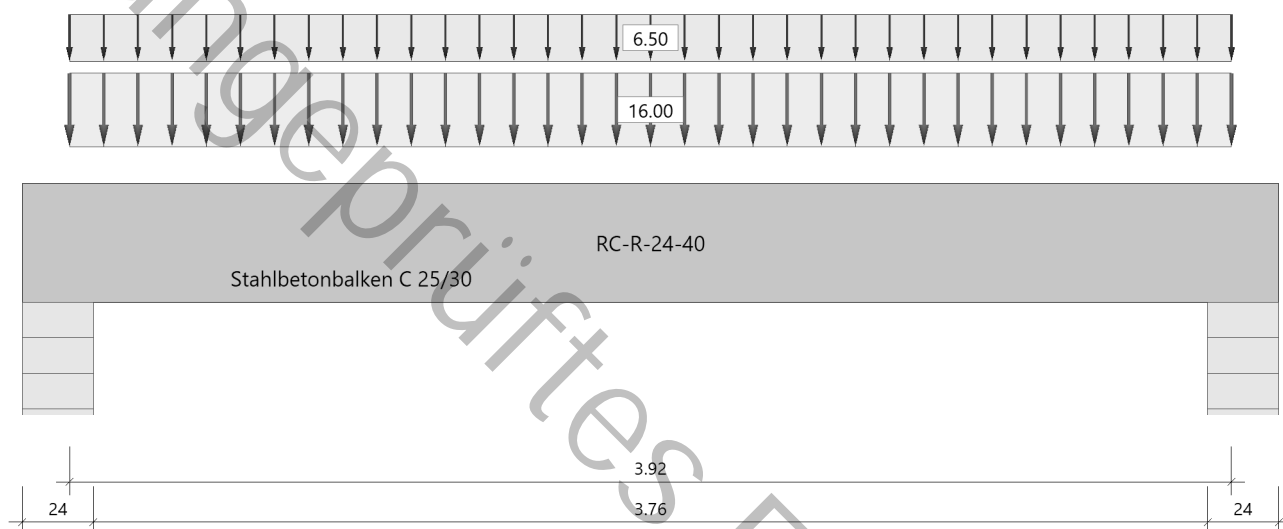
Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{ly,min} [kNm]	M _{ly,max} [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	37.5	37.5 12.7		
2	2.67	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	37.5	37.5 12.7		

3.12 Position: 213 Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	40.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.92	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus MW-Brüstung: $1,25 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$
 aus Position 200: $10,60 \text{ kN/m}$
 aus MW ü. Sturz: $0,50 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$

$$g = 6,00 + 10,60 + 2,40 = 19,00 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: $16,90 - 10,60 = 6,30 \text{ kN/m}$

$$q = 6,30 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5 kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.92		16.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		3.92		6.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 941 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} =$	25 N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 =$	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) =$	2.76	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) =$	-0.51 ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.51$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.47$ und dem Erhöhungsfaktor 1.02

Betondeckung

Betondeckung	unten =	3.0 cm	oben =	3.0 cm
	links =	3.0 cm	rechts =	3.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	4.6 cm	oben =	4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$				

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/40.0	16.42	1.0	-16.42	1.0
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	k_x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.96	1.96	66.44	66.44	35.4	0.21	4.6	0.0	1
	3.65	3.65	17.04	17.04	35.6	0.07	1.1	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.2 cm^2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.2 cm^2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.81	65.0	18.4	38.8	218.8	VRd,max > VEd		
	rechts	0.43	0.43	0.81	52.8	18.4	38.8	218.8	28.0	1.97 ¹	1
	*	0.79	0.79	0.81	40.5	18.4	38.8	218.8	28.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	3.84	0.81	-65.0	18.4	38.8	218.8	VRd,max > VEd		
	links	0.43	3.49	0.81	-52.8	18.4	38.8	218.8	28.0	1.97 ¹	1
	*	0.79	3.13	0.81	-40.5	18.4	38.8	218.8	28.0	1.97 ¹	1

* 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	1.96	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

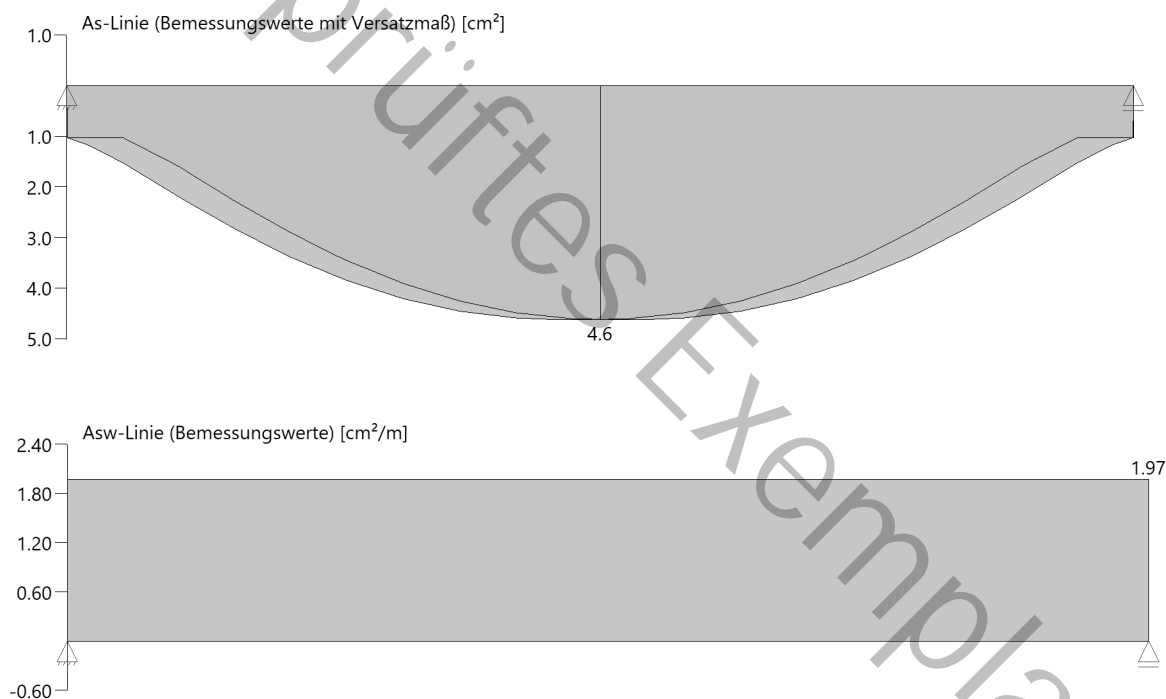
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.51$ $\epsilon_{cs} = -0.51 \%$

Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.47$ und dem Erhöhungsfaktor 1.02

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]	η
Feld 1	1.96	0.5	1/841	0.9	1/429	0.9	0.70

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	3,92	3,92	4,6	6,0	6,0	3Ø16

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	3,92	3,92	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]
-0,14	4,06	4,20	2,0	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	36.1	36.1 12.7		
2	3.92	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	36.1	36.1 12.7		

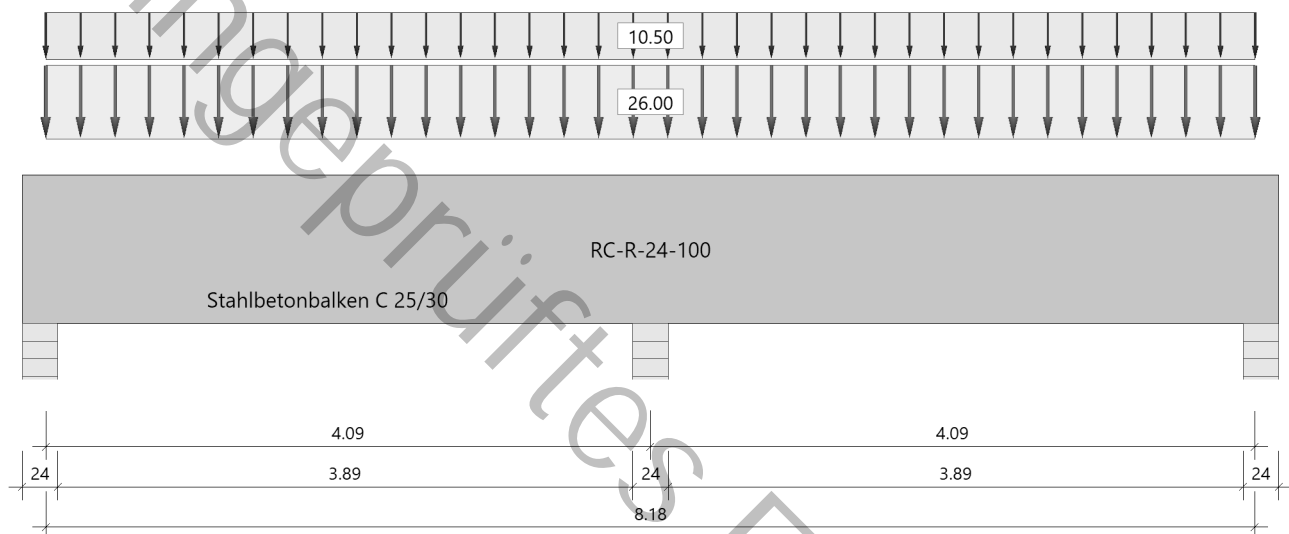
Ungeprüftes Exemplar

3.13 Position: 214 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken über 2 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	100.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.09	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	8.18	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Der bemessene Unterzug wird zweimal angelegt.
 Angesetzt wird die maßgebende Belastung.

ständige Einwirkung
 aus MW-Brüstung: $0,24 \cdot 1,25 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$
 aus Position 200: $19,90 \text{ kN/m}$

$$g = 6,00 + 19,90 = 25,90 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung
aus Position 100: $30,20 - 19,90 = 10,30 \text{ kN/m}$

$$q = 10,30 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5 kN/m aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		8.18		26.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		8.18		10.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 4908 kg mit $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} =$	25 N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 =$	28 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) =$	2.65	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) =$	-0.48 ‰	

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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/100.0	102.60	2.4	-102.60	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	7.47	7.47	95.5	0.01	2.4	0.0	1	1
	1.54	1.54	69.34	69.34	95.5	0.05	2.4	0.0	1	1
	3.07	3.07	0.23	0.23	95.6	0.00	2.4	0.0	1	1
	3.07	3.07	-0.23	-0.23	95.6	0.00	0.0	2.4	1	1
	3.07	3.07	-0.23	-0.23	95.5	0.00	0.0	2.4	1	1
Feld 2	0.32	4.41	-78.72	-78.72	95.6	0.05	0.0	2.4	1	1
	0.32	4.41	-78.72	-78.72	95.5	0.05	0.0	2.4	1	1
	1.03	5.12	0.23	0.23	95.5	0.00	2.4	0.0	1	1
	2.56	6.65	69.34	69.34	95.5	0.05	2.4	0.0	1	1
	3.82	7.91	22.63	22.63	95.6	0.03	2.4	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 3.0 cm^2 zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 3.0 cm^2 zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ 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 ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.00	4.09	-123.27	-114.65		95.6	0.06		2.7	1
	rechts	0.00	4.09	-123.27	-114.65		95.6	0.06		2.7	1
3	links	0.00	8.18	0.00	0.00			0.00			1

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$VR_{d,c}$ [kN]	$VR_{d,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	85.7	18.4	57.3	678.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	1.04	1.04	0.93	29.4	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	1.99	0.93	-26.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.12	3.97	0.93	-143.6	18.4	51.7	679.3	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	1.08	3.01	0.93	-87.3	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	2.06	0.93	-30.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	rechts	0.12	4.21	0.93	143.6	18.4	51.7	679.3	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	1.08	5.17	0.93	87.3	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	6.12	0.93	30.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
3	links	0.08	8.10	0.93	-85.7	18.4	57.3	678.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	1.04	7.15	0.93	-29.4	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	6.19	0.93	26.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1

* 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	1.72	0.0	0.01	3
Feld 2	2.37	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

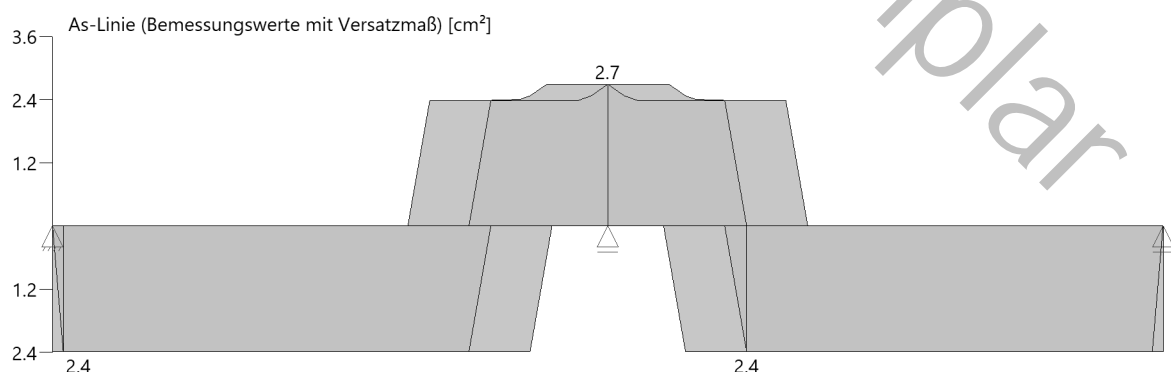
Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.39$ $\epsilon_{cs} = -0.48 \%$

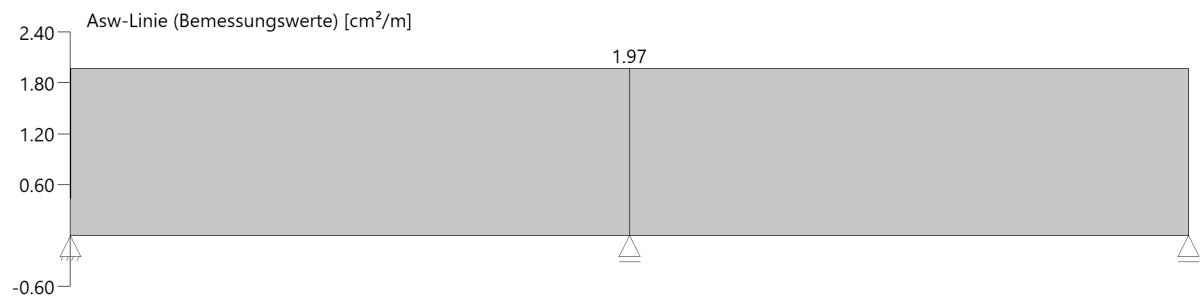
Kombination charakteristisch

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

Feld	x [m]	$f_{EI,z,g}$ [cm]	$f_{EI,z,g} / I_{eff}$	$f_{EI,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{EI,z,\phi\epsilon} / I_{eff}$	$f_{EI,z,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	1.72	0.01	1/54652	0.03	1/13636	0.03	0.02
Feld 2	2.37	0.01	1/54652	0.03	1/13636	0.03	0.02

As-Deckungslinien



**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,18	8,18	2,4	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,18	8,18	2,7	3,4	3,4	3Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,03	8,22	8,25	2,0	4,0	Ø8/25

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	49.1	49.1 16.1		
2	4.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	163.6	163.6 53.7		
3	8.18	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	49.1	49.1 16.1		

3.14 Position: 215 Stb.-Stütze, $b/h=24.0/24.0\text{cm}$

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

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

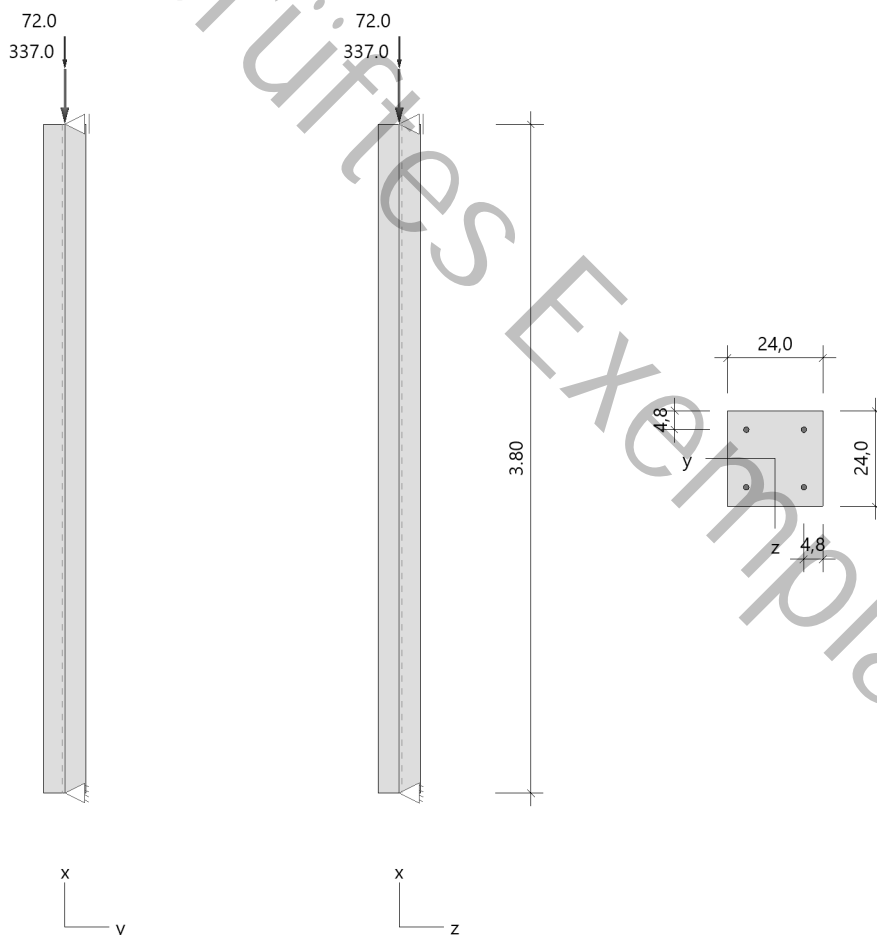
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,\text{sup}}$ oder $\gamma_{G,\text{inf}}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 43.4



Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.5							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: vgl. LZ
- Last 2: vgl. LZ

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} \cdot (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 10,27$ in y- / $10,27$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	25.0	25.0	0.9	0.9	2.862	0.835

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-570.3	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-570.3	8.16	-8.16	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-570.3	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-385.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-385.7	4.22	-4.22	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-385.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

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

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-414.5	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00
1	1.90	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00
1	0.00	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = 0$)**

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	3.80	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00
1	1.90	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00
1	0.00	-414.5	0.00	0.00	0.00	-0.216	-43.29	400.00	0.00

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	3.80	-385.7	0.00	0.00	-0.203	-6.31	-11.25	1.00		0.56
1	1.90	-385.7	0.00	0.00	-0.203	-6.31	-11.25	1.00		0.56
1	0.00	-385.7	0.00	0.00	-0.203	-6.31	-11.25	1.00		0.56

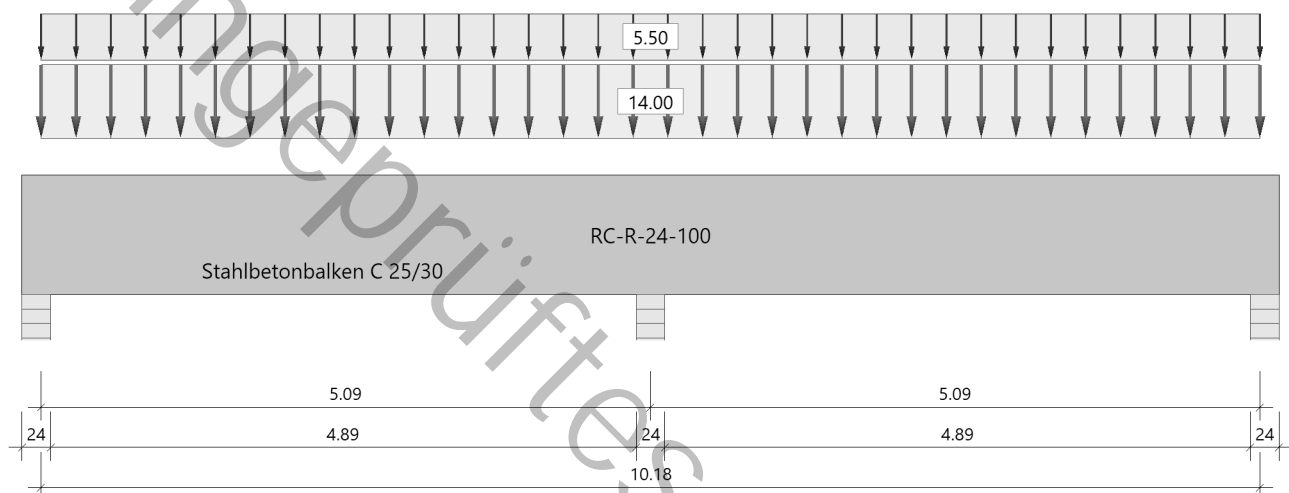
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

3.15 Position: 216 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken über 2 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	100.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.09	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	10.18	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus MW-Brüstung: $0,24 \cdot 1,25 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$
 aus Position 200: $7,82 \text{ kN/m}$

 $g = 6,00 + 7,82 = 13,82 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung

aus Position 200: $13,20 \cdot 7,82 = 5,38 \text{ kN/m}$

$q = 5,38 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		10.18		14.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		10.18		5.50		Nein			

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 6108 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.65$	
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 = 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/100.0	102.60	2.4	-102.60	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	5.59	5.59	95.5	0.01	2.4	0.0	1	1
	1.91	1.91	64.21	64.21	95.5	0.04	2.4	0.0	1	1
	3.82	3.82	0.17	0.17	95.6	0.00	2.4	0.0	1	1
	3.82	3.82	-0.17	-0.17	95.6	0.00	0.0	2.4	1	1
	3.82	3.82	-0.17	-0.17	95.5	0.00	0.0	2.4	1	1
Feld 2	0.37	5.46	-75.57	-75.57	95.6	0.05	0.0	2.4	1	1
	0.37	5.46	-75.57	-75.57	95.5	0.05	0.0	2.4	1	1
	1.28	6.37	0.17	0.17	95.5	0.00	2.4	0.0	1	1
	3.18	8.27	64.21	64.21	95.5	0.04	2.4	0.0	1	1
	4.77	9.86	20.01	20.01	95.6	0.02	2.4	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm^2 zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.4 cm^2 zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ 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 ²]	Aso [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			1
2	links	0.00	5.09	-114.16	-107.68		95.6	0.06		2.5	1
	rechts	0.00	5.09	-114.16	-107.68		95.6	0.06		2.5	1
3	links	0.00	10.18	0.00	0.00			0.00			2

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	64.5	18.4	57.3	678.6	VRd,max > VEd		
	rechts	1.04	1.04	0.93	30.8	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	1.99	0.93	-2.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.12	4.97	0.93	-107.9	18.4	51.7	679.3	VRd,max > VEd		
	links	1.08	4.01	0.93	-74.2	18.4	51.7	679.3	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	3.06	0.93	-40.5	18.4	57.3	679.3	30.0	1.97 ¹	1
	rechts	0.12	5.21	0.93	107.9	18.4	51.7	679.3	VRd,max > VEd		
	rechts	1.08	6.17	0.93	74.2	18.4	51.7	679.3	30.0	1.97 ¹	1
	*	2.03	7.12	0.93	40.5	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
3	links	0.08	10.10	0.93	-64.5	18.4	57.3	678.6	VRd,max > VEd		

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	a_{sw} [cm ² /m]	Lk
	links	1.04	9.15	0.93	-30.8	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	8.19	0.93	2.9	18.4	57.3	678.6	30.0	1.97 ¹	1

* 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**

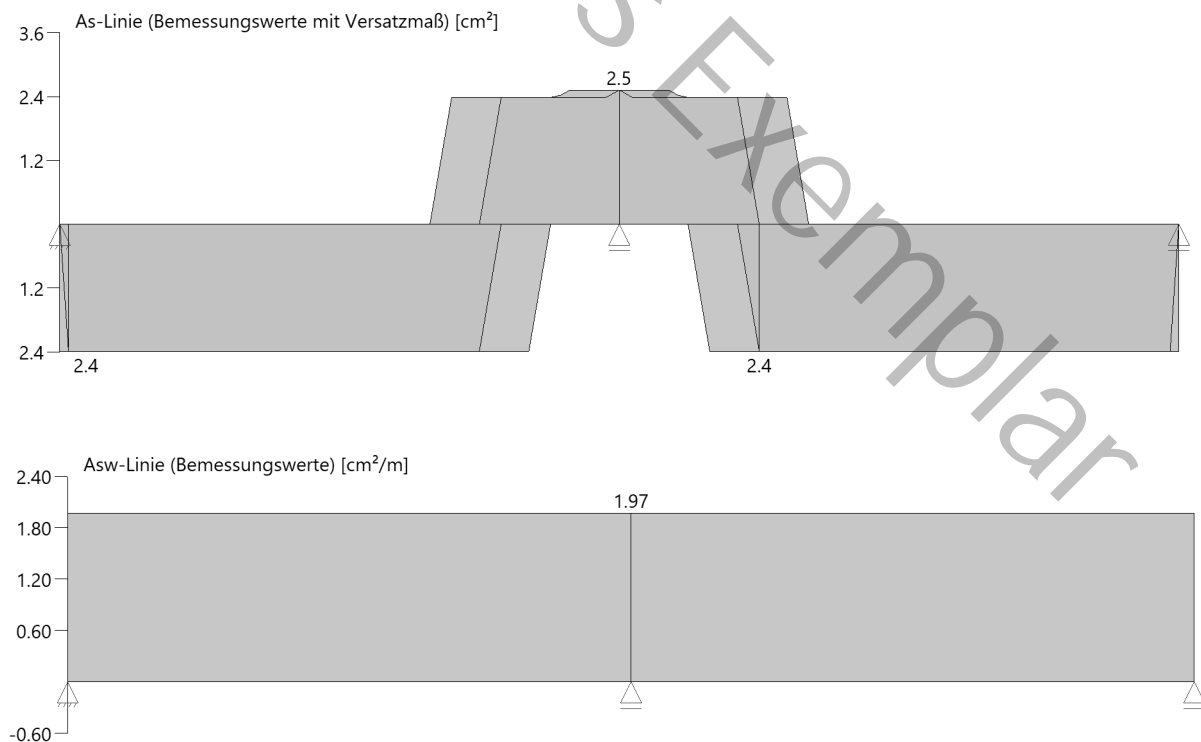
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.14	0.0	0.01	3
Feld 2	2.95	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand IIBerechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.42$ $\epsilon_{cs} = -0.48 \text{ ‰}$

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]	η
Feld 1	2.14	0.01	1/45367	0.04	1/11694	0.04	0.03
Feld 2	2.95	0.01	1/45367	0.04	1/11694	0.04	0.03

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	10,18	10,18	2,4	4,6	4,6	3Ø14

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	10,18	10,18	2,5	3,4	3,4	3Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,03	10,22	10,25	2,0	4,0	Ø8/25

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	38.2	38.2 10.5		
2	5.09	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	127.3	127.3 35.0		
3	10.18	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	38.2	38.2 10.5		

3.16 Position: 217 Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter**Berechnungsgrundlagen**

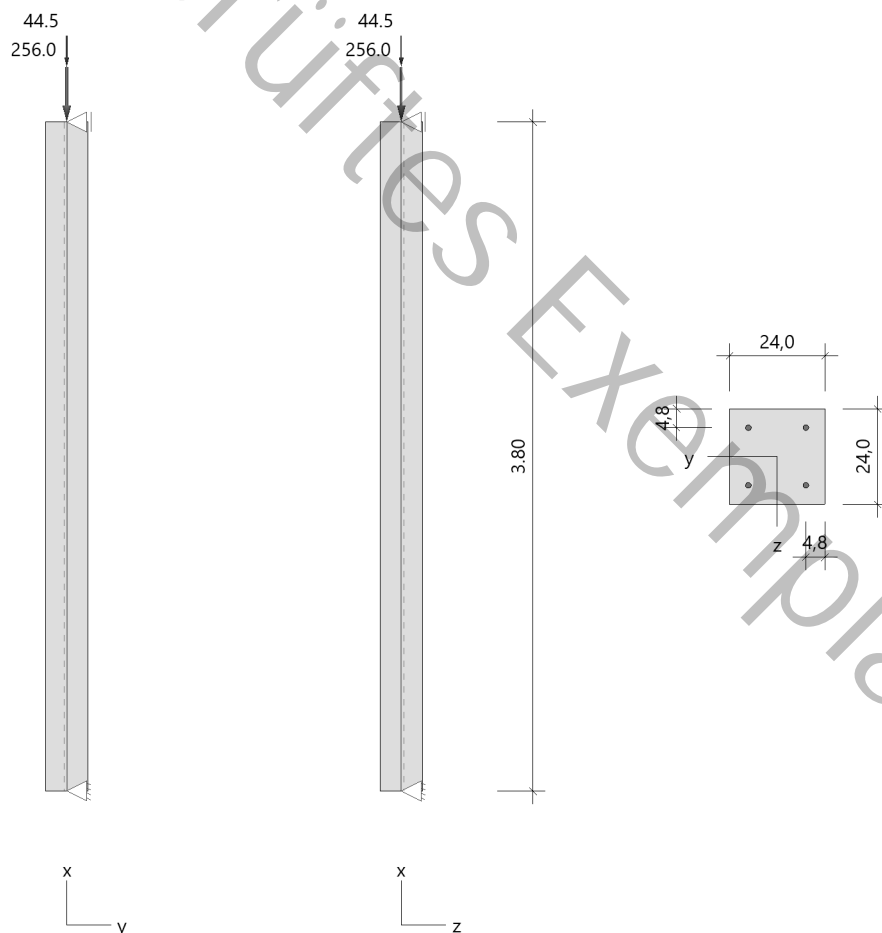
- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System**Systemgrafik 2D**

Maßstab 1 : 43.4



Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		5.5							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: vgl. LZ
- Last 2: vgl. LZ

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

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

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Wärmeübergangskoeffizient	α	=	25.0	W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c	=	5.0	W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m	=	0.70	
Betonfeuchte	u	=	3.0	%
Wärmeleitfähigkeit	λ	=	obere Grenze	
Rohdichte	ρ	=	2400	kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem}	=	0.9	cm
Betonzuschlag		=	quarzitisch	
Betonstahl		=	kaltgewalzt	
Thermische Leitfähigkeit des Stahls		=	vernachlässigt	

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 13,96$ in y- / 13,96 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.35	1.00	1.35	1.00
vgl. LZ	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	25.0	25.0	0.9	0.9	2.862	0.811

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-419.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-419.7	5.24	-5.24	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-419.7	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	0.60	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.80	3.80	54.8	54.8	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	3.80	-288.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	Querschnitt
	1.90	-288.2	2.32	-2.32	1.07	6.2	6.2	
	0.00	-288.2	0.00	0.00	1.07	6.2	6.2	

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

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
1	6.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	1.00
vgl. LZ	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.80	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.90	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-306.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	3.80	-288.2	0.00	0.00	-0.152	-4.72	-11.25	1.00		0.42
1	1.90	-288.2	0.00	0.00	-0.152	-4.72	-11.25	1.00		0.42
1	0.00	-288.2	0.00	0.00	-0.152	-4.72	-11.25	1.00		0.42

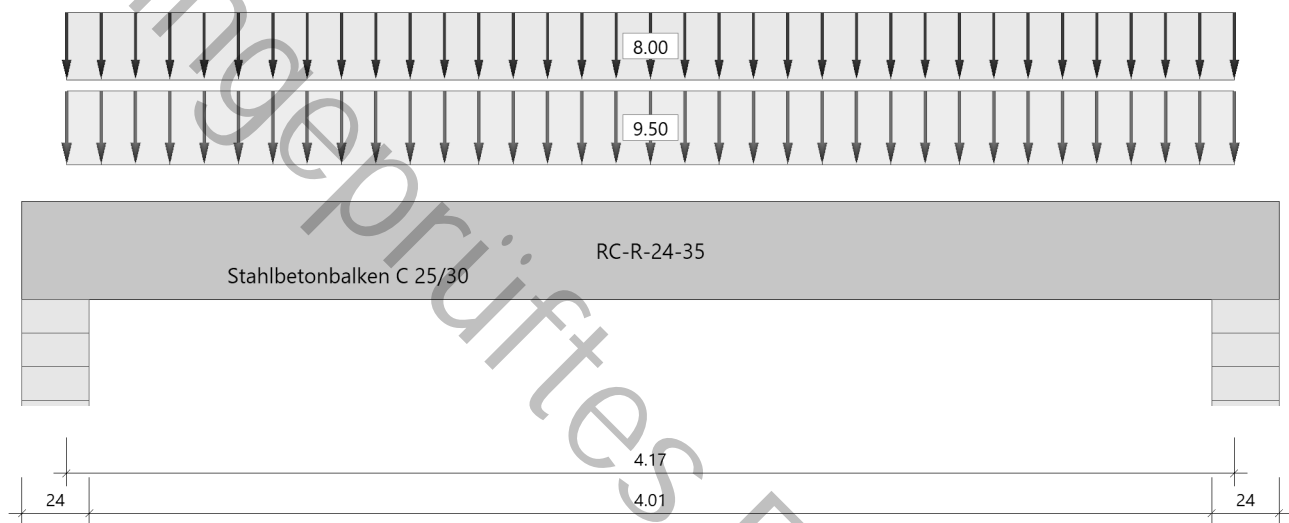
1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

3.17 Position: 218 Stb.-Balken, b/h=24.0/35.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	35.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.17	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung
 aus MW-Brüstung: $1,25 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$
 aus Position 200: $0,94 \text{ kN/m}$
 aus MW ü. Sturz: $0,50 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$

g = $6,00 + 0,94 + 2,40 = 9,34 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung
aus Position 200: $8,80 - 0,94 = 7,86 \text{ kN/m}$

$q = 7,86 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		4.17		9.50		Nein	ständig		
	2	GL		4.17		8.00		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 876 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} =$	25 N/mm ²	
Belastungsalter	$t_0 =$	28 Tage	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) =$	2.78	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) =$	-0.52 ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.48$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.33$ und dem Erhöhungsfaktor 1.06

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 4.6 cm oben = 4.4 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/35.0	12.57	0.9	-12.57	0.9
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	2.09	2.09	60.12	60.12	30.4	0.27	5.0	0.0	1
	3.89	3.89	15.31	15.31	30.6	0.07	1.1	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.9 cm^2 zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 1.9 cm^2 zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.78	55.5	18.4	36.3	180.5	VRd,max > VEd		
	rechts	0.38	0.38	0.78	47.0	18.4	36.3	180.5			
	*	0.69	0.69	0.78	38.6	18.4	36.3	180.5	24.5	1.97 ¹	1
2	links	0.08	4.09	0.78	-55.5	18.4	36.3	180.5	VRd,max > VEd		
	links	0.38	3.79	0.78	-47.0	18.4	36.3	180.5			
	*	0.69	3.48	0.78	-38.6	18.4	36.3	180.5	24.5	1.97 ¹	1

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

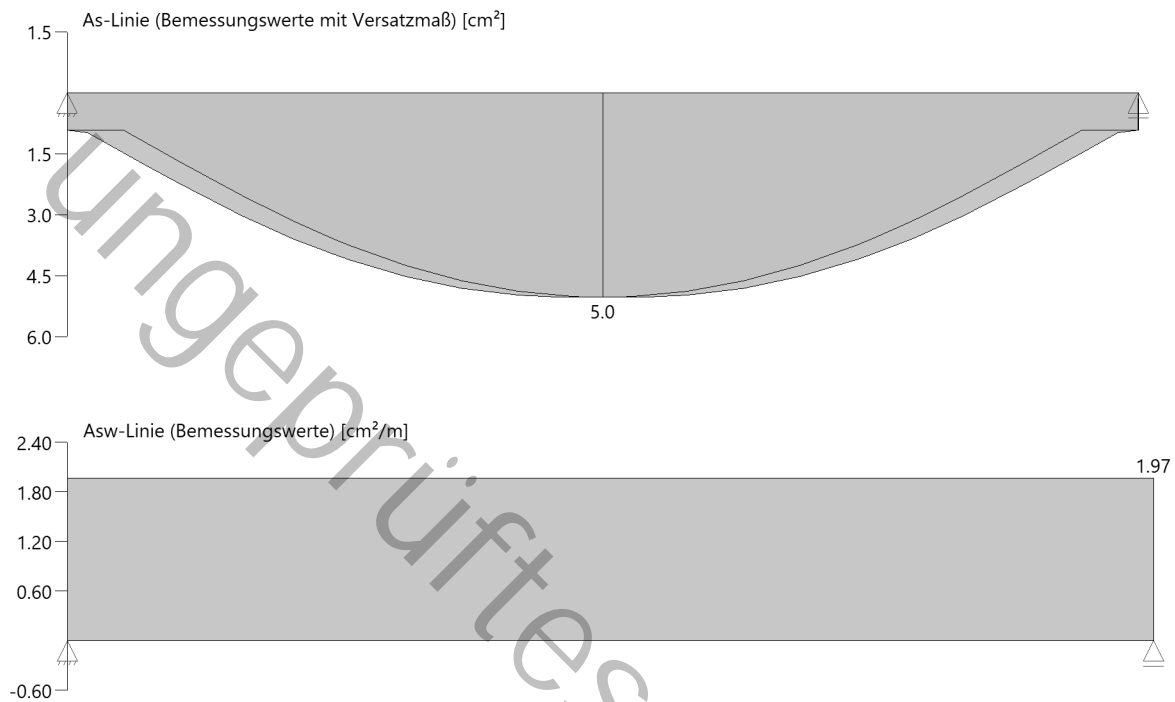
Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.09	0.0	0.3	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.48$ $\epsilon_{cs} = -0.52 \%$
 Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.33$ und dem Erhöhungsfaktor 1.06
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{II,z,g}$ [cm]	$f_{II,z,g} / l_{eff}$	$f_{II,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{II,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{II,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	2.09	0.5	1/795	1.3	1/316	1.3	0.95

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	4,17	4,17	5,0	6,0	6,0	3Ø16

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	4,17	4,17	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]
-0,04	4,21	4,25	2,0	4,0	Ø8/25

Auflagerkräfte**Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung**

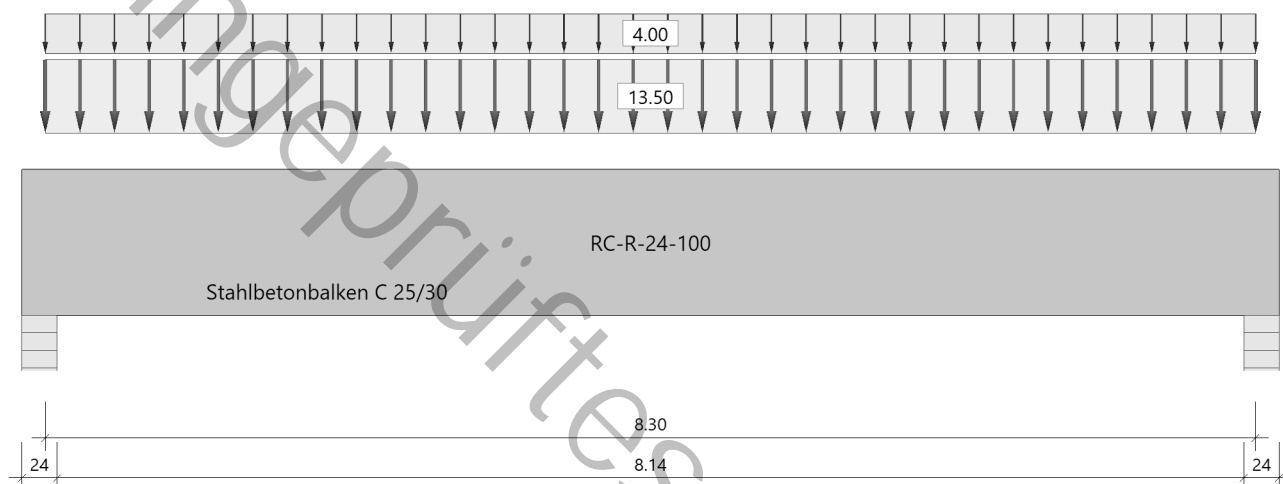
Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	24.2	24.2 16.7		
2	4.17	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	24.2	24.2 16.7		

3.18 Position: 219 Stb.-Unterzug, b/h=24.0/100.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken E = 31000 N/mm²

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

System**Systembild****Material****Materialauswahl**

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$
 Betonstahl B500A $f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$
 $k(f_t/f_y) = 1.05$

$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
 $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	100.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.30	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus MW-Brüstung: $1,25 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$ aus Position 200: $5,01 \text{ kN/m}$ aus MW ü. Sturz: $0,50 \cdot 0,24 \cdot 20,00 = 2,40 \text{ kN/m}$ $g = 6,00 + 5,01 + 2,40 = 13,41 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung

aus Position 200: $8,80 - 5,01 = 3,79 \text{ kN/m}$

$q = 3,79 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		8.30		13.50		Nein	ständig		
	2	GL		8.30		4.00		Nein	Kat. C		

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 4980 kg mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.65$	
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 = 4.6 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.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/100.0	102.60	2.4	-102.60	2.4
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	4.15 7.81	4.15 7.81	278.36 61.85	278.36 61.85	95.4 95.6	0.12 0.04	6.7 2.4	0.0 0.0	1	1
Am ersten Auflager sind mindestens 4.5 cm^2 zu verankern. Am letzten Auflager sind mindestens 4.5 cm^2 zu verankern. Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.										
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)										

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.93	131.6	18.4	68.9	677.8	VRd,max > VEd		
	rechts	1.03	1.03	0.93	100.7	18.4	68.9	677.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	1.99	0.93	69.9	18.4	68.9	677.8	30.0	1.97 ¹	1
2	links	0.08	8.22	0.93	-131.6	18.4	68.9	677.8	VRd,max > VEd		
	links	1.03	7.27	0.93	-100.7	18.4	68.9	677.8	30.0	1.97 ¹	1
	*	1.99	6.31	0.93	-69.9	18.4	68.9	677.8	30.0	1.97 ¹	1
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie Der max. Bügelabstand wird mit θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).											
1 : Mindestbügelbewehrung											

Gebrauchstauglichkeit**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

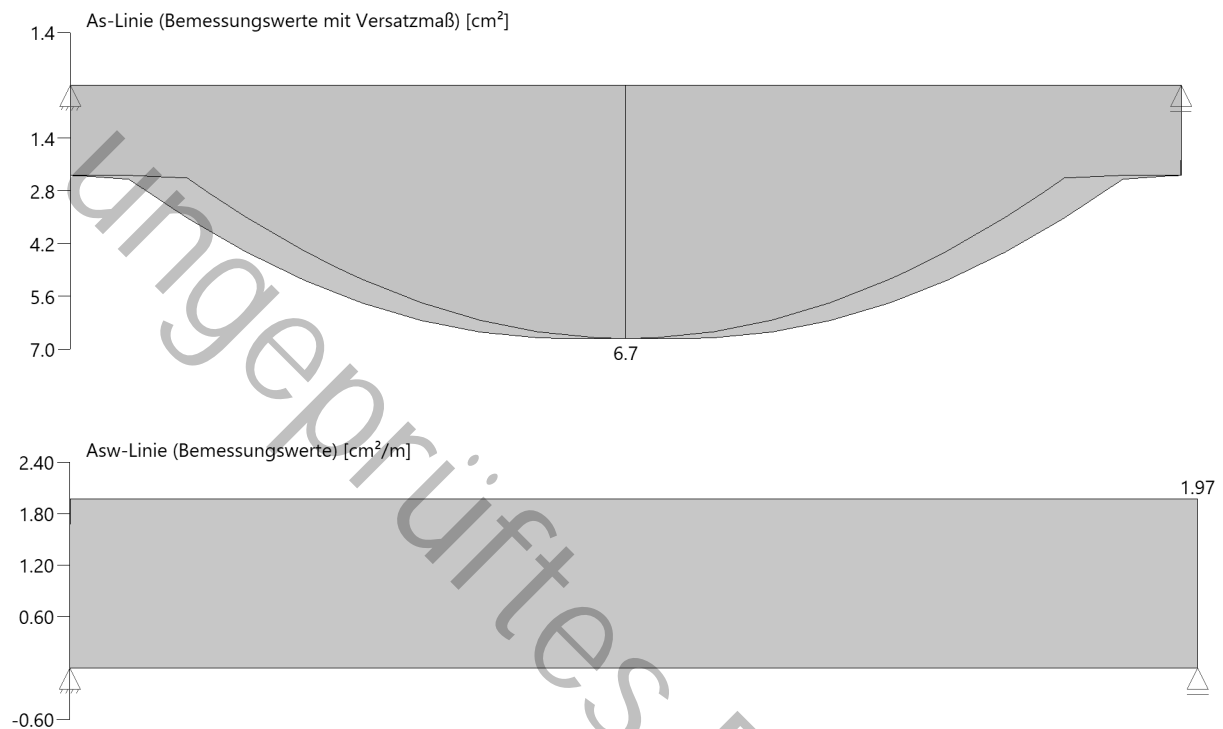
Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	4.15	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.47$ $\epsilon_{cs} = -0.48\%$
 Kombination charakteristisch
 Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($I_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{EI,z,g}$ [cm]	$f_{EI,z,g} / l_{eff}$	$f_{EI,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{EI,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{EI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	4.15	0.8	1/1016	1.4	1/600	1.4	0.50

As-Deckungslinien



Biegebewehrung unten

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,unten}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,unten}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,unten}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,30	8,30	6,7	8,0	8,0	4Ø16

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.,oben}$ [cm ²]	$\Sigma A_{s,vorh.,oben}$ [cm ²]	Summe [cm ²]	$A_{s,vorh.,oben}$ [Anz. Ø mm]
0,00	8,30	8,30	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	$A_{s,erf.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [cm ² /m]	$A_{s,vorh.}$ [Anz. Ø mm / cm]
-0,10	8,40	8,50	2,0	4,0	Ø8/25

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	80.9	80.9 16.6		
2	8.30	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	80.9	80.9 16.6		

Position 220**Stb.-Rähmbalken, b/h=24.0/24.0cm****konstruktiv**

Im Bereich der Treppenlöcher sind konstruktive Stb.-Rähmbalken anzulegen. Die jeweilige Bewehrungsführung ist den entsprechenden Bewehrungsplänen zu entnehmen.

Längsbewehrung: oben: 2ø12mm mit $A_{s,vorh.} = 2,26\text{cm}^2$

unten: 2 ø12mm mit $A_{s,vorh.} = 2,26\text{cm}^2$

Bügelbewehrung: ø8mm/15.0cm mit $a_{sw,vorh.} = 6,71\text{cm}^2/\text{m}$ (alternativ R335-A)

Ungeprüftes Exemplar

3.20 Position: 221 Stb.-Stütze, b/h=24.0/24.0cm

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

Grundparameter**Berechnungsgrundlagen**

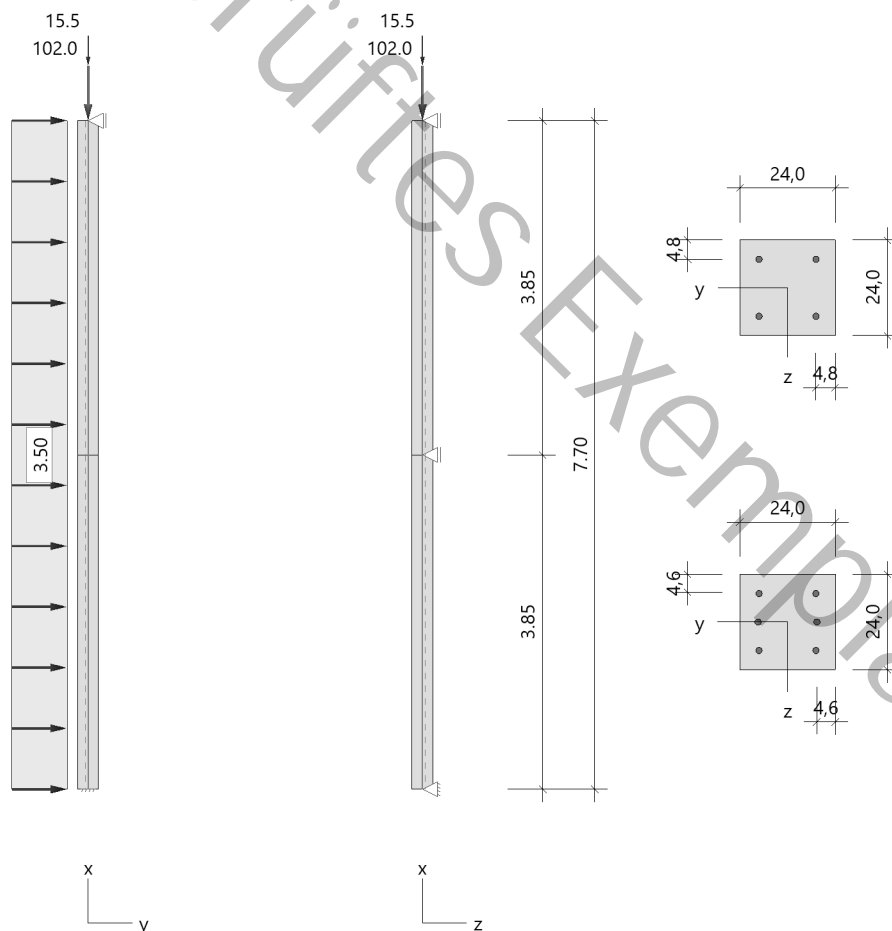
- Mehrfeldstütze, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System**Systemgrafik 2D**

Maßstab 1 : 88

**Bemerkungen zum System**

Die bemessene Stb.-Stütze dient der Aussteifung des Außenmauerwerks. Dieses ist über Halfenschienen mit der Stütze zu verbinden.

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

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	

Resultierende Endkriechzahlen:

Abschnitt 1 $\phi(t_0, \infty) = 2.86$ Abschnitt 2 $\phi(t_0, \infty) = 2.86$ **Materialauswahl**

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

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	$A_{s,erf}$ [cm ²]
2	3.85	Rechteck			24.0	24.0			4.8	4.8	eckkonzentriert	8.0	8.0
1	3.85	Rechteck			24.0	24.0			4.6	4.6	umfangsverteilt	12.1	12.1

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr	starr	starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1			starr	
Fußpunkt			starr	

Lasten**Lastzusammenstellung (LZ)**

Die bemessene Stb.-Stütze wird über die umliegenden Wandflächen durch Wind beansprucht.

$$w_{links} = (0,5 \cdot (3,76 + 4,38) + 0,24) \cdot 0,82 \text{ kN/m}^2 = 3,54 \text{ kN/m}$$

Zudem wird die Belastung aus Position 102 als "destabilisierend" angesetzt.

G= 102,00kN

Q= 15,50kN

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

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		102.0							ständig		
2	Stützenkopf		15.5							Kat. C		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
3	Stütze	in y		3.50	7.70	3.50	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 2 - Kopf		5.5							ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		5.5							ständig		

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmittungen nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Abschnitt 1: Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Abschnitt 2: Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 17,04$ in y- / $33,14$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
V = 102,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
V = 15,5 kN (Kat. C)	1.05			1.05	1.50	1.50	1.50	
$p_y = 3,50$ kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90			

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 9

Last	LK 9
Stützeigengewicht	1.35
V = 102,0 kN (ständig)	1.35
V = 15,5 kN (Kat. C)	
py = 3,50 kN/m (Wind)	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	ei,y [cm]	ei,z [cm]	ϕ_{eff}	f _{red}
2	2	Stütze	5.44	3.90	78.5	56.3	44.1	44.1	0.9	-0.7	0.128	0.849
1	1	Stütze	5.31	3.81	76.6	55.0	35.2	35.2	0.9	0.7	0.059	1.000

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

LK	Höhe [m]	Nd [kN]	My,d [kNm]	Mz,d [kNm]	ρ [%]	As,erf [cm²]	As,vorh [cm²]	Versagensart
2	7.70	-107.5	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	7.06	-107.5	-0.35	-10.33	1.40	8.0	8.0	
	6.42	-107.5	-0.61	-18.32	1.40	8.0	8.0	
	5.78	-107.5	-0.69	-23.75	1.40	8.0	8.0	
	5.13	-107.5	-0.56	-26.45	1.40	8.0	8.0	
	4.49	-107.5	-0.26	-26.34	1.40	8.0	8.0	
	3.85	-107.5	0.15	-23.42	1.40	8.0	8.0	
1	3.85	-168.9	0.24	-25.49	2.09	12.1	12.1	Querschnitt
	3.21	-168.9	0.81	-19.24	2.09	12.1	12.1	
	2.57	-168.9	1.22	-10.34	2.09	12.1	12.1	
	1.93	-168.9	1.36	0.90	2.09	12.1	12.1	
	1.28	-168.9	1.14	14.24	2.09	12.1	12.1	
	0.64	-168.9	0.65	29.38	2.09	12.1	12.1	
	0.00	-168.9	0.00	45.74	2.09	12.1	12.1	

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

Lager	Höhe [m]	Ad,v [kN]	Hd,y [kN]	Md,z [kNm]	Hd,z [kN]	Md,y [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.70		-0.2	0.00	0.0	0.00	9
			14.8	0.00	0.04	0.00	2
			-0.2	0.00	0.0	0.00	6
			14.3	0.00	0.1	0.00	1
Abschnitt 1	3.85		0.0	0.00	-0.1	0.00	1
			0.0	0.00	0.01	0.00	9
Fußpunkt	0.00	113.1	0.1	0.89	0.0	0.00	8
		175.9	15.5	26.52	0.1	0.00	5
		168.9	26.1	45.74	0.1	0.00	1
		152.7	0.2	1.24	0.0	0.00	9

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)**Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)**

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 102,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 15,5 kN (Kat. C)	0.60		0.60	
py = 3,50 kN/m (Wind)	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_{eff}	f_{red}
1	2	Stütze	5.43	3.90	78.4	56.2	0.0	0.0	0.5	-0.4	0.000	1.000
1	1	Stütze	5.31	3.81	76.6	54.9	0.0	0.0	0.5	0.4	0.000	1.000

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.70	-116.8	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	7.06	-116.8	-0.26	-1.90	1.40	8.0	8.0	
	6.42	-116.8	-0.45	-3.39	1.40	8.0	8.0	
	5.78	-116.8	-0.52	-4.37	1.40	8.0	8.0	
	5.13	-116.8	-0.44	-4.76	1.40	8.0	8.0	
	4.49	-116.8	-0.23	-4.56	1.40	8.0	8.0	
	3.85	-116.8	0.04	-3.76	1.40	8.0	8.0	
1	3.85	-122.4	0.04	-3.76	2.09	12.1	12.1	Querschnitt
	3.21	-122.4	0.31	-2.44	2.09	12.1	12.1	
	2.57	-122.4	0.51	-0.71	2.09	12.1	12.1	
	1.93	-122.4	0.58	1.33	2.09	12.1	12.1	
	1.28	-122.4	0.50	3.60	2.09	12.1	12.1	
	0.64	-122.4	0.29	6.00	2.09	12.1	12.1	
	0.00	-122.4	0.00	8.44	2.09	12.1	12.1	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.70		-0.1	0.00	0.0	0.00	3
			1.8	0.00	0.01	0.00	2
			-0.1	0.00	0.01	0.00	4
			1.8	0.00	0.01	0.00	1
Abschnitt 1	3.85		0.0	0.00	-0.02	0.00	1
			0.0	0.00	-0.01	0.00	3
Fußpunkt	0.00	113.1	0.1	0.73	0.01	0.00	4
		122.4	3.8	8.44	0.01	0.00	1
		122.4	0.1	0.68	0.0	0.00	3
		122.4	3.6	6.82	0.01	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
2	8.0
1	12.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 102,0 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 15,5 kN (Kat. C)	0.70		1.00	1.00	
$p_y = 3,50$ kN/m (Wind)	1.00	1.00	0.60		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.70	-118.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	7.06	-118.4	0.00	-6.24	0.5	0.0			
2	6.42	-118.4	0.00	-11.01	0.9	0.0			
2	5.78	-118.4	0.00	-14.26	1.3	0.0			
2	5.13	-118.4	0.00	-15.93	1.5	0.0			
2	4.49	-118.4	0.00	-15.98	1.6	0.0			
2	3.85	-118.4	0.00	-14.41	1.5	0.0			
2	3.85	-123.9	0.00	-14.41	1.5	0.0			
2	3.21	-123.9	0.00	-11.26	1.3	0.0			
2	2.57	-123.9	0.00	-6.58	1.0	0.0			
2	1.93	-123.9	0.00	-0.42	0.7	0.0			
2	1.28	-123.9	0.00	7.18	0.4	0.0			
2	0.64	-123.9	0.00	16.17	0.1	0.0			
2	0.00	-123.9	0.00	26.43	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	7.70	-118.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	7.06	-118.4	0.00	-6.24	0.5	0.0			
2	6.42	-118.4	0.00	-11.01	0.9	0.0			
2	5.78	-118.4	0.00	-14.26	1.3	0.0			
2	5.13	-118.4	0.00	-15.93	1.5	0.0			
2	4.49	-118.4	0.00	-15.98	1.6	0.0			
2	3.85	-118.4	0.00	-14.41	1.5	0.0			
2	3.85	-123.9	0.00	-14.41	1.5	0.0			
2	3.21	-123.9	0.00	-11.26	1.3	0.0			
2	2.57	-123.9	0.00	-6.58	1.0	0.0			
2	1.93	-123.9	0.00	-0.42	0.7	0.0			
2	1.28	-123.9	0.00	7.18	0.4	0.0			
2	0.64	-123.9	0.00	16.17	0.1	0.0			
2	0.00	-123.9	0.00	26.43	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	7.70	-118.4	0.00	0.00	0.00	-0.060	-12.04	400.00	0.00
1	7.06	-118.4	0.00	-6.24	0.00	-0.010	-1.96	400.00	0.00
2	6.42	-107.5	0.00	-11.01	0.00	0.183	36.64	400.00	0.09
2	5.78	-107.5	0.00	-14.26	0.00	0.381	76.12	400.00	0.19
2	5.13	-107.5	0.00	-15.93	0.00	0.490	98.04	400.00	0.25
2	4.49	-107.5	0.00	-15.98	0.00	0.494	98.72	400.00	0.25
2	3.85	-107.5	0.00	-14.41	0.00	0.391	78.11	400.00	0.20
2	3.85	-113.1	0.00	-14.41	0.00	0.271	54.10	400.00	0.14
2	3.21	-113.1	0.00	-11.26	0.00	0.137	27.40	400.00	0.07
2	2.57	-113.1	0.00	-6.58	0.00	0.001	0.14	400.00	0.00
1	1.93	-123.9	0.00	-0.43	0.00	-0.058	-11.61	400.00	0.00
2	1.28	-113.1	0.00	7.18	0.00	0.012	2.39	400.00	0.01
2	0.64	-113.1	0.00	16.17	0.00	0.350	69.99	400.00	0.17
2	0.00	-113.1	0.00	26.43	0.00	0.840	168.06	400.00	0.42

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^1$ [N/mm ²]	η
1	7.70	-118.4	0.00	0.00	0.00	-0.060	-12.04	400.00	0.00
1	7.06	-118.4	0.00	-6.24	0.00	-0.010	-1.96	400.00	0.00
2	6.42	-107.5	0.00	-11.01	0.00	0.183	36.64	400.00	0.09
2	5.78	-107.5	0.00	-14.26	0.00	0.381	76.12	400.00	0.19
2	5.13	-107.5	0.00	-15.93	0.00	0.490	98.04	400.00	0.25
2	4.49	-107.5	0.00	-15.98	0.00	0.494	98.72	400.00	0.25
2	3.85	-107.5	0.00	-14.41	0.00	0.391	78.11	400.00	0.20
2	3.85	-113.1	0.00	-14.41	0.00	0.271	54.10	400.00	0.14
2	3.21	-113.1	0.00	-11.26	0.00	0.137	27.40	400.00	0.07
2	2.57	-113.1	0.00	-6.58	0.00	0.001	0.14	400.00	0.00
1	1.93	-123.9	0.00	-0.43	0.00	-0.058	-11.61	400.00	0.00
2	1.28	-113.1	0.00	7.18	0.00	0.012	2.39	400.00	0.01
2	0.64	-113.1	0.00	16.17	0.00	0.350	69.99	400.00	0.17
2	0.00	-113.1	0.00	26.43	0.00	0.840	168.06	400.00	0.42

1 : $\sigma_{s,lim} = 0,80 \cdot f_{yk}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)**

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 102,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 15,5 kN (Kat. C)	0.60	
$p_y = 3,50$ kN/m (Wind)		

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϵ_c [‰]	σ_c [N/mm ²]	$\sigma_{c,lim}^1$ [N/mm ²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	7.70	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	7.06	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	6.42	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	5.78	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	5.13	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	4.49	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	3.85	-116.8	0.00	0.00	-0.061	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	3.85	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	3.21	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	2.57	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	1.93	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	1.28	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	0.64	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17
1	0.00	-122.4	0.00	0.00	-0.062	-1.91	-11.25	1.00		0.17

1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))**Bewehrungsanordnung****Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min**

Stützenabschnitt	Stabnummer	ϕ [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	$f_{sy, \theta} / f_{yk}$ [%]
Abschnitt 2 Bügel: 25Ø8 mm	1	16	2.0	-7.2	-7.2	209	100
	2	16	2.0	7.2	-7.2	209	100
	3	16	2.0	7.2	7.2	209	100
	4	16	2.0	-7.2	7.2	209	100
Abschnitt 1 Bügel: 25Ø8 mm			8.0				
	1	16	2.0	-7.2	-7.2	209	100
	2	16	2.0	7.2	-7.2	209	100
	3	16	2.0	7.2	7.2	209	100
	4	16	2.0	-7.2	7.2	209	100
	5	16	2.0	-7.4	0.0	140	100

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
	6	16	2.0	7.4	0.0	140	100
			12.1				

Realisierte Betondeckung

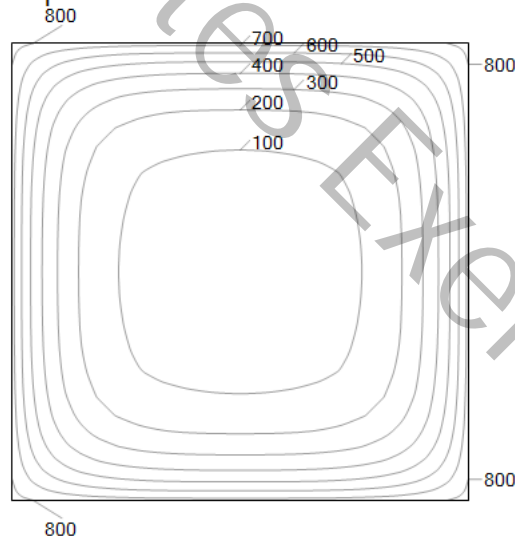
Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 2	2.8	2.0	4.0	3.2
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

Stützenabschnitt 2

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α _c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

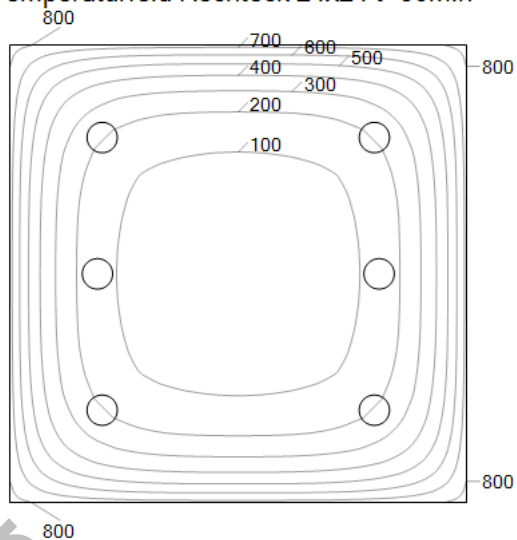
Temperaturfeld Rechteck 24x24 t=30min



Stützenabschnitt 1

Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α _c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ε _m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d _{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

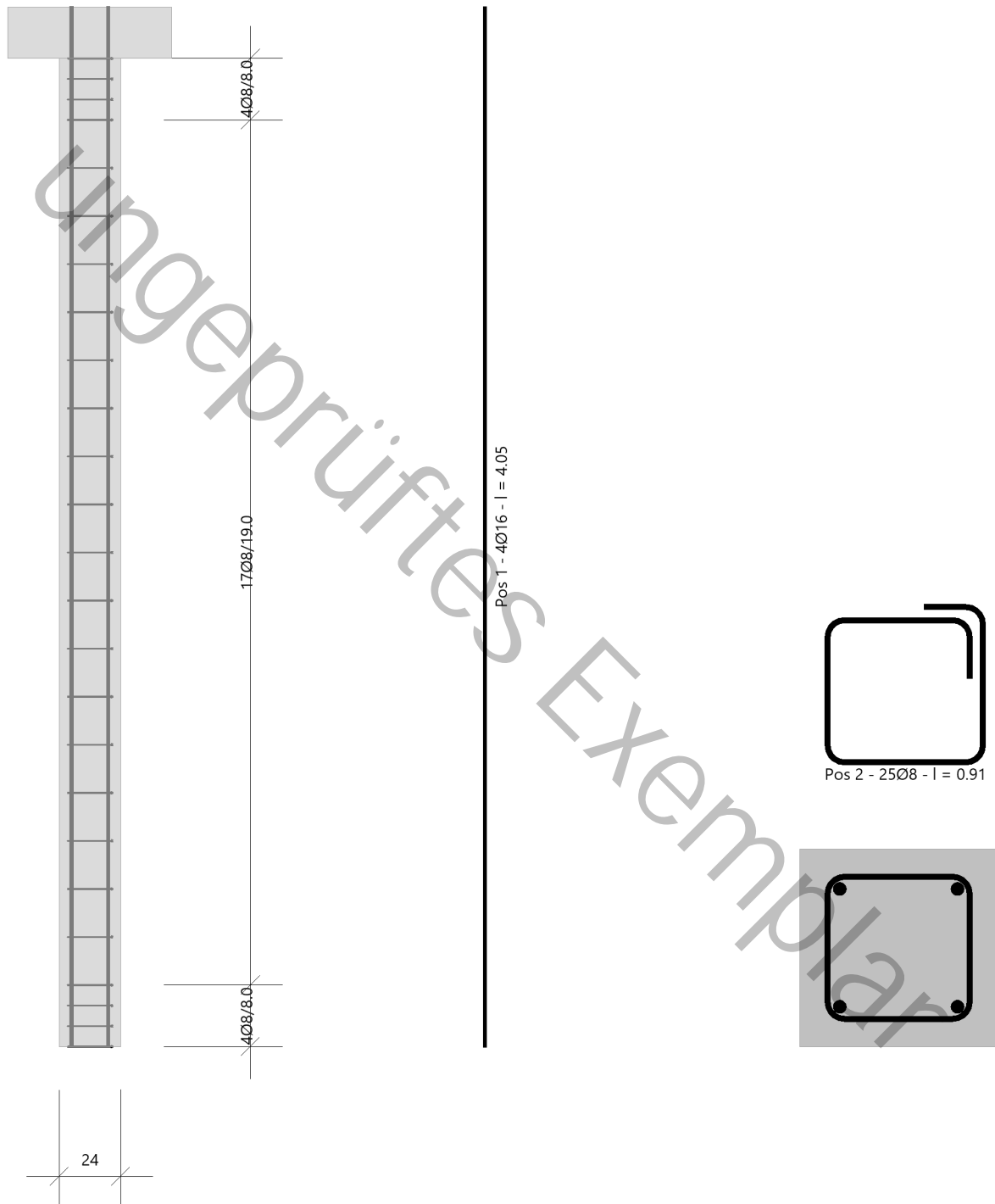
Temperaturfeld Rechteck 24x24 t=30min



Bewehrungsbilder

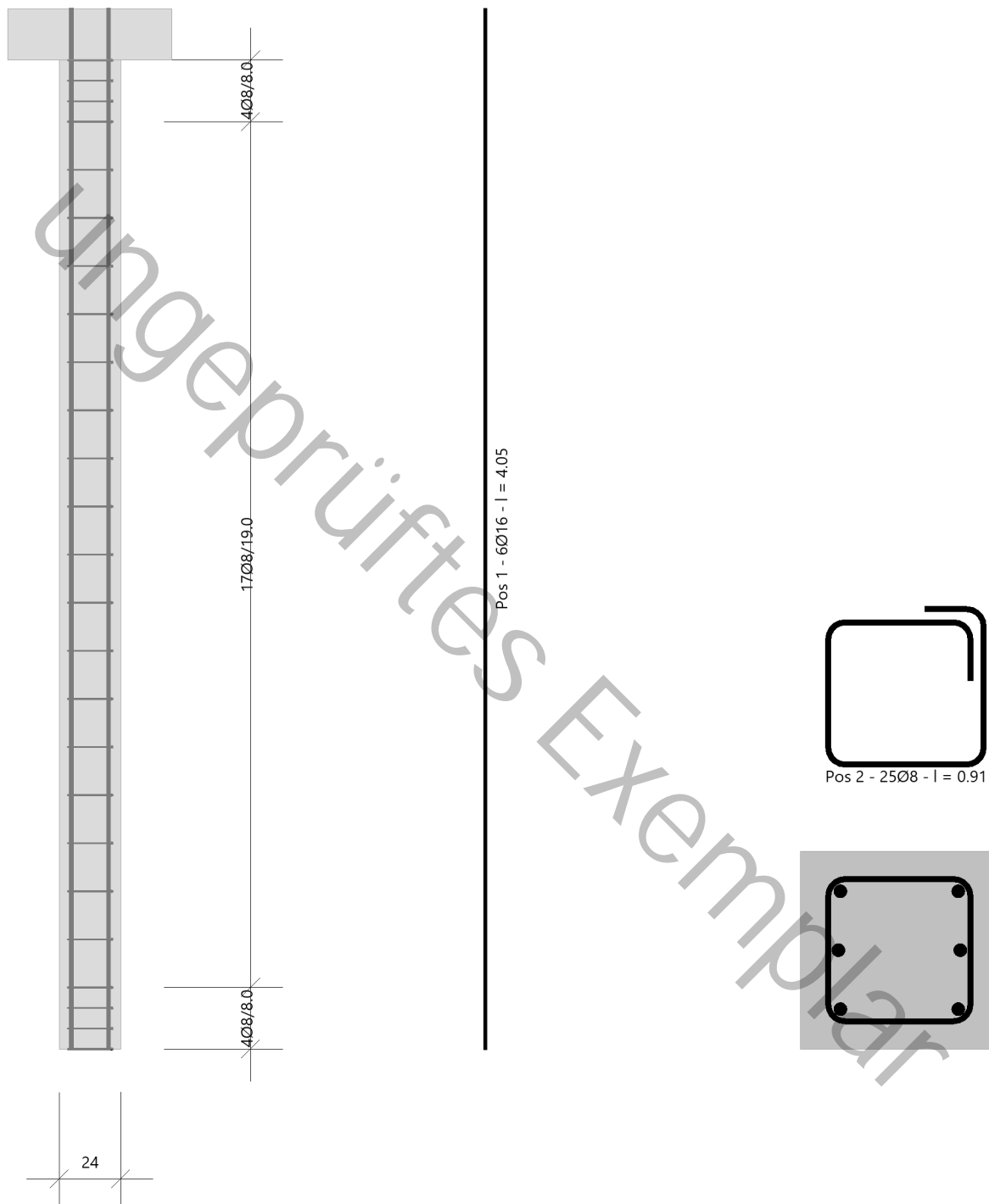
Abschnitt 2

Maßstab 1 : 25



Abschnitt 1

Maßstab 1 : 25



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

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	$LU = 50 \%$	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	

Resultierende Endkriechzahlen:

Abschnitt 1 $\phi(t_0, \infty) = 2.86$ Abschnitt 2 $\phi(t_0, \infty) = 2.86$ **Materialauswahl**

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

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30 $\alpha_{cc} = 0.85 \quad \alpha_{ct} = 0.85$			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	$A_{s,erf}$ [cm ²]
2	3.85	Rechteck			24.0	24.0			4.8	4.8	eckkonzentriert	8.0	8.0
1	3.85	Rechteck			24.0	24.0			4.8	4.8	eckkonzentriert	8.0	8.0

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 2	starr	starr	starr	
Kopfpunkt Abschnitt 1			starr	
Fußpunkt			starr	

Lasten**Lastzusammenstellung (LZ)**

Die bemessene Stb.-Stütze wird über die umliegenden Wandflächen durch Wind beansprucht.

$$w_{links} = (0,5 \cdot 3,76 + 0,24) \cdot 0,82 \text{ kN/m}^2 = 1,74 \text{ kN/m}$$

Zudem wird die Belastung aus Position 115 als "destabilisierend" angesetzt.

$$G = 94,20 \text{ kN}$$

$$Q = 7,70 \text{ kN}$$

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

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.500
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		94.5							ständig		
2	Stützenkopf		8.0							Kat. C		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
3	Stütze	in y		1.75	7.70	1.75	Wind		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 2 - Kopf		5.5							ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		5.5							ständig		

Berechnungsoptionen**Berechnungsoptionen**

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

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmittungen nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Abschnitt 1: Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Abschnitt 2: Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{eff,cal} = E_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse**Kleinste Lastverzweigungsfaktoren**

min $N_{cr}/N = 19,47$ in y- / 37,83 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5	LK 6	LK 7	LK 8
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
V = 94,5 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
V = 8,0 kN (Kat. C)	1.05			1.05	1.50	1.50	1.50	
$p_y = 1,75$ kN/m (Wind)	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90			

Teil 2 - Lastkombinationen 9 - 9

Last	LK 9
Stützeigengewicht	1.35
V = 94,5 kN (ständig)	1.35
V = 8,0 kN (Kat. C)	
py = 1,75 kN/m (Wind)	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	ei,y [cm]	ei,z [cm]	ϕ_{eff}	f _{red}
1	2	Stütze	5.44	3.90	78.5	56.3	38.2	38.2	0.9	-0.7	0.236	0.870
2	1	Stütze	5.30	3.80	76.4	54.8	44.5	44.5	0.9	0.7	0.101	0.948

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

LK	Höhe [m]	Nd [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	7.70	-143.5	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	7.06	-143.5	-0.48	-5.37	1.40	8.0	8.0	
	6.42	-143.5	-0.84	-9.54	1.40	8.0	8.0	
	5.78	-143.5	-0.97	-12.41	1.40	8.0	8.0	
	5.13	-143.5	-0.81	-13.86	1.40	8.0	8.0	
	4.49	-143.5	-0.41	-13.86	1.40	8.0	8.0	
	3.85	-143.5	0.12	-12.40	1.40	8.0	8.0	
2	3.85	-105.6	0.10	-11.83	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	3.21	-105.6	0.45	-9.13	1.40	8.0	8.0	
	2.57	-105.6	0.71	-5.19	1.40	8.0	8.0	
	1.93	-105.6	0.80	-0.12	1.40	8.0	8.0	
	1.28	-105.6	0.68	6.01	1.40	8.0	8.0	
	0.64	-105.6	0.39	13.10	1.40	8.0	8.0	
	0.00	-105.6	0.00	21.00	1.40	8.0	8.0	

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

Lager	Höhe [m]	Ad,v [kN]	Hd,y [kN]	Md,z [kNm]	Hd,z [kN]	Md,y [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.70		-0.2	0.00	-0.01	0.00	6
			7.6	0.00	0.02	0.00	3
			7.3	0.00	0.03	0.00	1
Abschnitt 1	3.85		0.0	0.00	-0.1	0.00	1
			0.0	0.00	0.02	0.00	6
Fußpunkt	0.00	105.6	0.1	0.82	-0.01	0.00	8
		154.5	7.8	13.61	0.01	0.00	5
		150.9	12.9	21.59	0.03	0.00	1
		154.5	0.2	1.25	-0.01	0.00	6

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 94,5 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 8,0 kN (Kat. C)	0.60		0.60	
py = 1,75 kN/m (Wind)	0.20	0.20		

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	ei,y* [cm]	ei,z* [cm]	ϕ_{eff}	f _{red}
1	2	Stütze	5.44	3.90	78.5	56.3	0.0	0.0	0.5	-0.4	0.000	0.836
1	1	Stütze	5.30	3.80	76.5	54.9	0.0	0.0	0.5	0.4	0.000	0.836

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	7.70	-104.8	0.00	0.00	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	7.06	-104.8	-0.23	-1.11	1.40	8.0	8.0	
	6.42	-104.8	-0.40	-2.01	1.40	8.0	8.0	
	5.78	-104.8	-0.47	-2.63	1.40	8.0	8.0	
	5.13	-104.8	-0.41	-2.93	1.40	8.0	8.0	
	4.49	-104.8	-0.24	-2.89	1.40	8.0	8.0	
	3.85	-104.8	0.001	-2.52	1.40	8.0	8.0	
1	3.85	-110.4	0.001	-2.52	1.40	8.0	8.0	Querschnitt
	3.21	-110.4	0.25	-1.81	1.40	8.0	8.0	
	2.57	-110.4	0.43	-0.85	1.40	8.0	8.0	
	1.93	-110.4	0.51	0.30	1.40	8.0	8.0	
	1.28	-110.4	0.44	1.57	1.40	8.0	8.0	
	0.64	-110.4	0.25	2.88	1.40	8.0	8.0	
	0.00	-110.4	0.00	4.13	1.40	8.0	8.0	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 2	7.70		-0.1	0.00	-0.01	0.00	3
			1.0	0.00	-0.01	0.00	2
			0.8	0.00	0.0	0.00	1
			1.0	0.00	-0.01	0.00	1
Abschnitt 1	3.85		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.02	0.00	1
Fußpunkt	0.00	105.6	0.1	0.58	-0.01	0.00	4
		110.4	1.9	4.13	0.0	0.00	1
		110.4	1.7	2.68	-0.01	0.00	1

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

Abschnitt	angenommen A_s [cm ²]
2	8.0
1	8.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4	LK 5
Stützeigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 94,5 kN (ständig)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
V = 8,0 kN (Kat. C)	0.70		1.00	1.00	
$p_y = 1,75$ kN/m (Wind)	1.00	1.00	0.60		

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
2	7.70	-105.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	7.06	-105.6	0.00	-3.02	0.1	0.0			
2	6.42	-105.6	0.00	-5.30	0.2	0.0			
2	5.78	-105.6	0.00	-6.84	0.3	0.0			
2	5.13	-105.6	0.00	-7.63	0.4	0.0			
2	4.49	-105.6	0.00	-7.66	0.4	0.0			
2	3.85	-105.6	0.00	-6.93	0.4	0.0			
2	3.85	-111.2	0.00	-6.93	0.4	0.0			
2	3.21	-111.2	0.00	-5.44	0.4	0.0			
2	2.57	-111.2	0.00	-3.21	0.3	0.0			
2	1.93	-111.2	0.00	-0.24	0.2	0.0			

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	1.28	-111.2	0.00	3.45	0.1	0.0			
2	0.64	-111.2	0.00	7.84	0.03	0.0			
1	0.00	-111.2	0.00	12.93	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	f _y [cm]	f _z [cm]	f _{y,lim} [cm]	f _{z,lim} [cm]	η
2	7.70	-105.6	0.00	0.00	0.0	0.0			
2	7.06	-105.6	0.00	-3.02	0.1	0.0			
2	6.42	-105.6	0.00	-5.30	0.2	0.0			
2	5.78	-105.6	0.00	-6.84	0.3	0.0			
2	5.13	-105.6	0.00	-7.63	0.4	0.0			
2	4.49	-105.6	0.00	-7.66	0.4	0.0			
2	3.85	-105.6	0.00	-6.93	0.4	0.0			
2	3.85	-111.2	0.00	-6.93	0.4	0.0			
2	3.21	-111.2	0.00	-5.44	0.4	0.0			
2	2.57	-111.2	0.00	-3.21	0.3	0.0			
2	1.93	-111.2	0.00	-0.24	0.2	0.0			
2	1.28	-111.2	0.00	3.45	0.1	0.0			
2	0.64	-111.2	0.00	7.84	0.03	0.0			
1	0.00	-111.2	0.00	12.93	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlgugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	7.70	-105.6	0.00	0.00	0.00	-0.054	-10.73	400.00	0.00
1	7.06	-105.6	0.00	-3.02	0.00	-0.032	-6.42	400.00	0.00
1	6.42	-105.6	0.00	-5.31	0.00	-0.013	-2.56	400.00	0.00
2	5.78	-100.0	0.00	-6.84	0.00	0.024	4.72	400.00	0.01
2	5.13	-100.0	0.00	-7.63	0.00	0.049	9.73	400.00	0.02
2	4.49	-100.0	0.00	-7.66	0.00	0.050	9.93	400.00	0.02
2	3.85	-100.0	0.00	-6.93	0.00	0.026	5.18	400.00	0.01
2	3.85	-105.6	0.00	-6.93	0.00	0.017	3.47	400.00	0.01
1	3.21	-111.2	0.00	-5.44	0.00	-0.015	-3.00	400.00	0.00
1	2.57	-111.2	0.00	-3.21	0.00	-0.034	-6.70	400.00	0.00
1	1.93	-111.2	0.00	-0.23	0.00	-0.055	-11.10	400.00	0.00
1	1.28	-111.2	0.00	3.46	0.00	-0.032	-6.32	400.00	0.00
2	0.64	-105.6	0.00	7.84	0.00	0.044	8.85	400.00	0.02
2	0.00	-105.6	0.00	12.91	0.00	0.304	60.88	400.00	0.15

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))**Begrenzung der Stahlgugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)**

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	7.70	-105.6	0.00	0.00	0.00	-0.054	-10.73	400.00	0.00
1	7.06	-105.6	0.00	-3.02	0.00	-0.032	-6.42	400.00	0.00
1	6.42	-105.6	0.00	-5.31	0.00	-0.013	-2.56	400.00	0.00
2	5.78	-100.0	0.00	-6.84	0.00	0.024	4.72	400.00	0.01
2	5.13	-100.0	0.00	-7.63	0.00	0.049	9.73	400.00	0.02
2	4.49	-100.0	0.00	-7.66	0.00	0.050	9.93	400.00	0.02
2	3.85	-100.0	0.00	-6.93	0.00	0.026	5.18	400.00	0.01
2	3.85	-105.6	0.00	-6.93	0.00	0.017	3.47	400.00	0.01
1	3.21	-111.2	0.00	-5.44	0.00	-0.015	-3.00	400.00	0.00
1	2.57	-111.2	0.00	-3.21	0.00	-0.034	-6.70	400.00	0.00
1	1.93	-111.2	0.00	-0.23	0.00	-0.055	-11.10	400.00	0.00
1	1.28	-111.2	0.00	3.46	0.00	-0.032	-6.32	400.00	0.00
2	0.64	-105.6	0.00	7.84	0.00	0.044	8.85	400.00	0.02
2	0.00	-105.6	0.00	12.91	0.00	0.304	60.88	400.00	0.15

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * f_{y,k} (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 94,5 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 8,0 kN (Kat. C)	0.60	
py = 1,75 kN/m (Wind)		

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

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	7.70	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	7.06	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	6.42	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	5.78	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	5.13	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	4.49	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	3.85	-104.8	0.00	0.00	-0.055	-1.71	-11.25	1.00		0.15
1	3.85	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	3.21	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	2.57	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	1.93	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	1.28	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	0.64	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16
1	0.00	-110.4	0.00	0.00	-0.058	-1.80	-11.25	1.00		0.16

1 : σ_{c,lim} = 0,45 * f_{ck} (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 2 Bügel: 25Ø8 mm	1	16	2.0	-7.2	-7.2	209	100
	2	16	2.0	7.2	-7.2	209	100
	3	16	2.0	7.2	7.2	209	100
	4	16	2.0	-7.2	7.2	209	100
Abschnitt 1 Bügel: 25Ø8 mm	1	16	2.0	-7.2	-7.2	209	100
	2	16	2.0	7.2	-7.2	209	100
	3	16	2.0	7.2	7.2	209	100
	4	16	2.0	-7.2	7.2	209	100
			8.0				

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 2	2.8	2.0	4.0	3.2
Abschnitt 1	2.8	2.0	4.0	3.2

Temperaturverteilung im Querschnitt

Stützenabschnitt(e) 1 und 2:

Wärmeübergangskoeffizient

Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt

Emissivität

Betonfeuchte

Wärmeleitfähigkeit

Rohdichte

Elementgröße

Betonzuschlag

Betonstahl

Thermische Leitfähigkeit des Stahls

α = 25.0 W/(m²K)α_c = 5.0 W/(m²K)ε_m = 0.70

u = 3.0 %

λ = obere Grenze

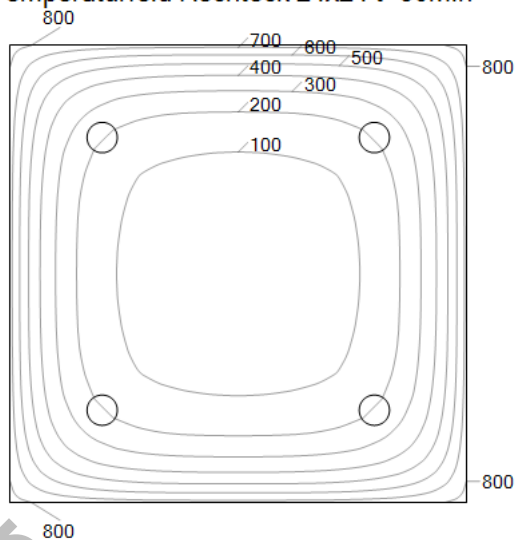
ρ = 2400 kg/m³d_{Elem} = 0.9 cm

= quarzitisch

= kaltgewalzt

= vernachlässigt

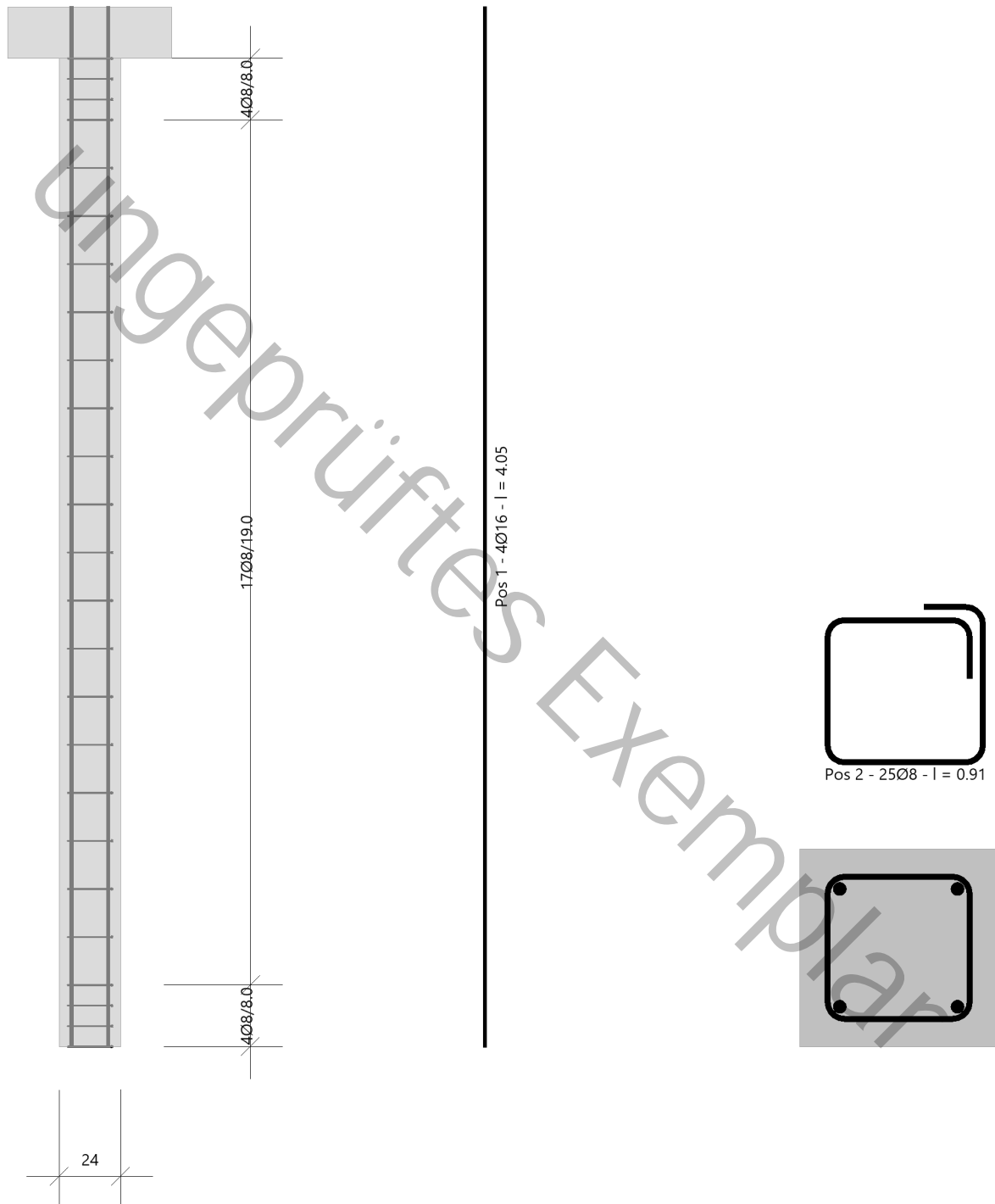
Temperaturfeld Rechteck 24x24 t=30min



Bewehrungsbilder

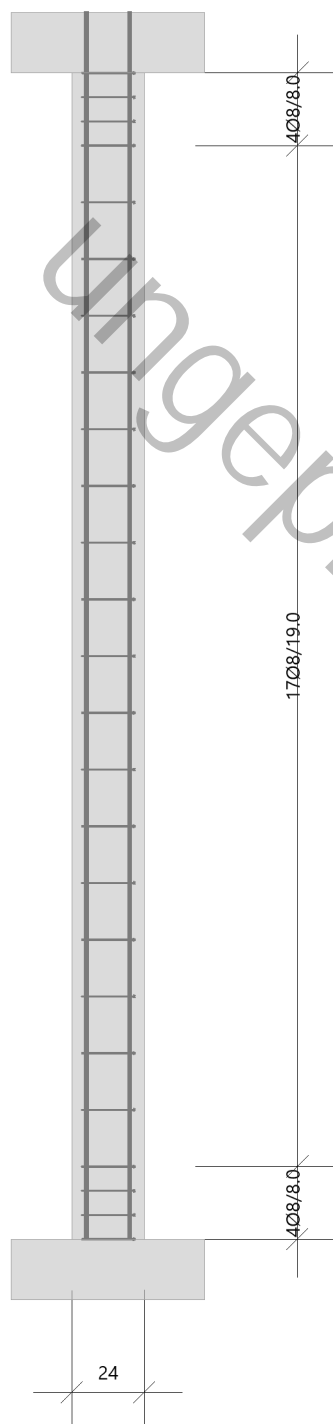
Abschnitt 2

Maßstab 1 : 25

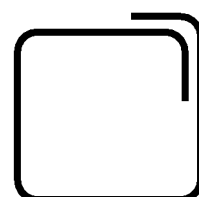


Abschnitt 1

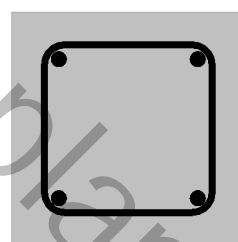
Maßstab 1 : 25



Pos 1 - 4016 - l = 4.05



Pos 2 - 2508 - l = 0.91



Position 223**Stb.-Rähmbalken, b/h=24.0/24.0cm****konstruktiv**

Die Außenwandflächen im Bereich der Mensa sind durch konstruktive Stb.-Rähmbalken zu unterteilen. Die jeweilige Bewehrungsführung ist den entsprechenden Bewehrungsplänen zu entnehmen.

Längsbewehrung: oben: 2ø14mm mit $A_{s,vorh.} = 2,26\text{cm}^2$

unten: 2 ø14mm mit $A_{s,vorh.} = 2,26\text{cm}^2$

Bügelbewehrung: ø8mm/15.0cm mit $a_{sw,vorh.} = 6,71\text{cm}^2/\text{m}$ (alternativ R335-A)

Ungeprüftes Exemplar

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/
Allgemeine Bauartgenehmigung
Nr. Z-15.4-283 vom 16. März 2020

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

KLB-Fertigteilsturz, stabbewehrt, für Wanddicke 24,0 cm
aus 2 Stürzen B1 = 11,5 x 24,0 cm

Betonfestigkeitsklasse: LC 25/28

Betonstahl: Betonstahl B 500 B

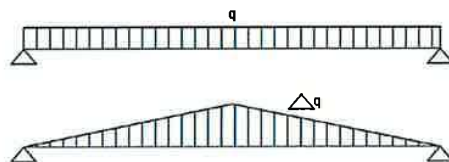
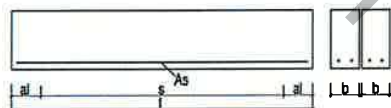
Statisches System: Einfeldträger, gelenkig gelagert

Belastung:

- vorwiegend ruhend nach Abschnitt 1,
- Gleichstreckenlast oder
- Dreieckslast analog zu DIN 1053-1:1996-11, Abschnitt 8.5.3

Expositionsklasse: XC1

Auflager: Die Stürze sind am Auflager auf ein Mörtelbett der Mörtelfestigkeit $\geq 5 \text{ N/mm}^2$ auf Mauerwerk oder Beton nach statischen Erfordernissen zu legen. Die Auflagerpressungen sind nachzuweisen.



Bemessungswerte für die aufnehmbare
zentrische Beanspruchung exzentrische Beanspruchung

h [cm]	l [m]	s [m]	Auflager [cm]	$g_d + q_d$ [kN/m]	$\Delta g_d + q_d$ [kN/m]	A_s	$g_d + q_d$ [kN/m]	$\Delta g_d + q_d$ [kN/m]	A_s
24,0	1,010	0,510	25,0	198,9	315,2	2 Ø 10	99,4	157,6	2 Ø 10
24,0	1,135	0,635	25,0	198,9	278,0	2 Ø 10	99,4	139,0	2 Ø 10
24,0	1,260	0,760	25,0	123,6	166,0	2 Ø 10	61,8	83,0	2 Ø 10
24,0	1,385	0,885	25,0	89,7	116,0	2 Ø 10	44,8	58,0	2 Ø 10
24,0	1,510	1,010	25,0	70,4	88,0	2 Ø 10	35,2	44,0	2 Ø 10
24,0	1,635	1,135	25,0	57,9	69,0	2 Ø 10	28,9	34,5	2 Ø 10
24,0	1,760	1,260	25,0	49,2	57,0	2 Ø 10	24,6	28,5	2 Ø 10
24,0	1,885	1,385	25,0	42,7	47,0	2 Ø 10	21,4	23,5	2 Ø 10
24,0	2,010	1,510	25,0	37,8	41,0	2 Ø 10	18,9	20,5	2 Ø 10
24,0	2,135	1,635	25,0	33,9	35,0	2 Ø 10	16,9	17,5	2 Ø 10
24,0	2,260	1,760	25,0	30,7	31,0	2 Ø 10	15,3	15,5	2 Ø 10

An der Unterseite der Stürze befindet sich die Typenbezeichnung in Form einer einbetonierten grünen Kunststoffmarke. Diese Kennzeichnung muss bis zur Rohbauabnahme sichtbar sein!



Nachweise

$l = 1.01 - g_d + q_d = 1,35 \cdot (40,20 + 19,00 + 32,50 + 8,00) + 1,50 \cdot (6,20 + 17,50) = 170,145 \text{ kN/m}$ (170,50 kN/m), $\eta = 170,50 / 198,90 = 0,86$

$l = 1.26 - g_d + q_d = 1,35 \cdot (8,31 + 8,00) + 1,50 \cdot 8,59 = 34,904 \text{ kN/m}$ (35,00 kN/m), $\eta = 35,00 / 123,60 = 0,29$

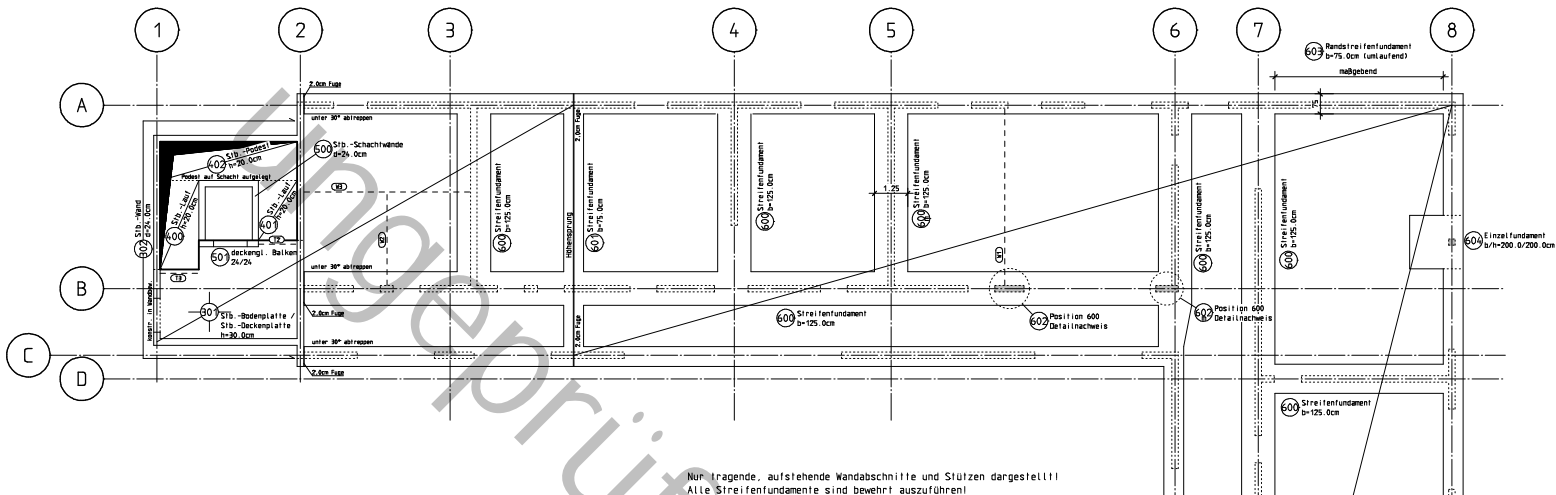
KLB-Stürze, tragend, stabbewehrt

Traglasten KLB-Fertigteilsturz 2 x B1
für Wanddicke 24,0 cm
Sturzhöhe 24,0 cm

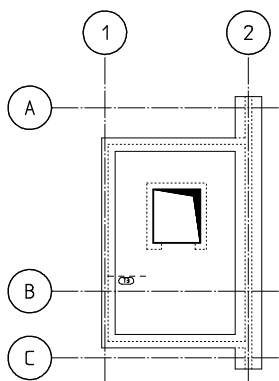
Anlage 1
Blatt 9/15

Decke ü. Kellergeschoss / Gründung

unmaßstäblich

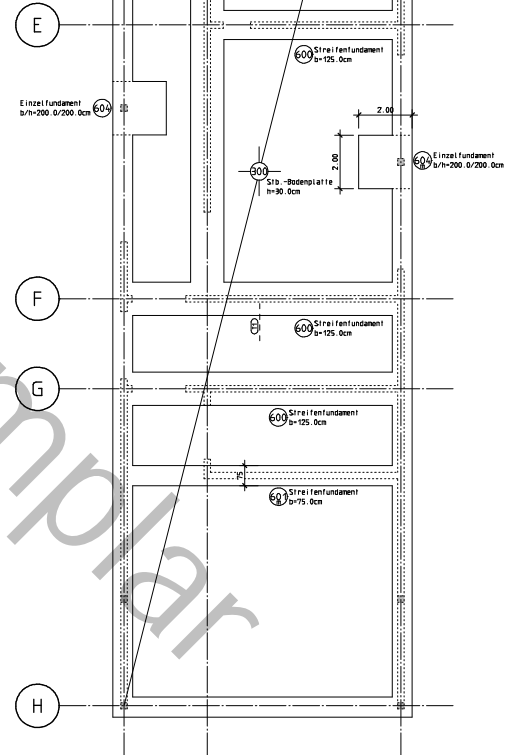


Gründung Teilunterkellerung



Anmerkungen:

Die Gründung des teilunterkellerten Bereichs muss in Abstimmung mit dem zuständigen Baugrundgutachter erfolgen! Gesprächsgrundlage sind die örtlich gewonnenen Erkenntnisse der Baugrunduntersuchung. Die hier gemachten Angaben sind dem Baugrundgutachter zur Verfügung zu stellen. Abweichend zu den Ausführungen im geotechnischen Bericht wäre eine Plattend Gründung denkbar.



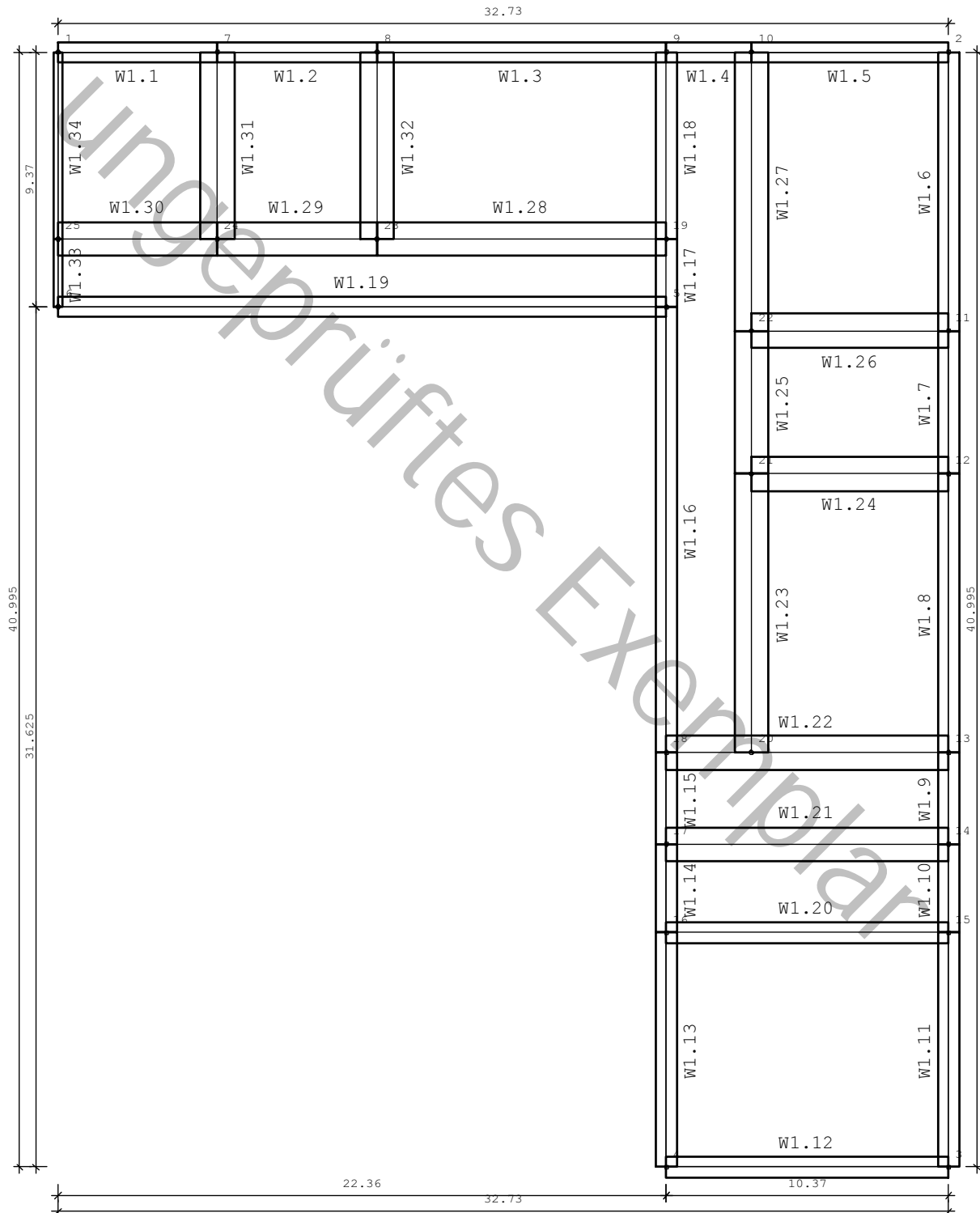
4.2 Position: 300 Stb.-Bodenplatte, h=30.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P04)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 225



Übersicht

Plattendicke	30.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	25
Wandzüge	1

Material

Beton	C 25/30
E-Modul	3100 [kN/cm ²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m ³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 2.5 d-2 : 3.5 [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 : 3.35 as-2 : 3.35 [cm²/m]
unten as-1 : 3.35 as-2 : 3.35 [cm²/m]

- Unter-/Überzüge

oben 4.0 [cm²]
unten 4.0 [cm²]**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung**

- Platte

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

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung
eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA**Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung**Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit
den k_z -Werten aus der Biegebemessung**Grenz Zustand 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**Grenz Zustand 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	XF1	X0
Bewehrungskorrosion	XC2	XC1
Mindestbetonklasse	C 25/30	C 16/20
Durchmesser, längs	ds,L : 10.0	ds,L : 10.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0	ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc : 1.5	Δc : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$: -0.0	$\Delta \Delta c$: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.5	cmin,L : 1.0 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 3.0	cnom,L : 2.0 [cm]
Zul. Rissbreite	wk : 0.30	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	t0	28 [d]
Endkriechbeiwert	ϕ	2.81 [-]
Schwinddehnung	ϵ_{cs}	-0.48 [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
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten	2753
Anzahl der Elemente	2606
Durchschnittliche Elementgröße	50 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte	1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte	NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den	Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	17.765	29.625	2	50.495	29.625
3	50.495	-11.370	4	40.125	-11.370
5	40.125	20.255	6	17.765	20.255
7	23.620	29.625	8	29.495	29.625
9	40.125	29.625	10	43.245	29.625
11	50.495	19.375	12	50.495	14.125
13	50.495	3.875	14	50.495	0.500
15	50.495	-2.750	16	40.125	-2.750
17	40.125	0.500	18	40.125	3.875
19	40.125	22.755	20	43.245	3.875
21	43.245	14.125	22	43.245	19.375
23	29.495	22.755	24	23.620	22.755
25	17.765	22.755			

Platte

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

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	75.0	5.855	1	7				C 25/30
1.2	75.0	5.875	7	8				C 25/30
1.3	75.0	10.630	8	9				C 25/30
1.4	75.0	3.120	9	10				C 25/30
1.5	75.0	7.250	10	2				C 25/30
1.6	75.0	10.250	2	11				C 25/30
1.7	75.0	5.250	11	12				C 25/30
1.8	75.0	10.250	12	13				C 25/30
1.9	75.0	3.375	13	14				C 25/30
1.10	75.0	3.250	14	15				C 25/30
1.11	75.0	8.620	15	3				C 25/30
1.12	75.0	10.370	3	4				C 25/30
1.13	75.0	8.620	4	16				C 25/30
1.14	75.0	3.250	16	17				C 25/30
1.15	75.0	3.375	17	18				C 25/30
1.16	75.0	16.380	18	5				C 25/30
1.17	75.0	2.500	5	19				C 25/30
1.18	75.0	6.870	19	9				C 25/30
1.19	75.0	22.360	5	6				C 25/30
1.20	75.0	10.370	15	16				C 25/30
1.21	125.0	10.370	14	17				C 25/30
1.22	125.0	10.370	13	18				C 25/30
1.23	125.0	10.250	20	21				C 25/30
1.24	125.0	7.250	21	12				C 25/30
1.25	125.0	5.250	21	22				C 25/30
1.26	125.0	7.250	22	11				C 25/30
1.27	125.0	10.250	22	10				C 25/30
1.28	125.0	10.630	19	23				C 25/30
1.29	125.0	5.875	23	24				C 25/30
1.30	125.0	5.855	24	25				C 25/30
1.31	125.0	6.870	24	7				C 25/30
1.32	125.0	6.870	23	8				C 25/30
1.33	30.0	2.500	6	25				C 25/30
1.34	30.0	6.870	25	1				C 25/30

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.1	NEIN	starr	frei	frei
1.2	NEIN	starr	frei	frei
1.3	NEIN	starr	frei	frei
1.4	NEIN	starr	frei	frei
1.5	NEIN	starr	frei	frei
1.6	NEIN	starr	frei	frei
1.7	NEIN	starr	frei	frei
1.8	NEIN	starr	frei	frei
1.9	NEIN	starr	frei	frei
1.10	NEIN	starr	frei	frei
1.11	NEIN	starr	frei	frei
1.12	NEIN	starr	frei	frei
1.13	NEIN	starr	frei	frei
1.14	NEIN	starr	frei	frei
1.15	NEIN	starr	frei	frei
1.16	NEIN	starr	frei	frei
1.17	NEIN	starr	frei	frei
1.18	NEIN	starr	frei	frei
1.19	NEIN	starr	frei	frei
1.20	NEIN	starr	frei	frei
1.21	NEIN	starr	frei	frei
1.22	NEIN	starr	frei	frei
1.23	NEIN	starr	frei	frei
1.24	NEIN	starr	frei	frei

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.25	NEIN	starr	frei	frei
1.26	NEIN	starr	frei	frei
1.27	NEIN	starr	frei	frei
1.28	NEIN	starr	frei	frei
1.29	NEIN	starr	frei	frei
1.30	NEIN	starr	frei	frei
1.31	NEIN	starr	frei	frei
1.32	NEIN	starr	frei	frei
1.33	NEIN	starr	frei	frei
1.34	NEIN	starr	frei	frei

Lastfall 1 "Lastfall G1"**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	10
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1431 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	4760 [kN]
Summe aller Lasten	6191 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	6191 [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 G1"**Linienlasten****Geometrie**

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

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	20.00	20.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	130.53	130.53
2	31.60	31.60
Gesamt	162.13	162.13

Lastfall 1 "Lastfall G1"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.00	1	5	10			
		2	10	9			
		3	9	8			
		4	8	7			
		5	7	6			
		6	6	5			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1269.26	1269.26
Gesamt	1269.26	1269.26

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Nutzlasten)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	32
Punktlasten	0
Linienlasten	1
Flächenlasten	10
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1194 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	1194 [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 Q1 (Nutzlasten)"**Linienlasten****Geometrie**

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	1	2			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
3	10.00	10.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	15.90	15.90
Gesamt	15.90	15.90

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Nutzlasten)"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	4.20	1	3	4			
		2	4	5			
		3	5	6			
		4	6	3			
3	4.20	1	5	7			
		2	7	8			
		3	8	9			
		4	9	5			
4	4.20	1	10	11			
		2	11	12			
		3	12	7			
		4	7	10			
5	4.20	1	12	13			
		2	13	14			
		3	14	15			
		4	15	12			
6	4.20	1	16	17			
		2	17	18			
		3	18	13			
		4	13	16			
7	4.20	1	11	32			
		2	32	22			
		3	22	16			
		4	16	11			
8	4.20	1	19	20			
		2	20	21			
		3	21	22			
		4	22	19			
9	4.20	1	23	24			
		2	24	19			
		3	19	25			
		4	25	23			
10	4.20	1	26	27			
		2	27	28			
		3	28	24			
		4	24	26			
11	4.20	1	29	30			
		2	30	26			
		3	26	31			
		4	31	29			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	61.48	61.48
3	169.52	169.52
4	111.62	111.62
5	90.02	90.02
6	102.92	102.92
7	74.56	74.56
8	312.11	312.11
9	44.23	44.23
10	98.96	98.96

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
11	112.96	112.96
Gesamt	1178.37	1178.37

Lastfall 3 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	31
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	10
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	1487 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	1487 [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 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
12	4.20	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
13	4.20	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	8			
		4	8	5			
14	4.20	1	9	10			
		2	10	11			
		3	11	12			
		4	12	9			
15	4.20	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	13			
16	4.20	1	17	18			
		2	18	19			
		3	19	20			
		4	20	17			
17	4.20	1	21	22			
		2	22	23			
		3	23	24			
		4	24	21			
18	4.20	1	25	22			
		2	22	19			
		3	19	26			
		4	26	25			
19	4.20	1	27	18			
		2	18	15			
		3	15	28			

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
20	4.20	4	28	27			
		1	7	31			
		2	31	14			
		3	14	10			
21	4.20	4	10	7			
		1	29	6			
		2	6	3			
		3	3	30			
		4	30	29			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
12	168.94	168.94
13	306.72	306.72
14	209.19	209.19
15	159.86	159.86
16	102.77	102.77
17	262.48	262.48
18	42.59	42.59
19	134.32	134.32
20	38.53	38.53
21	61.69	61.69
Gesamt	1487.08	1487.08

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

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

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN
-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"**Übersicht**

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

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

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

-> Siehe Anhang Pläne.

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Durchbiegung (Zustand II) [mm]

-> Siehe Anhang Pläne.

zu Position 300

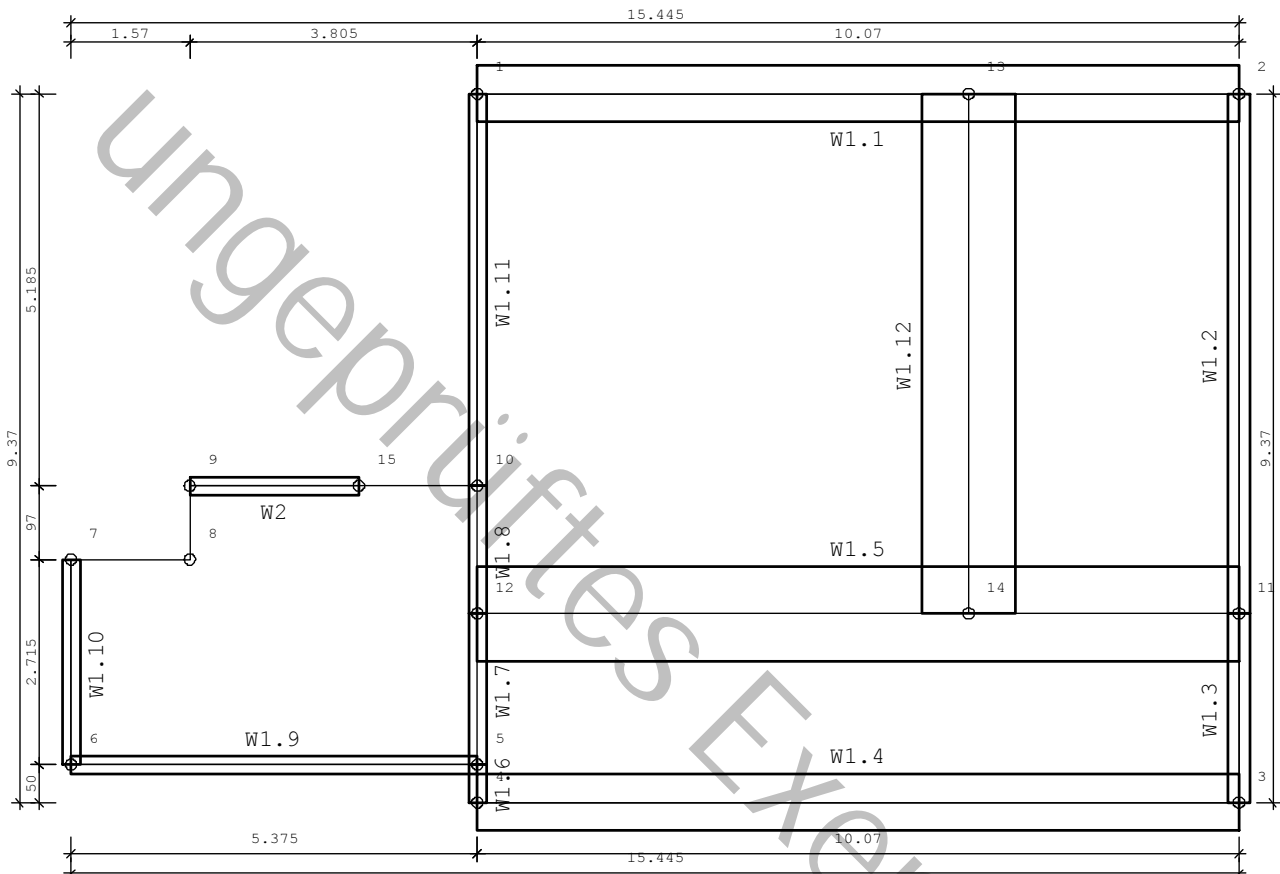
Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 300 - Stb.-Bodenplatte	
ständige Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig	vgl. Lastzusammenstellung LE	2,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
W1	3,80*0,24*20,00	19,00
T1	vgl. Position 400 (Auflager A)	20,00
veränderliche Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m²]
flächig, alternierend	Nutzlasten + Trennwandzuschlag	4,20
flächig, alternierend	Treppenhäuser	5,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 400 (Auflager A)	10,00

4.4 Position: 301 Stb.-Deckenplatte / Stb.-Bodenplatte, h=30.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRIL0 R-2024-2/P04)

System**Grundriss**

Maßstab 1 : 100

**Übersicht**

Plattendicke	30.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m³]
Systempunkte	15
Wandzüge	2

Material

Beton	C 25/30
E-Modul	3100 [kN/cm²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 2.5 d-2 : 3.5 [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 : 3.35	as-2 : 3.35 [cm²/m]
unten as-1 : 3.35	as-2 : 3.35 [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 JA

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben	
Betonangriff	XF1		X0	
Bewehrungskorrosion	XC2		XC1	
Mindestbetonklasse	C 25/30		C 16/20	
Durchmesser, längs	ds,L	: 10.0	ds,L	: 10.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B	: 0.0	ds,B	: 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc	: 1.5	Δc	: 1.0 [cm]
Korrekturwert	ΔΔc	: -0.0	ΔΔc	: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L	: 1.5	cmin,L	: 1.0 [cm]
Betondeckung	cnom,L	: 3.0	cnom,L	: 2.0 [cm]
Zul. Rissbreite	wk	: 0.30	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	ϕ	2.81 [-]
Schwinddehnung	ϵ_{cs}	-0.48 [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
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten	499
Anzahl der Elemente	451
Durchschnittliche Elementgröße	50 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte	1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte	NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den	Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	7.375	29.625	2	17.445	29.625
3	17.445	20.255	4	7.375	20.255
5	7.375	20.755	6	2.000	20.755
7	2.000	23.470	8	3.570	23.470
9	3.570	24.440	10	7.375	24.440
11	17.445	22.755	12	7.375	22.755
13	13.870	29.625	14	13.870	22.755
15	5.805	24.440			

Platte

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

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	75.0	10.070	1	2				C 25/30
1.2	30.0	6.870	2	11				C 25/30
1.3	30.0	2.500	11	3				C 25/30
1.4	75.0	10.070	3	4				C 25/30
1.5	125.0	10.070	11	12				C 25/30
1.6	24.0	0.500	4	5				C 25/30
1.7	24.0	2.000	5	12				C 25/30
1.8	24.0	1.685	12	10				C 25/30
1.9	24.0	5.375	5	6				C 25/30
1.10	24.0	2.715	6	7				C 25/30
1.11	24.0	5.185	10	1				C 25/30
1.12	125.0	6.870	13	14				C 25/30
2	24.0	2.235	9	15				C 25/30

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.1	NEIN	starr	frei	frei
1.2	NEIN	starr	frei	frei
1.3	NEIN	starr	frei	frei
1.4	NEIN	starr	frei	frei
1.5	NEIN	starr	frei	frei
1.6	NEIN	starr	frei	frei
1.7	NEIN	starr	frei	frei
1.8	NEIN	starr	frei	frei
1.9	NEIN	starr	frei	frei
1.10	NEIN	starr	frei	frei
1.11	NEIN	starr	frei	frei
1.12	NEIN	starr	frei	frei
2	NEIN	starr	frei	frei

Lastfall 1 "Lastfall G1"**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	18
Punktlasten	0
Linienlasten	4
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	472 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	845 [kN]
Summe aller Lasten	1317 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	1317 [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 G1"**Linienlasten****Geometrie**

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	3	4			
3	5	6			
4	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	19.00	19.00	0.00	0.00
3	20.00	20.00	0.00	0.00
4	15.00	15.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	68.78	68.78
2	123.41	123.41
3	31.40	31.40
4	23.55	23.55
Gesamt	247.14	247.14

Lastfall 1 "Lastfall G1"**Flächenlasten**

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m ²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.00	1	9	18			
		2	18	17			
		3	17	16			
		4	16	15			
		5	15	14			
		6	14	13			
		7	13	12			
		8	12	11			
		9	11	10			
		10	10	9			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	225.28	225.28
Gesamt	225.28	225.28

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Nutzlasten)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	16
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	236 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	236 [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 Q1 (Nutzlasten)"**Linienlasten****Geometrie**

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

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
5	7.00	7.00	0.00	0.00
6	10.00	10.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
5	10.99	10.99
6	15.70	15.70
Gesamt	26.69	26.69

Lastfall 2 "Lastfall Q1 (Nutzlasten)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	5.00	1	5	10			
		2	10	9			
		3	9	8			
		4	8	7			
		5	7	6			
		6	6	5			
3	4.20	1	11	12			
		2	12	13			
		3	13	9			
		4	9	11			
4	4.20	1	13	14			
		2	14	15			
		3	15	16			
		4	16	13			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	37.67	37.67
3	68.20	68.20
4	103.15	103.15
Gesamt	209.02	209.02

Lastfall 3 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**Übersicht**

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. A: Wohngebäude
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	10
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	3
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	279 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	279 [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 "Lastfall Q2 (Nutzlasten)"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
5	5.00	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	4			
		4	4	1			
6	4.20	1	3	5			
		2	5	6			
		3	6	7			
		4	7	3			
7	4.20	1	8	9			
		2	9	10			
		3	10	5			
		4	5	8			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
5	53.75	53.75
6	187.41	187.41
7	37.54	37.54
Gesamt	278.69	278.69

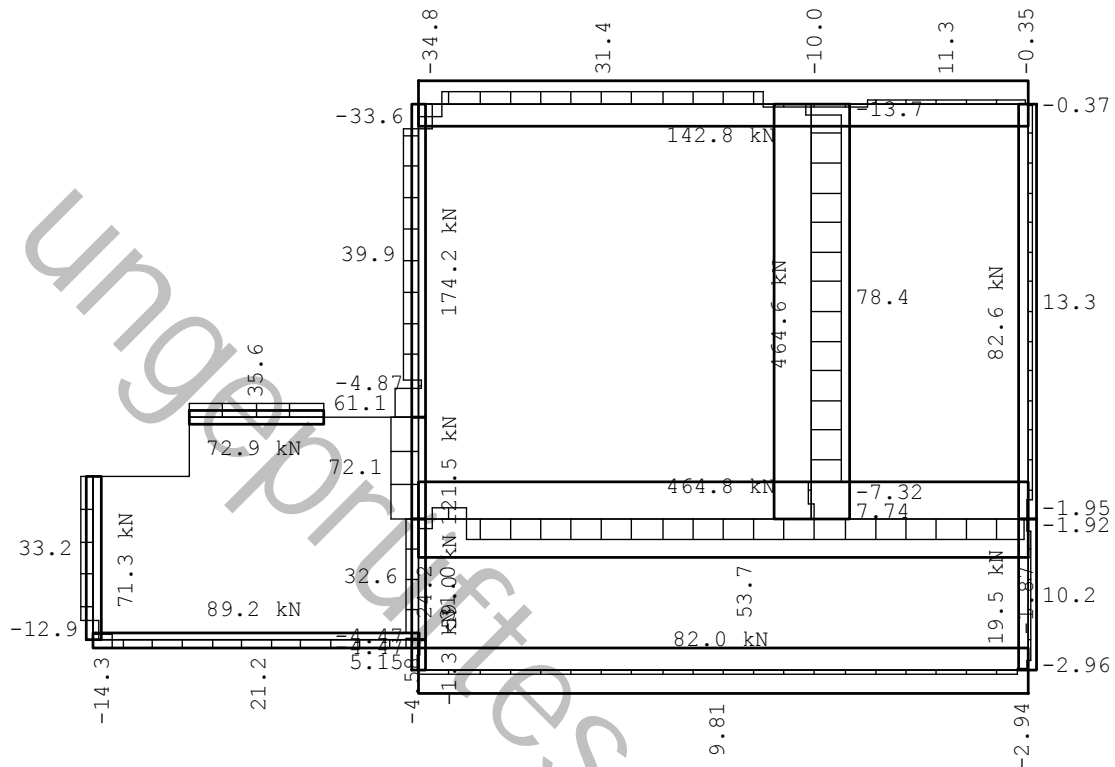
Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2 (Nu...)	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

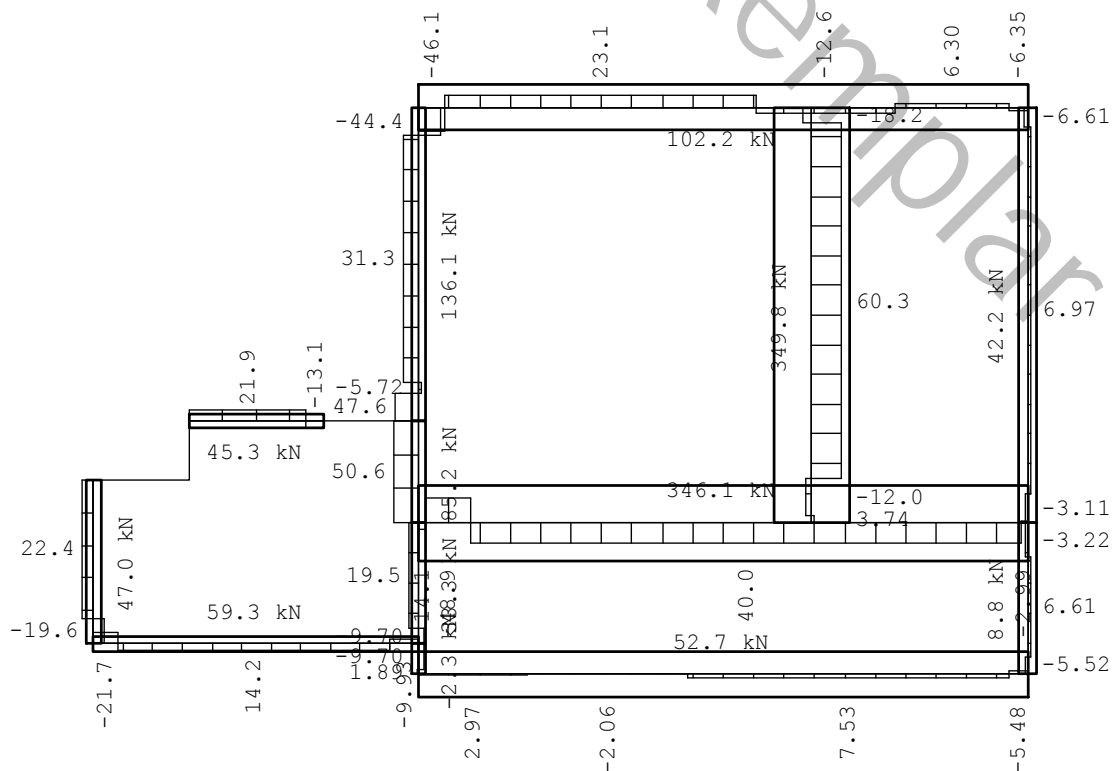
Beteiligte Einwirkungen

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

Maßstab 1 : 125



Maßstab 1 : 125



Überlagerung 4 "Maßgebend"
Übersicht

Beteiligte Lastfälle

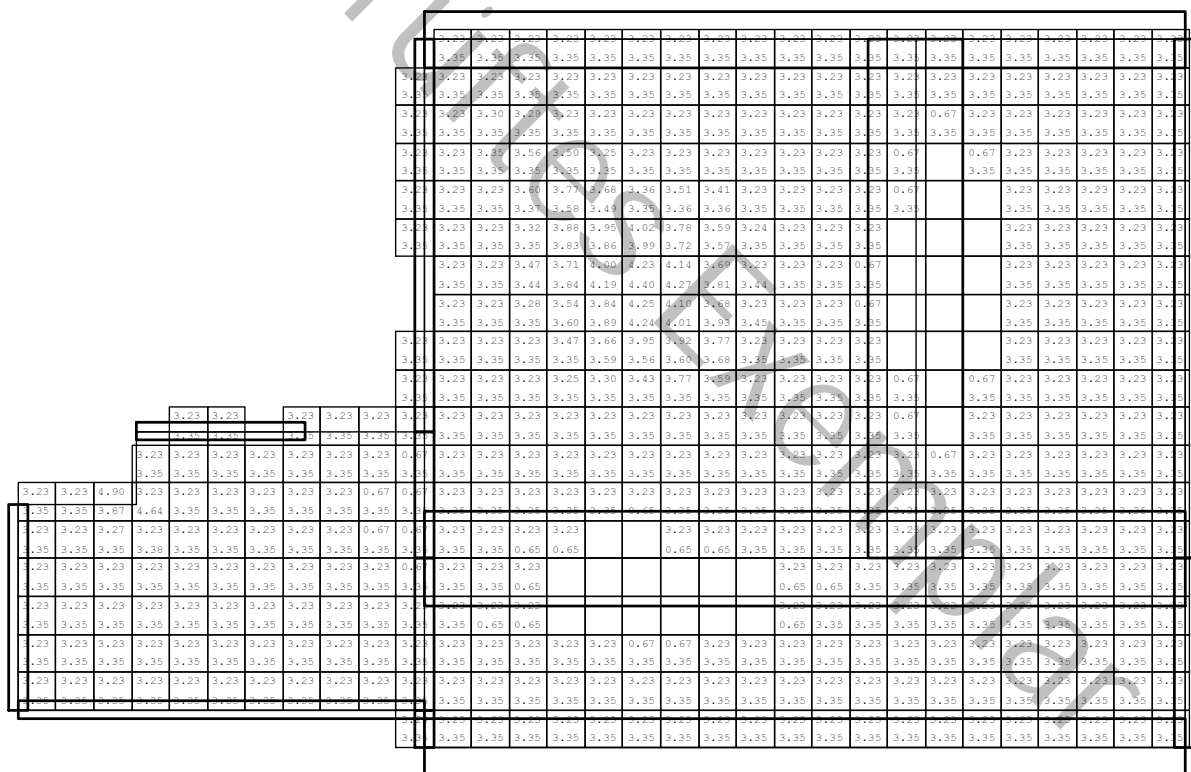
Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alternativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1 (Nu...	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0
3	Lastfall Q2 (Nu...	nicht ständig	nein	1	Kat. A: Wohngebäude	0

Beteiligte Einwirkungen

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

Überlagerung 4 "Maßgebend"

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100

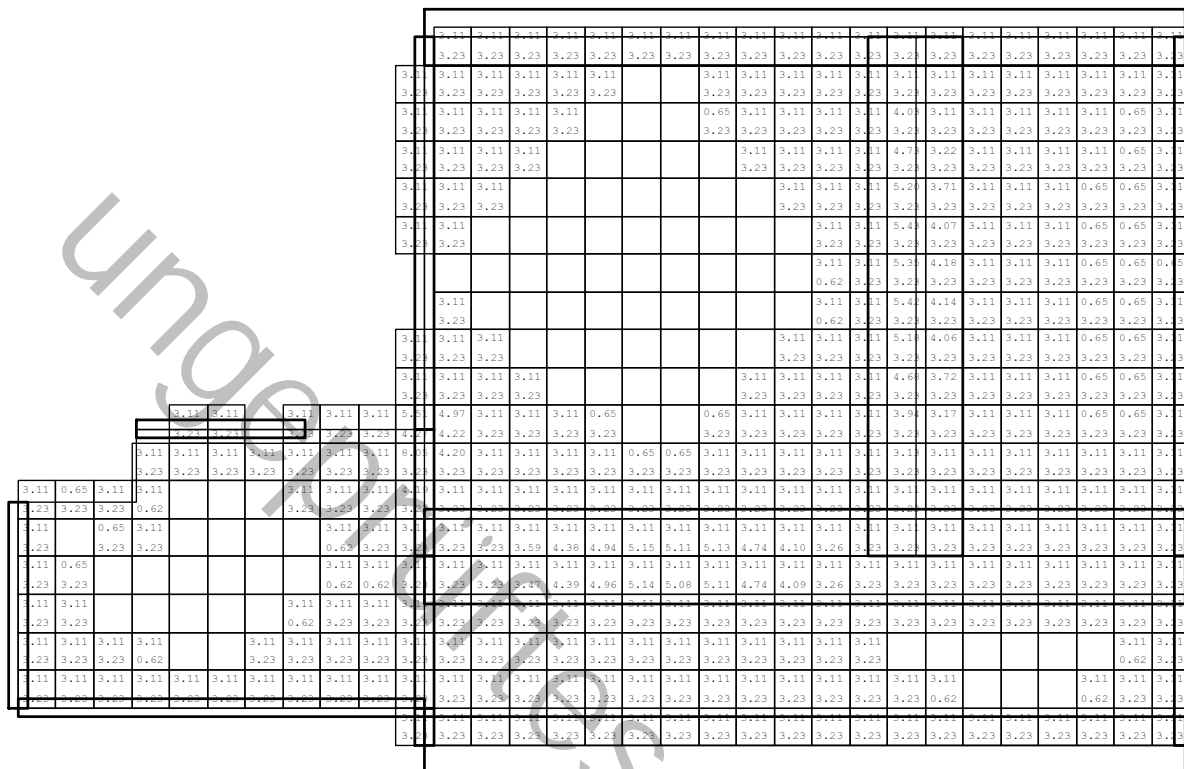


2
max as-1: 4.90 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 4.64 [cm²/m] (Gesamt)
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 3.35 [cm²/m]
as-2: 3.35 [cm²/m]
1
unten as-1: 3.35 [cm²/m]
as-2: 3.35 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

Maßstab 1 : 100



2

max aS-1: 8.05 [cm²/m] (Gesamt)
max aS-2: 5.15 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben aS-1: 3.35 [cm²/m]aS-2: 3.35 [cm²/m]unten aS-1: 3.35 [cm²/m]aS-2: 3.35 [cm²/m]

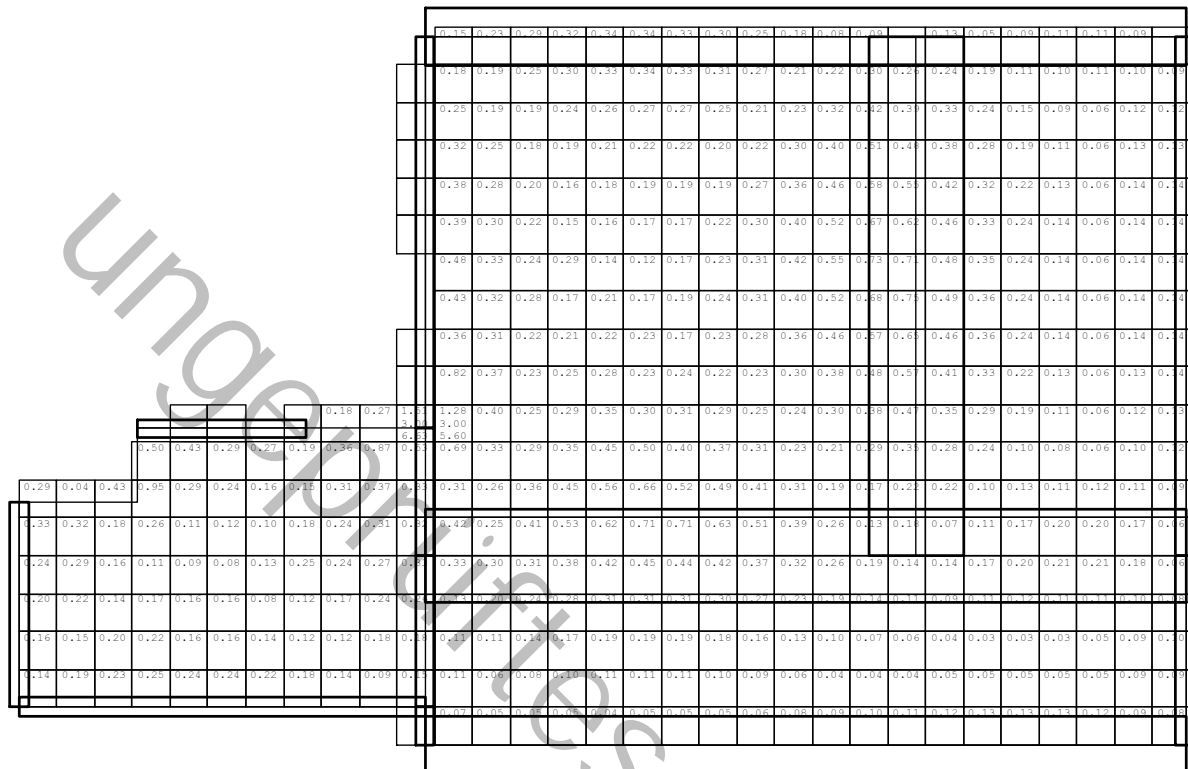
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Überlagerung 4 "Maßgebend"

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

Maßstab 1 : 100



2
1

max as-B: 6.63 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 3.35 [cm²/m]
as-2: 3.35 [cm²/m]
unten as-1: 3.35 [cm²/m]
as-2: 3.35 [cm²/m]

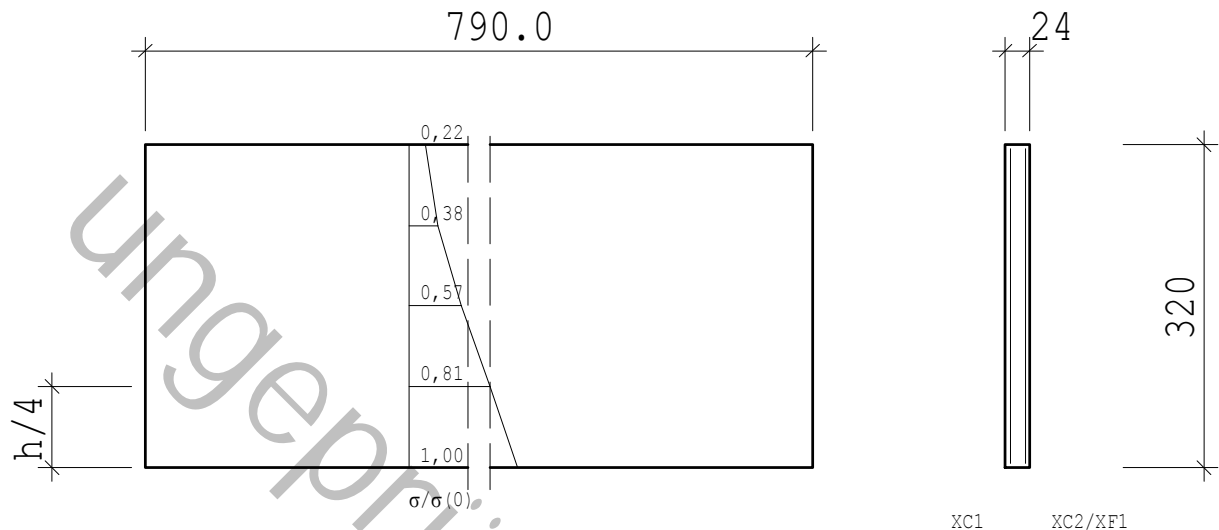
zu Position 301

Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 301 - Stb.-Deckenplatte ü. KG + Stb.-Bodenplatte	
ständige Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig	vgl. Lastzusammenstellung LE	2,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
W2	3,80*0,24*20,00	19,00
W3	3,80*0,24*20,00	19,00
T2	vgl. Position 401 (Auflager B)	15,00
T3	vgl. Position 400 (Auflager A)	20,00
veränderliche Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig, alternierend	Nutzlasten + Trennwandzuschlag	4,20
flächig, alternierend	Treppenhäuser	5,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T2	vgl. Position 401 (Auflager B)	7,00
T3	vgl. Position 400 (Auflager A)	10,00

4.6 Position: 302 Stb.-Wand, d=24.0cm

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/24 (FRILO R-2024-2/P04)

Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 25/30		
	t= 3 ... 5d (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.65 (nutzerdef.)	fcteff= 1.67 N/mm2	
E-Modul Beton	$\alpha E = 1.00$ (Zuschlagstoffe)		
	kEc(t) = 0.90 (nutzerdef.)	Ecm= 27900 N/mm2	

KRIECHZAHL	
junger Beton	$\phi t = 0.36$ (nutzerdefiniert)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	links		rechts
Betonangriff	W0		XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC1		XC2
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 25/30
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm		$d_{s,l} = 14$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14$ mm		$\Delta C_{dev} = 15$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm		$\Delta C_{dev} = 15$ mm
reduziertes cmin			$\geq C 16/20$
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm		$c_{min,b} = 15$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm		$c_{nom,b} = 30$ mm
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 14$ mm *5		$c_{min,l} = 15$ mm *5
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28$ mm *1		$c_{nom,l} = 38$ mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20$ mm		$c_{v,b} = 30$ mm
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40$ mm		$w_{max} = 0.30$ mm
*1: mit cmin,b			
*5: Verbund maßgebend			

WAND AUF FUNDAMENT			
Abmessungen	B = 0.24 m	H = 3.20 m	
	L = 7.90 m		
Bewehrung	dli = 4.5 cm	dre = 4.5 cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage

Zement : 32.5R;42.5 Z = 300 kg/m³
 t_m = 1.19 d QH = 191 kJ/kg
 α_b = 0.73 T_{bH} = 16.7 K
 T_{cO} = 20.0 °C k_{tV} = 0.50
 T_{b,m} = 26.7 K T_F = 15.0 °C
 α_T = 10 10⁻⁶/K k_V = 1.00

Zwangsspannungen am Fußpunkt : σ_{ct} = 3.26 N/mm²Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: k_{ct,d} = 0.55σ_{ct,d} = 1.78 N/mm² > f_{cteff}N_{zw,hydr} = σ_{ct,d} * A_c = 428.19 kN/mN_{zw,max} = k * f_{cteff} * A_c = 320.11 kN/m k = 0.80 maßgebend**NACHWEIS RISSBREITE**

ungünstigste Annahmen für unten und oben:

w_{max} = 0.30 mm d_s = 14.0 mmZwang aus Hydratation (Dauerlast k_t = 0.4)zentr. Zwang N_x = 320.11 kN/mε_{2s} = 1.04 o/oo F_s = 320.1 kN/mh_{eff} = 22.5 cm F_{cre} = 375.1 kN/merforderlich: A_{sl} = 7.73 cm²/m A_{sre} = 7.73 cm²/m

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

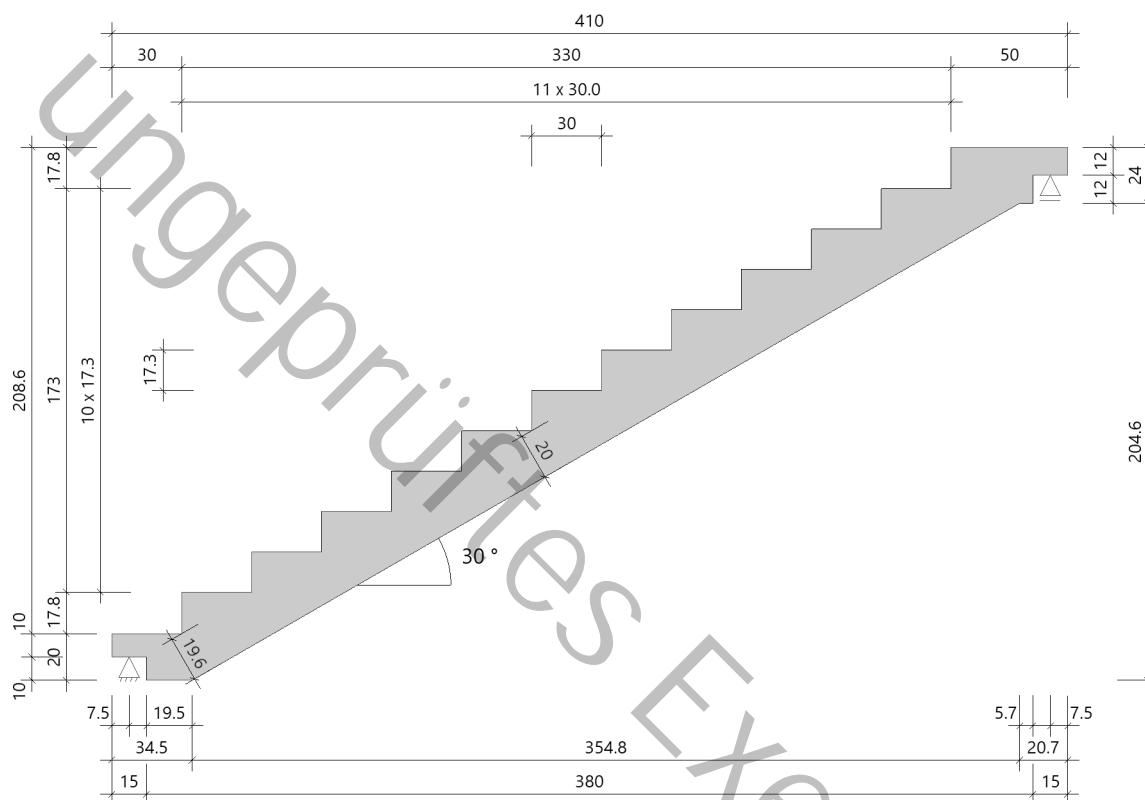
5. Treppenläufe & Podeste

5.1 Position: 400 Treppenlauf, h=20.0cm

Treppenlauf (x64) B7+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P04)

System

Systemgrafik



Anmerkungen zum System

Die Stb.-Treppenläufe sind unter Verwendung von Schöck Tronsolen an entsprechende Deckenplatten und/oder Podestplatten anzuschließen (schallentkoppelte Ausführung).

Antritt (KG):

Schöck Tronsole Typ B (B-V1-L1500-B350)

Schöck Tronsole Typ D (Querkraftdorn ohne Hülse)

Nachweis:

$A_{v,d} = 41,7 \text{ kN/m}$

$\eta = 41,7/43,0 = 0,97$

Antritt Geschossdecke/Podestplatte:

Schöck Tronsole Typ T (T-V6-H200-L1450)

Nachweis:

$A_{v,d} = 42,3 \text{ kN/m}$

$\eta = 41,7/52,20 = 0,80$

Austritt Geschossdecke/Podestplatte:

Schöck Tronsole Typ T (T-V6-H200-L1450)

Nachweis:

$B_{v,d} = 42,3 \text{ kN/m}$

$\eta = 42,3/52,20 = 0,82$

Geometrie**Geometrie (kurz)**

Laufbreite $B_1 = 145.0 \text{ cm}$
 Belagbreite $B_2 = 145.0 \text{ cm}$
 Verkehrslastbreite $B_3 = 145.0 \text{ cm}$

Auflager

Ort [-]	horizontal [kN/m]	vertikal [kN/m]	drehend [kNm/rad]
links			
rechts			
	starr frei	starr starr	frei frei

Lasten**Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte**

Einwirkungsgruppe	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. A: Wohngebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Belastung

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
Treppenlauf	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
oberes Podest/ Konsole	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Eigengewicht	5.00	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	7.50	5.00
Treppenlauf	Eigengewicht	7.93	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	10.43	5.00
oberes Podest/ Konsole	Eigengewicht	6.00	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	8.50	5.00

Das Eigengewicht ist mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

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

Baustoffe: Beton C25/30 Betonstahl B500A
 $\gamma_c = 1.50$ $\gamma_s = 1.15$
 $f_{ck} = 25.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{yk} = 500.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{cd} = 14.2 \text{ N/mm}^2$ $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

	unteres Podest	Treppenlauf	oberes Podest
Abmessung	0.24 m	3.58 m (L_{hor}) 2.07 m (L_{vert}) 4.14 m (L_{ges})	0.12 m

Bewehrungslage unten $d_1 = 3.0 \text{ cm}$
 Bewehrungslage oben $d_2 = 3.0 \text{ cm}$

Ergebnisse Treppe

Biegebemessung

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

Ort [-]	h [cm]	M_{Ed} [kNm/m]	N_{Ed} [kN/m]	erf. a_{su} [cm ² /m]	erf. a_{so} [cm ² /m]	Info [-]
unteres Podest, untere Bewehrung	20.0	9.62	0.0	2.2	0.0	*)
Treppenlauf, untere Bewehrung	20.0	41.99	0.6	5.8	0.0	#)
oberes Podest, untere Bewehrung	24.0	5.11	0.0	2.6	0.0	*)
*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend. #) $H_u > H_s$, die statische Höhe des Treppenlaufes wurde im Bereich der Einkerbung reduziert						

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung 11 Ø 10 / 13.5 cm (Programmvorschlag für Anzahl Ø)
 vorh. a_{su} = 5.96 cm²/m

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B_1 (Laufbreite).

Schubbemessung

Keine Schubbewehrung erforderlich.

Auflagerkräfte

Definition Auflagerkräfte

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
 (B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

	A_v [kN/m]	A_h [kN/m]	B_v [kN/m]	B_h [kN/m]
$\gamma = 1.0$				
gesamt	29.8	0.0	30.2	0.0
aus g	19.9	0.0	20.3	0.0
aus q	9.9	0.0	9.9	0.0
γ-fach				
gesamt	41.7	0.0	42.3	0.0
aus g	26.9	0.0	27.5	0.0
aus q	14.8	0.0	14.8	0.0

Treppeneigengewicht

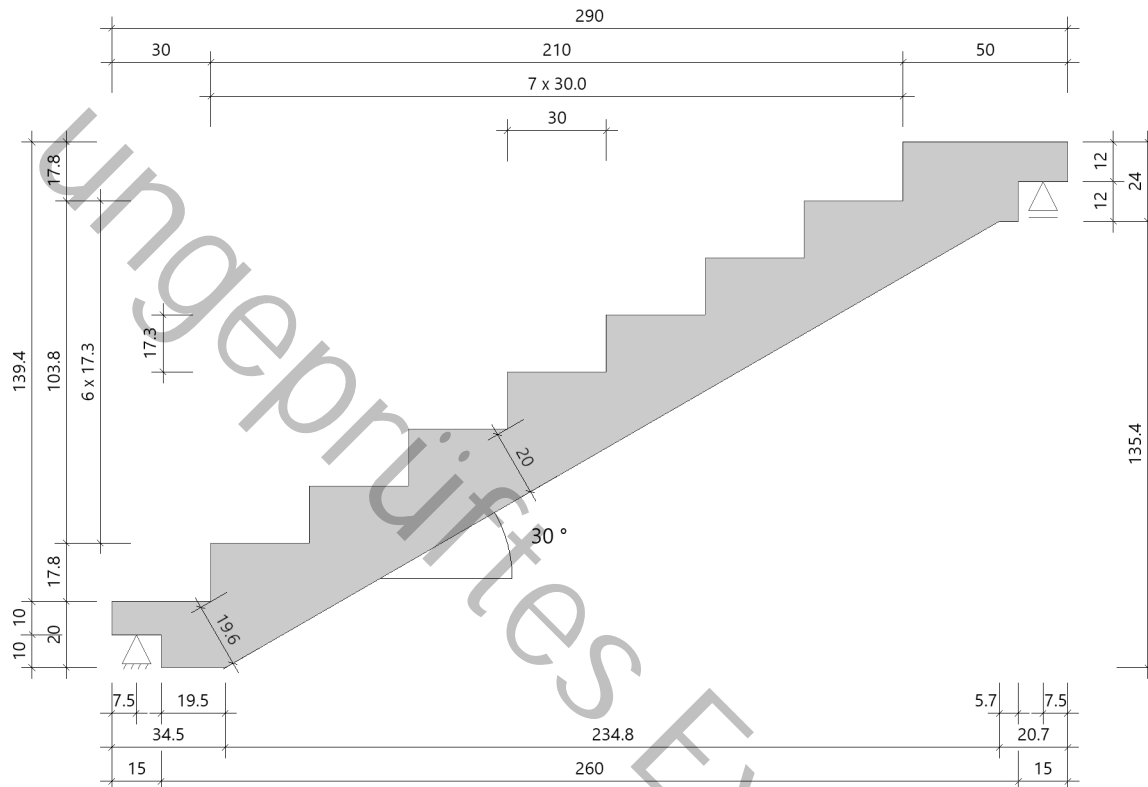
Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G_k beträgt 44.1 kN

Hinweis:

Die untere und die obere Konsole wurden nicht bemessen.

5.2 Position: 401 Treppenlauf, h=20.0cm

Treppenlauf (x64) B7+ 02/24 (FRILO R-2024-2/P04)

System**Systemgrafik****Anmerkungen zum System**

Die Stb.-Treppenläufe sind unter Verwendung von Schöck Tronsolen an entsprechende Deckenplatten und/oder Podestplatten anzuschließen (schallentkoppelte Ausführung).

Antritt Geschossdecke/Podestplatte:
Schöck Tronsole Typ T (T-V6-H200-L1450)

Nachweis:
 $A_{v,d} = 28,8 \text{ kN/m}$
 $\eta = 28,8/52,20 = 0,56$

Austritt Geschossdecke/Podestplatte:
Schöck Tronsole Typ T (T-V6-H200-L1450)

Nachweis:
 $B_{v,d} = 29,3 \text{ kN/m}$
 $\eta = 29,3/52,20 = 0,57$

Geometrie**Geometrie (kurz)**

Laufbreite $B_1 = 145,0 \text{ cm}$
Belagbreite $B_2 = 145,0 \text{ cm}$
Verkehrslastbreite $B_3 = 145,0 \text{ cm}$

Auflager

Ort [-]	horizontal [kN/m]	vertikal [kN/m]	drehend [kNm/rad]
links	starr	starr	frei
rechts	frei	starr	frei

Lasten**Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte**

Einwirkungsgruppe	γ_G	γ_Q	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kat. A: Wohngebäude	1,35	1,5	0,7	0,5	0,3

Belastung

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
Treppenlauf	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
oberes Podest/ Konsole	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00

Resultierende Belastung (bezogen auf die horizontale Fläche)

Ort [-]	Typ [-]	g [kN/m ²]	q [kN/m ²]
unteres Podest/ Konsole	Eigengewicht	5.00	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	7.50	5.00
Treppenlauf	Eigengewicht	7.93	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	10.43	5.00
oberes Podest/ Konsole	Eigengewicht	6.00	-
	Belag	2.50	-
	Verkehr	-	5.00
	Summe	8.50	5.00

Das Eigengewicht ist mit $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Norm, Materialien und Bewehrungslage

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

Baustoffe:	Beton	C25/30	Betonstahl	B500A
	γ_c	= 1.50	γ_s	= 1.15
	f_{ck}	= 25.0 N/mm ²	f_{yk}	= 500.0 N/mm ²
	f_{cd}	= 14.2 N/mm ²	f_{yd}	= 434.8 N/mm ²

Einzellängen (bezogen auf die Stabachsen)

	unteres Podest	Treppenlauf	oberes Podest
Abmessung	0.24 m	2.38 m (L_{hor}) 1.37 m (L_{vert}) 2.75 m (L_{ges})	0.12 m

Bewehrungslage unten $d_1 = 3.0 \text{ cm}$

Bewehrungslage oben $d_2 = 3.0 \text{ cm}$

Ergebnisse Treppe**Biegebemessung**

Alle Bemessungsergebnisse je m Treppenbreite!

Biegebewehrung

Ort [-]	h [cm]	M _{Ed} [kNm/m]	N _{Ed} [kN/m]	erf. a _{su} [cm ² /m]	erf. a _{so} [cm ² /m]	Info [-]
unteres Podest, untere Bewehrung	20.0	6.47	0.0	2.2	0.0	*)
Treppenlauf, untere Bewehrung	20.0	20.30	0.6	2.7	0.0	#)
oberes Podest, untere Bewehrung	24.0	3.50	0.0	2.6	0.0	*)
*) Mindestlängsbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1) ist maßgebend.						
#) H _u > H _s , die statische Höhe des Treppenlaufes wurde im Bereich der Einkerbung reduziert						

vorh. Bewehrung

untere Bewehrung 11 Ø 10 / 13.5 cm (Programmvorschlag für Anzahl Ø)
 vorh. a_{su} = 5.96 cm²/m

Hinweis: vorh. a_s (bezogene Bewehrung) = vorh. A_s (absolute Bewehrung) / B₁ (Laufbreite).

Schubbemessung

Keine Schubbewehrung erforderlich.

Auflagerkräfte**Definition Auflagerkräfte**

(A) linkes Auflager (v) vertikale Auflagerkraft
 (B) rechtes Auflager (h) horizontale Auflagerkraft

Auflagerkräfte je m Treppenbreite

	A _v [kN/m]	A _h [kN/m]	B _v [kN/m]	B _h [kN/m]
γ = 1.0				
gesamt	20.5	0.0	21.0	0.0
aus g	13.7	0.0	14.1	0.0
aus q	6.9	0.0	6.9	0.0
γ-fach				
gesamt	28.8	0.0	29.3	0.0
aus g	18.4	0.0	19.0	0.0
aus q	10.3	0.0	10.3	0.0

Treppeneigengewicht

Das Treppeneigengewicht (ohne Belag) G_k beträgt 30.3 kN

Hinweis:

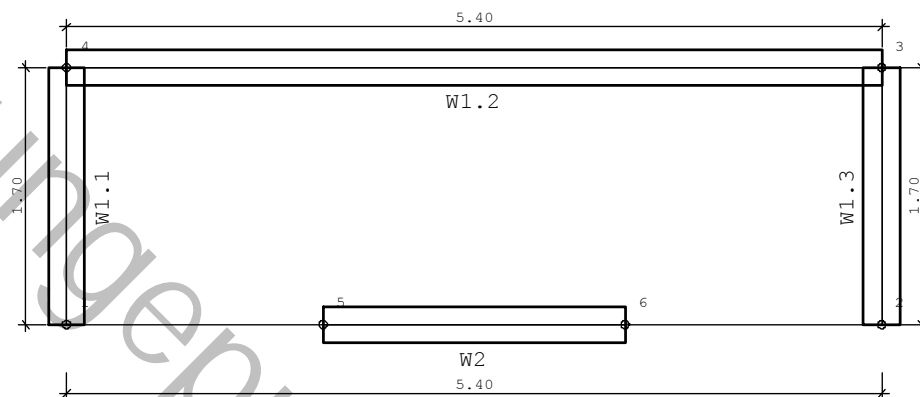
Die untere und die obere Konsole wurden nicht bemessen.

5.3 Position: 402 Stb.-Podestplatte, h=20.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P04)

System**Grundriss**

Maßstab 1 : 50

**Übersicht**

Plattendicke	20.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	6
Wandzüge	2

Material

Beton	C 25/30
E-Modul	3100 [kN/cm ²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m ³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm]

Bemessung: Einstellungen

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

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte

oben	as-1 : 2.57	as-2 : 2.57 [cm ² /m]
unten	as-1 : 2.57	as-2 : 2.57 [cm ² /m]

- Unter-/Überzüge

oben	4.0 [cm ²]
unten	4.0 [cm ²]

Grenz Zustand 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

Grenz Zustand der Tragfähigkeit: Querkraft-BemessungErmittlung 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 : 14.0		ds,L : 14.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B : 0.0		ds,B : 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc : 1.0		Δc : 1.0 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$: -0.0		$\Delta \Delta c$: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.4		cmin,L : 1.4 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.4		cnom,L : 2.4 [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 ϕ 2.97 [-]
Schwinddehnung ϵ_{CS} -0.53 [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
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten 50
Anzahl der Elemente 36
Durchschnittliche Elementgröße 50 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0

Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000	2	5.400	0.000
3	5.400	1.700	4	0.000	1.700
5	1.700	0.000	6	3.700	0.000

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			

Wände**Eigenschaften**

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	24.0	1.700	1	4				KSP-20-2,0-DM
1.2	24.0	5.400	4	3				KSP-20-2,0-DM
1.3	24.0	1.700	3	2				KSP-20-2,0-DM
2	24.0	2.000	5	6				C 25/30

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug-feder-Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.1	NEIN	855429	frei	frei
1.2	NEIN	855429	frei	frei
1.3	NEIN	855429	frei	frei
2	NEIN	2657143	frei	frei

Lastfall 1 "Lastfall G1"**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	6
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	82 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	46 [kN]
Summe aller Lasten	128 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	128 [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 G1"**Linienlasten****Geometrie**

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

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	21.00	21.00	0.00	0.00
2	14.00	14.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	35.70	35.70
2	23.80	23.80
Gesamt	59.50	59.50

Lastfall 1 "Lastfall G1"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m ²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.50	1 2 3 4	1 4 5 6	4 5 6 1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	22.95	22.95
Gesamt	22.95	22.95

Lastfall 2 "Lastfall Q1"**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	6
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	75 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	75 [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 Q1"**Linienlasten**

Geometrie

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

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
3	10.00	10.00	0.00	0.00
4	7.00	7.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	17.00	17.00
4	11.90	11.90
Gesamt	28.90	28.90

Lastfall 2 "Lastfall Q1"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	5.00	1	1	4			
		2	4	5			
		3	5	6			
		4	6	1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	45.90	45.90
Gesamt	45.90	45.90

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

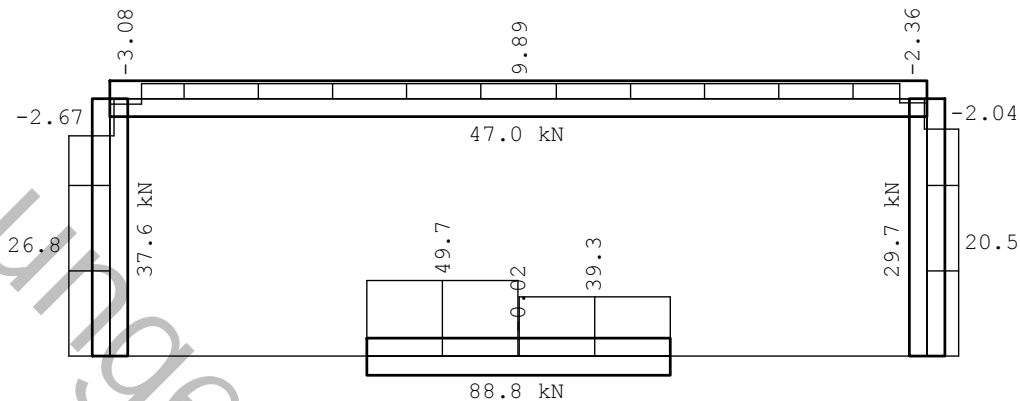
Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung		Alternativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

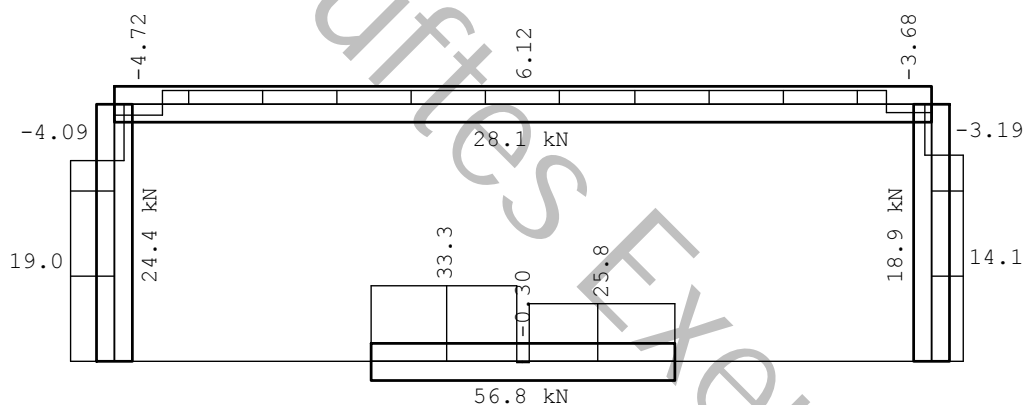
Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX**

Maßstab 1 : 50

**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN**

Maßstab 1 : 50

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

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung		Alternativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
				sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70

Teilsicherheitsbeiwert Beton
Teilsicherheitsbeiwert Stahl

1.50
1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

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

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

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

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

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]**

Maßstab 1 : 33

	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	
	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	
	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	
	2.25	2.25	2.25	2.25	0.49	0.49	2.25	2.25	2.25	2.25	
	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	
	2.53	3.24	3.00	2.25	2.25	2.25	0.49	2.25	2.25	2.47	
	2.45	2.45	2.48	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	

2

max as-1: 3.24 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 2.48 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung

oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]**

Maßstab 1 : 33

	2.25	2.25	0.49	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0.49	2.25	
	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	0.45	2.45	2.45	2.45	2.45	
	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0.49	2.25	2.25
	2.45	2.45	2.45	2.45	0.45	0.45	0.45	0.45	2.45	2.45	2.45
	2.25	0.49	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0.49	2.25
	2.45	2.45	2.45	2.45	0.45	0.45	0.45	2.45	2.45	2.45	2.45
	2.25	0.49	2.25	2.31	2.25	2.25	2.25	2.25	0.49	0.49	2.25
	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45

2
1

max as-1: 2.31 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 2.45 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

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

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]**

Maßstab 1 : 33

	0.11	0.12	0.17	0.14	0.13	0.14	0.13	0.16	0.17	0.11	0.11
	0.29	0.21	0.14	0.22	0.22	0.10	0.25	0.10	0.20	0.18	0.23
	0.31	0.30	0.64	0.55	0.17	0.13	0.18	0.47	0.17	0.25	0.22

2
1

max as-B: 0 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

zu Position 402

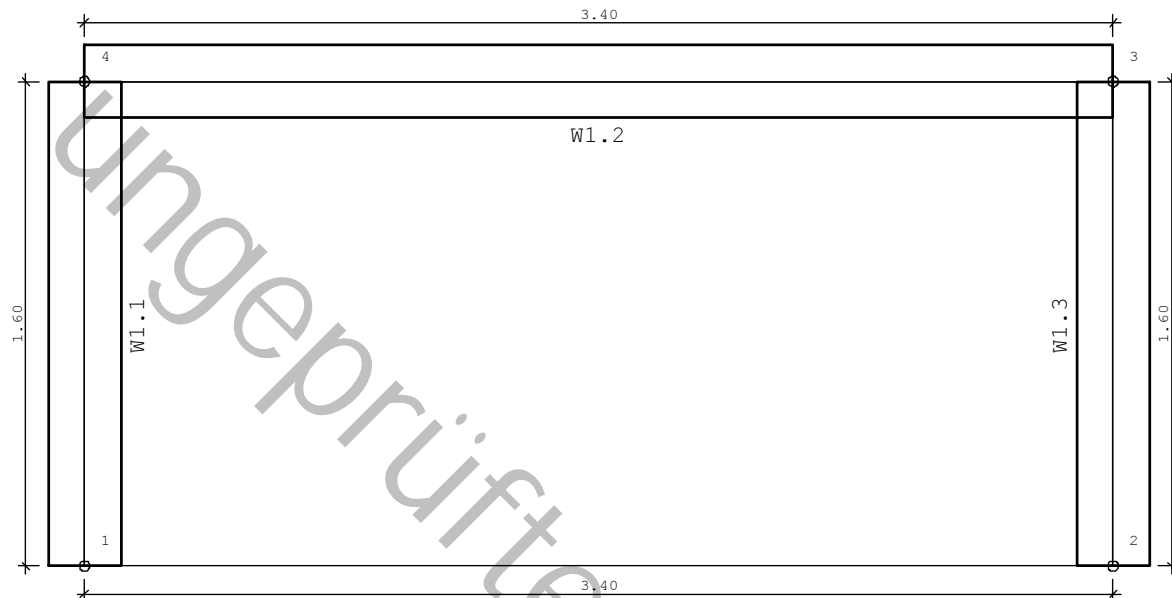
Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 402 - Stb.-Podestplatte	
ständige Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig	Belag, Estrich, Trittschalldämmung	2,50
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 400 (Auflager B)	21,00
T2	vgl. Position 401 (Auflager A)	14,00
veränderliche Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig	Nutzlasten	5,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 400 (Auflager B)	10,00
T2	vgl. Position 401 (Auflager A)	7,00

5.5 Position: 403 Stb.-Podestplatte, h=20.0cm

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2024 (FRILO R-2024-2/P04)

System**Grundriss**

Maßstab 1 : 25

**Hinweis zur Position**

konstr. Bewehrungszulage am freien Rand

oben: 2D16 mit Asvorh.= 4,02cm²
unten: 2D16 mit Asvorh.= 4,02cm²**Übersicht**

Plattendicke	20.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	4
Wandzüge	1

Material

Beton	C 25/30
E-Modul	3100 [kN/cm ²]
Querdehnzahl	0.20
Spezifisches Gewicht	25 [kN/m ³]
Temperaturausdehnungskoeffizient	1.0e-05 [1/Grad]
Bewehrungsstahl	B500A
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 3.1 d-2 : 4.5 [cm]

Bemessung: Einstellungen

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

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte

oben as-1 : 2.57 as-2 : 2.57 [cm²/m]
unten as-1 : 2.57 as-2 : 2.57 [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 JA

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten		Oben	
Betonangriff	X0		X0	
Bewehrungskorrosion	XC1		XC1	
Mindestbetonklasse	C 16/20		C 16/20	
Durchmesser, längs	ds,L	: 14.0	ds,L	: 14.0 [mm]
Durchmesser, Bügel	ds,B	: 0.0	ds,B	: 0.0 [mm]
Vorhaltemaß	Δc	: 1.0	Δc	: 1.0 [cm]
Korrekturwert	ΔΔc	: -0.0	ΔΔc	: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L	: 1.4	cmin,L	: 1.4 [cm]
Betondeckung	cnom,L	: 2.4	cnom,L	: 2.4 [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	ϕ	2.97 [-]
Schwinddehnung	ϵ_{cs}	-0.53 [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
mit dreieckigen Übergangselementen

Anzahl der Knoten	32
Anzahl der Elemente	21
Durchschnittliche Elementgröße	50 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte	1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte	NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den	Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000	2	3.400	0.000
3	3.400	1.600	4	0.000	1.600

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			

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	24.0	1.600	1	4				KSP-20-2,0-DM
1.2	24.0	3.400	4	3				KSP-20-2,0-DM
1.3	24.0	1.600	3	2				KSP-20-2,0-DM

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.1	NEIN	855429	frei	frei
1.2	NEIN	855429	frei	frei
1.3	NEIN	855429	frei	frei

Lastfall 1 "Lastfall G1"

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

5

Punktlasten

0

Linienlasten

2

Flächenlasten

1

Temperaturlasten

0

Summe der eingegebenen Lasten

83 [kN]

Anteil auf der Platte

Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen

27 [kN]

Summe aller Lasten

110 [kN]

Summe der Auflagerkräfte

111 [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 G1"

Linienlasten

Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	21.00	21.00	0.00	0.00
2	20.00	20.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	35.70	35.70
2	34.00	34.00
Gesamt	69.70	69.70

Lastfall 1 "Lastfall G1"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	2.50	1	1	3			
		2	3	4			
		3	4	5			
		4	5	1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	13.60	13.60
Gesamt	13.60	13.60

Lastfall 2 "Lastfall Q1"**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	5
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	61 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	61 [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 Q1"**Linienlasten****Geometrie**

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

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
3	10.00	10.00	0.00	0.00
4	10.00	10.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	17.00	17.00
4	17.00	17.00
Gesamt	34.00	34.00

Lastfall 2 "Lastfall Q1"**Flächenlasten****Geometrie**

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	5.00	1	1	3			
		2	3	4			
		3	4	5			
		4	5	1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	27.20	27.20
Gesamt	27.20	27.20

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Übersicht****Beteiligte Lastfälle**

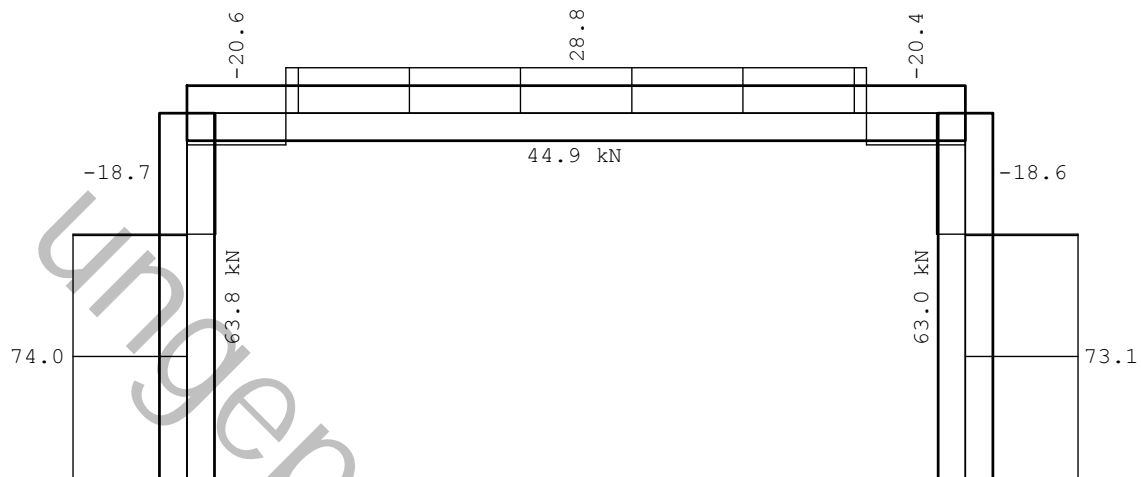
Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung		Alternativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

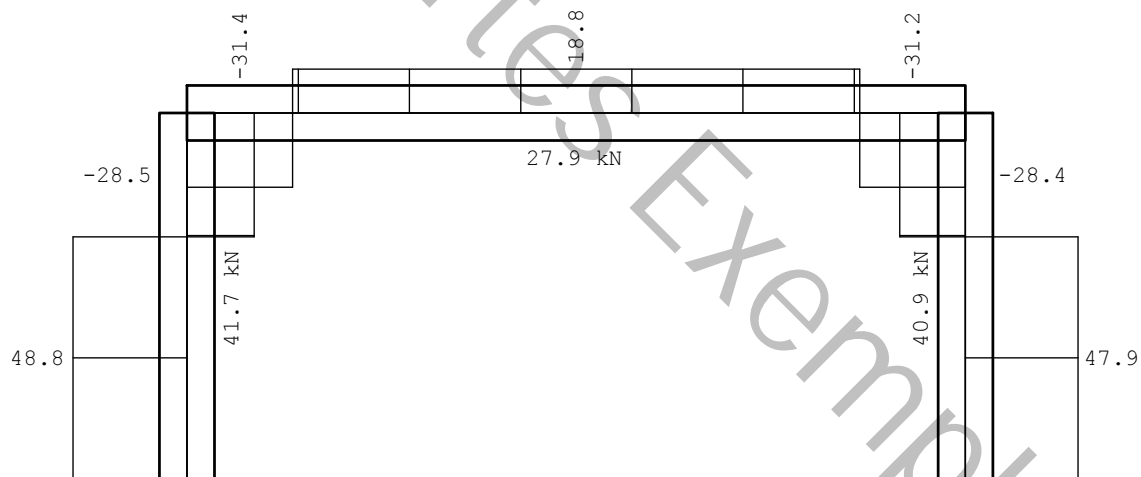
Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"**Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MAX**

Maßstab 1 : 33

**Überlagerung 1 "Charakteristisch"****Auflagerkräfte (Rechteck) [kN/m] - MIN**

Maßstab 1 : 33

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

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung		Alter-nativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Lastfall G1	ständig	ja	g	ständig	-
2	Lastfall Q1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
				sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70

Teilsicherheitsbeiwert Beton
Teilsicherheitsbeiwert Stahl

1.50
1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

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

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

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

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

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]**

Maßstab 1 : 25

	3.56	3.58	2.25	2.25	2.25	3.57	
	3.49	3.23	2.45	2.45	2.45	3.23	
	4.35	4.70	3.74	2.25	3.73	4.68	4.18
	4.18	3.21	2.45	2.45	2.52	3.34	4.17
	5.53	6.09	5.58	4.27	5.56	6.04	5.09
	4.19	2.79	2.45	2.45	2.45	3.48	4.18
	6.47	7.82	7.65	6.34	7.61	7.73	5.86
	4.70	2.94	2.45	2.45	2.45	3.16	4.65

2
1

max as-1: 7.82 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 4.70 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]**

Maßstab 1 : 25

	2.84	2.64	2.25		2.25	2.64	
	3.31	3.21	2.45		2.45	3.21	
	3.19	2.25	2.25	2.25	2.25	2.55	3.18
	3.81	3.13	2.45	2.45	2.45	3.37	3.79
	4.13	2.25	0.49	0.49	2.25	2.37	4.11
	5.42	3.39	2.45	2.45	2.45	3.96	5.37
	3.15	2.25	0.49	0.49	0.49	2.25	3.14
	4.27	3.04	2.45	2.45	2.45	3.76	4.23

2
1

max as-1: 4.13 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 5.42 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

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

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"**Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]**

Maßstab 1 : 25

	0.14	0.28	0.36	0.36	0.32	0.21	0.13
	0.63	0.30	0.29	0.29	0.27	0.36	0.63
	0.52	0.28	0.27	0.27	0.27	0.51	0.40

2
1

max as-B: 0 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]
unten as-1: 2.57 [cm²/m]
as-2: 2.57 [cm²/m]

zu Position 403

Lastzusammenstellung		
Bauteil	Pos. 403 - Stb.-Podestplatte	
ständige Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig	Belag, Estrich, Trittschalldämmung	2,50
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 400 (Auflager B)	21,00
T2	vgl. Position 400 (Auflager A)	20,00
veränderliche Einwirkungen		
Belastungen werden bei Eingabe auf volle kN / kN/m / kN/m ² aufgerundet		
Flächenlasten		
	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m ²]
flächig	Nutzlasten	5,00
Linienlasten		
ID	Berechnungsansatz	Ergebnis
		[kN/m]
T1	vgl. Position 400 (Auflager B)	10,00
T2	vgl. Position 400 (Auflager A)	10,00

Position 500	Stb.-Schachtwände, d=24.0cm (Aufzugschacht)	Anmerkungen
---------------------	--	--------------------

Die Stb.-Wände wurden konstruktiv bemessen und sind konstruktiv zu bewehren.

Betongüte: C25/30

Betondeckung: $c_{links} \geq 30\text{mm}$

$c_{rechts} \geq 30\text{mm}$

links: min. $\varnothing 8\text{mm}/15.0\text{cm}$ mit $A_s = 3,35\text{cm}^2/\text{m}$ (Mattenbewehrung: Q335-A)

rechts: min. $\varnothing 8\text{mm}/15.0\text{cm}$ mit $A_s = 3,35\text{cm}^2/\text{m}$ (Mattenbewehrung: Q335-A)

Anmerkungen:

Wandecken, Vorsprünge und/oder Wandanschlüsse sind konstruktiv auszubilden (vgl. Ausführungen gem. Bewehrungsplan).

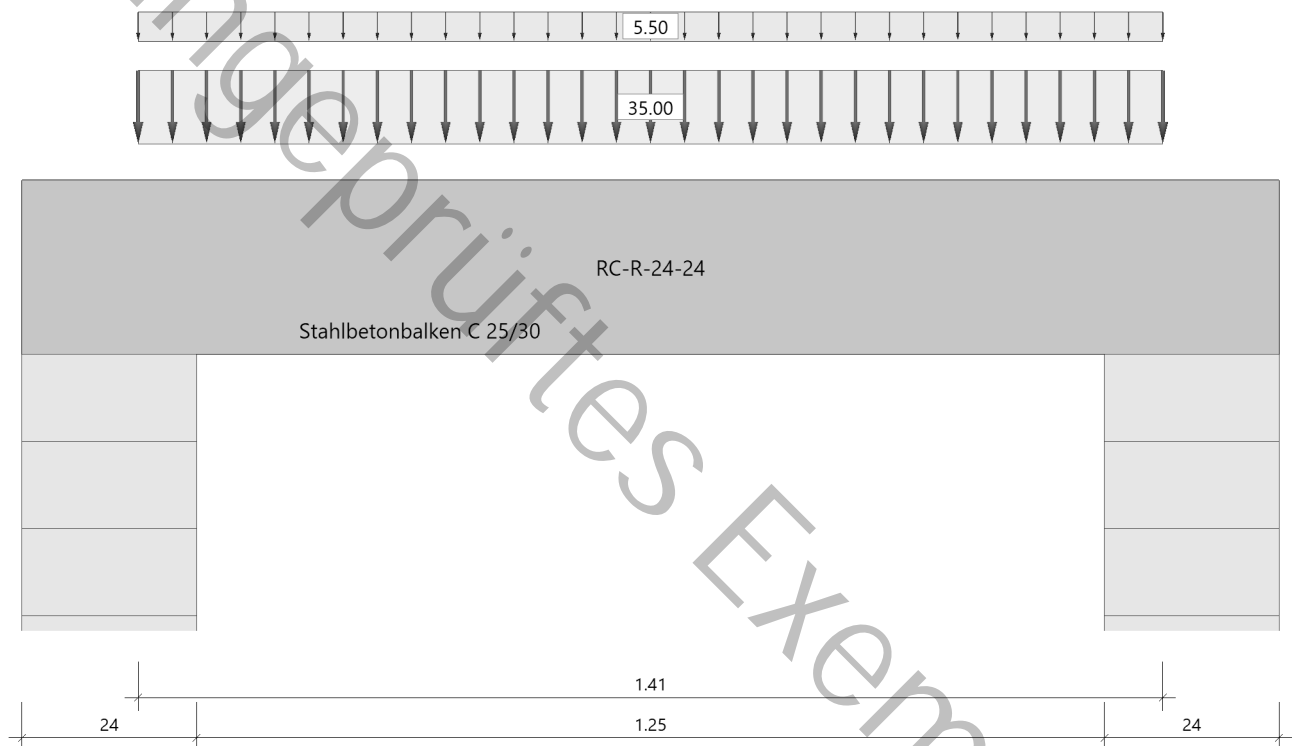
ungeprüftes Exemplar

6.2 Position: 501 deckengl. Balken, b/h=24.0/24.0cm

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/24A (FRILO R-2024-2/P04)

GrundparameterStahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System**Systembild****Anmerkungen zum System**

Der bemessene Balken wird insgesamt dreimal hergestellt.

Bei einem lichten Öffnungsmaß von 1,25m wird er für die maßgebliche Belastung bemessen.

Berücksichtigt wird bei einer lichten Höhe der Aufzugtür von ca. 2,30m eine zusätzliche Belastung aus Eigengewicht in Höhe von $g = 0,70 \cdot 0,24 \cdot 25,00 = 4,20 \text{ kN/m}$.

Statisch wird ein deckengleicher Balken mit einer Höhe von 24.0cm bemessen (sichere Seite).

Material**Materialauswahl**

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

Geometrie**Querschnitte**

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	24.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.41	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lastzusammenstellung (LZ)

Position 100 (maßgebend)

g= 34,60kN/m

q= 39,90-34,60= 5,30kN/m

 $M_{Ed} = (1,35 \cdot (34,60 + 4,20) + 1,50 \cdot 5,30) \cdot 1,41^2 / 8 = 15,00 \text{ kN/m}$

Position 200

g= 15,90kN/m

q= 29,40-15,90= 13,50kN/m

 $M_{Ed} = (1,35 \cdot (15,90 + 4,20) + 1,50 \cdot 13,50) \cdot 1,41^2 / 8 = 11,78 \text{ kN/m}$

Position 301

g= 21,90kN/m

q= 35,60-21,90= 13,70kN/m

 $M_{Ed} = (1,35 \cdot (21,90 + 4,20) + 1,50 \cdot 13,70) \cdot 1,41^2 / 8 = 13,87 \text{ kN/m}$

Im Rahmen der Bemessung werden die Belastungen auf 0,5kN/m aufgerundet.

Lasten**Streckenlasten**

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		1.41		35.00		Nein	ständig		
	2	GL		1.41		5.50		Ja	Schnee		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	vgl. LZ
2	vgl. LZ

Übersicht der verwendeten Einwirkungen**Einwirkungen**

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00	1.00	1.35 1.50

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

Ergebnisse**Bemessungsparameter**

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Basis	:	EN 1992-1-1:2004/A1:2014
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.86$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

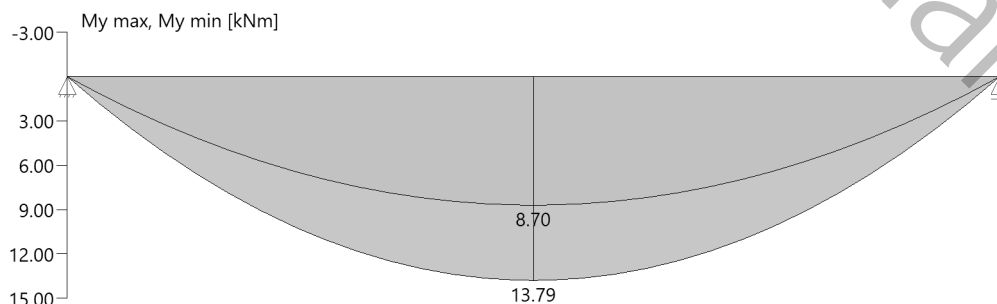
Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.4 cm	oben = 4.4 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$		

Bemessungseinstellungen

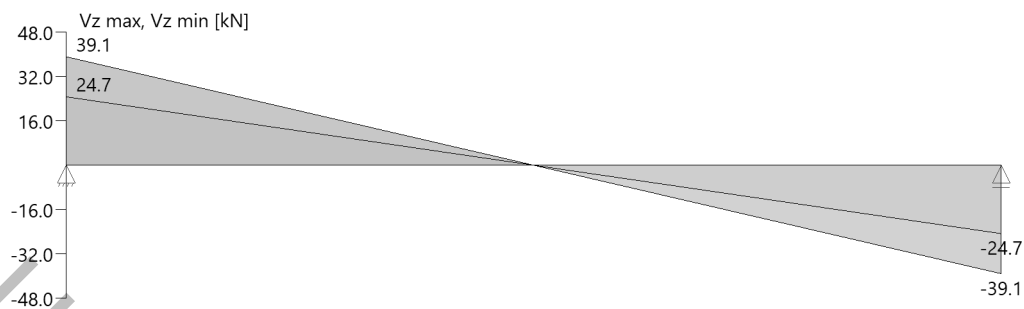
- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- Mitwirkende Plattenbreite wird bei der Bemessung berücksichtigt.
- Verankerung am Endauflager ist nur 50% von VEd an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von VEd an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

AuflagerbedingungenAlle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0 \text{ cm}$ **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	39.1	1
	0.00	0.00	0.00	24.7	2
	0.71	0.71	13.79	0.0	1
	1.41	1.41	0.00	-24.7	2
	1.41	1.41	0.00	-39.1	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
24.0/24.0	5.91	0.7	-5.91	0.7

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 [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	0.71	0.71	13.79	13.79	19.6	0.14	1.6	0.0		1
	1.27	1.27	5.09	5.09	19.6	0.06	0.7	0.0	1	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.2 cm² zu verankern.
 Am letzten Auflager sind mindestens 1.2 cm² zu verankern.
 Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

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

Querkraftbewehrung

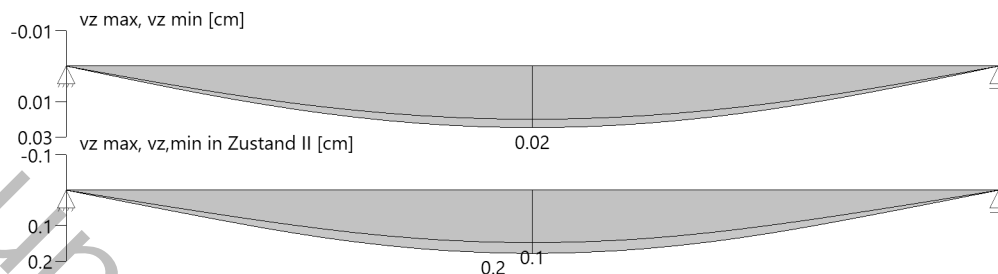
Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.65	34.7	18.4	23.3	97.9	VRd,max > VEd		
	rechts	0.28	0.28	0.65	23.8	18.4	23.3	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	0.47	0.65	12.9	18.4	23.3	97.9	16.8	1.97 ¹	1
2	links	0.08	1.33	0.65	-34.7	18.4	23.3	97.9	VRd,max > VEd		
	links	0.28	1.13	0.65	-23.8	18.4	23.3	97.9	16.8	1.97 ¹	1
	*	0.47	0.94	0.65	-12.9	18.4	23.3	97.9	16.8	1.97 ¹	1

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit**Grafik Verformungen**

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit

**Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch****Durchbiegungen Zustand I**

Baugruppe	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.71	0.0	0.02	3

Durchbiegungen Zustand IIBerechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.47$ $\epsilon_{cs} = -0.53 \text{ ‰}$

Kombination charakteristisch

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

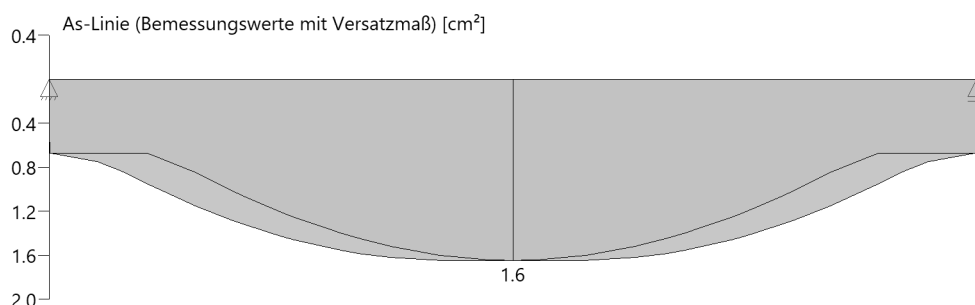
Feld	x [m]	$f_{ElIz,g}$ [cm]	$f_{ElIz,g} / l_{eff}$	$f_{ElIz,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElIz,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	0.71	0.1	1/1422	0.2	1/790	0.2	0.38

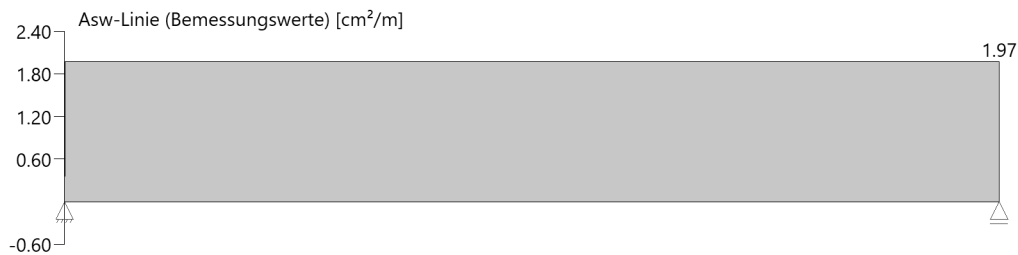
x : Stelle x
 $f_{ElIz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{ElIz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{ElI,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

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) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.02	2.3	2.3	2.58	-0.11	12	100	4
	0.52	8.09	2.3	2.3	211.99	-8.63	12	37	4
	0.70	8.70	2.3	2.3	227.77	-9.28	12	34	4
	0.89	8.09	2.3	2.3	211.99	-8.63	12	37	4
	1.41	0.02	2.3	2.3	2.58	-0.11	12	100	4

As-Deckungslinien

**Biegebewehrung unten**

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,unten [cm ²]	ΣAs,vorh.,unten [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,unten [Anz. Ø mm]
0,00	1,41	1,41	1,6	2,3	2,3	2Ø12

Biegebewehrung oben

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf.,oben [cm ²]	ΣAs,vorh.,oben [cm ²]	Summe [cm ²]	As,vorh.,oben [Anz. Ø mm]
0,00	1,41	1,41	0,0	2,3	2,3	2Ø12

Schubbewehrung

von [m]	bis [m]	Länge [m]	As,erf. [cm ² /m]	As,vorh. [cm ² /m]	As,vorh. [Anz. Ø mm / cm]
-0,12	1,53	1,65	2,0	6,7	Ø8/15

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 Schnee H < 1000 m	24.7	24.7 3.9		
2	1.41	ständig Schnee H < 1000 m	24.7	24.7 3.9		

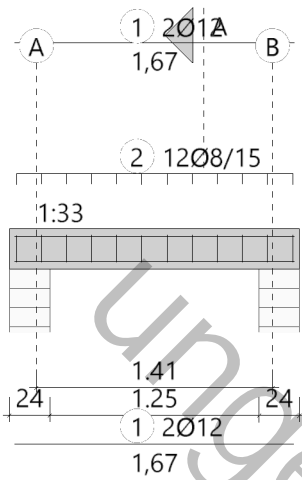
Maßgebliche Kombinationen

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

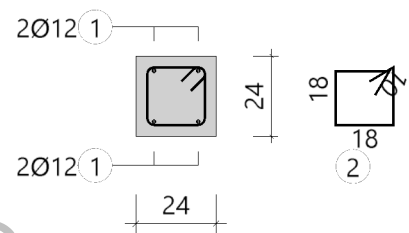
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	35.00	35.00	0.00	1.41
L 2	1	Schnee	2	5.50	5.50	0.00	1.41

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	1.50		1.00	

Bewehrung



Schnitt A - A



Position 502

Aufzugunterfahrt

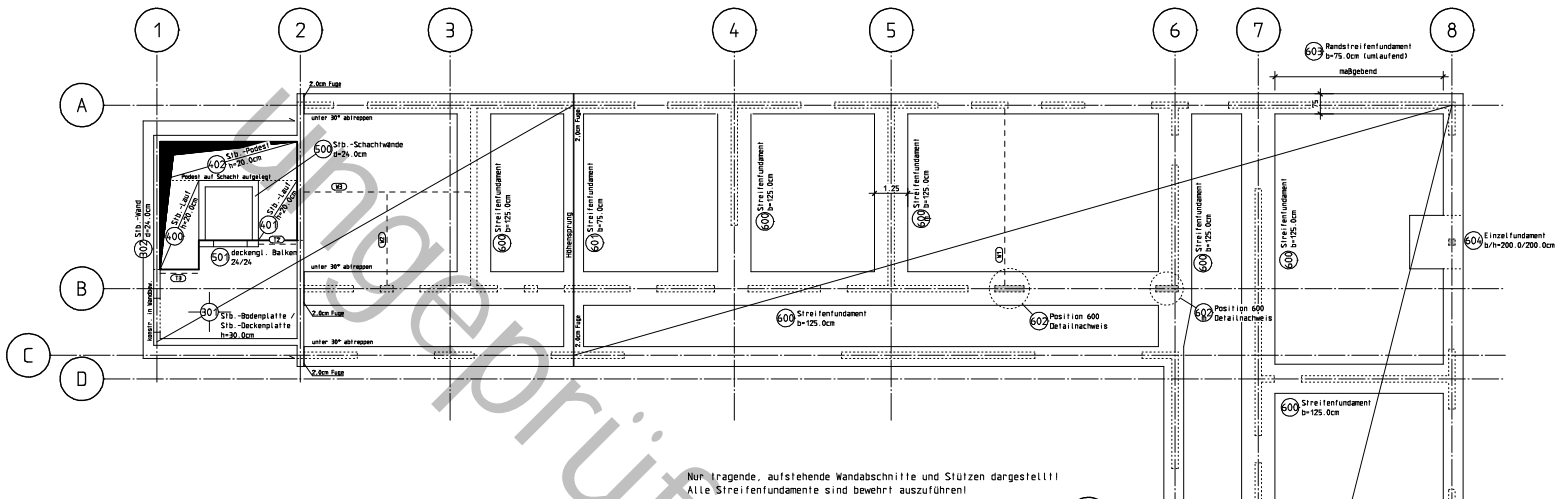
Anmerkungen

Die Aufzugunterfahrt kann erst nach Dimensionierung der Bodenplatte des unterkellerten Gebäudeteils erfolgen.

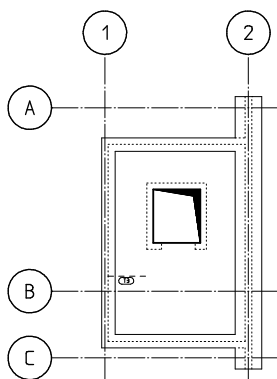
ungeprüftes Exemplar

Decke ü. Kellergeschoss / Gründung

unmaßstäblich

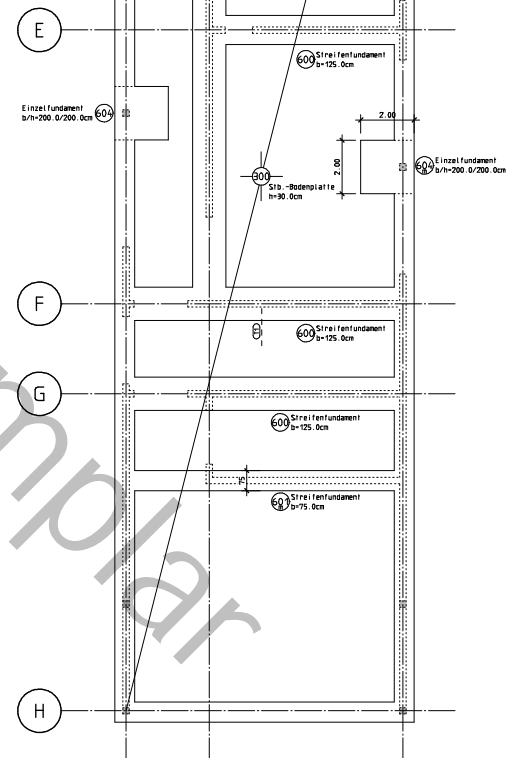


Gründung Teilunterkellerung



Anmerkungen:

Die Gründung des teilunterkellerten Bereichs muss in Abstimmung mit dem zuständigen Baugrundgutachter erfolgen! Gesprächsgrundlage sind die örtlich gewonnenen Erkenntnisse der Baugrunduntersuchung. Die hier gemachten Angaben sind dem Baugrundgutachter zur Verfügung zu stellen. Abweichend zu den Ausführungen im geotechnischen Bericht wäre eine Pfahlengründung denkbar.

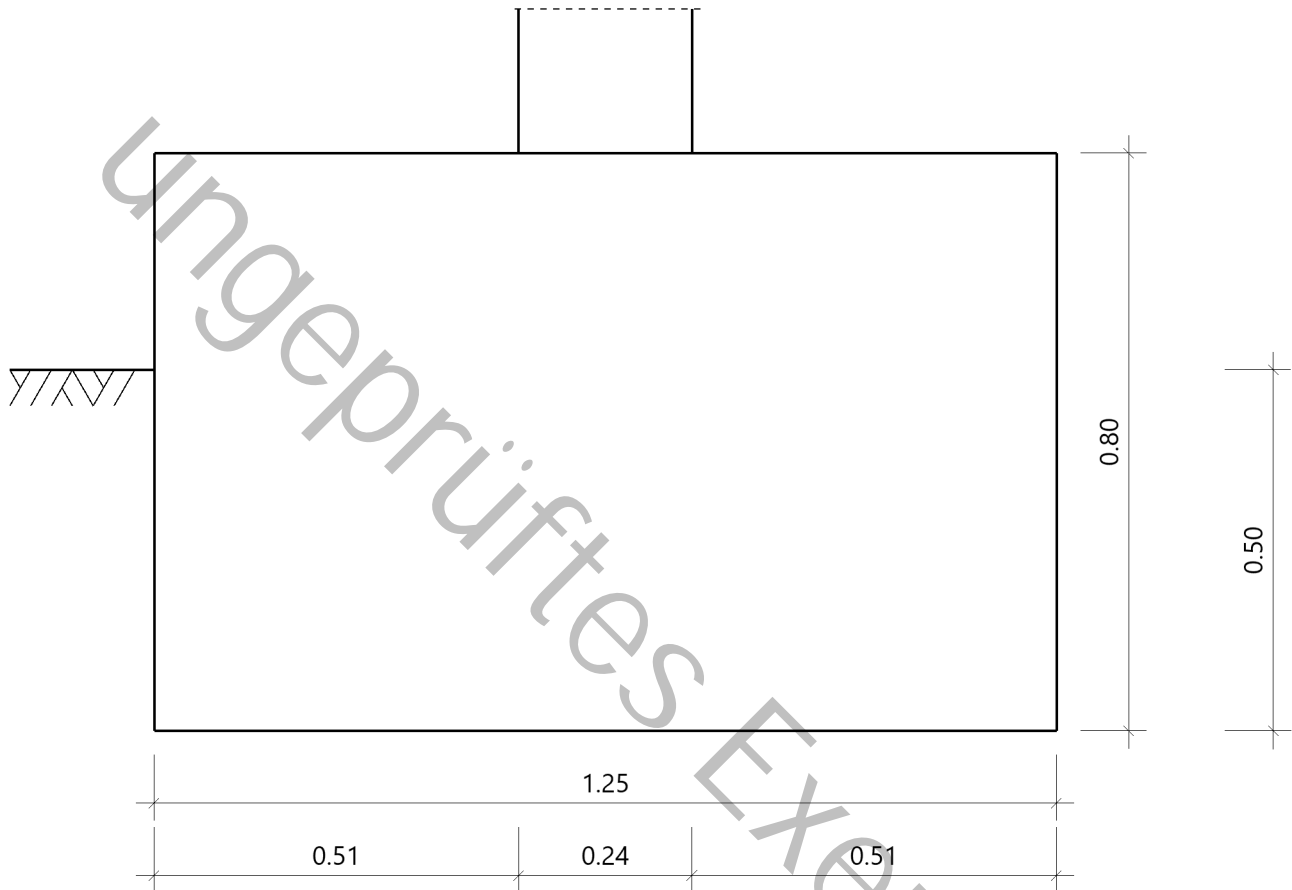


7.2 Position: 600 Streifenfundament, b=125.0cm

Streifenfundament (x64) FDS+ 02/2024C (FRILO R-2024-2/P04)

System

Ansicht



Anmerkungen zum System

Entsprechend der Angaben des geotechnischen Berichts der geotec ALBRECHT Ingenieurgesellschaft mbH dürfen nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12 angenommen werden.

Fundamentbreite	Belastung	Setzung
b= 0,40m b= 1,40m	$\sigma_{Rd} = 0,25 \text{ MN/m}^2$ $\sigma_{Rd} = 0,35 \text{ MN/m}^2$	s= 0,4cm s= 2,1cm

Bei einer gewählten Fundamentbreite von 1,25m ergibt sich ein zulässiger Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\alpha_d = 0,25 + ((0,35 - 0,25) / 1) * (1,25 - 0,40) = 0,335 \text{ MN/m}^2$.

Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand(Mauerwerk) Fundament	C 25/30	B500A	0.24 1.25	1.00 1.00	0.80

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.50 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohlruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 335.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus Position 100: 42,30kN/m

aus MW OG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 200: 42,90kN/m

aus MW EG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 300: 56,80kN/m

$$g = 42,30 + 18,24 + 42,90 + 18,24 + 56,80 = 178,48 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $48,70 - 42,30 = 6,40 \text{ kN/m}$

aus Position 200: $62,10 - 42,90 = 19,20 \text{ kN/m}$

aus Position 300: $78,00 - 56,80 = 21,20 \text{ kN/m}$

$$q = 6,40 + 19,20 + 21,20 = 46,80 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m aufgerundet.

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z, \text{vertikal}, k}$ kN/m	$M_{x, \text{längs}, k}$ kNm	$M_{y, \text{quer}, k}$ kNm/m	$H_{x, \text{quer}, k}$ kN/m	$H_{y, \text{längs}, k}$ kN	$q_{\text{links}, k}$ kN/m ²	$q_{\text{rechts}, k}$ kN/m ²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	178.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	47.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Wand $1.000 \text{ m}^3 / 25.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.74

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 335.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{Rd} = 335.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_o kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	σ_{Rd} kN/m ²	η
5	GEO	P	311.5	0.0	1.25	1.00	249.18	335.00	0.74

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung**Bemessung**

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

Biegebewehrung

Lage	Richtung	Position	$A_s \text{ cm}^2$
unten	quer	7Ø8/15 cm	3.5
unten	längs	7Ø12/17.5 cm	7.9

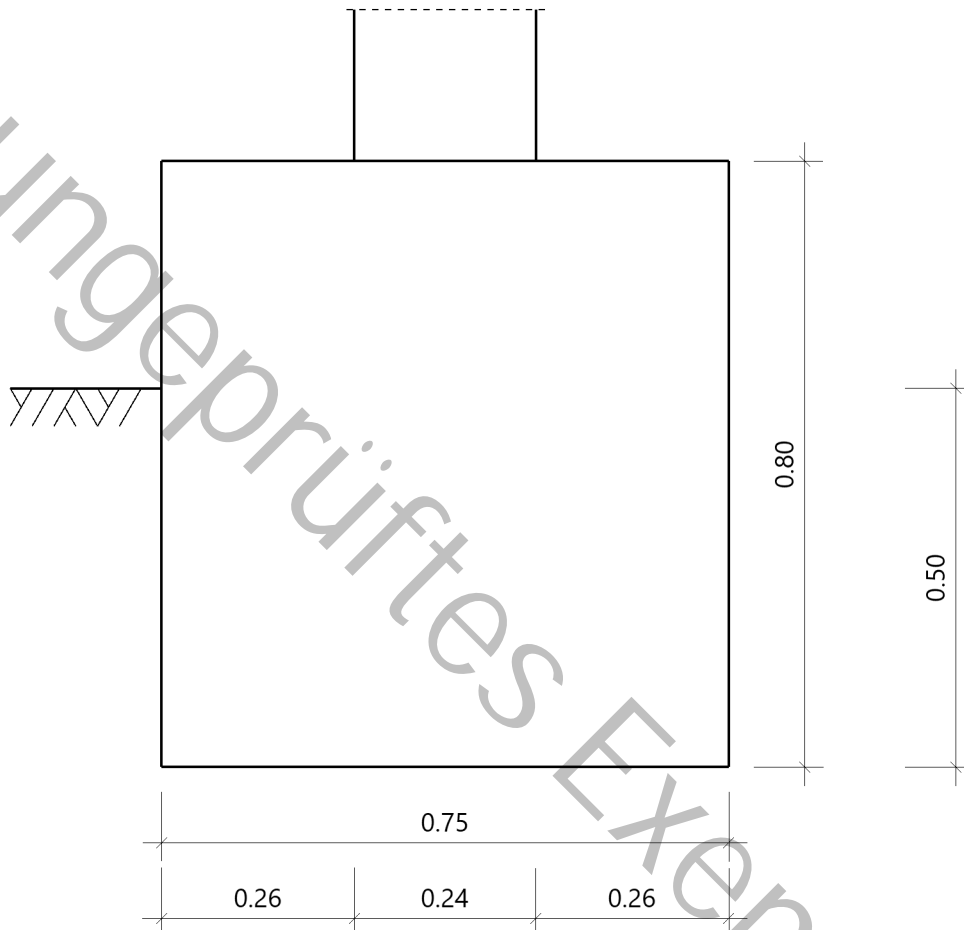
Ungeprüftes Exemplar

7.3 Position: 601 Streifenfundament, b=75.0cm

Streifenfundament (x64) FDS+ 02/2024C (FRILO R-2024-2/P04)

System

Ansicht



Anmerkungen zum System

Entsprechend der Angaben des geotechnischen Berichts der geotec ALBRECHT Ingenieurgesellschaft mbH dürfen nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12 angenommen werden.

Fundamentbreite	Belastung	Setzung
b= 0,40m	$\sigma_{Rd}= 0,25\text{MN/m}^2$	s= 0,4cm
b= 1,40m	$\sigma_{Rd}= 0,35\text{MN/m}^2$	s= 2,1cm

Bei einer gewählten Fundamentbreite von 0,75m ergibt sich ein zulässiger Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_d= 0,25+((0,35-0,25)/1)*(0,75-0,40)= 0,285\text{MN/m}^2$.

Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand(Mauerwerk) Fundament	C 25/30	B500A	0.24 0.75	1.00 1.00	0.80

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.50 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohlruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus MW Brüstung: $0,24 \times 1,25 \times 20,00 = 6,00 \text{ kN/m}$ aus Position 200: $9,94 \text{ kN/m}$ aus MW EG: $0,24 \times 3,80 \times 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$ aus Position 300: $63,20 \text{ kN/m}$

$$g = 6,00 + 9,94 + 18,24 + 63,20 = 97,38 \text{ kN/m}$$

veränderliche Einwirkung

aus Position 200: $15,50 - 9,94 = 5,56 \text{ kN/m}$ aus Position 300: $89,90 - 63,20 = 26,70 \text{ kN/m}$

$$q = 5,56 + 26,70 = 32,26 \text{ kN/m}$$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	N_z , vertikal, k kN/m	M_x , längs, k kNm	M_y , quer, k kNm/m	H_x , quer, k kN/m	H_y , längs, k kN	$q_{\text{links}, k}$ kN/m ²	$q_{\text{rechts}, k}$ kN/m ²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	97.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	32.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Wand $0.600 \text{ m}^3 / 15.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.84

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$

 $\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_o kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	180.4	0.0	0.75	1.00	240.50	285.00	0.84

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung**Bemessung**

Das Fundament kann in der unteren Lage unbewehrt ausgeführt werden.

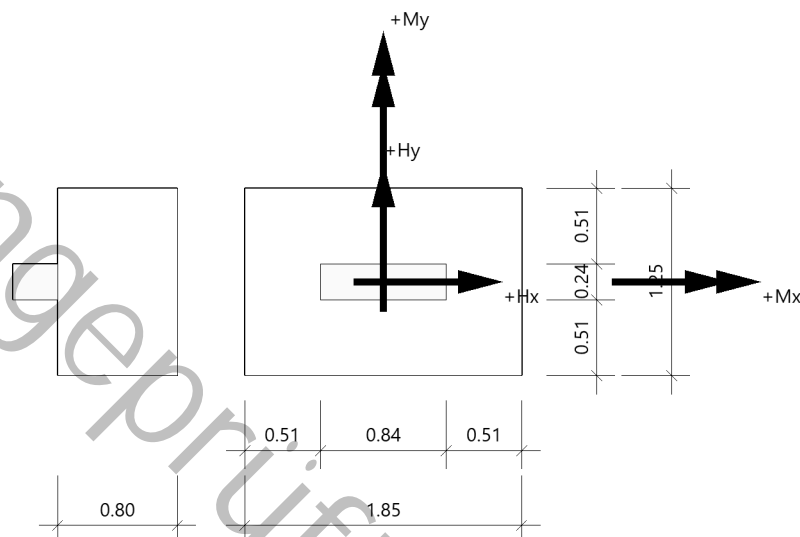
Biegebewehrung

Lage	Richtung	Position	$A_s \text{ cm}^2$
unten	quer	7Ø8/15 cm	3.5
unten	längs	5Ø12/15 cm	5.7

Ungeprüftes Exemplar

7.4 Position: 602 Streifenfundament, b=125.0cm

Fundament (x64) FD+ 02/2024C (FRILO R-2024-2/P04)

System**Draufsicht****Anmerkungen zum System**

Geprüft wird die Fundamentbelastung durch den konstr. Stb.-Wandpfeiler unter Position 205.

Entsprechend der Angaben des geotechnischen Berichts der geotec ALBRECHT Ingenieurgesellschaft mbH dürfen nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12 angenommen werden.

Fundamentbreite	Belastung	Setzung
b= 0,40m	$\sigma_{Rd} = 0,25 \text{ MN/m}^2$	s= 0,4cm
b= 1,40m	$\sigma_{Rd} = 0,35 \text{ MN/m}^2$	s= 2,1cm

Bei einer gewählten Fundamentbreite von 1,25m ergibt sich ein zulässiger Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_{Rd} = 0,25 + ((0,35 - 0,25) / 1) * (1,25 - 0,40) = 0,335 \text{ MN/m}^2$.**Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12****Bauteil**

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.85	1.25	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	0.84	0.24	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.50 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohlruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 350.00 \text{ kN/m}^2$.**Lasten****Lastzusammenstellung (LZ)**

ständige Einwirkung

Linienlasten

aus Position 100: 41,60kN/m

aus MW OG: $0,24 * 3,80 * 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 200: 39,50kN/m

aus Stb.-Wandpfeiler: $0,24 * 3,80 * 25,00 = 22,80 \text{ kN/m}$

aus Position 300: 55,30kN/m

 $g = 41,60 + 18,24 + 39,50 + 22,80 + 55,30 = 177,44 \text{ kN/m}$

Einzellasten

aus Position 204: 13,20kN

aus Position 205: 269,00kN

G= 282,20kN

veränderliche Einwirkung

Linienlasten

aus Position 100: 48,10-41,60= 6,50kN/m

aus Position 200: 58,50-39,50= 19,00kN/m

aus Position 300: 75,70-55,30= 20,40kN/m

q= 6,50+19,00+20,40= 45,90kN/m

Einzellasten

aus Position 204: 6,10kN

aus Position 205: 65,00kN

Q= 71,10kN

Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m bzw. 0,5kN aufgerundet.

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	282.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	A	Lastfall 2	71.5	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $1.850 \text{ m}^3 / 46.25 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	p1 kN/m	x1 m	y1 m	p2 kN/m	x2 m	y2 m	R kN
1	1	177.50	-0.42	0.00	177.50	0.42	0.00	149.1
2	2	46.00	-0.42	0.00	46.00	0.42	0.00	38.6

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	1.00
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.16
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.11

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	10.0
Biegung $A_{s,y,u}$	5	15.2

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 350.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 350.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	810.3	0.0	1.85	1.25	350.40	350.00	1.00

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

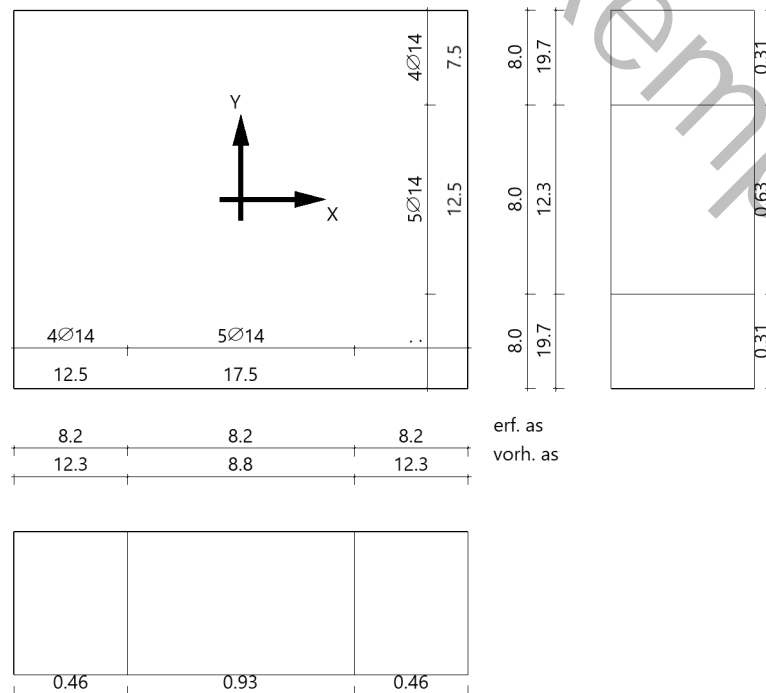
Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,x,u}$ cm ²	$A_{s,y,u}$ cm ²	$A_{s,x,o}$ cm ²	$A_{s,y,o}$ cm ²
5	94.42	102.20	0.00	0.00	10.0*	15.2*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.0 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.0 \text{ cm}$.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{2,x} = 4.0 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{2,y} = 6.0 \text{ cm}$.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

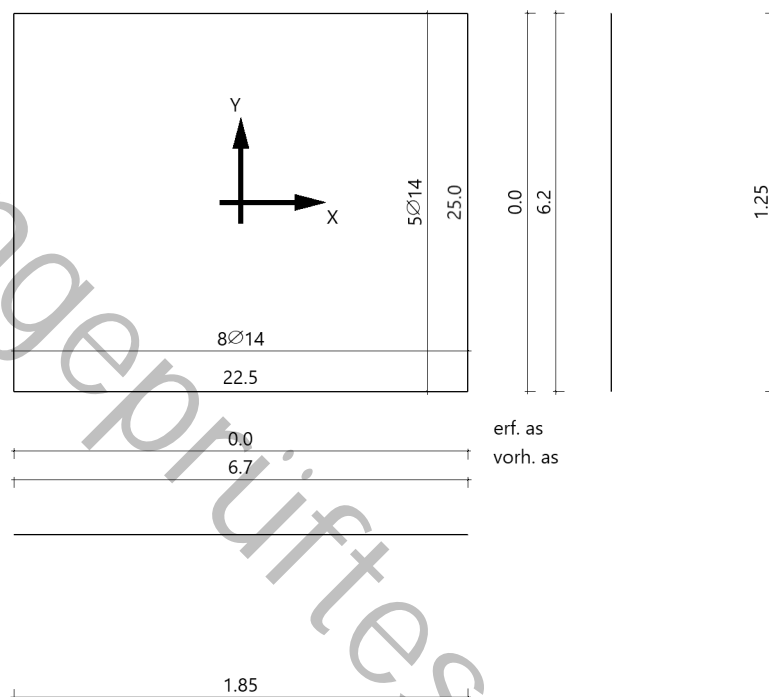
Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

Mindestmomente	$M_{y,min} = \eta_x \cdot v_{Ed} \cdot b_{eff,y}$	=	$0.125 \cdot 423.4 \cdot 0.75$	=	39.43 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	1.1 cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min} = \eta_y \cdot v_{Ed} \cdot b_{eff,x}$	=	$0.125 \cdot 423.4 \cdot 1.35$	=	71.19 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	2.1 cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m

Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.17 \%$$

Beiwert Rotationssymmetrie

$$\beta = 1.10$$

Schubspannung

$$V_{\text{Ed}} = 0.24 \text{ N/mm}^2$$

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

$$V_{\text{Rd,c}} = 1.53 \text{ N/mm}^2$$

Tragwiderstand Druckstrebe

$$V_{\text{Rd,max}} = 2.14 \text{ N/mm}^2$$

Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel

$$\eta = 0.16$$

Ausnutzung für Druckstrebe

$$\eta = 0.11$$

Keine Bügel erforderlich.

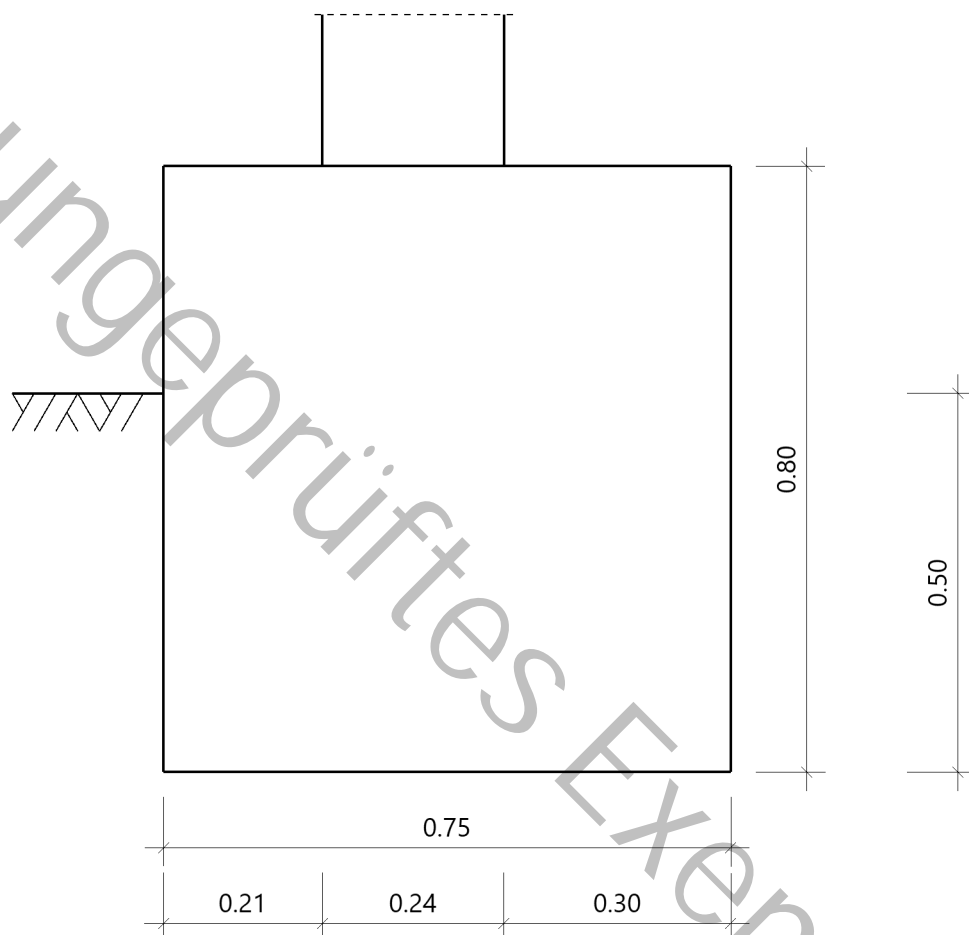
mit β
 $V_{\text{Rd,c}} = V_{\text{Rd,c,min}}$
 kritischer Rundschnitt

7.5 Position: 603 Randstreifenfundament, b=75.0cm

Streifenfundament (x64) FDS+ 02/2024C (FRILO R-2024-2/P04)

System

Ansicht

**Anmerkungen zum System**

Entsprechend der Angaben des geotechnischen Berichts der geotec ALBRECHT Ingenieurgesellschaft mbH dürfen nachfolgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054:2010-12 angenommen werden.

Fundamentbreite	Belastung	Setzung
b= 0,40m	$\sigma_{Rd} = 0,25 \text{ MN/m}^2$	s= 0,4cm
b= 1,40m	$\sigma_{Rd} = 0,35 \text{ MN/m}^2$	s= 2,1cm

Bei einer gewählten Fundamentbreite von 0,75m ergibt sich ein zulässiger Bemessungswert des Sohlwiderstands von $\sigma_d = 0,25 + ((0,35 - 0,25)/1) * (0,75 - 0,40) = 0,285 \text{ MN/m}^2$.

Streifenfundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12**Bauteil**

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Länge (y) m	Höhe (z) m
Wand(Mauerwerk) Fundament	C 25/30	B500A	0.24 0.75	1.00 1.00	0.80

Ausmitte bezogen auf die Wandachse Wand ex = -0.05m. Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.50 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohlruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Lastzusammenstellung (LZ)

ständige Einwirkung

aus Stb.-Attika: $0,24 \cdot 0,75 \cdot 25,00 = 4,50 \text{ kN/m}$

aus Position 100: $20,10 \text{ kN/m}$

aus MW OG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 200: $19,00 \text{ kN/m}$

aus MW EG: $0,24 \cdot 3,80 \cdot 20,00 = 18,24 \text{ kN/m}$

aus Position 300: $21,80 \text{ kN/m}$

$g = 4,50 + 20,10 + 18,24 + 19,00 + 18,24 + 21,80 = 101,88 \text{ kN/m}$

Vorsatzschale: $0,115 \cdot 8,70 \cdot 18,00 = 18,00 \text{ kN/m}$

veränderliche Einwirkung

aus Position 100: $23,00 - 20,10 = 2,90 \text{ kN/m}$

aus Position 200: $28,00 - 19,00 = 9,00 \text{ kN/m}$

aus Position 300: $31,10 - 21,80 = 9,30 \text{ kN/m}$

$q = 2,90 + 9,00 + 9,30 = 21,20 \text{ kN/m}$

Die Belastungen werden bei Eingabe auf $0,5 \text{ kN/m}$ aufgerundet.

Wandlasten - charakteristisch

charakteristische Lastfälle

Nr	Einwirkungen	Bezeichnung	$N_{z, \text{vertikal}, k}$ kN/m	$M_{x, \text{längs}, k}$ kNm	$M_{y, \text{quer}, k}$ kNm/m	$H_{x, \text{quer}, k}$ kN/m	$H_{y, \text{längs}, k}$ kN	$q_{\text{links}, k}$ kN/m ²	$q_{\text{rechts}, k}$ kN/m ²	Zus	Alt
1	ständig	Lastfall 1	102.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0
2	Kat. C: Versamm...	Lastfall 2	21.50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen **nicht** berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Wand $0.600 \text{ m}^3 / 15.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	$p1$ kN/m	$x1$ m	$y1$ m	$p2$ kN/m	$x2$ m	$y2$ m	R kN
1	1	18.00	0.34	-0.50	18.00	0.34	0.50	18.0

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. $1,1 \times (1)$
2	P	0,95 bzw. $1,05 \times (1)$
3	P	$1.0 \times (1)$
4	P	$1.35 \times (1) + 1.5 \times (2)$
5	P	$1.0 \times (1)$
6	P	$1.0 \times (1)$

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.10
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	3	0.003
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	4	0.92

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 285.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
4	GEO	P	194.3	0.0	0.74	1.00	261.78	285.00	0.92

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung**Bemessung****Biegebemessung**

$M_{Ed,y}^{1)} = 8.75 \text{ kNm/m}$ $a_{s,erf,x}^{2)} = 8.1 \text{ cm}^2/\text{m}$ $a_{s,vorh,x} = 9.0 \text{ cm}^2/\text{m}$ unten

Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 unten berücksichtigt.

Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 oben berücksichtigt.

20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Bewehrungslage Bewehrung in xy-Richtung $d_{1,x,y} = 4.8 \text{ cm}$

Bewehrungslage Bewehrung in xy-Richtung $d_{2,x,y} = 4.4 \text{ cm}$

1) Überlagerung 4

2) Mindestbewehrung

Querkraftnachweis

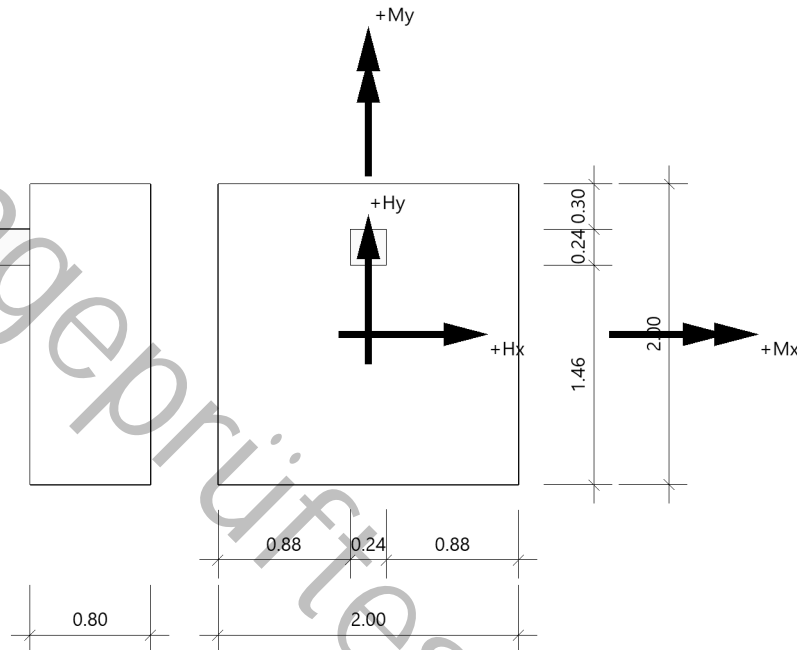
Querkraftnachweis: Keine Querkraftbewehrung erforderlich.

Biegebewehrung

Lage	Richtung	Position	$A_s \text{ cm}^2$
unten	quer	8Ø12/12.5 cm	9.0
unten	längs	5Ø12/15 cm	5.7

7.6 Position: 604 Einzelfundament, b/h=200.0/200.0cm

Fundament (x64) FD+ 02/2024C (FRILO R-2024-2/P04)

System**Draufsicht****Anmerkungen zum System**

Das bemessene Einzelfundament wird exzentrisch belastet und ist gegen Kippen in der Bodenplatte verankert auszuführen (vgl. Nachweise unten).

Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12**Bauteil**

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.00	2.00	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	0.24	0.24	0.00

Ausmitte $e_y = 0.58\text{m}$. Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m . Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 350.00\text{ kN/m}^2$.

Lasten**Lastzusammenstellung (LZ)**

ständige Einwirkung:

Einzellasten

aus Position 215: $337,00\text{kN}$ aus Position 215 (EG): $0,24 \cdot 0,24 \cdot 3,80 \cdot 25,00 = 5,50\text{kN}$ $G = 337,00 + 5,50 = 342,50\text{kN}$

Linienlasten

aus Brüstung: $0,24 \cdot 1,15 \cdot 20,00 = 5,50\text{kN/m}$ aus Position 300: $19,90\text{kN/m}$ $g = 5,50 + 19,90 = 25,40\text{kN/m}$

veränderliche Einwirkung

Einzellasten

aus Position 215: 72,00kN

q= 72,00kN

Linienlasten

aus Position 300: 29,70-19,90= 9,80kN/m

Q= 9,80kN/m

Die Belastungen werden bei Eingabe auf 0,5kN/m bzw. 0,5kN aufgerundet.

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	342.5	75.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	A	Lastfall 2	72.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $3.200 \text{ m}^3 / 80.00 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Linienlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	p1 kN/m	x1 m	y1 m	p2 kN/m	x2 m	y2 m	R kN
1	1	25.50	-1.00	0.58	25.50	1.00	0.58	51.0
2	2	10.00	-1.00	0.58	10.00	1.00	0.58	20.0

Überlagerung

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)
7	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse**Übersicht Nachweise**

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.97
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.30
Lagesicherheit	1	0.13
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.87
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.30
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.21

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	16.0
Biegung $A_{s,y,u}$	5	16.4

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 350.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{Rd} = 350.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N _d kN	R ₀ kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	σ_{Rd} kN/m ²	η
5	GEO	P	777.2	0.0	2.00	1.27	306.15	350.00	0.87

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm ²	$A_{s,yu}$ cm ²	$A_{s,xo}$ cm ²	$A_{s,yo}$ cm ²
5	125.02	146.94	0.00	0.00	16.0*	16.4*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d1,x = 4.0$ cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d1,y = 6.0$ cm.
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d2,x = 4.0$ cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d2,y = 6.0$ cm.
Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.4.5

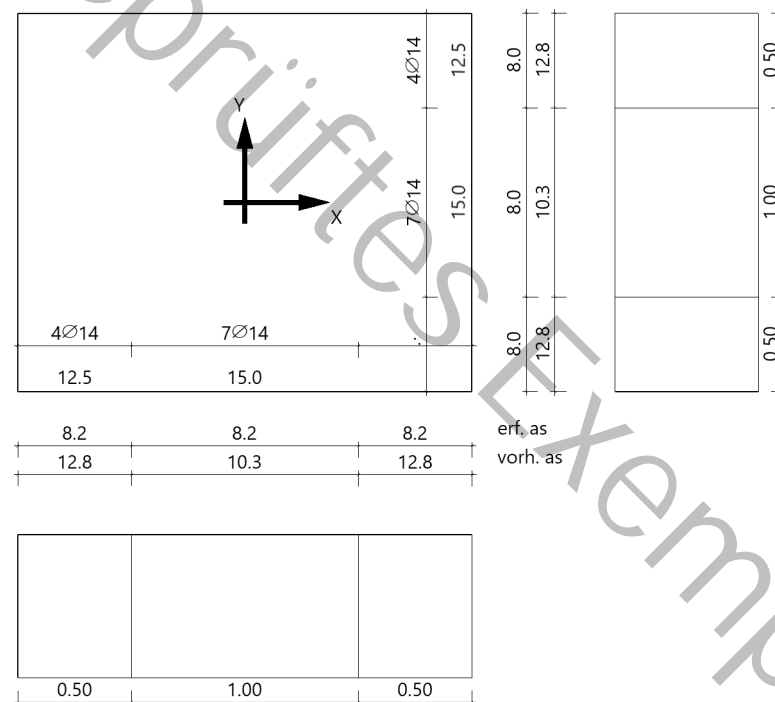
Mindestmomente $M_{y,min} = \eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y} = 0.125 * 553.5 * 0.98 = 67.67 \text{ kNm}$

Mindestbewehrung $A_{s,x,min} = \quad = \quad = 2.0 \text{ cm}^2$

$$\text{Mindestmomente } M_{x,\min} = \eta_y \cdot V_{Ed} \cdot b_{\text{eff},x} = 0.250 \cdot 553.5 \cdot 1.12 = 154.43 \text{ kNm}$$

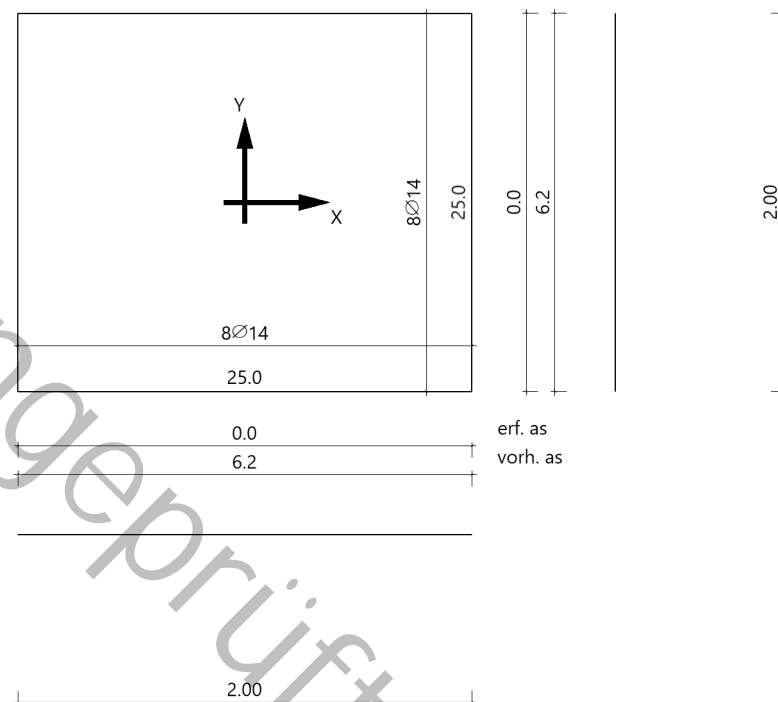
Mindestbewehrung $A_{s,y,min} = \quad = \quad = 4.6 \text{ cm}^2$

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Randstütze Y (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.15 \%$$

Beiwert Rotationssymmetrie

$$\beta = 1.58$$

Schubspannung

$$v_{Ed} = 0.26 \text{ N/mm}^2$$

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

$$V_{Rd,c} = 0.88 \text{ N/mm}^2$$

Tragwiderstand Druckstrebe

$$VR_{d,max} = 1.23 \text{ N/mm}^2$$

Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel

$$\eta = 0.30$$

Ausnutzung für Druckstrebe

$$\eta = 0.21$$

Keine Bügel erforderlich.

mit β
 $V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min}$
 kritischer Rundschnitt

Anmerkungen zu den Bemessungsergebnissen

Bedingt durch die exzentrische Belastung des bemessenen Fundaments ist dieses mit der Sohlplatte kraftschlüssig zu verbinden und in dieser zu verankern.

angesetztes Moment:

$$M_{Ed} = 1,35 \cdot 75,00 = 101,25 \text{ kNm}$$

bezogen auf eine Fundamentbreite von 2,00m ergibt sich:

$$M_{Ed} = 101,25 \text{ kNm} / 2,0 \text{ m} = 50,625 \text{ kNm/m}$$

Nachweis Verankerung:

$$\mu_{Eds} = 0,050625 / (1,00 * (0,30 - 0,05)^2 * 14,2) = 0,0571$$
$$\omega = 0,0515 + (0,0621 - 0,0515) * 0,71 = 0,0591$$
$$A_s = 1/43,5 * (0,0591 * 100 * 25 * 1,42) = 4,83 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Das Fundament ist mit Ø10mm/15cm an die Bodenplatte anzuschließen.

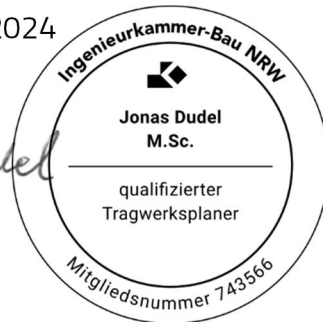
Position 605ff.	Gründung Teilunterkellerung	Anmerkungen
------------------------	------------------------------------	--------------------

Die Gründung des teilunterkellerten Bereichs muss in Abstimmung mit dem zuständigen Baugrundgutachter erfolgen! Gesprächsgrundlage sind die örtlich gewonnenen Erkenntnisse der Baugrunduntersuchung. Die hier gemachten Angaben sind dem Baugrundgutachter zur Verfügung zu stellen.

Abweichend zu den Ausführungen im geotechnischen Bericht wäre eine Plattengründung des Kellers denkbar.

Ungeprüftes Exemplar

Moers, 18. Dezember 2024



i.A. Jonas Dudel M.Sc.
Bauingenieur

Jonas Dudel

ungeprüftes Exemplar