

STATISCHE BERECHNUNG

Hier: Neubau



Projekt: Erweiterung und Umbau der St.
Nikolaus-Grundschule Sassenberg
Johann-Hinrich-Wichern-Straße 1
48336 Sassenberg

Bauherr: Stadt Sassenberg
Schürenstraße 17
48336 Sassenberg

Projekt-Nr.: 25178

Mitgliedschaften / Eintragungen

Ingenieurkammer
Niedersachsen

Ingenieurkammer-
Bau Nordrhein-
Westfalen

Ingenieurkammer
Hessen

Qualifizierungen

Entwurfsverfasser

Beratender
Ingenieur

Staatlich
anerkannter
Sachverständiger
für Schall- &
Wärmeschutz

Energieberater
(BAFA)

Energieeffizienz-
Experte (EEEX)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1. Vorbemerkungen	9
2. Lastannahmen	11
2.1 Belastung aus Wind- und Schneebelastung.....	11
2.2 Belastung aus Schneesackbildung	19
2.2 Belastung Spannbetondecke über Obergeschoss	21
2.3 Belastung Stb.-Decke über Obergeschoss	21
2.4 Belastung Spannbetondecke über Erdgeschoss.....	22
2.5 Belastung Stb.-Decke über Erdgeschoss.....	22
2.6 Belastung Sohlplatte.....	22
3. Baulicher Brandschutz.....	23
3.1 Allgemeines.....	23
3.2 Decken.....	24
3.3 Stützen.....	25
3.4 Balken bzw. Unterzüge.....	26
3.6 Wände aus Mauerwerk.....	27
4. Dachgeschoss (Neubau).....	29
Position 101 – Sparren.....	29
Schnittgrößen und Bemessung	29
Konstruktive Details:	34
Anschluss Pfette (Pos.102), Mittelpfette (Pos. 103), Fußpfette (Pos.104).....	35
Anschluss an Stb.-Decke.....	38
Position 102 – Pfette	40
Schnittgrößen und Bemessung	40
Konstruktive Details:	40
Position 103 – Mittelpfette	41
Schnittgrößen und Bemessung	41
Konstruktive Hinweise	44
Anschluss an Ringbalken	45
Position 104 – Fußpfette	49
Schnittgrößen und Bemessung	49
Konstruktive Details:	49
Position 105 – Stb.-Ringbalken	50
Schnittgrößen und Bemessung	50
gewählte Bewehrung:	50
Position 106 – Stb.- Ringbalken	51
Schnittgrößen und Bemessung	51

gewählte Bewehrung	51
Position 107 – Stb.-Attika	52
Schnittgrößen und Bemessung	52
gewählte Bewehrung	52
Position 110 – Fenstersturz	53
Schnittgrößen und Bemessung	53
erf. Bewehrung	60
Position 109 - Stb.-Stütze	61
Schnittgrößen und Bemessung	61
erf. Bewehrung	61
Position 111 bis 114 - Reserveposition	62
5. Obergeschoss	63
Position 115 – Spannbetondecke (F30)	63
Schnittgrößen und Bemessung	63
Nachweis Scheibe	66
Konstruktive Hinweise:	66
Position 115.1 bis 115.2 – Spannbetondecke (F30)	67
Schnittgrößen und Bemessung	67
Position 116 – Stb.-Decke (F30)	68
Schnittgrößen und Bemessung	68
Lastfall 1 "Ständig"	73
Lastfall 2 "Nutzlast"	74
Lastfall 3 "Nutzlast 1"	75
Lastfall 4 "Nutzlast 2"	76
Erf. Bewehrung – untere Lage	86
Erf. Bewehrung – obere Lage	89
Konstruktive Details und Zulagebewehrung für Fertigteildeckenhersteller:	97
Position 117 – Konsolband	98
Schnittgrößen und Bemessung	98
erf. Bewehrung	99
Position 118 – Stb.-Über-/Unterzug	100
Schnittgrößen und Bemessung	100
erf. Bewehrung	101
Position 119 – Stb.-Überzug	102
Schnittgrößen und Bemessung	102
Nachweis Konsolband	111
erf. Bewehrung	111
Position 120 – Stb.-Über-/Unterzug	112
Schnittgrößen und Bemessung	112
erf. Bewehrung	113
Position 121 – Stb.-Überzug	114
Schnittgrößen und Bemessung	114
Nachweis mit Konsolenband	121

erf. Bewehrung	122
Position 122 – Stb.-Fenstersturz	123
Schnittgrößen und Bemessung	123
erf. Bewehrung	131
Position 123 – Fenstersturz	132
Schnittgrößen und Bemessung	132
erf. Bewehrung	138
Position 124 bis 129 - Reserveposition.....	139
Position 130 – Stb.- Ringbalken	140
Schnittgrößen und Bemessung	140
gewählte Bewehrung	140
Position 131 – Stb.- Balken	141
Schnittgrößen und Bemessung	141
gewählte Bewehrung	147
Position 132 – Stb.- Balken	148
Schnittgrößen und Bemessung	148
gewählte Bewehrung	154
Position 133 – Stb.- dgl.Balken.....	155
Schnittgrößen und Bemessung	155
gewählte Bewehrung	155
Position 134 – Stb.- dgl.-Balken	156
Schnittgrößen und Bemessung	156
gewählte Bewehrung	156
Position 135 bis 139 - Reservepositionen.....	157
Position 140 – Türsturz	158
Schnittgrößen und Bemessung	158
Konstruktive Hinweise	158
Position 140.1 – Türsturz.....	159
Schnittgrößen und Bemessung	159
Konstruktive Hinweise	159
Position 141 – Türsturz	160
Schnittgrößen und Bemessung	160
Konstruktive Hinweise	160
Position 141.1 – Türsturz.....	161
Schnittgrößen und Bemessung	161
Konstruktive Hinweise	161
Position 142 – Stb.- Türsturz	162
Schnittgrößen und Bemessung	162
erf. Bewehrung	162
Position 143 – Stb.- Türsturz	163
Schnittgrößen und Bemessung	163
erf. Bewehrung	163

Position 144 – Stb.-Türsturz	164
Schnittgrößen und Bemessung	164
erf. Bewehrung	170
Position 144.1 – Stb.-Türsturz	171
Schnittgrößen und Bemessung	171
erf. Bewehrung	176
Position 145 – Stb.-Fenstersturz	177
Schnittgrößen und Bemessung	177
erf. Bewehrung	184
Position 146 – Fenstersturz	185
Schnittgrößen und Bemessung	185
erf. Bewehrung	192
Position 147 – Stb.-Türsturz	193
Schnittgrößen und Bemessung	193
erf. Bewehrung	200
Position 148 bis 149 - Reservepositionen	201
Position 150 – Mauerwerkspfeiler Außenwand	202
Schnittgrößen und Bemessung	202
Position 151– Mauerwerkspfeiler Außenwand	206
Schnittgrößen und Bemessung	206
Position 152 bis 159 - Reservepositionen	210
6. Erdgeschoss	211
Position 160 - Stb.-Treppe	211
Schnittgrößen und Bemessung	211
Erf. Bewehrung	216
Position 161 - Stb.-Treppe	217
Schnittgrößen und Bemessung	218
Erf. Bewehrung	222
Anschlüsse an tragende Bauteile mit Schallentkopplung:	222
Position 162 - Reservepositionen	223
Position 163 – Spannbetondecke (F30)	224
Schnittgrößen und Bemessung	224
Nachweis Scheibe	227
Konstruktive Hinweise:	227
Position 163.1 - 163.6– Spannbetondecke (F30)	228
Schnittgrößen und Bemessung	228
Position 164 – Stb.-Decke (F30)	229
Schnittgrößen und Bemessung	229
Position 165 – Konsolband	250
Schnittgrößen und Bemessung	250
erf. Bewehrung	251

Position 166 – Stb.-Überzug.....	252
Schnittgrößen und Bemessung	252
Nachweis mit Konsolenband	261
erf. Bewehrung	262
Position 167 – Stb.-Überzug.....	263
Schnittgrößen und Bemessung	263
Nachweis mit Konsolenband	274
erf. Bewehrung	274
Position 168 – Stb.-Überzug.....	275
Schnittgrößen und Bemessung	275
Nachweis mit Konsolenband	282
erf. Bewehrung	283
Position 169 – Stb.-Unterzug.....	284
Schnittgrößen und Bemessung	284
erf. Bewehrung	284
Position 170 – Stb.-Unterzug.....	285
Schnittgrößen und Bemessung	285
erf. Bewehrung	285
Position 171 bis 174 - Reservepositionen.....	286
Position 175 – Stb.- Ringbalken	287
Schnittgrößen und Bemessung	287
gewählte Bewehrung	287
Position 176 – Stb.- Ringbalken	288
Schnittgrößen und Bemessung	288
gewählte Bewehrung	288
Position 176.1 – Stb.- Ringbalken	289
Schnittgrößen und Bemessung	289
gewählte Bewehrung	289
Position 177 – Stb.- Ringbalken	290
Schnittgrößen und Bemessung	290
gewählte Bewehrung	290
Position 178 – Stb.- Balken	291
Schnittgrößen und Bemessung	291
gewählte Bewehrung	297
Position 178.1 – Stb.- Balken	298
Schnittgrößen und Bemessung	298
gewählte Bewehrung	304
Position 179 – Stb.- Balken	305
Schnittgrößen und Bemessung	305
gewählte Bewehrung	311
Position 180 – Stb.- Balken (vorhanden)	312
Schnittgrößen und Bemessung	312
Vorh. Bewehrung	318

Position 180 bis 183 - Reservepositionen.....	319
Position 184 – Türsturz	320
Schnittgrößen und Bemessung	320
Konstruktive Hinweise	320
Position 184.1 – Türsturz.....	321
Schnittgrößen und Bemessung	321
Konstruktive Hinweise	321
Position 185 – Türsturz	322
Schnittgrößen und Bemessung	322
Konstruktive Hinweise	322
Position 186 – Stb.-Türsturz.....	323
Schnittgrößen und Bemessung	323
erf. Bewehrung	329
Position 187 – Stb.-Türsturz.....	330
Schnittgrößen und Bemessung	330
erf. Bewehrung	336
Position 188 – Stb.-Türsturz.....	337
Schnittgrößen und Bemessung	337
erf. Bewehrung	343
Position 189 – Stb.-Fenstersturz	344
Schnittgrößen und Bemessung	344
erf. Bewehrung	350
Position 190 – Stb.-Fenstersturz	351
Schnittgrößen und Bemessung	351
erf. Bewehrung	357
Position 191 – Stb.-Türsturz.....	358
Schnittgrößen und Bemessung	358
erf. Bewehrung	364
Position 192 – Stb.-Türsturz.....	365
Schnittgrößen und Bemessung	365
erf. Bewehrung	371
Position 193 – Fenstersturz.....	372
Schnittgrößen und Bemessung	372
gewählte Bewehrung	378
Position 194 bis 195 - Reservepositionen.....	379
Position 196 – Mauerwerkspfeiler Außenwand.....	380
Schnittgrößen und Bemessung	380
Position 197 - Mauerwerkspfeiler Außenwand.....	384
Schnittgrößen und Bemessung	384
Position 201 - Stb.-Stütze.....	389
Schnittgrößen und Bemessung	389
erf. Bewehrung	394

Konstruktive Details:	394
7. Gründung	395
Position 210 – Stb.-Sohlplatte	395
Schnittgrößen und Bemessung	397
Position 211 – Streifenfundament.....	442
Schnittgrößen und Bemessung	442
erf. Bewehrung	442
Position 212 – Streifenfundament.....	443
Schnittgrößen und Bemessung	443
erf. Bewehrung	443
Position 213– Streifenfundament.....	444
Schnittgrößen und Bemessung	444
erf. Bewehrung	444
Position 214 – Streifenfundament.....	445
Schnittgrößen und Bemessung	445
erf. Bewehrung	445

1. Vorbemerkungen

Grundlage der statischen Berechnung ist die Genehmigungsplanung vom 20.05.2026 im Maßstab 1:100 des Büros Ossege GmbH Architekten + Ingenieure, Zum Blumenfeld 13 in 49219 Glandorf.

Weitere Grundlage sind

- Positionspläne & Bewehrungspläne von 1999 des ING.-Büros Dipl.-Ing. Georg W. Bolte, Dr.-Rau-Allee 77 in 48231 Warendorf.
- Positionspläne von 2019 des Büros Altefrohn Architekten + Ingenieure, Krickmarkt 12 in 48231 Warendorf.

Neubau

Das Bauwerk besteht aus einem 1-geschossigem Schulgebäude in Massivbauweise mit zwei Pultdächer (22° Neigung) über den Klassenräumen. Im restlichen Dachbereich ist ein Flachdach vorgesehen. Die Decken werden massiv in Stahlbeton C25/30 mit Elementfertigteilstücken hergestellt und Sannbetondecken hergestellt.

Aussteifung

Die Aussteifung des Gebäudes wird durch das Zusammenwirken der Wand- und Deckenscheiben gewährleistet.

Gründung

Die zulässigen Bodenpressungen werden nach dem Bodengutachten vom 23.04.2026 des Ingenieurbüros igb Gey & John GbR angesetzt

Allgemein

Alle Annahmen und Auflagerpunkte sind vor Baubeginn durch die Bauleitung, bzw. ausführende Firma in der Örtlichkeit zu prüfen. Sind Abweichungen gegenüber der statischen Berechnung vorhanden, ist dies umgehend dem Aufsteller dieser Statik mitzuteilen.

Alle nicht angegebenen Knotenpunkte sind zimmermannsmäßig nach der DIN EN 1995-EC5 fachgerecht auszuführen.

Maßgebende Vorschriften

Grundlagen der Tragwerksplanung	DIN EN 1990-EC0
Einwirkungen auf Tragwerke	DIN EN 1991-EC1
Stahlbetonbau	DIN EN 1992-EC2
Stahl im Hochbau	DIN EN 1993-EC3
Holzbau	DIN EN 1995-EC5
Mauerwerk	DIN EN 1996-EC6, DIN 1053
Gründung/Geotechnik	DIN EN 1997-EC7

Literatur

Schneider Bautabellen	23. Auflage

Materialien

Stahlbeton	C25/30
Betonstahl	B 500 S/M (A/B)
Baustahl	S 235 JR
Außenmauerwerk	KS16-2,0-DM
Innenmauerwerk:	
Nicht tragendes MW	
Holz	Nadelholz, C24 in KVH

2. Lastannahmen

2.1 Belastung aus Wind- und Schneebelastung

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ (FRILO 2026-0-14)

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	48336 Sassenberg
Geländehöhe	$h_{NN} = 64.00 \text{ m}$
Klimaregion	Zentral-Ost
Schneezone	2
Windzone	2
Geländekategorie	Mischkategorie Binnenland

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

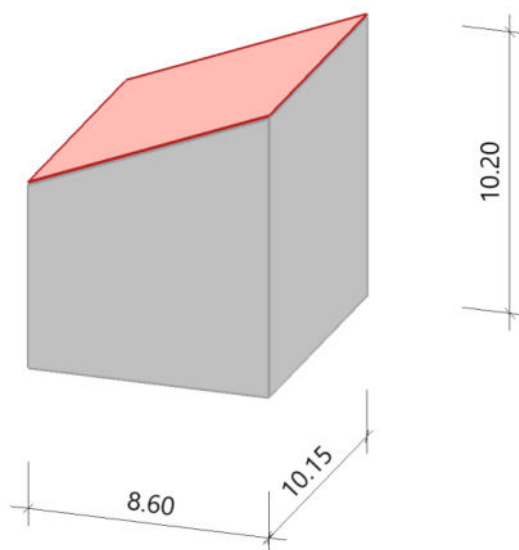
Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Pultdach

Gebäudehöhe	$h = 10.20 \text{ m}$	
Gebäudelänge	$l = 10.15 \text{ m}$	
Gebäudebreite	$b = 8.60 \text{ m}$	
mit Pultdach		
Dachneigung	$\alpha_{li} = 22.0^\circ$	
Überstand	$\ddot{u}_{li} = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_{re} = 0.00 \text{ m}$
Überstand	$\ddot{u}_1 = 0.00 \text{ m}$	$\ddot{u}_2 = 0.00 \text{ m}$
Dachbreite/länge	$dx = 8.60 \text{ m}$	$dy = 10.15 \text{ m}$

Grafik



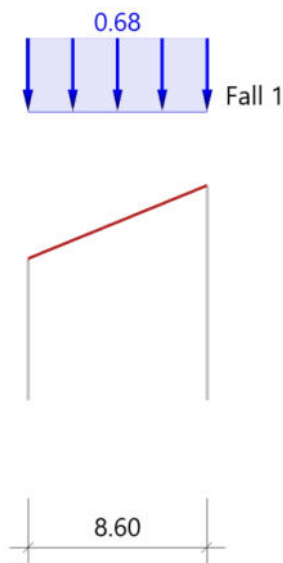
Lasten

Bodenschneelast	$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$
Basiswindgeschwindigkeit	$v_{b0} = 25.0 \text{ m/s}$
Basisgeschwindigkeitsdruck	$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$
Referenzhöhe	$z_e = 10.20 \text{ m}$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0(h)} = 0.68 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90(h)} = 0.68 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,0(b)} = 0.67 \text{ kN/m}^2$
Geschwindigkeitsstaudruck	$q_{p,90(b)} = 0.63 \text{ kN/m}^2$

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ_{li}	Fall (I) s_{li} [kN/m²]	$s_{e,li}$ [kN/m]	$F_{s,li}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.68		

Alle Werte sind charakteristische Werte.

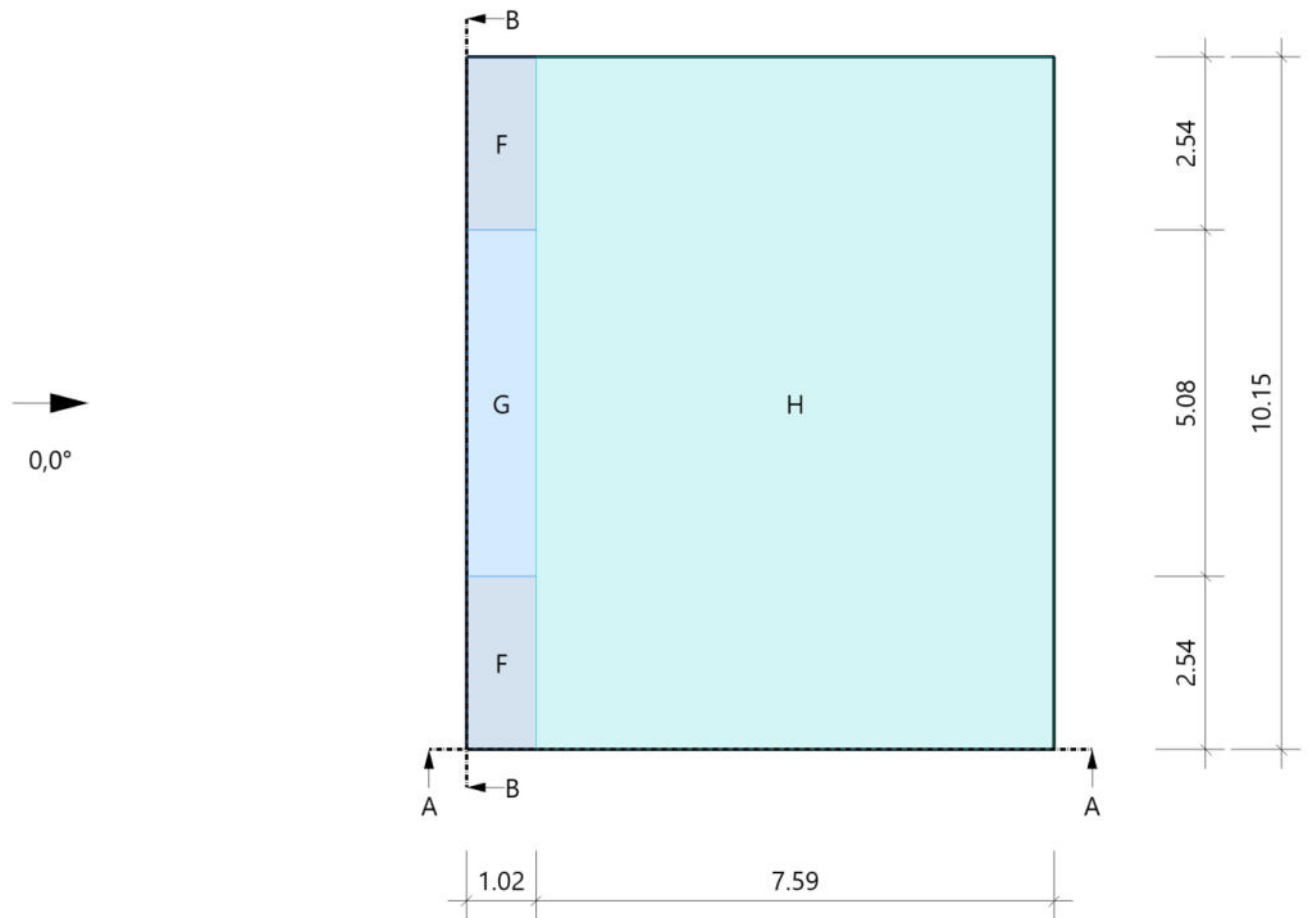
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Wind

Hinweis

Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Grafik, 0°, Draufsicht



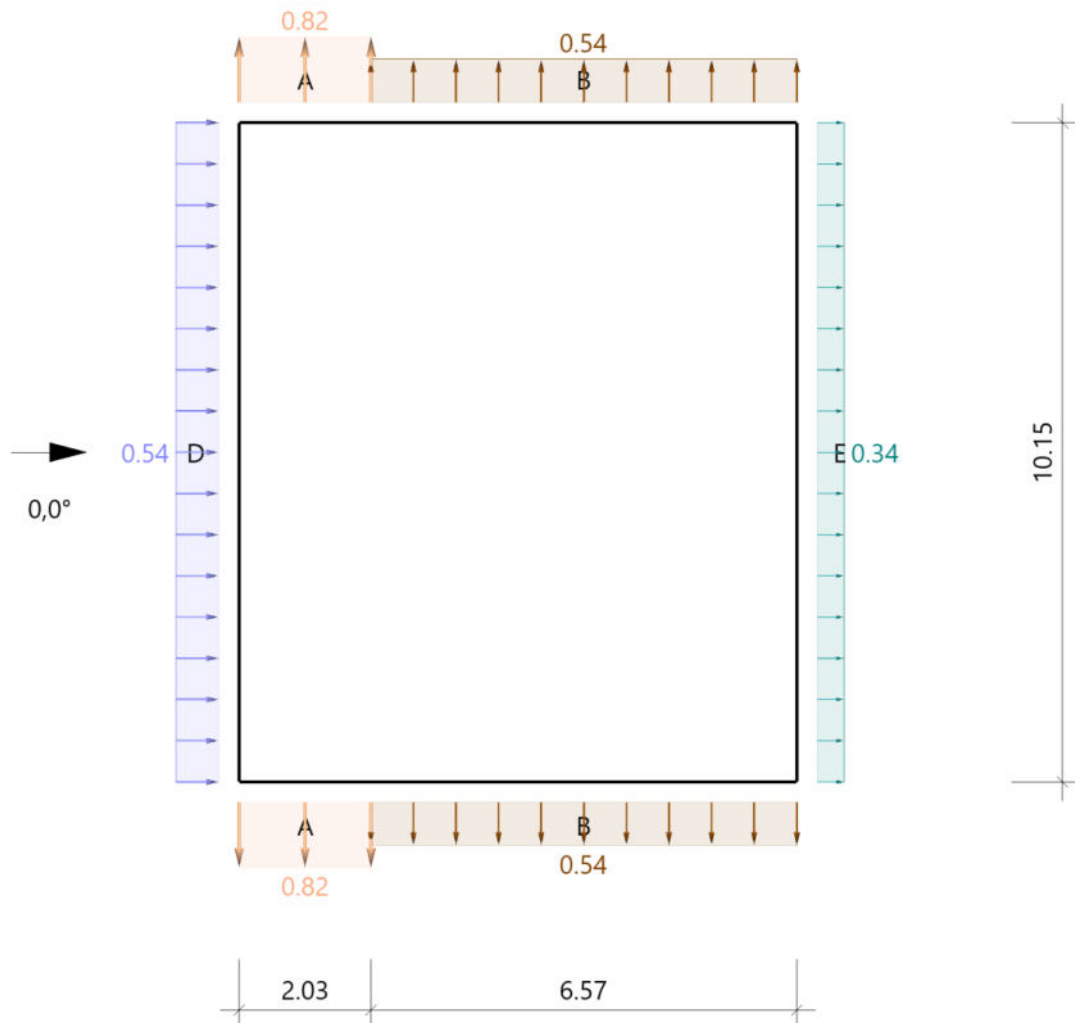
Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 10.15 \text{ m}$

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 links	0.43	-0.71	0.43	-1.77	0.29	-0.48	0.29	-1.19	1.02	2.54
G	DF links	0.43	-0.66	0.43	-1.50	0.29	-0.45	0.29	-1.01	1.02	5.08
H	DF links	0.29	-0.25	0.29	-0.25	0.20	-0.17	0.20	-0.17	7.59	10.15

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinflussfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflussbreite $e = 10.15 \text{ m}$

Verhältnis $h/d = 1.186$ $h/b = 1.005$ $d/b = 0.847$

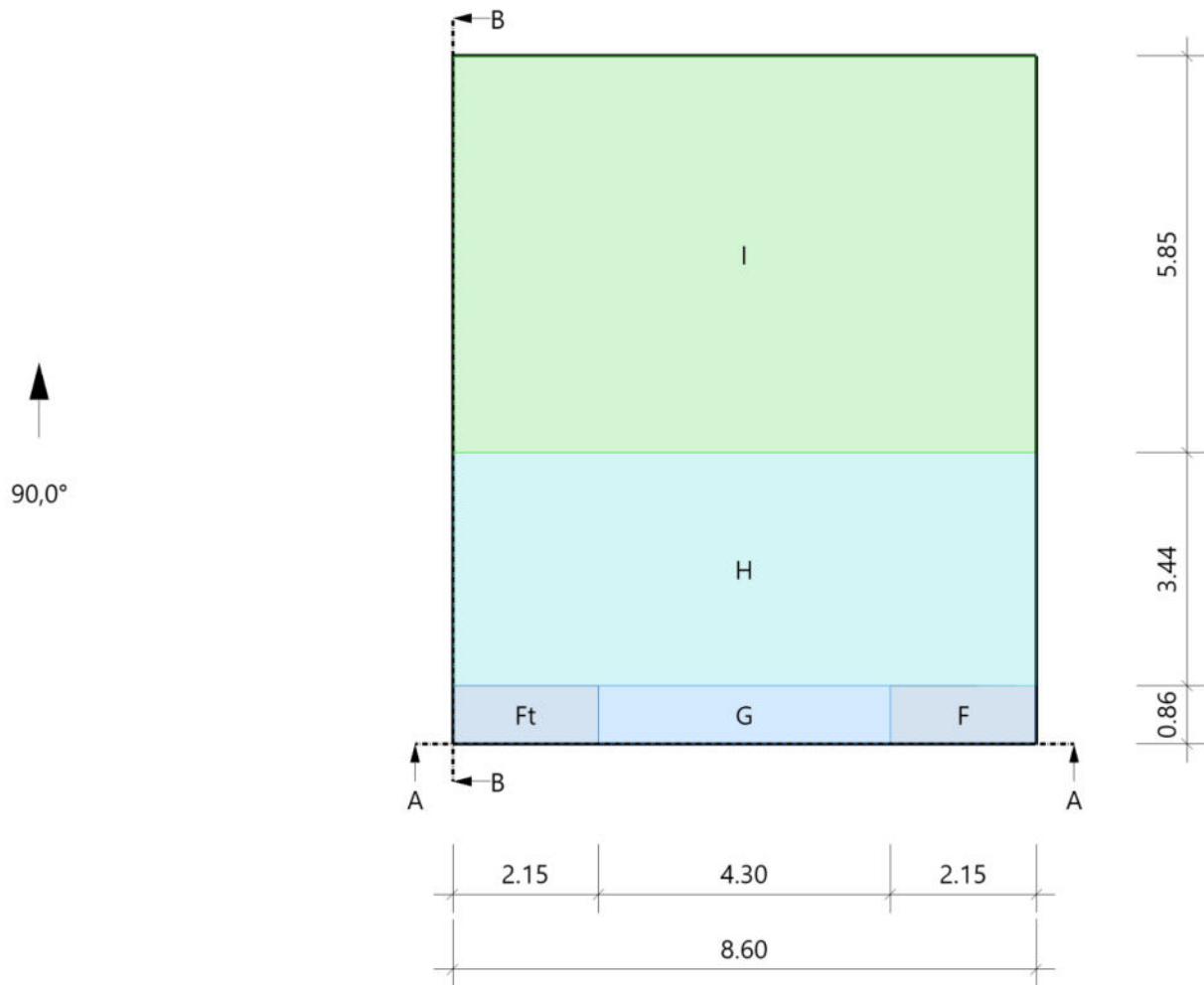
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
D ($\leq 10.15 \text{ m}$) ¹⁾	Wand links	0.80	0.00	1.00	0.00	0.54	0.00	0.67	0.00		10.15
E	Wand rechts	0.00	-0.50	0.00	-0.51	0.00	-0.34	0.00	-0.34		10.15
A	Wand vorne ²⁾	0.00	-1.21	0.00	-1.41	0.00	-0.82	0.00	-0.95	2.03	
B	Wand vorne ²⁾	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.54	0.00	-0.74	6.57	

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

Grafik, 90°, Draufsicht



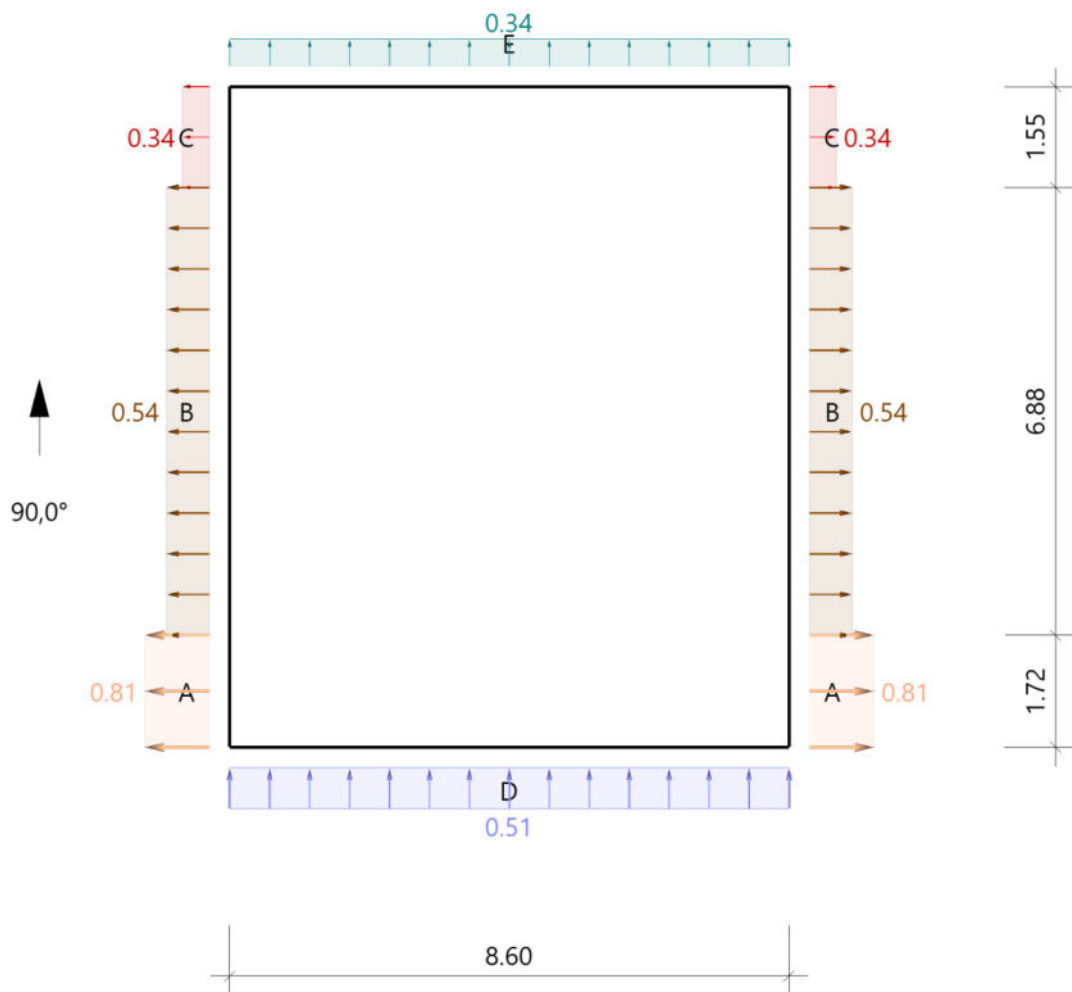
Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 8.60 \text{ m}$

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 links	0.00	-2.26	0.00	-2.90	0.00	-1.53	0.00	-1.96	2.15	0.86
Ft	DF links	0.00	-1.46	0.00	-2.21	0.00	-0.99	0.00	-1.49	2.15	0.86
G	DF links	0.00	-1.71	0.00	-2.27	0.00	-1.16	0.00	-1.53	4.30	0.86
H	DF links	0.00	-0.89	0.00	-1.25	0.00	-0.60	0.00	-0.84	8.60	3.44
I	DF links	0.00	-0.75	0.00	-1.20	0.00	-0.50	0.00	-0.81	8.60	5.85

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10,00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 8,60 \text{ m}$

Verhältnis $h/d = 1,005$ $h/b = 1,186$ $d/b = 1,180$

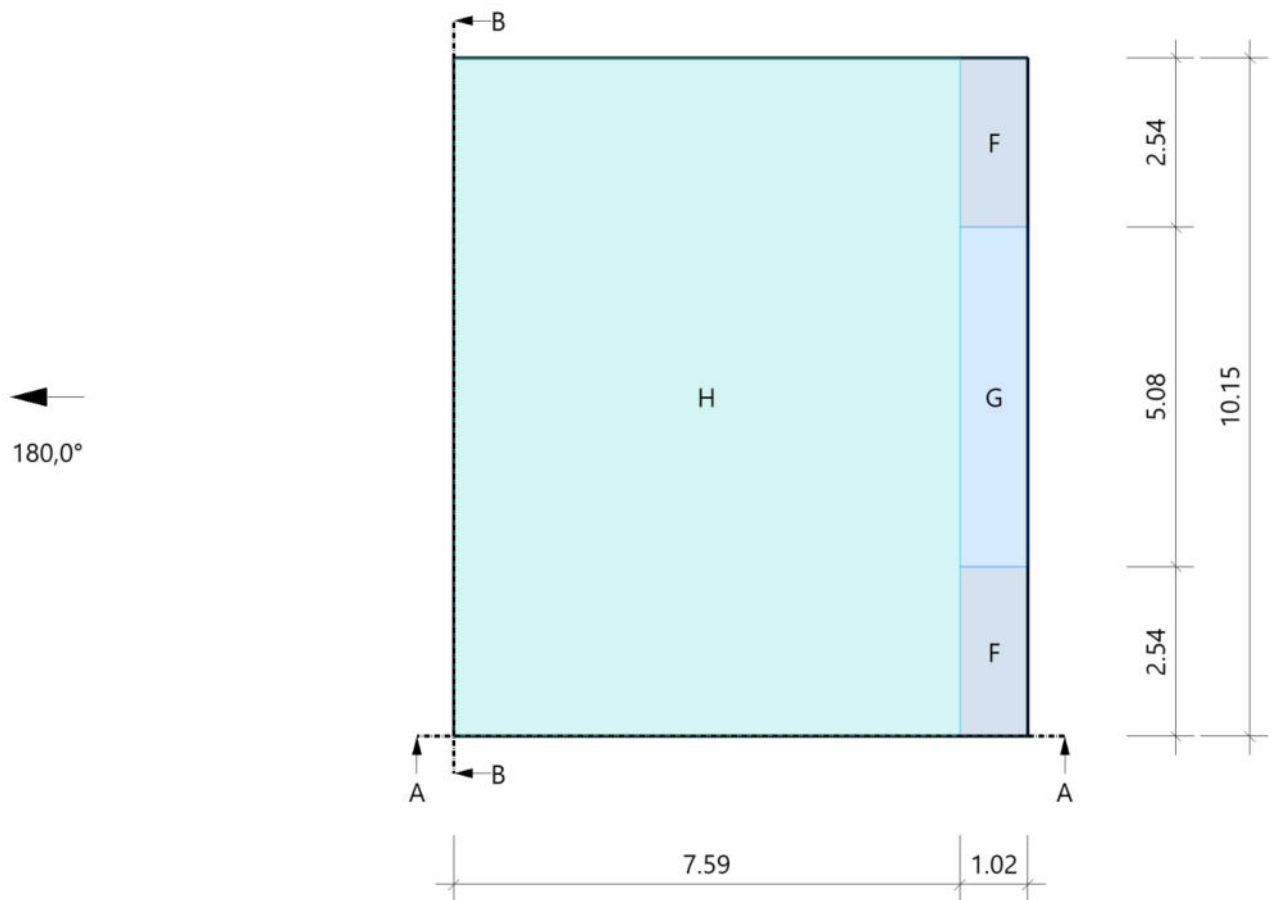
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	I_x [m]	I_y [m]
D (>8,60 m) ¹⁾	Wand vorne	0,80	0,00	1,00	0,00	0,54	0,00	0,68	0,00	3,96	
D (<=8,60 m) ¹⁾	Wand vorne	0,80	0,00	1,00	0,00	0,51	0,00	0,63	0,00	8,60	
E	Wand hinten	0,00	-0,50	0,00	-0,50	0,00	-0,34	0,00	-0,34	8,60	
A	Wand links ²⁾	0,00	-1,20	0,00	-1,40	0,00	-0,81	0,00	-0,95		1,72
B	Wand links ²⁾	0,00	-0,80	0,00	-1,10	0,00	-0,54	0,00	-0,74		6,88
C	Wand links ²⁾	0,00	-0,50	0,00	-0,50	0,00	-0,34	0,00	-0,34		1,55

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

Grafik, 180°, Draufsicht



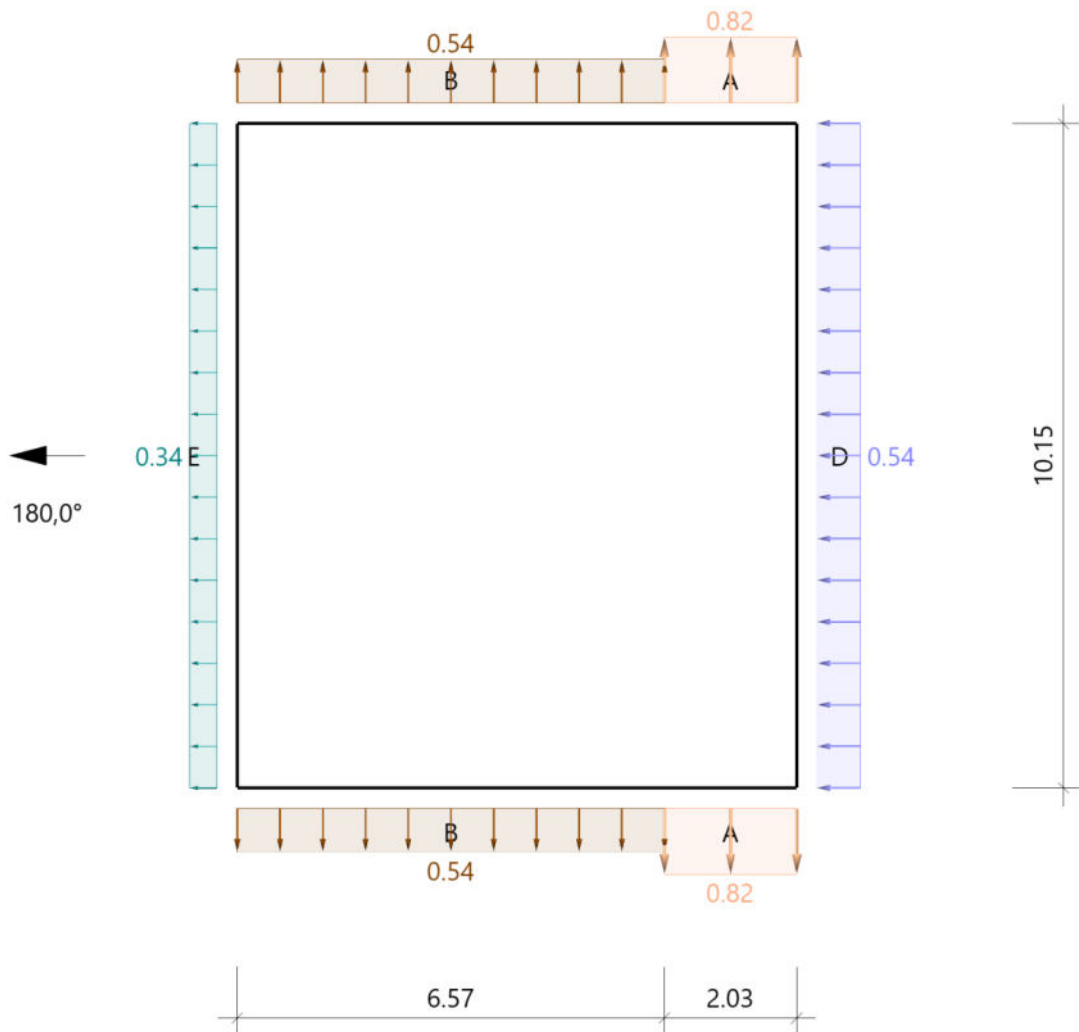
Tabelle, 180°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 10.15 \text{ m}$

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 links	0.00	-1.85	0.00	-2.57	0.00	-1.25	0.00	-1.73	1.02	2.54
G	DF links	0.00	-1.07	0.00	-1.77	0.00	-0.72	0.00	-1.19	1.02	5.08
H	DF links	0.00	-0.85	0.00	-1.01	0.00	-0.58	0.00	-0.68	7.59	10.15

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 180°, Schnitt durch die Wände



Lasteinflussfläche für die grafische Darstellung = 10,00 m²

Tabelle, 180°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflussbreite $e = 10,15 \text{ m}$

Verhältnis $h/d = 1,186$ $h/b = 1,005$ $d/b = 0,847$

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 (>10,15 m) ¹⁾	Wand rechts	0,80	0,00	1,00	0,00	0,54	0,00	0,68	0,00		10,15
D (<=10,15 m) ¹⁾	Wand rechts	0,80	0,00	1,00	0,00	0,54	0,00	0,67	0,00		10,15
E	Wand links	0,00	-0,50	0,00	-0,51	0,00	-0,34	0,00	-0,34		10,15
A	Wand vorne ²⁾	0,00	-1,21	0,00	-1,41	0,00	-0,82	0,00	-0,95	2,03	
B	Wand vorne ²⁾	0,00	-0,80	0,00	-1,10	0,00	-0,54	0,00	-0,74	6,57	

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

2.2 Belastung aus Schneesackbildung

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ (FRILO 2026-0-11)

System

Basiswerte

Land Deutschland
Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04

Gemeinde 48336 Sassenberg
Geländehöhe h_{NN} = 64.00 m
Klimaregion Zentral-Ost
Schneezone 2

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

Beiwerte

Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Schneeverwehung

Höhe Aufbau $h = 2.50$ m
Länge Aufbau $l = 6.80$ m
Breite $l_x = 9.00$ m

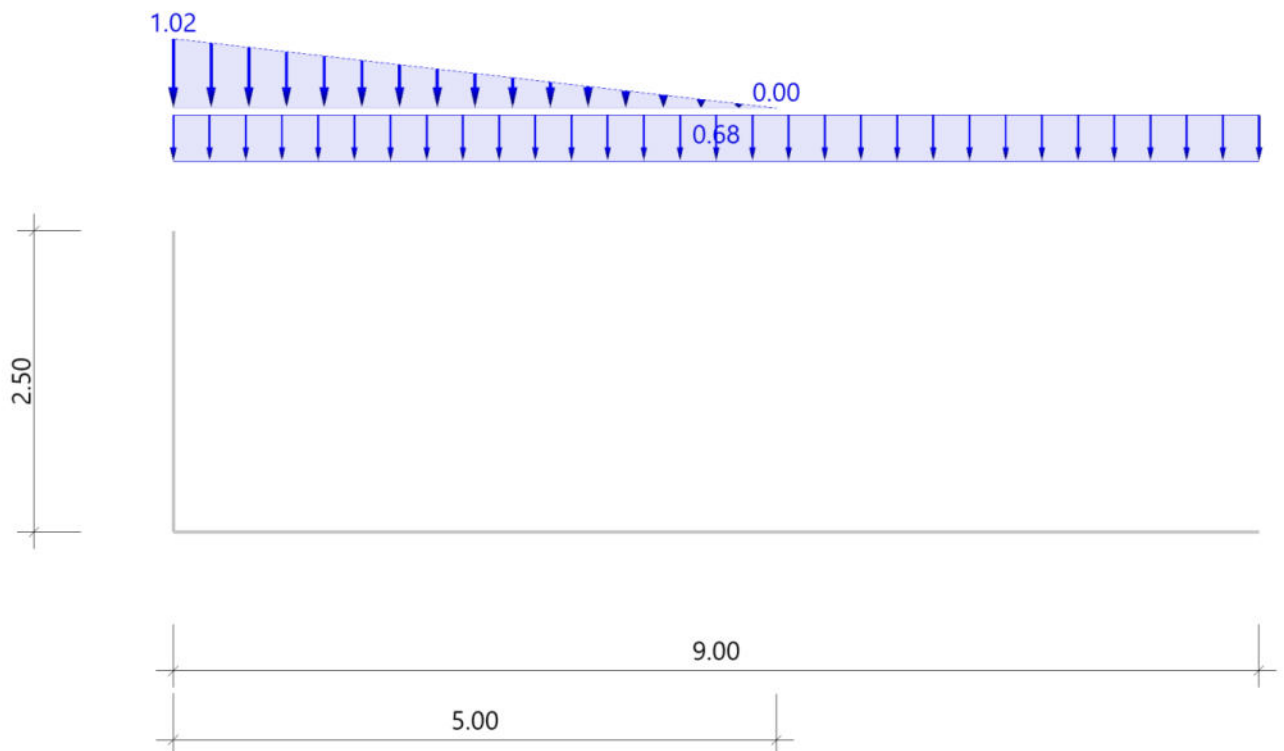
Lasten

Bodenschneelast $s_k = 0.85$ kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik



Tabelle

Sit	μ_2	μ_1	s_2 [kN/m ²]	s_1 [kN/m ²]	Δs_2 [kN/m ²]	L_s [m]
P/T	2.00	0.80	1.70	0.68	1.02	5.00
Alle Werte sind charakteristische Werte. Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional Gewählte Bodenschneelast $s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$						

2.2 Belastung Spannbetondecke über Obergeschoss

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	= 4,10 kN/m ²
Dachabdichtung	= 0,10 kN/m ²
Dämmung EPS	= 0,30 kN/m ²
Dachbegrünung (Wasserungesättigt)	= 1,35 kN/m ²
Abgehängte Decke	= 0,25 kN/m ²
$\sum g_k$	= 6,10 kN/m ²

Belastung aus veränderliche Lasten

Schneeanwehung	= 1,70 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 2,30 kN/m ²

Schnee	= 0,68 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 1,20 kN/m ²

2.3 Belastung Stb.-Decke über Obergeschoss

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	25,00 kN/m ³ * 0,18 m	= 4,50 kN/m ²
Dachabdichtung		= 0,10 kN/m ²
Dämmung EPS		= 0,30 kN/m ²
Dachbegrünung		= 1,35 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
$\sum g_k$		= 6,50 kN/m ²

Belastung aus veränderliche Lasten

Schneeanwehung	= 1,70 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 2,30 kN/m ²

Schnee	= 0,68 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 1,20 kN/m ²

2.4 Belastung Spannbetondecke über Erdgeschoss

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht		= 4,10 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\sum g_k = 6,70 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

2.5 Belastung Stb.-Decke über Erdgeschoss

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	25,00 kN/m ³ * 0,18 m	= 4,50 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\sum g_k = 7,10 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

2.6 Belastung Sohlplatte

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	25,00 kN/m ³ * 0,20 m	= 5,00 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\sum g_k = 7,10 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

3. Baulicher Brandschutz

3.1 Allgemeines

Gemäß des Bauantrages wird das Gebäude der Gebäudeklasse 3 und als großer Sonderbau zugeordnet. Somit müssen alle tragenden Bauteile (tragende Wände, Stützen, Decken) mindestens feuerhemmend ausgeführt werden. Gemäß DIN EN 13501-2 ergibt dies eine Feuerwiderstandsklasse F30 bzw. REI90. Die Standsicherheit im Brandfall bleibt also für mindestens 90 Minuten bestehen.

Tabelle 1: Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen nach DIN EN 13501-2 und ihre Zuordnung zu den bauaufsichtlichen Anforderungen

Bauaufsichtliche Anforderung	Tragende Bauteile		Nichttragende Innenwände	Nichttragende Außenwände	Doppelböden	Selbständige Unterdecken
	ohne Raumabschluss ¹	mit Raumabschluss ¹				
feuerhemmend	R 30	REI 30	EI 30	E 30 (i→o) und EI 30-ef (i←o)	REI 30	EI 30(a↔b)
hochfeuerhemmend	R 60	REI 60	EI 60	E 60 (i→o) und EI 60-ef (i←o)		EI 60(a↔b)
feuerbeständig	R 90	REI 90	EI 90	E 90 (i→o) und EI 90-ef (i←o)		EI 90(a↔b)
Feuerwiderstandsfähigkeit 120 Min.	R 120	REI 120	--	--		--
Brandwand	--	REI 90-M	EI 90-M	--		--

¹ Für die mit reaktiven Brandschutzsystemen beschichteten Stahlbauteile ist die Angabe IncSlow gemäß DIN EN 13501-2 zusätzlich erforderlich.

Ein Überblick über die Mindestmaße der einzelnen Bauteile findet sich auf den nachfolgenden Seiten.

In diesem Gebäude werden alle Stützen, Decken und Balken in Stahlbeton hergestellt, die Wände werden in Mauerwerk hergestellt. Für diese Bauteile werden hier die vorgesehenen Abmessungen mit den nötigen Mindestmaßen gegenübergestellt.

Die Nachweise für die angegebenen Bauteile sind gemäß DIN EN 1992-1-2 Abschnitt 5 geführt. Die Mindestmaße werden mithilfe tabellarischer Daten ermittelt.

3.2 Decken

Für Decken ist laut Eurocode sowohl die Tragfähigkeit „R“ als auch die raumabschließende Eigenschaft „E“ und die Isolation „I“ einzuhalten. Die Decken werden entsprechend Abschnitt 5 eingestuft. Folgende Mindestabmessungen sind entsprechend der Tabellen 5.8 und 5.9 der DIN EN 1992-1-2 einzuhalten:

Tabelle 5.8 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch bestimmt gelagerte, einachsige und zweiachsige gespannte Stahlbeton- und Spannbetonplatten

Feuerwiderstandsklasse	Mindestabmessungen (mm)			
	Plattendicke h_s (mm)	einachsig	Achsabstand a	
			zweiachsig $l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x und l_y sind die Spannweiten einer zweiachsig gespannten Platte (beide Richtungen rechtwinklig zueinander), wobei l_y die längere Spannweite ist.
Bei Spannbetonplatten ist die Vergrößerung des Achsabstandes entsprechend 5.2 (5) zu beachten.
Der Achsabstand a in den Spalten 4 und 5 gilt für zweiachsig gespannte Platten, die an allen vier Rändern gestützt sind. Trifft das nicht zu, sind die Platten wie einachsig gespannte Platten zu behandeln.
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

Tabelle 5.9 — Mindestmaße und Achsabstände für Flachdecken aus Stahlbeton und Spannbeton

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)	
	Plattendicke h_s	Achsabstand a
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

erf. Deckendicke $h_s \geq 100\text{mm}$ < vorh. Deckendicke $h_s > 180\text{mm}$ → erfüllt

erf. Achsabstand $a \geq 30\text{mm}$ ≤ vorh. Achsabstand $a \geq 30\text{mm}$ → erfüllt

3.3 Stützen

Die Stützen können laut Eurocode 2 nach verschiedenen Verfahren für den Brandfall nachgewiesen werden. Sowohl mithilfe von Diagrammen, Tabellen und Formeln lassen sich Stützen für den Brandfall bemessen.

Die Stützen in diesem Bauwerk werden mithilfe des Statikprogrammes Friedrich und Lochner für eine Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten bemessen. Da alle Stützen in Stb. Decken gelagert sind, wird eine konstruktive Einspannung der Stützen in die Decken beim Nachweis des Brandschutzes berücksichtigt.

3.4 Balken bzw. Unterzüge

Die Balken werden entsprechend Abschnitt 5 eingestuft.

Folgende Mindestabmessungen sind entsprechend der Tabelle 5.6 der DIN EN 1992-1-2 einzuhalten:

Tabelle 5.6 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken) aus Stahlbeton und Spannbeton (siehe auch Tabelle 5.7).

Feuerwiderstandsdauer	Mindestmaße (mm)						
	Mögliche Kombinationen von a und $b_{\min}$, dabei ist a der mittlere Achsabstand und $b_{\min}$ die Balkenbreite				Stegdicke b_w		
					Klasse WA	Klasse WB	Klasse WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{\min} = 80$ $a = 15^*$	160 12*			80	80	80
R 60	$b_{\min} = 120$ $a = 25$	200 12*			100	80	100
R 90	$b_{\min} = 150$ $a = 35$	250 25			110	100	100
R 120	$b_{\min} = 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{\min} = 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{\min} = 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160
$a_{sd} = a + 10\text{mm}$ (siehe Anmerkung unten)							
Für Spannbetonbalken sollte der Achsabstand entsprechend 5.2 (5) vergrößert werden. a_{sd} ist der seitliche Achsabstand der Eckstäbe (bzw. des -spannglieds oder -drahts) in Balken mit nur einer Bewehrungslage. Für größere $b_{\min}$ -Werte als die nach Spalte 3 ist eine Vergrößerung von a_{sd} nicht erforderlich. * Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.							

erf. Balkenbreite $b_{\min} = 150\text{mm}$ < vorh. Balkenbreite $b \geq 150\text{mm}$ → erfüllt

erf. Achsabstand $a \geq 35\text{mm}$ < vorh. Achsabstand $a \geq 35\text{mm}$ → erfüllt

3.6 Wände aus Mauerwerk

Die Mauerwerkswände werden als Kalksandsteinwände ausgeführt.
 Folgende Mindestabmessungen sind entsprechend der Kalksandsteinbroschüre einzuhalten:

Tafel 4/2 Tragende, raumabschließende Wände (REI)

Steine Mörtel	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fl}$	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
KS-Lochsteine ¹⁾ KS-Hohlblocksteine ¹⁾ NM, DM	$\leq 0,15$	115 (115)			115 (115)	175 (140)
	$\leq 0,42$				140 (115)	200 (140)
	$\leq 0,70$				200 (140)	240 (175)
KS-Vollsteine ¹⁾ KS-Blocksteine ¹⁾ KS-Planelemente NM, DM	$\leq 0,15$	115 (115)			115 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$				140 (115)	175 (140)
	$\leq 0,70$				150 (140)	200 (175)

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Auch als Plan- und Fasansteine (abzüglich Fasse)

Tafel 4/3 Tragende, nichtraumabschließende Wände $L \geq 1,0$ m (R)

Steine Mörtel	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{6,fl}$	Mindestwanddicke [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
		R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
KS-Lochsteine KS-Hohlblocksteine KS-Vollsteine KS-Blocksteine NM	$\leq 0,15$	115 (115)		115 (115)	140 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$			140 (115)	150 (115)	150 (140)
	$\leq 0,70$				150 (150)	175 (150)
KS-Plansteine KS-Fasensteine ¹⁾ KS-Planelemente DM	$\leq 0,15$	115 (115)			140 (115)	150 (140)
	$\leq 0,42$				150 (115)	150 (140)
	$\leq 0,70$				150 (150)	175 (150)

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Abzüglich Fasse

Tafel 4/4 Tragende, nichtraumabschließende Pfeiler und Wände $L < 1,0$ m (R)

Steine Mörtel	Ausnutzung $\alpha_{6,R}$	Wanddicke [mm]	Mindestwandlänge [mm] zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse				
			R 30	R 60	R 90	R 120	R 180
alle KS-Steine NM, DM	$\leq 0,42$	115	365	490	(615)	(990)	— ³⁾
		150	300			365	898
		175	240			240	365
		240	175			175	300
	$\leq 0,70$	115	(365)	(490)	(730)	— ³⁾	— ³⁾
		150	300			490	— ³⁾
		175	240	300 ^{1),2)}		300 ²⁾	490
		240	175	240	240	240	365

Die (-)Werte gelten für Wände mit geeignetem beidseitigem Putz
¹⁾ Bei $h_{ef}/t_{ef} \leq 10$ beträgt die Mindestwandlänge 240 mm
²⁾ Bei $h_{ef}/t_{ef} \leq 15$ und DM beträgt die Mindestwandlänge 240 mm
³⁾ Mindestwandlänge $> 1,0$ m (Bemessung von Außenwänden als raumabschließende Wand nach Tafel 4/2, sonst als nichtraumabschließende Wand $L \geq 1,0$ m nach Tafel 4/3)

erf. Wandbreite $b_{min} = 150\text{mm}$ < vorh. Wandbreite $b \geq 150\text{mm}$ → erfüllt

4. Dachgeschoss (Neubau)

Position 101 – Sparren

Sparrenneigung: 22°
 $b/h = 8/24$ cm $a \leq 0,75$ m (KVH, C24)

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

Dacheindeckung	$g_k = 0,55 \text{ kN/m}^2$
Konstruktion	$g_k = 0,15 \text{ kN/m}^2$
Dachausbau	$g_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$
Mannlast	$Q_k = 1,00 \text{ kN}$
PV-Anlage	$q_{PV,k} = 0,20 \text{ kN/m}^2$

Belastungen aus veränderlichen Lasten werden im EDV-Programm berücksichtigt!

Schnittgrößen und Bemessung

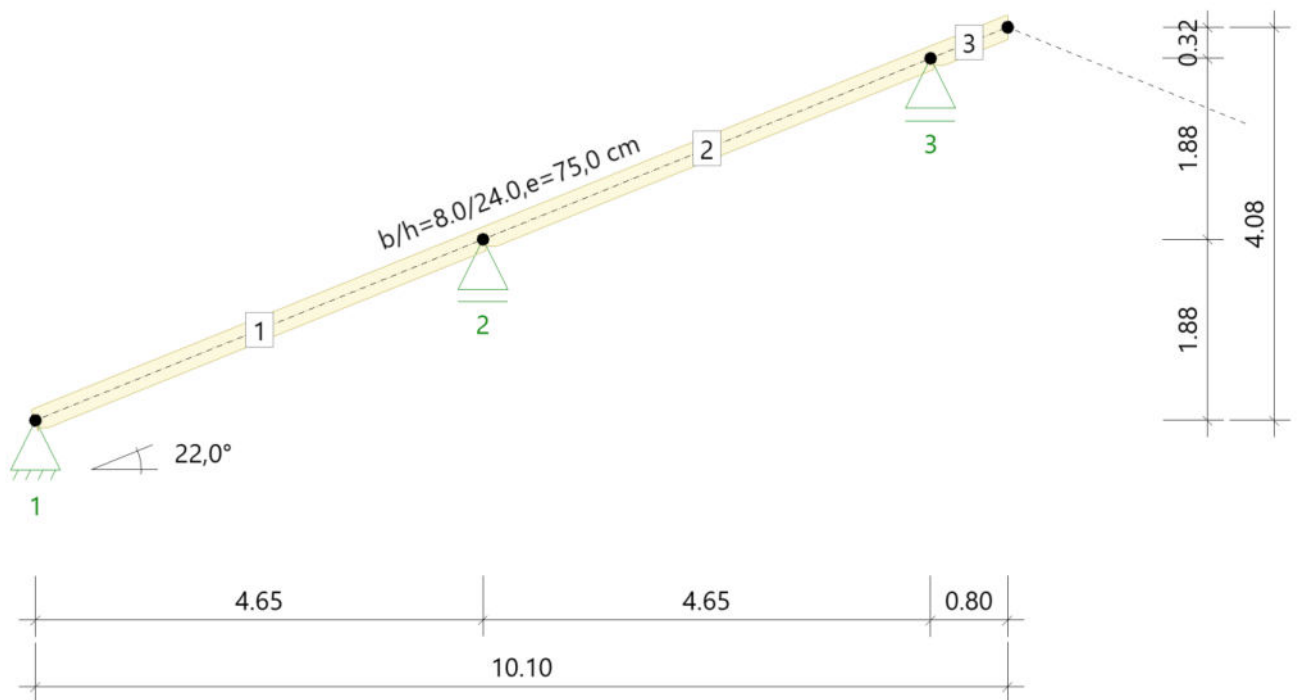
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-11)

System

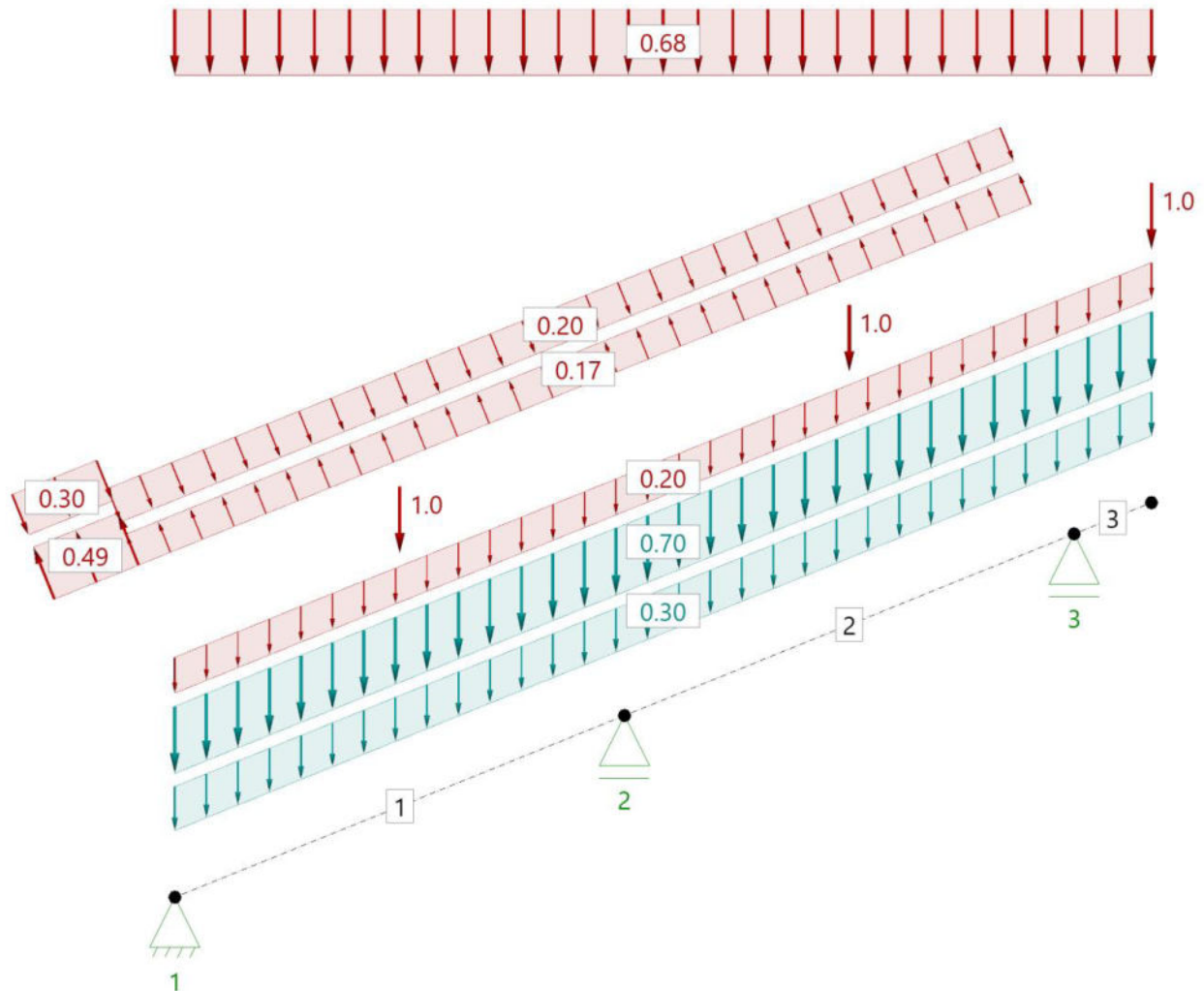
Allgemein

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

Systemgrafik



Lastgrafik



Material

Materialwerte Holz

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

Materialkennwerte

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ N/mm ²	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ N/mm ²	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ N/mm ²	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ N/mm ²	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ N/mm ²	G_{mean} G_{05} N/mm ²	ρ_k ρ_m kg/m ³	γ kN/m ³
24.00 4.00	14.50 21.00	0.40 2.50	11000 7400	370 247	690 460	350 420	6.00

Geometrie

Durchlaufsparren

Sparrenabstand $e = 75.0 \text{ cm}$ Gesamt-Firsthöhe $h = 10.56 \text{ m}$
Dachlänge $b_{\text{Roof}} = 8.70 \text{ m}$ Gebäudelänge $b_{\text{Wall}} = 8.50 \text{ m}$

Sparren

Feld	Länge Gfl [m]	Länge Dfl [m]	Seite	Neigung [°]	Querschnitt [cm]
1	4.65	5.02	links	22.0	8.0/24.0
2	4.65	5.02	links	22.0	8.0/24.0
Kragarm oben	0.80	0.86	links	22.0	8.0/24.0

Auflager

Nr	Bauteil	Cx [kN/m]	Cz [kN/m]	Kervertiefe t [cm]
1	Sparren links	Starr	Starr	4.0
2	Sparren links	0.00	Starr	4.0
3	Sparren links	0.00	Starr	4.0

Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L

Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten

Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.

Für den Gesamtdurchbiegnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.

Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.

Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.

Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.

Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.

Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert werden.

k_{mod} wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.

Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich

Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.

Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung g₁ = 0.55 kN/m² EW = 99

Konstruktion g₂ = 0.15 kN/m²

Dachausbau g₃ = 0.30 kN/m²

Ausbau unten g_u = 0.00 kN/m²

mit Eigengewicht der Bauteile, γ = 6.00 kN/m³

Dachnutzlast Kat.H Q = 1.0 kN EW = 8

PV-Anlage links = 0.20 kN/m²

a = 0.00 m l = 10.10 m

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe h = 10.56 m

Dachlänge b_{Roof} = 8.70 m

Gebäudelänge b_{Wall} = 8.50 m

Gebäudebreite rechts b_r = 0.00 m

Schnee/Windlasten

Gemeinde 48336 Sassenberg in Nordrhein-Westfalen

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

Geländehöhe ü. N N = 64 m

Gelände Mischkategorie Binnenland

Höhe für q

Geschwindigkeitsdruck

$$h = 10.56 \text{ m}$$

$$q(h) = 0.68 \text{ kN/m}^2$$

Windzone 2

Basiswindgeschwindigkeit

Basisgeschwindigkeitsdruck

$$v_{b0} = 25.00 \text{ m/s}$$

$$q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$$

Bodenschneelast

Formbeiwert

$$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0.80$$

$$C_t = 1.000$$

$$C_{esl} = 2.300$$

Schneezone 2

$$C_e = 1.000$$

Beiwert außergew.

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche $A_{ref} = 10.00 \text{ m}^2$

Windreferenzlänge (Dach) $e_0 = 8.70 \text{ m}$

Windreferenzlänge (Wand) $e_0 = 8.50 \text{ m}$

$$h/d = 1.046$$

für giebelseitige Anströmung:

$$h/d = 1.242$$

$$e_{90} = 10.10 \text{ m}$$

$$e_{90} = 10.10 \text{ m}$$

$$h/b = 1.242$$

$$h/b = 1.046$$

$$d/b = 1.188$$

$$d/b = 0.842$$

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz
29	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00	ständig

Lastwerte

Schneelasten

Name	Seite	μ			Lastwert	(nach Norm)	
Dachlast	links	0.80	0.00	0.00	0.68	0.68	kN/m ²
Unverwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	0.00	0.68	0.68	kN/m ²
Verwehter Anteil (für verwehte Lastfälle)	links	0.80	0.00	0.00	0.34	0.34	kN/m ²

Windlasten

Name	Seite	cp+	cp-	Druck [kN/m ²]	Sog [kN/m ²]	Druck (Norm) [kN/m ²]	Sog (Norm) [kN/m ²]
F	von links	0.43	-0.71	0.30	-0.49	0.30	-0.49
G	von links	0.43	-0.66	0.30	-0.45	0.30	-0.45
H	von links	0.29	-0.25	0.20	-0.17	0.20	-0.17
D	von links	0.80	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00
E	von links	0.00	-0.50	0.00	-0.34	0.00	-0.34
I	von rechts	0.00	-0.40	0.00	-0.27	0.00	-0.27
J	von rechts	0.00	-0.77	0.00	-0.52	0.00	-0.52
D	von rechts	0.80	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00
E	von rechts	0.00	-0.50	0.00	-0.34	0.00	-0.34

Kombinationen

Lastfallkombinationen

Nr	Name		Sit	KLED
1	1,35*g+1,35*pv+1,50*s	GZT ¹⁾	p/t ²⁾	4 ³⁾
2	1,35*g+1,35*pv+1,50*s+0,90*(wlLuv+)	GZT ¹⁾	p/t ²⁾	6 ⁴⁾
7	1,35*g+1,35*pv+0,75*s+1,50*(wrLee-)	GZT ¹⁾	p/t ²⁾	6 ⁴⁾
28	1,35*g+1,50*(wrLee-)	GZT ¹⁾	p/t ²⁾	6 ⁴⁾
29	1,00*g+1,00*pv+1,00*s	GZG ⁵⁾	char ⁶⁾	4 ³⁾
30	1,00*g+1,00*pv+1,00*s+0,60*(wlLuv+)	GZG ⁵⁾	char ⁶⁾	6 ⁴⁾

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

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

Ergebnisse

Sparren links 8.0/24.0 e = 75.0 cm

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

Nachweise in Ständig/Vorübergehende Situation

Kombi	Sit	Nachweis	N _{x,d} [kN]	M _{y,d} [kNm]	V _{z,d} [kN]	σ _{n,d} [N/mm ²]	σ _{m,y,d} [N/mm ²]	τ _d [N/mm ²]	η	S _{ky} [m]	S _{kz} [m]	S _b [m]
1	p/t ¹	Spannung (Feld)	2.2	-4.09	-5.4	0.11	-5.33		0.33			
1	p/t ¹	Spannung (Stütze)	2.4	-5.88	-6.0	0.15	-11.03		0.68			
1	p/t ¹	Stabilität	-2.4	-5.88	0.0	-0.12	-7.66		0.47²⁾	1.94	0.00	0.00
1	p/t ¹	Schub	2.4	-5.88	-6.0			-0.56	0.31			

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

- 1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
- 2 : S_{ky}=1.94 m, S_{kz}=0.00 m, S_b=0.00 m

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

Kombi	Nachweis		Stab	x [m]	W _{G,inst} [cm]	W _{G,fin} [cm]	W _{Q,inst,char} [cm]	W _{Q,inst,qprm} [cm]	W _{Q,fin} [cm]	W _{tot} [cm]	W _{lim} [cm]	L/..	η
30	w _{inst} ¹⁾	lokal	1	2.19	0.3		0.2			0.5	< 1.7	300	0.30
30	w _{inst} ¹⁾	gesamt	3 ²⁾	0.86	-0.2		-0.1			-0.2	< 0.6	150	0.42
29	w _{net} ³⁾	lokal	1	2.19	(0.3)	0.6		(0.0)	0.0	0.6	< 1.7	300	0.36
29	w _{net} ³⁾	gesamt	3 ²⁾	0.86	(-0.2)	-0.3		(0.0)	0.0	-0.3	< 0.6	150	0.50
30	w _{fin} ⁴⁾	lokal	1	2.19	(0.3)	0.6	(0.2)		0.2	0.8	< 2.5	200	0.31
30	w _{fin} ⁴⁾	gesamt	3 ²⁾	0.86	(-0.2)	-0.3	(-0.1)		-0.1	-0.4	< 0.9	100	0.43

Werte in () sind nur informativ.

Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.

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

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

- 1 : w_{inst}= W_{G,inst}+ W_{Q,inst,char}
- 2 : Kragarm
- 3 : w_{net}= W_{G,fin}+ W_{Q,fin,qprm}- W_c
- 4 : w_{fin}= W_{G,fin}+ W_{Q,fin,char}

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1		Auflager 2		Auflager 3	
		max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]	max [kN/m]	min [kN/m]
99	vertikal	2.19 ¹⁾	2.19 ¹⁾	7.10 ¹⁾	7.10 ¹⁾	3.27 ¹⁾	3.27 ¹⁾
	horizontal	0.00 ¹⁾	0.00 ¹⁾	0.00 ¹⁾	0.00 ¹⁾	0.00 ¹⁾	0.00 ¹⁾
9	vertikal	0.15 ²⁾	-0.31 ⁴⁾	1.35 ²⁾	-1.79 ³⁾	0.61 ²⁾	-1.12 ³⁾
	horizontal	1.20 ³⁾	-0.85 ²⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾
10	vertikal	1.20 ⁶⁾	1.20 ⁶⁾	3.88 ⁶⁾	3.88 ⁶⁾	1.79 ⁶⁾	1.79 ⁶⁾
	horizontal	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾	0.00 ⁵⁾
29	vertikal	0.38 ⁷⁾	0.38 ⁷⁾	1.23 ⁷⁾	1.23 ⁷⁾	0.57 ⁷⁾	0.57 ⁷⁾
	horizontal	0.00 ⁷⁾	0.00 ⁷⁾	0.00 ⁷⁾	0.00 ⁷⁾	0.00 ⁷⁾	0.00 ⁷⁾

alle Werte sind charakteristische Werte

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

- 1 : Lastfälle:g
- 2 : Lastfälle:(wLuv+)
- 3 : Lastfälle:(wrLee-)
- 4 : Lastfälle:(wLuv-)
- 5 : Lastfälle:
- 6 : Lastfälle:s
- 7 : Lastfälle:pv

Max-/Min-Auflagerkräfte in Ständig/Vorübergehende Situation

Auflager	max FZ [kN/m]	zug FX [kN/m]	LF-Kombi	zug FZ [kN/m]	max FX [kN/m]	LF-Kombi
1	5.40	-0.77	LfK.2	2.84	1.81	LfK.28
2	18.29	0.00	LfK.2			
3	8.42	0.00	LfK.2			

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

Auflager	min FZ [kN/m]	zug FX [kN/m]	LF-Kombi	zug FZ [kN/m]	min FX [kN/m]	LF-Kombi
1	2.50	1.23	LfK.27	4.60	-1.28	LfK.3
2	6.91	0.00	LfK.28			
3	2.74	0.00	LfK.28			

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

Konstruktive Details:

- Die Aussteifung der Sparren erfolgt über eine Schalung die als Scheibe ausgebildet wird.
- Der Anschluß Sparren an die Pfette erfolgt mit Vollgewindeschrauben (Detail siehe nächste Seite).

Anschluss Pfette (Pos.102), Mittelpfette (Pos. 103), Fußpfette (Pos.104)

- Ausbildung je Sparren 1 x ASSY plus VG CH Ø8x280mm / Vollgewinde-Senkopf

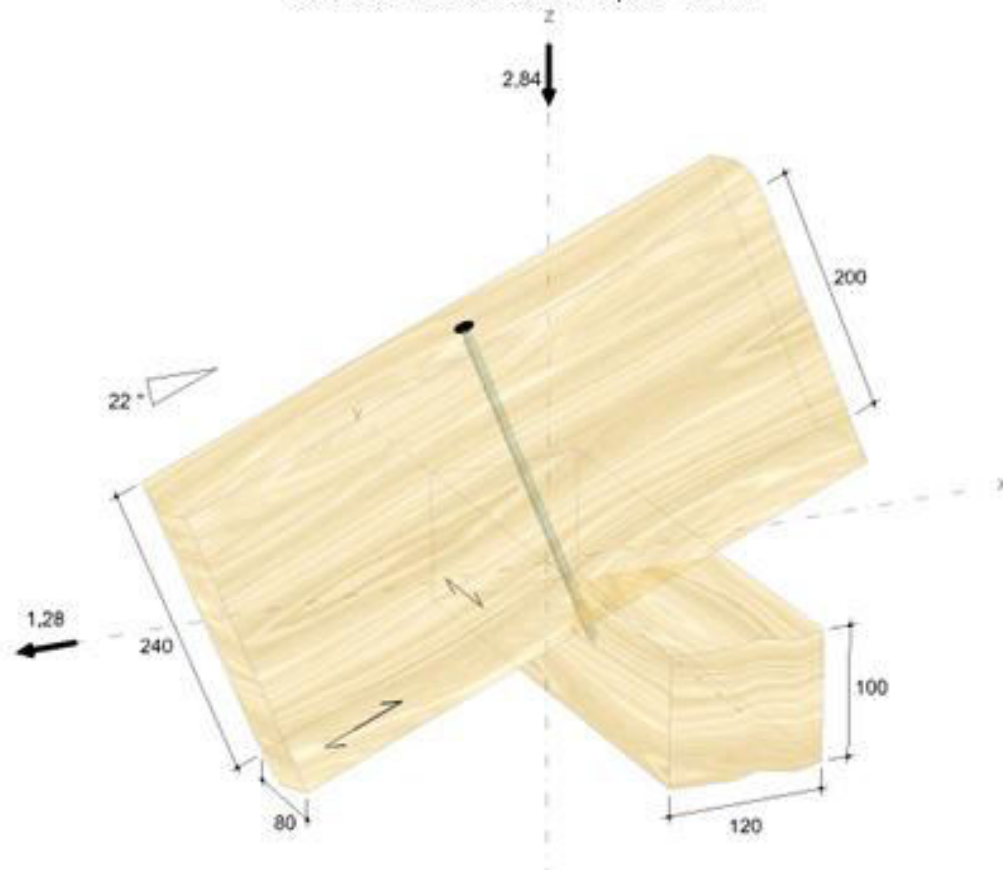


Bauprojektname:
Bauherr:
Adresse Bauprojekt:

19. Juni 2026
Andrea Wälgern
Seite 1 von 3

Eingabedaten

Gewähltes Verbindungsmittel	1 x ASSY® plus VG 4 CSMP Ø8 x 280 mm Vollgewinde Senkkopf	
Artikelnummer	verzinkt, blau 0150 108 280 (VE 75 Stück)	
Bewertung	ETA-11/0190 gültig ab 23.07.2018	
Sparren	Nadelholz / Vollholz Fichte, Kiefer, Tanne C24 Breite = 80 mm Höhe = 240 mm Resthöhe = 200 mm Neigung = 22°	
Pfetten	Nadelholz / Vollholz Fichte, Kiefer, Tanne C24 Breite = 120 mm Höhe = 100 mm Querdrukbeiwert = 1,00	
Lasteinwirkung	$F_{v,x,d} = 1,28 \text{ kN}$ $F_{v,z,d} = -2,84 \text{ kN}$ Lasteinwirkungsdauer = kurz / sehr kurz Nutzungsgruppe 2	
Verbindungsmittel	Einschraubwinkel = 90 ° Sparren nicht vorgebohrt Pfetten nicht vorgebohrt Sicherheitsabstand Schraubenspitze = 5 mm	

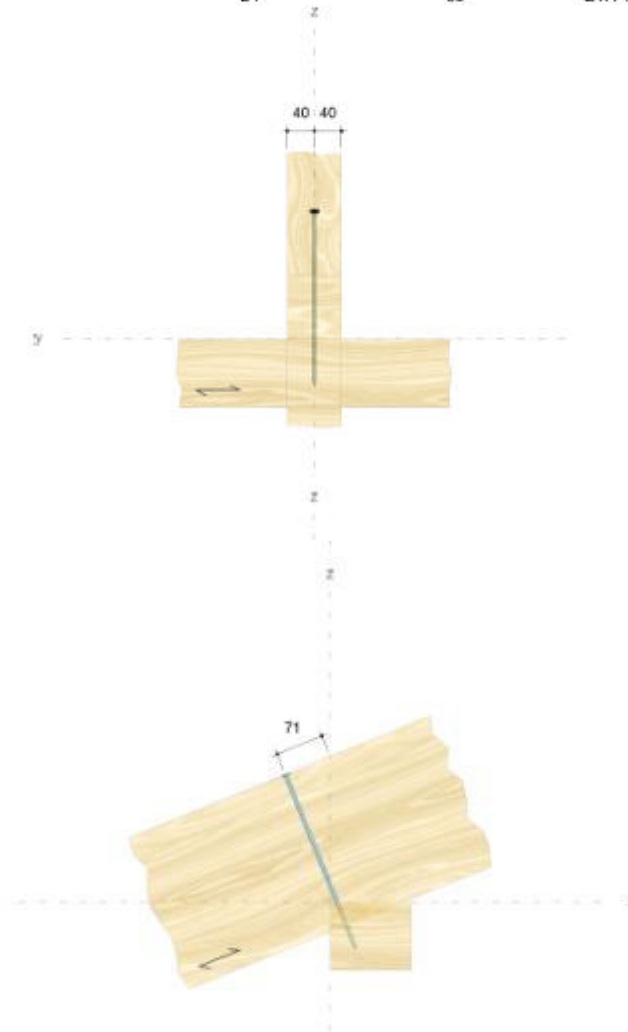


Montagedaten

Montagemaß **71 mm**

Abstände - Sparren[mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$3 d$	24	40	ETA-11/0190

Abstände - Pfetten[mm]		Minimum	vorhanden	
$a_{1,c}$	$3 d$	24	25	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3 d$	24	95	ETA-11/0190
$a_{1,c}$	$3 d$	24	65	ETA-11/0190
$a_{2,c}$	$3 d$	24	35	ETA-11/0190



Nachweise

Übersicht

Bemessungsvorschriften

EN 338 (2016-07) + EN 14080 (2013-09)
EN 1990 (2010-12) + DIN EN 1990/NA (2010-12) + DIN EN 1990/NA/A1 (2012-08)
EN 1991-1-1 (2010-12) + DIN EN 1991-1-1/NA (2010-12)
EN 1993-1-1 (2010-12) + DIN EN 1993-1-1/NA (2010-12)
EN 1995-1-1 (2010-12) + EN 1995-1-1/A2 (2014-07) + DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08)
ETA-11/0190 (2018-07-23)

Zusammenfassung

Nachweise	Ausnutzung
Druck Sparren	14,18 %
Druck Pfetten	20,90 %
Verbindungsmittel	66,38 %

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise

- Dies ist eine Vorbemessung/Empfehlung. Ohne eine Prüfung und Freigabe der Bemessung durch den zuständigen Planer/Statiker darf das Verbindungsmittel nicht eingebaut werden!
- Die Schrauben dürfen nur für vorwiegend ruhende Belastungen verwendet werden.
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.

Anschluss an Stb.-Decke

Der Anschluss der Sparren an die Stb.-Decke erfolgt mit eine Z-Pprofil b/h/t = 100/245/10 mm und HST 4 M12 e < 0,50 m

$$F_{Ed} = (1,35 * (2,20 \text{ kN/m} + 0,40 \text{ kN/m}) + 1,50 * (0,15 \text{ kN/m} + 1,20 \text{ kN/m})) * 0,75 \text{ m} = 4,15 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 4,15 * 0,10 \text{ m} = 0,42 \text{ kN/m}$$

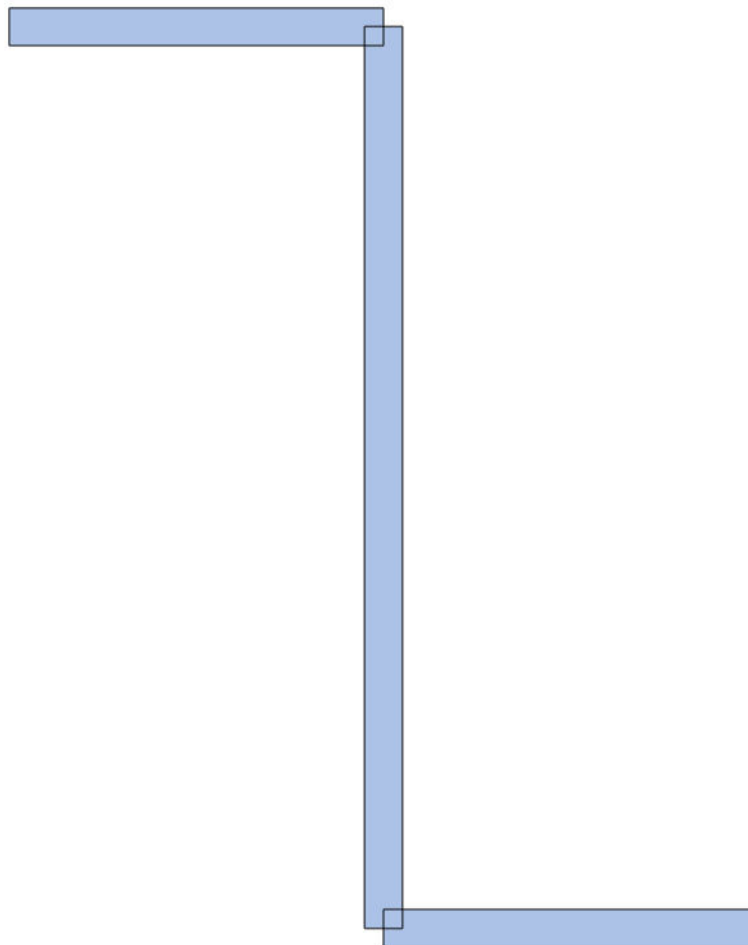
Querschnittsnachweis Stahl SQN+ (FRILO 2026-0-11)

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993:2015

System

Systemgrafik



Material S235

	$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$	$G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
Streckgrenze	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
	$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{yk} = 215.00 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$t \leq 40 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$
	$t \leq 80 \text{ mm}$	$f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Bemessung

Bemessungsparameter

Bemessung : elastisch $\gamma_M = 1,00$

Belastung

Schnittgrößen

Bezeichnung	N_d [kN]	M_{yd} [kNm]	V_{zd} [kN]	M_{zd} [kNm]	V_{yd} [kN]	η
Kombination 1	0.0	0.42	10.0	0.00	0.0	* 0.04

Ergebnisse

Nachweis Querschnitt Kombination 1

Querschnittsklasse 1 $\eta_{\max} = 0,04$

Position 102 – Pfette

b/h = 12/10 cm (KVH, C24)

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.**Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 3)**

g_k	= 3,30 kN/m
q_{wk}	= 0,65 kN/m
q_{sk}	= 1,80 kN/m
q_{Pvk}	= 0,60 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Konstruktiv gewählt

Konstruktive Details:

- Der Anschluß Sparren an die Pfette erfolgt mit Vollgewindeschrauben (siehe Pos. 101 – Sparren).

Position 103 – Mittelfette

b/h = 24/52 cm (BSH, GL24c)

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos 100 – Sparren (Auflager 2)

g_k	= 7,10 kN/m
q_{wk}	= 1,35 kN/m
q_{sk}	= 3,90 kN/m
q_{Pvk}	= 1,25 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

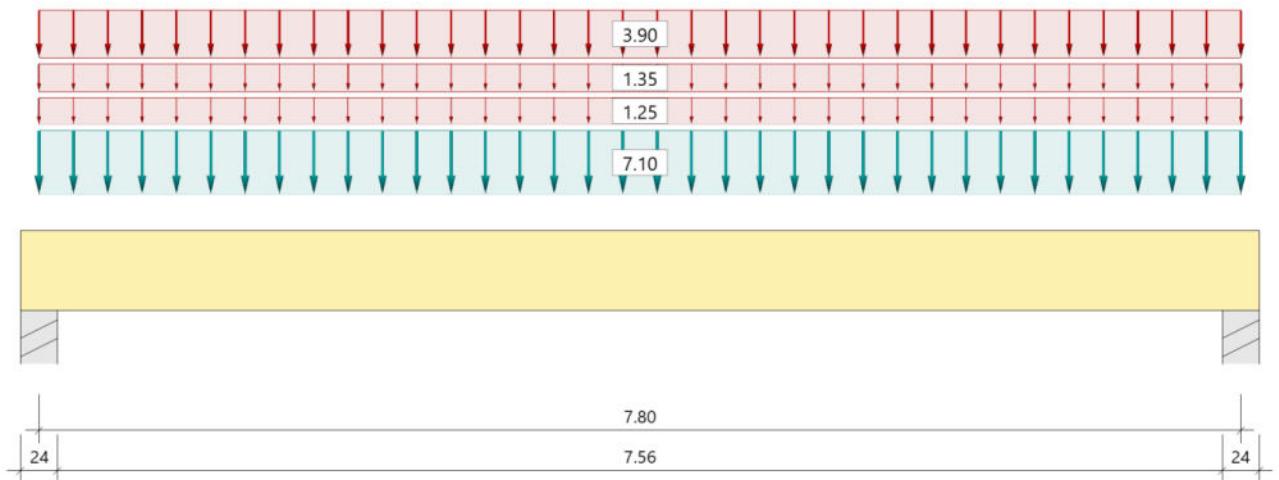
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-9)

Grundparameter

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

System

Systembild



Material

Brettschichtholz GL24c (flachkant), gemäß EN 14080:2013

$f_{m,k}$ $f_{v,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,k}$ $f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ $f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$E_{0,mean}$ $E_{0,05}$ [N/mm ²]	$E_{90,mean}$ $E_{90,05}$ [N/mm ²]	G_{mean} G_{05} [N/mm ²]	ρ_k ρ_m [kg/m ³]
24.00 3.50	17.00 21.50	0.50 2.50	11000 9100	300 250	650 540	365 400

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
24/52	281216	59904	10816	4992	1248.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	Breite [cm]	Tiefe [cm]	k_{c90}	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
							Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	24.0	24.0	1.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.80	24.0	24.0	1.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch									

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		7.80		7.10		Nein	ständig		
	2	GL		7.80		1.25		Nein	ständig, demontierbar (PV)		
	3	GL		7.80		1.35		Nein	Schnee		
	4	GL		7.80		3.90		Nein	Wind		

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 389 kg mit Gamma = 4.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$	KLED
ständig				1.00	1.35	
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50	kurz/sehr kurz
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50	kurz
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35	ständig

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Bemessungsparameter Holz

Nutzungsklasse	2	:	überdacht, offen	
			rel. Luftfeuchte ~ 85%	Ausgleichfeuchte < 20%
Schubspannungen	=		Tau mit red. Q	
Anfangsdurchbiegung	w_{inst}	=	$l/300$	
Enddurchbiegung	$w_{net,fin}$	=	$l/300$	
	w_{fin}	=	$l/200$	

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Biegung}	η_{Schub}	$\eta_{c,90}$	η_{Stabi}	$\eta_{\text{Verformung}}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.75	0.41	0.62	1)	0.95

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

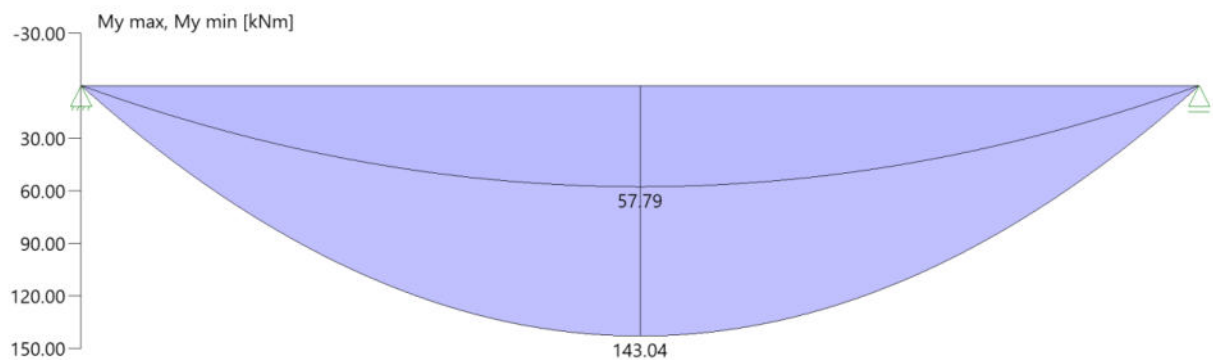
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Schub}	η_{Biegung}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	24/52	38.9	90.85	0.41	0.75	

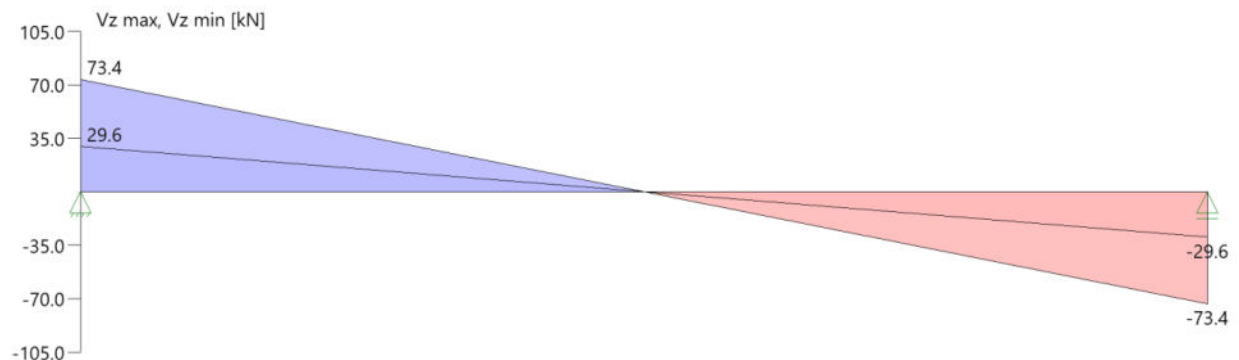
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	73.4	2
	0.00	0.00	0.00	29.6	3
	3.90	3.90	143.04	0.0	2
	7.80	7.80	0.00	-29.6	3
	7.80	7.80	0.00	-73.4	2

Biegung

Feld	x [m]	M _{y,d} [kNm]	σ _{myd} [N/mm ²]	k _{crit,y}	k _{h,My}	k _{mod}	f _{m,y,d} [N/mm ²]	η	Lk
Feld 1	3.90	90.85	8.40	1.00	1.01	0.60	11.24	0.75	1

Der Beiwert k_h wurde bei der Berechnung von f_{m,y,d} nach EN 1995 3.3(3) berücksichtigt.

Schub

Stütze [Nr]		x _{rel} [m]	x _{abs} [m]	V _{z,d} [kN]	τ _d [N/mm ²]	k _{mod}	f _{v,z,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	rechts	0.64	0.64	38.9	0.47	0.60	1.62	0.41	1
2	links	0.64	7.16	-38.9	-0.47	0.60	1.62	0.41	1

Der Beiwert k_{cr} = 0.71 wurde bei der Berechnung nach DIN EN 1995-1-1 NDP 6.1.7 (2) berücksichtigt.

Auflagerpressung

Stütze	b _{eff} [cm]	d _{eff} [cm]	max F [kN]	σ _{c,90,d} [N/mm ²]	k _{c90}	k _{mod}	f _{c,90,d} [N/mm ²]	η	Lk
1	27.0*	24.0	46.6	0.72	1.00	0.60	1.15	0.62	1
2	27.0*	24.0	46.6	0.72	1.00	0.60	1.15	0.62	1

* Kontaktfläche nach Norm DIN EN 1995-1-1, Kapitel 6.1.5 (1)P um 30mm je Seite verbreitert

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

	l_{eff}	Stelle	Nachweis		w_g	w_q	w	w_{lim}	η	Lk
	[m]	[m]			[cm]					
Feld 1	7.80	3.90	inst	z	1.2	0.9	2.1	2.6	0.80	4
	7.80	3.90	net,fin	z	2.1	0.4	2.5	2.6	0.95	6
	7.80	3.90	fin	z	2.1	1.1	3.2	3.9	0.82	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 ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	29.6	29.6 4.9 15.2 5.3		
2	7.80	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	29.6	29.6 4.9 15.2 5.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2 Lk 3	73.4 29.6	
2	7.80	Lk 2 Lk 3	73.4 29.6	

Konstruktive Hinweise

- Der Anschluß Sparren an die Pfette erfolgt mit Vollgewindeschrauben (siehe Pos. 101 – Sparren). Im Anschluß Bereich der Windrispen sind zwischen den Sparren zusätzliche Druckhölzer vorzusehen, die ebenfalls mit Vollgewindeschrauben an der Fußpfette verschraubt werden

Anschluss an Ringbalken

- Im Bereich der Mittelpfette ist der Ringbalken zu unterstützen mit einer Stb.-Stütze b/d=50/24 cm
- Anschluss an den Stb.-Ringbalken erfolgt mit einem Balkenschuh GSEXL 1050/4X mit Vollausnagelung mit CNA 4,0x50 mm und 6 x Bolzen HST4 M12 mit verfüllten Ringspalten

Nachweis Balkenschuh

$$R_d = (R_k \cdot k_{mod}) / \gamma_M = (120 \cdot 0,90) / 1,30 = 83,1 \text{ kN}$$

$$\text{Vorh. Fd} = 73,4 \text{ kN}$$

$$\eta = 73,4 \text{ kN} / 83,1 \text{ kN} = 0,88 < 1,00$$

Nachweis Bolzen



Hilti PROFIS Engineering 3.1.34



1 Anker Nachweise

1.1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST4 M12
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2329066 HST4 M12x135 5-70



Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel.

Dies kann erreicht werden, indem der Ringspalt zwischen Ankerplatte und Anker verfüllt wird, z. B. mit dem Hilti Verfüllset.

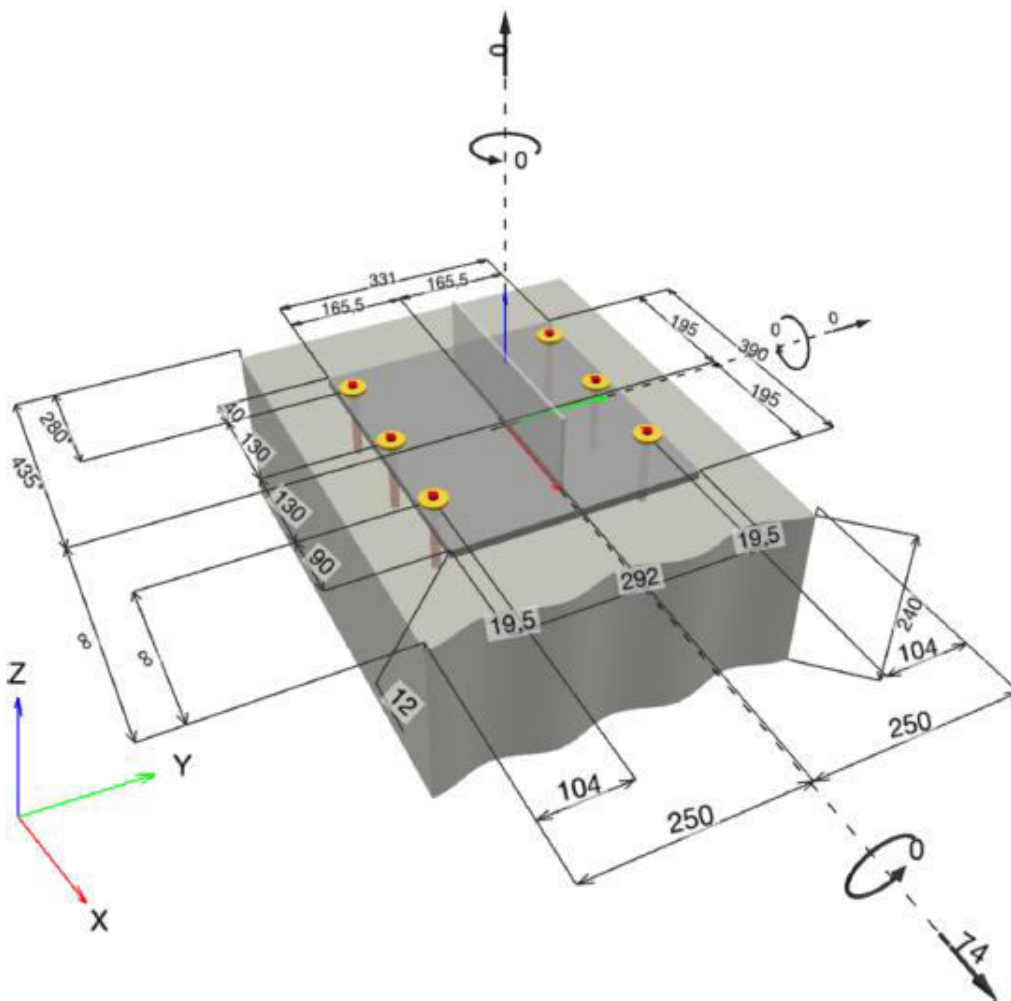
Ausschreibungstext:

Hilti HST4 Bolzenanker with 89 mm embedment, M12, Galvanisch verzinkt, installation per ETA-21/0878 , Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel (Ringspalt verfüllt), z.B. mit dem Hilti Verfüllset

Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef, opti} = 89,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 125,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 98,0 \text{ mm}$
Werkstoff:	Carbon Steel
Zulassungs-Nr.:	ETA-21/0878
Ausgestellt Gültig:	09.10.2025 -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 12,0 \text{ mm}$
Ankerplatte ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 390,0 \text{ mm} \times 331,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$
Profil:	Vierkantstahl, ; $(L \times B \times D) = 300,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$
Untergrund:	gerissener Beton, C25/30, $f_{c, cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 240,0 \text{ mm}$, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff $\gamma_c = 1,500$; $\gamma_{c, seismic} = 1,500$
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder $\emptyset$) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) mit Randlängsbewehrung $d \geq 12,0 \text{ [mm]}$

^{CBFEM} - Die Dübelberechnung basiert auf einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM)

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



1.1.1 Lastkombination

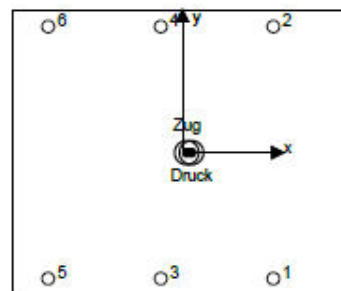
Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 0,000; V_x = 74,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	nein	keine	100

1.2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	0,580	12,417	12,417	-0,090
2	0,580	12,417	12,417	0,090
3	0,175	12,373	12,373	-0,013
4	0,175	12,373	12,373	0,014
5	0,330	12,211	12,210	0,174
6	0,330	12,211	12,210	-0,174



resultierende Zugkraft in (x/y)=(4,9/-0,0): 2.170 [kN]

resultierende Druckkraft in (x/y)=(10,4/-0,1): 2.740 [kN]

Die Dübelkraft wird auf Grundlage einer komponentenbasierten Finite-Elemente-Methode (CBFEM) berechnet

1.3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	0,580	32,857	2	OK
Herausziehen*	0,580	20,870	3	OK
Betonversagen**	1,085	33,350	4	OK
Spaltversagen**	1,085	45,146	3	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

1.3.1 Stahlversagen

$N_{tR,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{tR,s}$ [kN]	N_{tEd} [kN]
48,000	1,400	32,857	0,580

1.3.2 Herausziehen

$N_{tR,p}$ [kN]	γ_c	γ_{Mp}	$N_{tR,p}$ [kN]	N_{tEd} [kN]
28,000	1,118	1,500	20,870	0,580

1.3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{tr,N}$ [mm]	$s_{tr,N}$ [mm]	$f_{c,gy}$ [N/mm ²]		
125,162	71,289	133,5	267,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
30,0	0,817	0,0	1,000	0,934	1,000	5,5
$\psi_{M,N}$	k_t	$N_{tR,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{tR,c}$ [kN]	N_{tEd} [kN]	
1,000	8,900	37,363	1,500	33,350	1,085	
Gruppe Dübel-ID						
1, 3, 5						

1.3.4 Spaltversagen

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{tr,sp}$ [mm]	$s_{tr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,gy}$ [N/mm ²]
106,178	51,781	113,8	227,6	150,0	1,368	25,00
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_t
30,0	0,792	0,0	1,000	0,974	1,000	8,900
$N_{tr,sp}^0$ [kN]	γ_{Msp}	$N_{tr,sp}$ [kN]	$N_{t,Ed}$ [kN]			
31,305	1,500	45,146	1,085			
Gruppe Dübel-ID						
1, 3, 5						

1.4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	12,417	29,920	42	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite*	12,373	28,095	45	OK
Betonkantenbruch, Richtung y+**	37,001	37,042	100	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

Wenn die Eingabe für den Randabstand auf „unendlich“ eingestellt ist, wird der Betonkantenbruchnachweis in dieser Richtung nicht durchgeführt

1.4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$V_{tR,s}^0$ [kN]	k_t	$V_{tR,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{tR,s}$ [kN]	V_{tEd} [kN]
37,400	1,000	37,400	1,250	29,920	12,417

1.4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{tr,N}$ [mm]	$s_{tr,N}$ [mm]	k_b	$f_{c,gy}$ [N/mm ²]	
31.429	71.289	133,5	267,0	2,740	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,934	1,000	1,000
k_t	$N_{tR,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{tR,c}$ [kN]	V_{tEd} [kN]		
8,900	37,363	1,500	28,095	12,373		
Gruppe Dübel-ID						
3						

1.4.3 Betonkantenbruch, Richtung y+

l_f [mm]	d_{min} [mm]	k_g	α	β	$f_{ct,90}$ [N/mm ²]	c_1 [mm]
89,0	12,00	1,700	0,093	0,065	25,00	104,0
$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{s,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{sc,V}$	
89.232	48.672	1,000	1,000	0,3	0,998	
α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{\alpha,V}$				
89,57	2,000	1,000				
$V_{R,c}^0$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{R,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]			
15,183	1,500	37,042	37,001			
Gruppe Dübel-ID						
2, 4, 6						

Wenn die Eingabe für den Randabstand auf „unendlich“ eingestellt ist, wird der Betonkantenbruchnachweis in dieser Richtung nicht durchgeführt

1.5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,018	0,415	2,000	18	OK

$$\beta_N + \beta_V \leq 1,0$$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,033	0,999	1,000	98	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1,2 \leq 1,0$$

1.6 Warnungen / Hinweise

- The anchor design methods in PROFIS Engineering require rigid anchor plates per current regulations (EN1992-4, ACI318, IS1946, AS 5216:2021, ETAG 001/Annex C, EOTA TR029 etc.). This means load re-distribution on the anchors due to elastic deformations of the anchor plate are not considered - the anchor plate is assumed to be sufficiently stiff, in order not to be deformed when subjected to the design loading. PROFIS Engineering calculates the minimum required anchor plate thickness with CBFEM to limit the stress of the anchor plate based on the assumptions explained above. The proof if the rigid base plate assumption is valid is not carried out by PROFIS Engineering. Input data and results must be checked for agreement with the existing conditions and for plausibility!
- Die in diesem Bericht dargestellten Gleichungen beruhen auf metrischen Einheiten. Wenn Eingaben in zölligen Einheiten angezeigt werden, sollte sich der Benutzer bewusst sein, dass die Gleichungen in ihrem metrischen Format bleiben.
- Die Bemessung ist nur gültig, wenn das Loch zum Beseitigen des Spiels erfüllt ist, Spiel gemäß EN 1992-4, Tabelle 6.1
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{s,V}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Dübelbemessungsverfahren in PROFIS Engineering erfordern starre Ankerplatten gemäß den geltenden Vorschriften (AS 5216:2018, ETAG 001/Anhang C, EOTA TR029 usw.). Dies bedeutet, dass die Ankerplatte ausreichend steif sein sollte, um eine Lastverteilung auf die Dübel durch elastische/plastische Verschiebungen zu verhindern. Der Anwender akzeptiert, dass die Ankerplatte durch technische Beurteilung als nahezu starr betrachtet wird.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der geplanten Nutzungsdauer in Jahren: 50

Position 104 – Fußpfette

b/h = 12/10 cm (KVH, C24)

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 1)

g_k	= 2,20 kN/m
q_{wk}	= 0,15 kN/m
q_{sk}	= 1,20 kN/m
q_{Pvk}	= 0,40 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Konstruktiv gewählt

Konstruktive Details:

- Der Anschluß Sparren an die Pfette erfolgt mit Vollgewindeschrauben (siehe Pos. 101 – Sparren).

Position 105 – Stb.-Ringbalken

b / h = 24 / 25 cm (schräg laufend)

Beton C25/30 XC1, WO

 $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.**Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 3)**

g_k	= 3,30 kN/m
q_{wk}	= 0,65 kN/m
q_{sk}	= 1,80 kN/m
q_{Pvk}	= 0,60 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Konstruktiv gewählt

gewählte Bewehrung:

oben & unten: 2 $\varnothing$ 10 (2,26 cm²)
Bügel $\varnothing$ 8 / 15 cm (oder Bügelmatte R188A)

Position 106 – Stb.- Ringbalken

b / h = 24 / 25 cm

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrungoben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (oder Bügelmatte R188A)

Position 107 – Stb.-Attikab / h = 20 / 72,5 cm
B 500 S/M

XC3, XF1, WF

 $c_{nom} = 3,50 \text{ cm}$

Beton C25/30

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrungoben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (oder Bügelmatte R188A)

Position 110 – Fenstersturz

$b / h = 24 / 25 \text{ cm}$ Stützweite $l \leq 2,375 \text{ m}$
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$ B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 3)

g_k	= 3,30 kN/m
q_{wk}	= 0,65 kN/m
q_{sk}	= 1,80 kN/m
q_{Pvk}	= 0,60 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

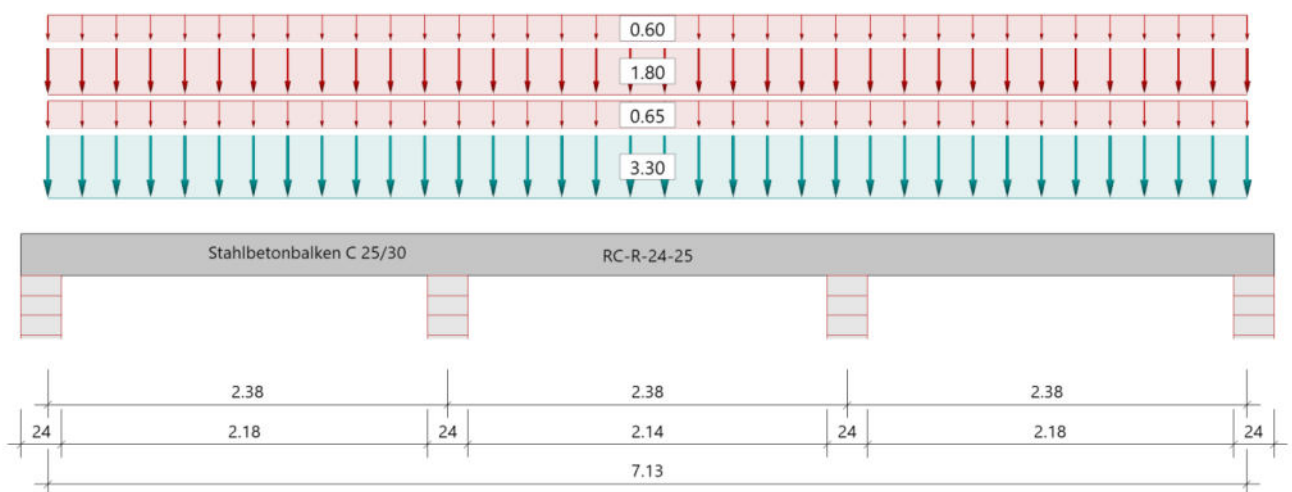
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder $E = 24870 \text{ N/mm}^2$
 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	25.0		

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.38	RC-R-24-25 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.38	
3	2.38	

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	2.38	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	4.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	7.13	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		7.13		3.30		Nein	ständig		
	2	GL		7.13		0.65		Ja	Wind		
	3	GL		7.13		1.80		Ja	Schnee		
	4	GL		7.13		0.60		Ja	ständig, demontierbar (PV)		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1069 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
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

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
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.0 cm	oben = 3.0 cm
	links = 3.0 cm	rechts = 3.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.3 cm	oben = 4.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

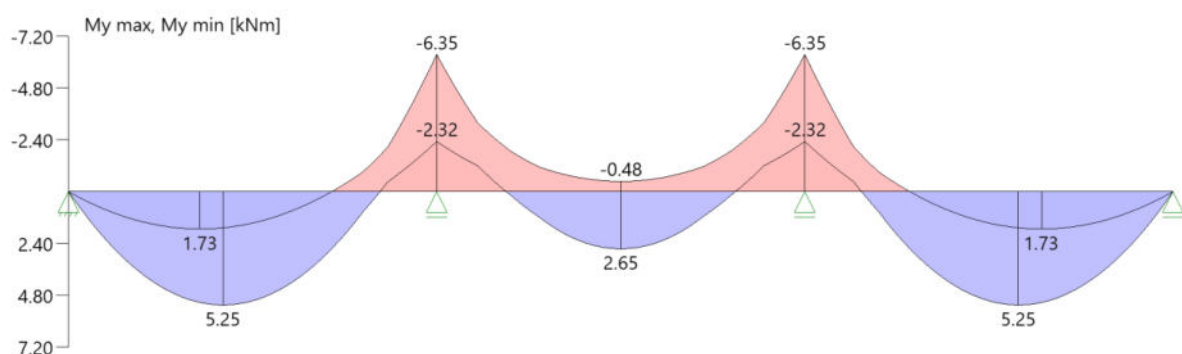
Auflagerbedingungen

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

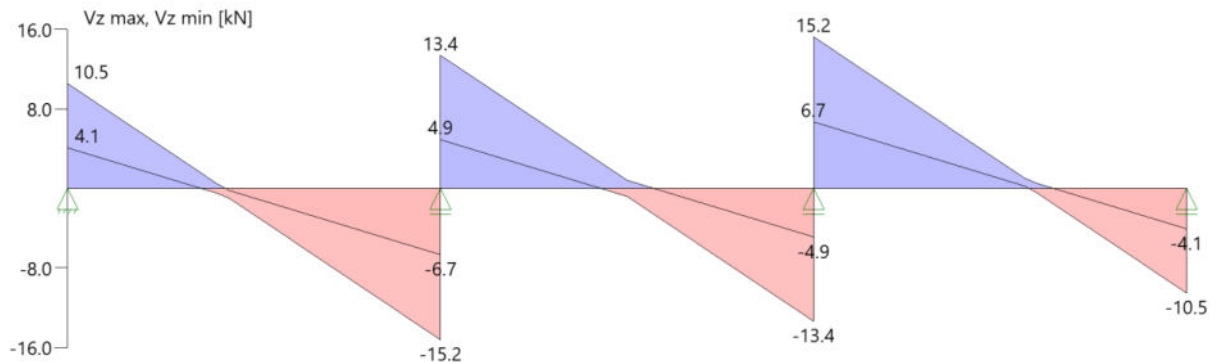
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{V,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	10.5	1
	0.00	0.00	0.00	4.1	2
	1.00	1.00	5.25	0.0	1
	2.38	2.38	-6.35	-15.2	6
	2.38	2.38	-2.32	-6.7	5
Feld 2	0.00	2.38	-2.32	4.9	5
	0.00	2.38	-6.35	13.4	6
	1.19	3.56	2.65	0.0	4
	2.38	4.75	-2.32	-4.9	10
	2.38	4.75	-6.35	-13.4	11
Feld 3	0.00	4.75	-2.32	6.7	10
	0.00	4.75	-6.35	15.2	11
	1.38	6.13	5.25	0.0	1
	2.38	7.13	0.00	-4.1	2
	2.38	7.13	0.00	-10.5	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]		Lk
Feld 1	0.09	0.09	0.86	0.86	20.7	0.02	0.7	0.0	¹⁾	1
	1.00	1.00	5.25	5.25	20.7	0.06	0.7	0.0	¹⁾	1
	1.70	1.70	-0.01	-0.01	20.7	0.00	0.0	0.7	¹⁾	2
	2.01	2.01	0.04	0.04	20.7	0.01	0.7	0.0	¹⁾	3
	2.01	2.01	-1.69	-1.69	20.7	0.03	0.0	0.7	¹⁾	4
Feld 2	0.23	2.61	-3.55	-3.55	20.7	0.05	0.0	0.7	¹⁾	6
	0.45	2.83	0.01	0.01	20.7	0.00	0.7	0.0	¹⁾	7
	1.19	3.56	2.65	2.65	20.7	0.04	0.7	0.0	¹⁾	4
	1.93	4.30	0.01	0.01	20.7	0.00	0.7	0.0	¹⁾	8
	1.93	4.31	-2.05	-2.05	20.7	0.04	0.0	0.7	¹⁾	9

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 3	0.23	4.98	-3.13	-3.13	20.7	0.05	0.0	0.7	¹⁾	11
	0.37	5.12	0.04	0.04	20.7	0.01	0.7	0.0	¹⁾	3
	1.38	6.13	5.25	5.25	20.7	0.06	0.7	0.0	¹⁾	1
	2.19	6.94	1.81	1.81	20.7	0.03	0.7	0.0	¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 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)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [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			0.00			¹⁾	6
2	links	0.00	2.38	-6.35	-5.51	-4.69	15.0	20.7	0.06		0.7	¹⁾	6
	rechts	0.00	2.38	-6.35	-5.62	-4.78	15.0	20.7	0.06		0.7	¹⁾	6
3	links	0.00	4.75	-6.35	-5.62	-4.78	15.0	20.7	0.06		0.7	¹⁾	11
	rechts	0.00	4.75	-6.35	-5.51	-4.69	15.0	20.7	0.06		0.7	¹⁾	11
4	links	0.00	7.13	0.00	0.00	0.00			0.00				1

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

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	0.67	9.7	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.29	0.29	0.67	7.5	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.49	0.49	0.67	5.3	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.12	2.26	0.67	-14.0	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	links	0.33	2.05	0.67	-11.8	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	6
	*	0.53	1.84	0.67	-9.6	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	6
	rechts	0.12	2.50	0.67	12.1	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.33	2.70	0.67	9.9	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	6
	*	0.53	2.91	0.67	7.7	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	6
3	links	0.12	4.63	0.67	-12.1	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	links	0.33	4.42	0.67	-9.9	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	11
	*	0.53	4.22	0.67	-7.7	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	11
	rechts	0.12	4.87	0.67	14.0	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	rechts	0.33	5.08	0.67	11.8	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	11
	*	0.53	5.28	0.67	9.6	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	11
4	links	0.08	7.05	0.67	-9.7	18.4	24.3	106.3	VRd,max > VEd		
	links	0.29	6.84	0.67	-7.5	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.49	6.63	0.67	-5.3	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

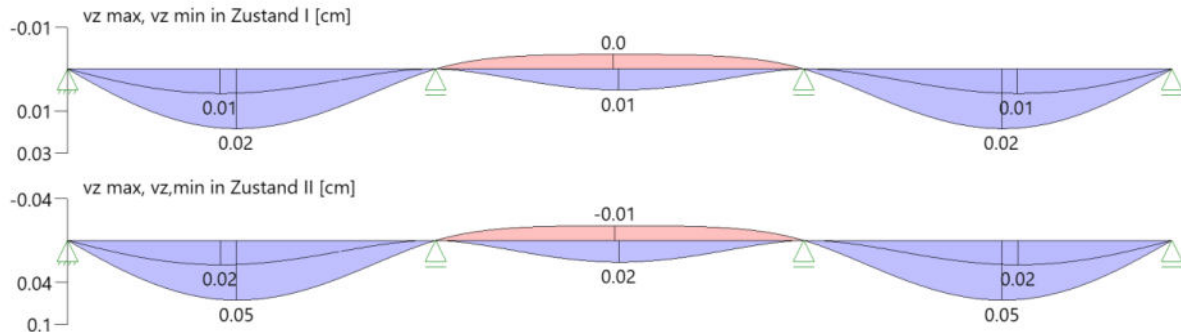
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

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	1.13	0.0	0.02	12
Feld 2	1.19	0.0	0.01	17
Feld 3	1.25	0.0	0.02	12

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.61$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.00	0.01	1/22318	0.05	1/4767	0.05	0.06
Feld 2	1.19	0.0	1/293926	0.02	1/13122	0.02	0.02
Feld 3	1.38	0.01	1/22318	0.05	1/4767	0.05	0.06

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

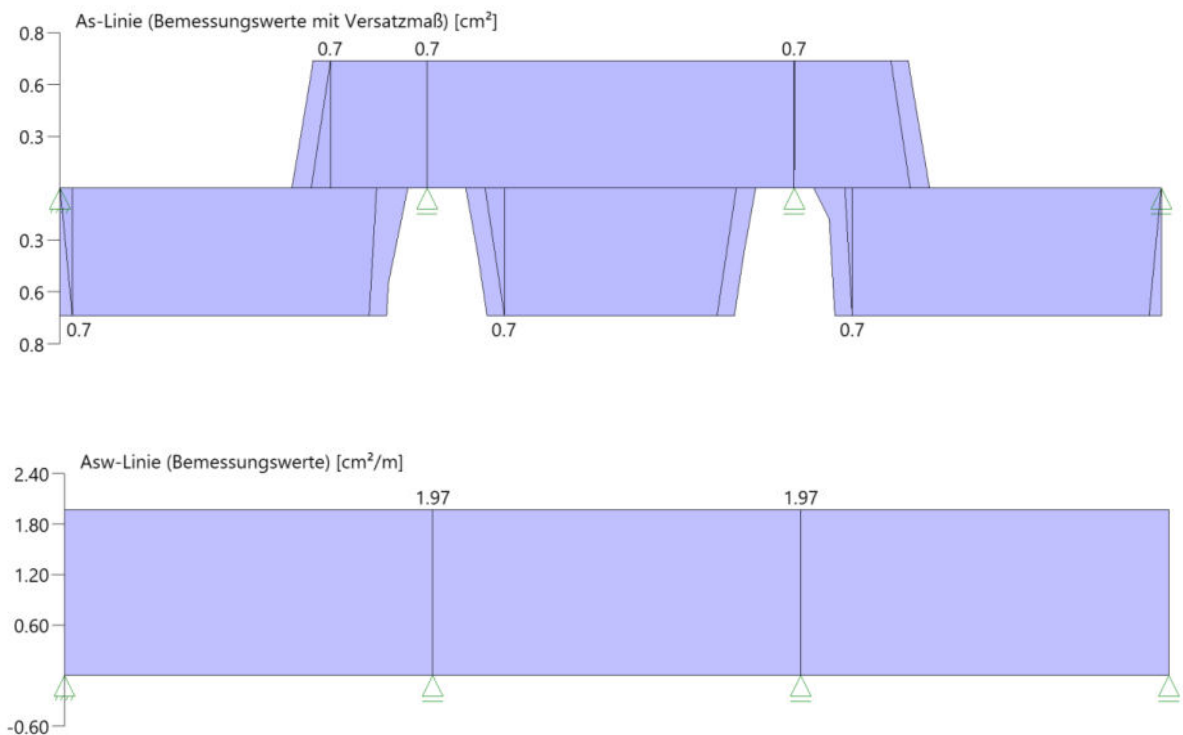
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh d_s [mm]	zul d_s [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.01	0.7	0.7	7.61	-0.17	10	100	13
	0.96	2.50	0.7	0.7	190.89	-4.20	10	34	13
	1.13	2.43	0.7	0.7	185.50	-4.08	10	36	13
	2.38	-3.10	0.7	0.7	236.46	-5.20	10	22	14
Feld 2	2.38	-2.75	0.7	0.7	209.52	-4.61	10	28	14
	2.63	-1.64	0.7	0.7	124.85	-2.75	10	79	14
	4.75	-2.75	0.7	0.7	209.52	-4.61	10	28	15
	4.75	-3.10	0.7	0.7	236.46	-5.20	10	22	15
Feld 3	6.00	2.43	0.7	0.7	185.50	-4.08	10	36	13
	6.16	2.50	0.7	0.7	190.89	-4.20	10	34	13

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
	7.12	0.01	0.7	0.7	7.61	-0.17	10	100	13

As-Deckungslinien



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) Windlasten Schnee H < 1000 m	4.6 -0.1 -0.1 -0.2	4.6 0.6 0.7 1.9		
2	2.38	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	12.5 -0.1 -0.2 -0.4	12.5 1.7 1.9 5.1		
3	4.75	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	12.5 -0.1 -0.2 -0.4	12.5 1.7 1.9 5.1		
4	7.13	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	4.6 -0.1 -0.1 -0.2	4.6 0.6 0.7 1.9		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1	10.5	
		Lk 2	4.1	
2	2.38	Lk 6	28.6	
		Lk 5	11.6	
3	4.75	Lk 11	28.6	
		Lk 10	11.6	
4	7.13	Lk 1	10.5	
		Lk 2	4.1	

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 20 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 109 - Stb.-Stütze

b / d = 24 / 50 cm h = 1,25 m
Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos 3 – Mittelfette

G_k	= 29,6 kN
$Q_{PV,k}$	= 4,90 kN
Q_{wk}	= 15,2 kN
Q_{sk}	= 5,30 kN

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Höhe konstruktiv gewählt.

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: je Ecke 1 Ø 14
 Bügel Ø 8 / 15 cm (oder Bügelmatte R188A)

Position 111 bis 114 - Reserveposition

5. Obergeschoss

Position 115 – Spannbetondecke (F30)

h = 26,5 cm Platte: VP 265 + F30 oder glw.

Die folgenden Angaben sind als Vorbemessung zu betrachten. Abstimmung mit den Spannbetondeckenhersteller erforderlich. Notwendige Durchführung für Installationsleitungen sind ebenfalls mit dem Hersteller abzustimmen.

Belastung aus ständigen Lasten (Schule)

Eigengewicht	= 4,10 kN/m ²
Dachabdichtung	= 0,10 kN/m ²
Dämmung EPS	= 0,30 kN/m ²
Dachbegrünung (Wasserungesätigt)	= 1,35 kN/m ²
Abgehängte Decke	= 0,25 kN/m ²
$\sum g_k$	= 6,10 kN/m ²

Das Eigengewicht aus Aufbau darf gemäß der Vorbemessung das Gewicht von 200 kg/m² nicht überschreiten! Mögliche höhere Lasten sind mit dem Spannbetondeckenhersteller abzustimmen!

Belastung aus veränderliche Lasten

Schneeanwehung	= 1,70 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 2,30 kN/m ²
Schnee	= 0,68 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 1,20 kN/m ²

Schnittgrößen und Bemessung

Umgebung und Querschnitt

Umgebungsbedingung XC2/XC3 feucht/nass ✓
(Plattenunterseite maßgebend)

Feuerwiderstandsklasse F30 ✓

Deckenplatte VP 265 ✓ h = 26,5 cm



Beton C45/55 Bewehrungstyp D.1

Lage	A_p cm ² /m	σ_{p0} N/mm ²	A_{ci} cm ² /m	I_{ci} cm ⁴ /m	z_{si} cm
1 unten	7,75	1050	1909	134281	6,7
2 oben	0,87	500			

System und Belastung

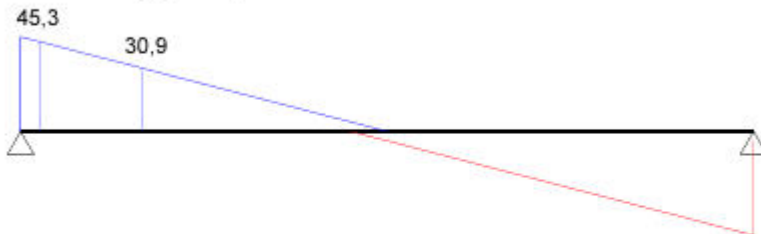
Deckenspannweite $L = 8,20 \text{ m}$



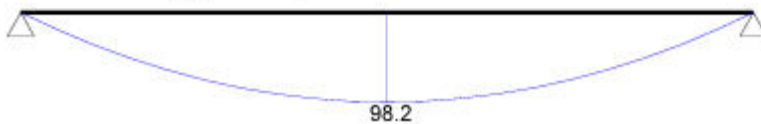
LF	Last	q kN/m²
g_0	Platteneigengewicht inkl. Verguß	4,10
g_1	Auflast ständig	2,00
q_1	Schnee bis 1000 m	2,30

Schnittgrößen

Querkraft V_{Ed} [kN/m]



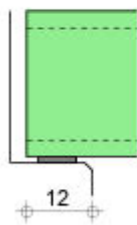
Feldmoment M_{Ed} [kNm/m]



LF		ULS		rare	freq/fi	perm
V_{Ed}	kN/m	45,3	30,9		25,4	
x	m	0,22	1,36		0,22	
M_{Ed}	kNm/m	98,2		70,6	55,1	51,3
x	m	4,10				

Auflager

Auflagerung auf Mauerwerk- oder Betonwand (starr) ▼



Auflagerung auf 70 mm Elastomerstreifen
Gesamtauflagerbreite mindestens 12 cm
Druckfestigkeit aufnehmendes Bauteil $f_{cd} \geq 0,3 \text{ N/mm}^2$

Lager	ständig g_k kN/m	veränderlich q_k kN/m	Summe $\sum q_k$ kN/m
A	25,0	9,4	34,4
B	25,0	9,4	34,4

Bemessung

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

$$M_{Ed} / M_{Rd,ULS} = 98,2 / 214,2 = 0,46 \leq 1,0$$

$$V_{Ed} / V_{Rd,c1} = 45,3 / 80,8 = 0,56 \leq 1,0$$

$$V_{Ed} / V_{Rd,c2} = 30,9 / 65,3 = 0,47 \leq 1,0$$

$$\text{Auflast } q_k = 2,80 \text{ kN/m}^2 \leq \max q_k = 12,50 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis im Brandfall

$$M_{fi} / M_{Rd,fi} = 55,1 / 127,2 = 0,43 \leq 1,0$$

$$V_{fi} / V_{Rd,fi} = 25,4 / 39,2 = 0,65 \leq 1,0$$

Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

$$M_{rare} / M_{Rd,1.0} = 70,6 / 132,7 = 0,53 \leq 1,0$$

$$M_{perm} / M_{Rd,perm} = 51,3 / 86,1 = 0,60 \leq 1,0$$

$$\text{Schlankheit vorh } h/L = 1/31 \geq \text{empf } h/L = 1/50$$

Maßgebende Statische Ausnutzung $u = 0,60 \leq 1,0$

Grundlage

Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.10-367 Decken und Dächer aus Spannbeton-Hohlplatten Typ VMM und Typ VP
Tragfähigkeiten der VP Platten gemäß Typenberechnung

VMM Deckenbemessung V1.02 ©2026 KIRSCHBAUM

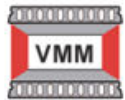
Nachweis Scheibe

Belastung aus Wind

q_k

$$= 0,55 \text{ kN/m}^2 \cdot (3,75 \text{ m/2} + 0,45 \text{ m})$$

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



Forschungsgesellschaft VMM-Spannbetonplatten GbR
Im Fußtal 2
D-50171 Kerpen
Tel.: 02237 / 53435 · Fax: 02237 / 53788

Scheibennachweis VMM-Decke

System und Belastung

System

Einfeldscheibe

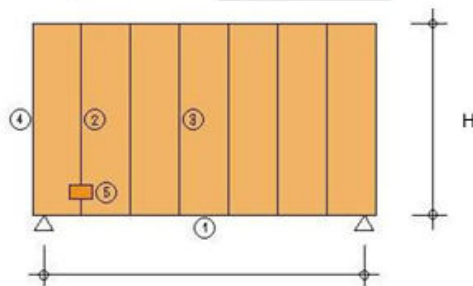
Plattenausrichtung

quer zur Scheibenspannrichtung

Plattentyp

VP 265

$h = 26,5 \text{ cm}$



Scheibenlänge

$L = 13,90 \text{ m}$

Scheibenhöhe

$H = 8,25 \text{ m}$

Scheibenbelastung

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

Schnittgrößen und Auflagerkraft

Max. Scheibenmoment

$M_d = 31,4 \text{ kNm}$

Auflagerkraft

$V_d = 9,0 \text{ kN}$

1. Bemessung Zuggurt und Druckstrebe

Hebelarm Scheibe

$z = 5,96 \text{ m}$

Ringankerkraft

$F_{Ed} = M_d/z = 5,3 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 82,5 \text{ kN}$

Ringankerbewehrung

$erf A_{sd,1} = 3,08 \text{ cm}^2$

Druckstrebe

$\cot = l/z = 0,20$

Nachweis Druckstrebe

$V_{Rd,max} = 871,3 \text{ kN}$

Fugenbeton mind. C20/25

$V_d/V_{Rd} = 0,01$

2. Bemessung Zugpfosten

Max. Pfostenkraft

$F_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 0,0 \text{ kN}$

Zugpfostenbewehrung

$erf A_{sd,2} = 0,00 \text{ cm}^2$

3. Bemessung Fugen

Fugenkraft

$F_{Ed} = 1,1 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 70,0 \text{ kN}$

Fugenbewehrung

$erf A_{sd,3} = 1,40 \text{ cm}^2$

4. Anschluss an aussteifendes Bauteil

Anschlusskraft

$F_{Ed} = 9,0 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 70,0 \text{ kN}$

Ringankerbewehrung

$erf A_{sd,4} = 3,08 \text{ cm}^2$

5. Schubkraftübertragung

Maximale Querkraft

$v_{Ed} = V_d/H = 1,10 \text{ kN/m}$

Max. Schubkraft ohne Verdübelung

$v_{Rd,ct} = 39,75 \text{ kN/m}$

Dübelbewehrung

$erf A_{sd,5} = 0,00 \text{ cm}^2$

(ggf. konstruktiv Dübel 2x BuØ12 anordnen)

Konstruktive Hinweise:

- Alle Spannbetonfertigteildecken werden als Scheibe ausgebildet.
- Nachweis der Scheiben und ggfs. der erforderlichen Schubtaschen gemäß Fertigteildeckenherstellers.
- Aus dem Spannbetondeckenaufleger wird keine Torsion für das lastaufnehmende Bauteil angesetzt. Die Zentrierung mit der entsprechenden Bemessung erfolgt seitens des Fertigteilherstellers.
- Nachweis der Zentrierung der Auflager (Geometrie siehe Pos. 117) gemäß Hersteller.
- Die Summe aus dem Moment aus Zentrierung und dem Moment aus außermittiger Windlasteinleitung in den Überzug Pos. 119 + 121 $\Sigma TE_d = \text{kN/m}$ wird durch die Platte im Anschnitt zum Überzug (Ringanker) aufgenommen (siehe auch Pos. 119 + 121, bzw. Pos. 117 Konsole)

Position 115.1 bis 115.2 – Spannbetondecke (F30)

h = 26,5 cm Platte: VP 265 + F30 oder glw.

Die folgenden Angaben sind als Vorbemessung zu betrachten. Abstimmung mit den Spannbetondeckenhersteller erforderlich. Notwendige Durchführung für Installationsleitungen sind ebenfalls mit dem Hersteller abzustimmen.

Belastung aus ständigen Lasten (Schule)

Eigengewicht	= 4,10 kN/m ²
Dachabdichtung	= 0,10 kN/m ²
Dämmung EPS	= 0,30 kN/m ²
Dachbegrünung (Wasserungesättigt)	= 1,35 kN/m ²
Abgehängte Decke	= 0,25 kN/m ²
$\sum g_k$	= 6,10 kN/m ²

Das Eigengewicht aus Aufbau darf gemäß der Vorbemessung das Gewicht von 200 kg/m² nicht überschreiten! Mögliche höhere Lasten sind mit dem Spannbetondeckenhersteller abzustimmen!

Belastung aus veränderliche Lasten

Schneeanwehung	= 1,70 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 2,30 kN/m ²

Schnee	= 0,68 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²
$\sum q_k$	= 1,20 kN/m ²

Schnittgrößen und Bemessung

Siehe Pos. 115 – Spannbetondecke – geringere Spannweite

Position 116 – Stb.-Decke (F30)

h = 18 cm

Beton C25/30

XC1, WO

C_{nom,oben} = 3,5 cm

C_{nom,unten} = 2,0 cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten (Wohnraum)

Eigengewicht	25,00 kN/m ³ * 0,18 m	= 4,50 kN/m ²
Dachabdichtung		= 0,10 kN/m ²
Dämmung EPS		= 0,30 kN/m ²
Dachbegrünung		= 1,35 kN/m ²
Abhängige Decke		= 0,25 kN/m ²

$$\sum g_k = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schneeanwehung	= 1,70 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²

$$\sum q_k = 2,30 \text{ kN/m}^2$$

Schnee	= 0,68 kN/m ²
Wassergesättigter Zustand Gründach	= 0,50 kN/m ²

$$\sum q_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

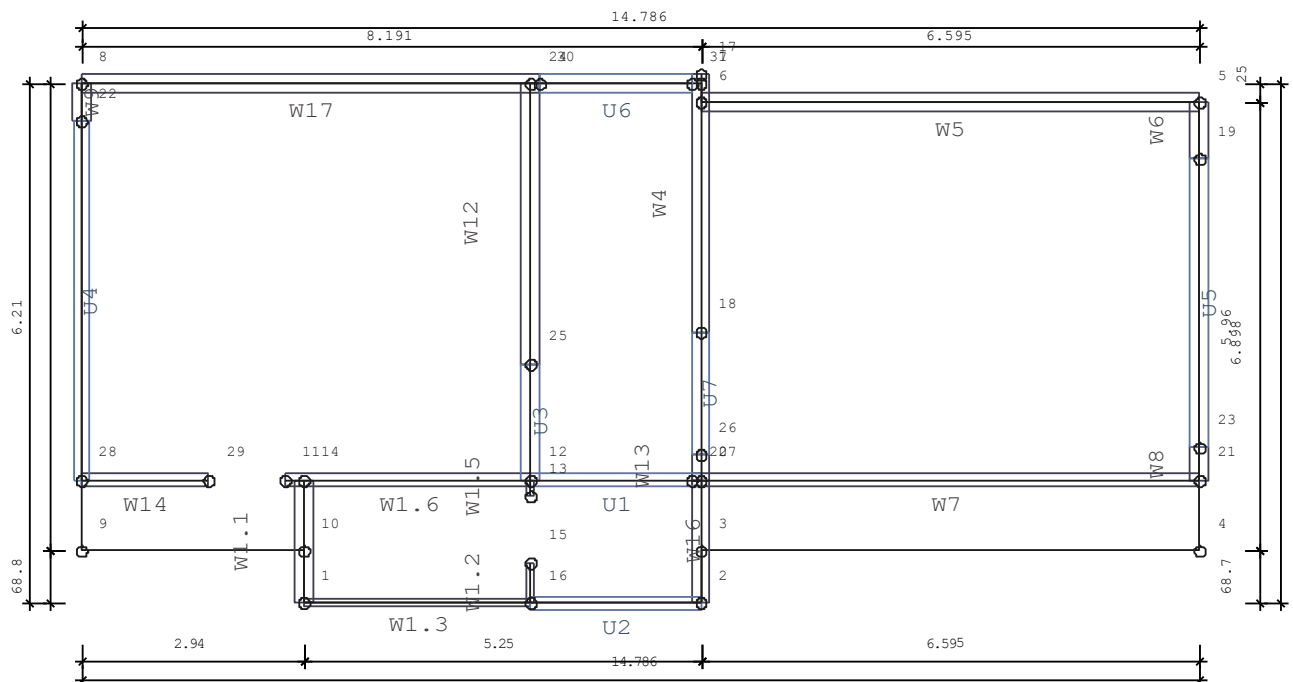
Schnittgrößen und Bemessung

Platten mit finiten Elementen PLT (FRILO 2026-0-13)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 100



Übersicht

Plattendicke	18.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	31
Wandzüge	12
Unter-/Überzüge	7

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 : 4.0	d-2 :	5.0 [cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 2.5	d-2 :	3.5 [cm]

Bemessung: Einstellungen

Norm DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-06

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]

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) NEIN

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung

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

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung

- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

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

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

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

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

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus

- der global vorgegebenen Bewehrung

- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel	45.0 [Grad]
	Cotangens	1.0 [1]

Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN

Berücksichtigung von Torsion JA

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Rissbreiten

	Unten	Oben
Betonangriff	X0	XF1
Bewehrungskorrosion	XC1	XC3
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 25/30
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 : 1.5 [cm]
Korrekturwert	$\Delta \Delta c$: -0.0	$\Delta \Delta c$: -0.0 [cm]
Mindestbetondeckung	cmin,L : 1.0	cmin,L : 2.0 [cm]
Betondeckung	cnom,L : 2.0	cnom,L : 3.5 [cm]
Zul. Rissbreite	wk : 0.40	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	t0	28 [d]
Endkriechbeiwert	ϕ	3.02 [-]
Schwinddehnung	ϵ_{cs}	-0.54 [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	461
Anzahl der Elemente	420
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	58.082	-57.241	2	63.333	-57.241
3	63.333	-56.553	4	69.927	-56.553
5	69.927	-50.593	6	63.333	-50.593
7	63.333	-50.343	8	55.142	-50.343
9	55.142	-56.553	10	58.082	-56.553
11	57.837	-55.616	12	61.082	-55.616
13	61.082	-55.828	14	58.082	-55.616
15	61.082	-56.713	16	61.082	-57.241
17	63.333	-50.223	18	63.333	-53.643
19	69.927	-51.343	20	63.212	-55.616
21	69.927	-55.616	22	55.142	-50.840
23	69.927	-55.183	24	61.082	-50.343
25	61.082	-54.073	26	63.333	-55.278
27	63.333	-55.616	28	55.142	-55.616
29	56.827	-55.616	30	61.202	-50.343
31	63.212	-50.343			

Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	4	5			
5	5	6			
6	6	7			
7	7	8			
8	8	9			
9	9	10			
10	10	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	1.625	14	1				KS-16-2,0-DM
1.2	11.5	0.528	15	16				KS-16-2,0-DM
1.3	11.5	3.000	1	16				KS-16-2,0-DM
1.5	11.5	0.212	12	13				KS-16-2,0-DM
1.6	17.5	3.245	11	12				KS-16-2,0-DM
4	24.0	3.420	17	18				KS-16-2,0-DM
5	24.0	6.595	6	5				KS-16-2,0-DM
6	24.0	0.750	5	19				KS-16-2,0-DM
7	17.5	6.715	20	21				KS-16-2,0-DM
8	24.0	0.433	23	21				KS-16-2,0-DM
9	24.0	0.497	22	8				KS-16-2,0-DM
12	24.0	3.730	24	25				KS-16-2,0-DM
13	24.0	0.337	26	27				KS-16-2,0-DM
14	17.5	1.685	28	29				KS-16-2,0-DM
16	24.0	1.625	2	27				KS-16-2,0-DM
17	24.0	6.060	8	30				KS-16-2,0-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	680000	frei	frei
1.2	NEIN	325833	frei	frei
1.3	NEIN	325833	frei	frei
1.5	NEIN	325833	frei	frei
1.6	NEIN	495833	frei	frei
4	NEIN	680000	frei	frei
5	NEIN	680000	frei	frei
6	NEIN	680000	frei	frei
7	NEIN	495833	frei	frei
8	NEIN	680000	frei	frei
9	NEIN	680000	frei	frei
12	NEIN	680000	frei	frei
13	NEIN	680000	frei	frei
14	NEIN	495833	frei	frei
16	NEIN	680000	frei	frei
17	NEIN	680000	frei	frei

Unter-/Überzüge

Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	2.250	12	27			
U2	1	2.250	16	2			
U3	1	1.543	12	25			
U4	1	4.775	28	22			
U5	1	3.840	23	19			
U6	1	2.010	30	31			
U7	1	1.635	26	18			

Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Unterzug	17.5	18.0	17.5	19.0	1.00	0.30
U2	Unterzug	17.5	18.0	17.5	19.0	1.00	0.30
U3	Unterzug	50.0	18.0	24.0	52.5	1.00	0.30
U4	Unterzug	20.0	18.0	20.0	82.0	1.00	0.30
U5	Unterzug	24.0	26.5	24.0	91.5	1.00	0.30
U6	Unterzug	24.0	25.0	24.0	26.0	1.00	0.30
U7	Unterzug	50.0	18.0	24.0	52.5	1.00	0.30

Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage	
		oben [cm]	unten [cm]
U1	C 25/30	4.0	4.0
U2	C 25/30	4.0	4.0
U3	C 25/30	4.0	4.0
U4	C 25/30	4.0	4.0
U5	C 25/30	4.0	4.0
U6	C 25/30	4.0	4.0
U7	C 25/30	4.0	4.0

Lastfall 1 "Ständig"

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	192 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	462 [kN]
Summe aller Lasten	654 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	654 [kN]

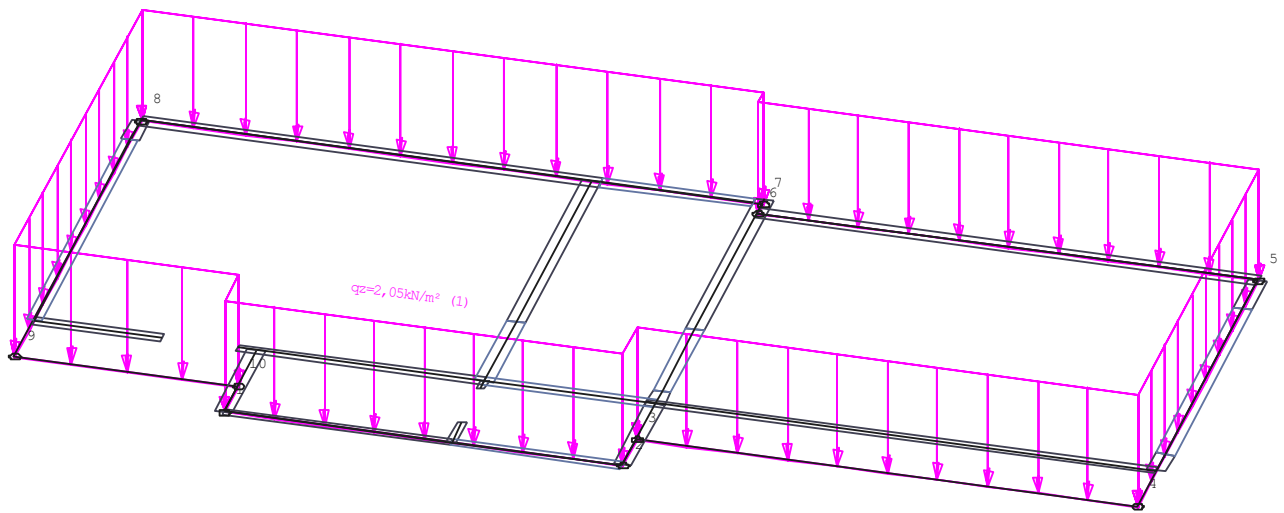
HINWEIS

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 "Ständig"

Lasten

Maßstab 1 : 96



Lastfall 2 "Nutzlast"

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	13
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	111 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	111 [kN]

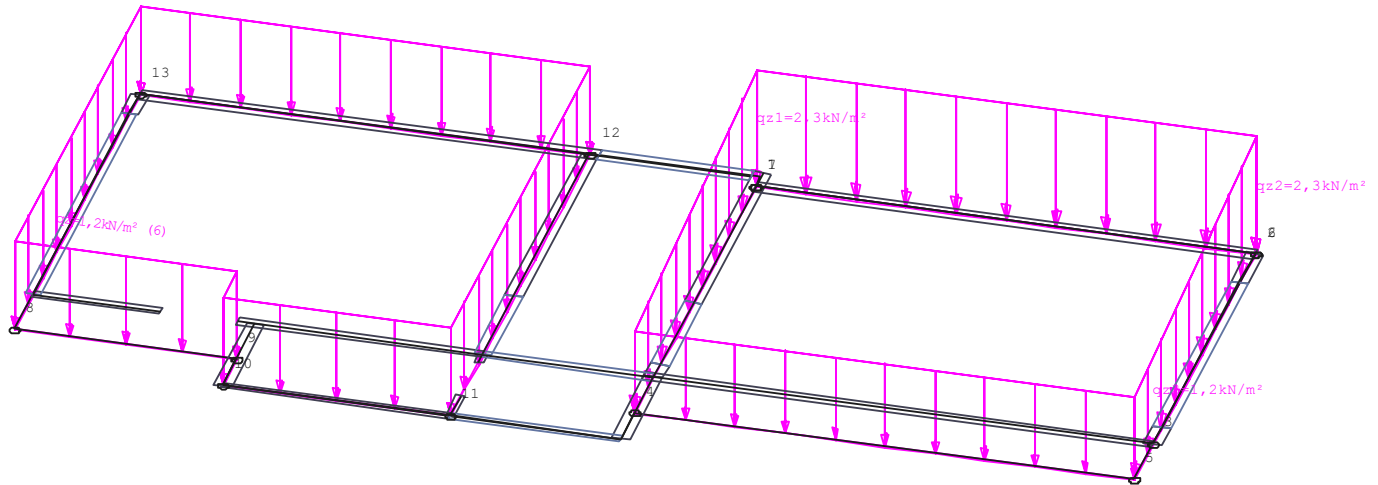
HINWEIS

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 2 "Nutzlast"

Lasten

Maßstab 1 : 96



Lastfall 3 "Nutzlast 1"

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	4
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	14 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	14 [kN]

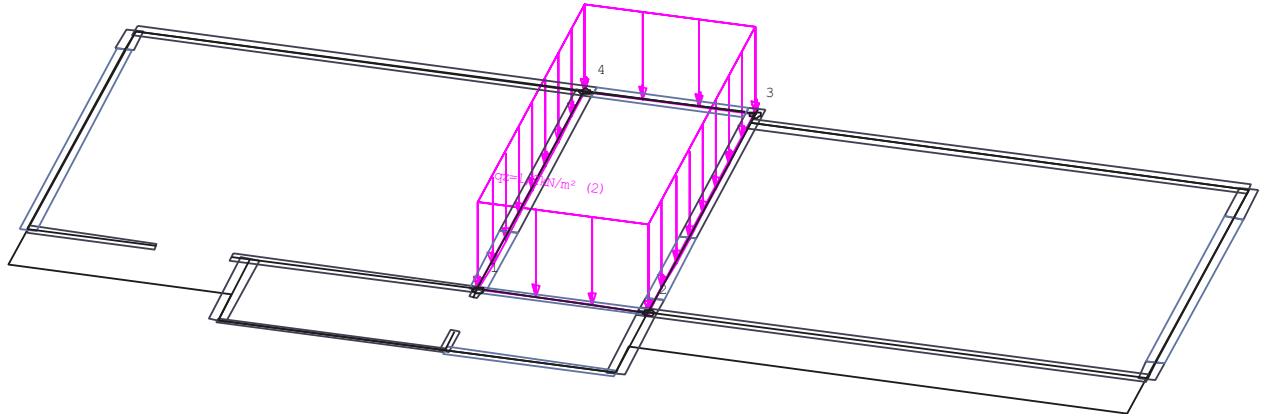
HINWEIS

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 "Nutzlast 1"

Lasten

Maßstab 1 : 96



Lastfall 4 "Nutzlast 2"

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Schnee $H < 1000 \text{ m}$
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	4
Punktlasten	0
Linienlasten	2
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	24 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	24 [kN]

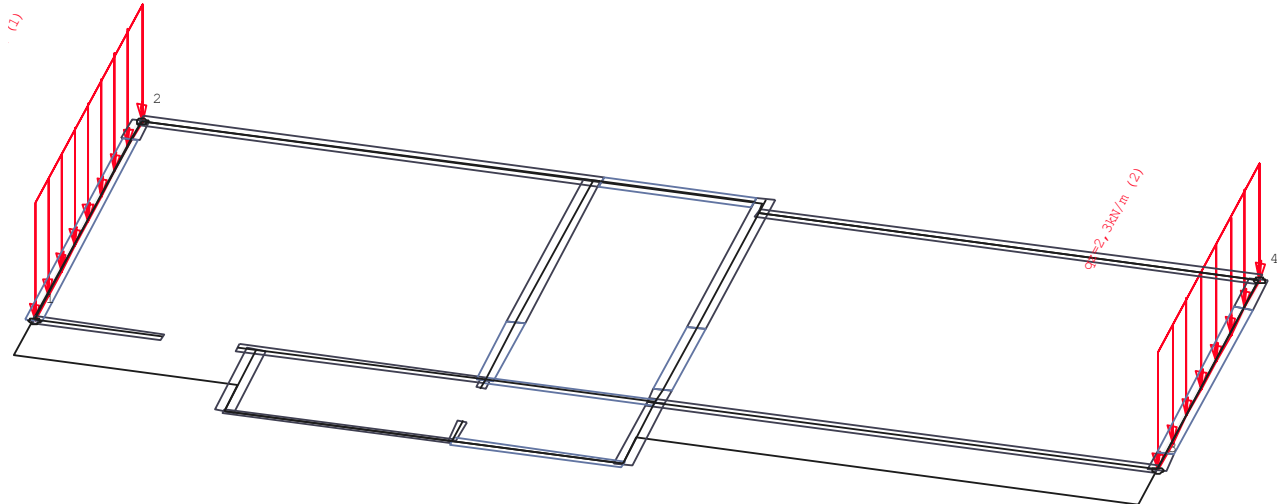
HINWEIS

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 "Nutzlast 2"

Lasten

Maßstab 1 : 96



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Alternativgruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
3	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
4	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0

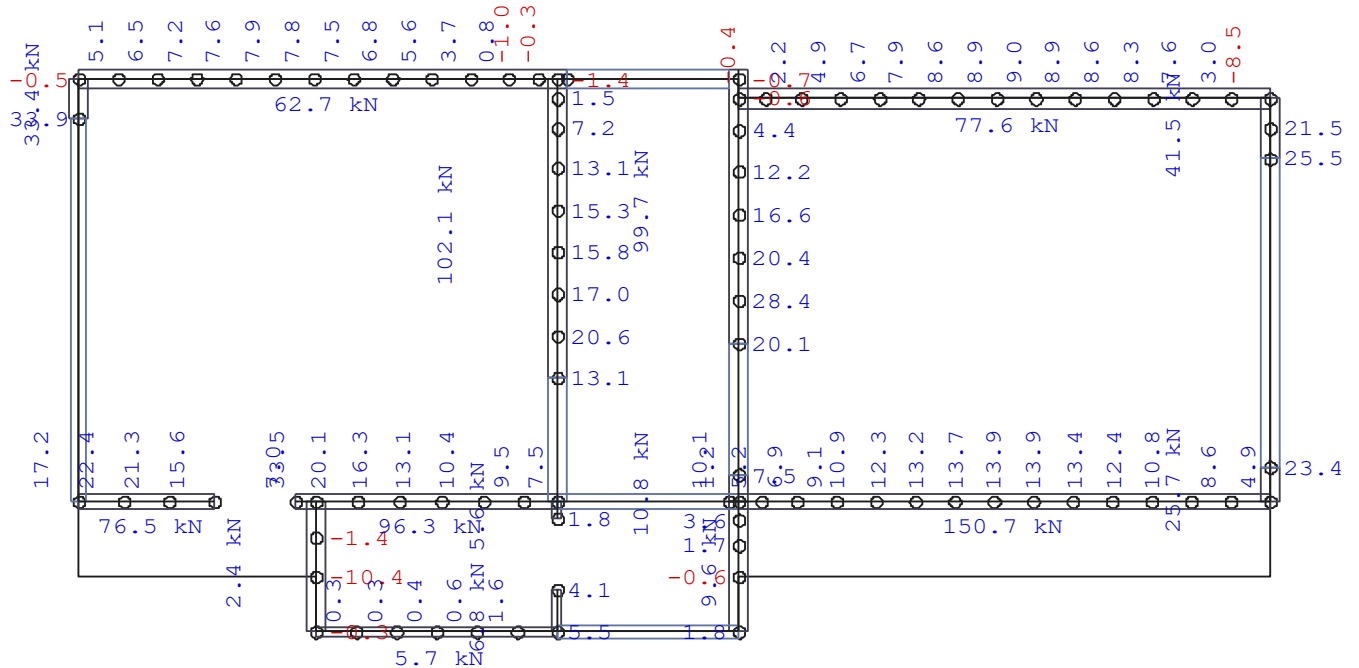
Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	10	Schnee H < 1000 m	nicht ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

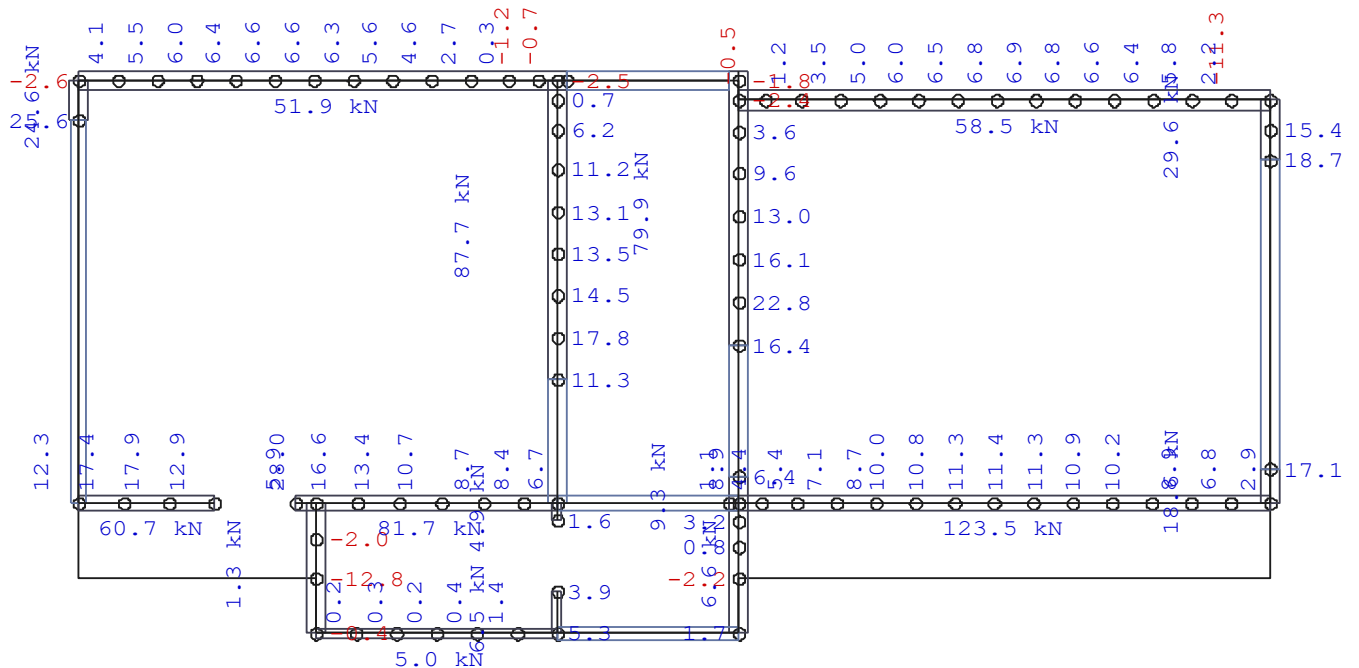
Maßstab 1 : 94



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN

Maßstab 1 : 94

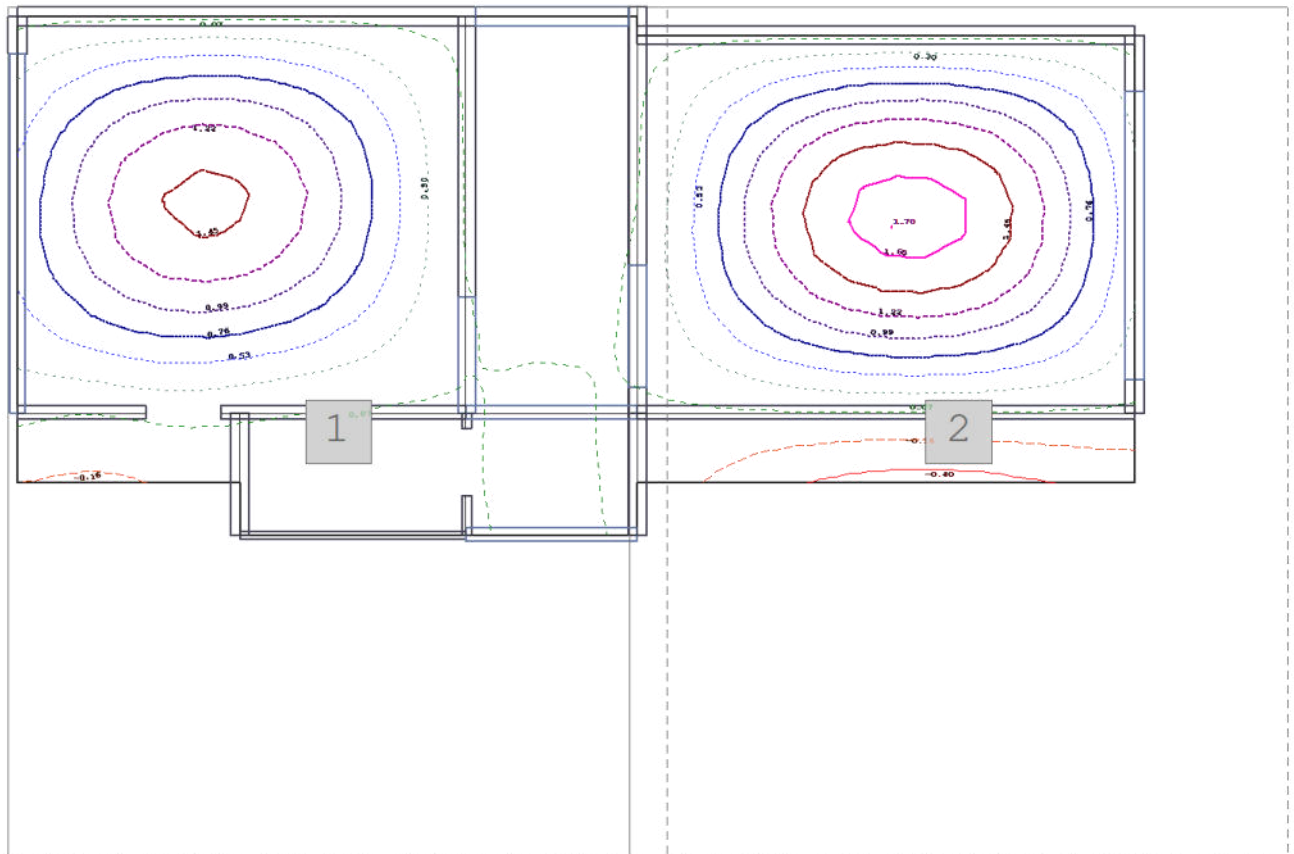


Überlagerung 1 "Charakteristisch"

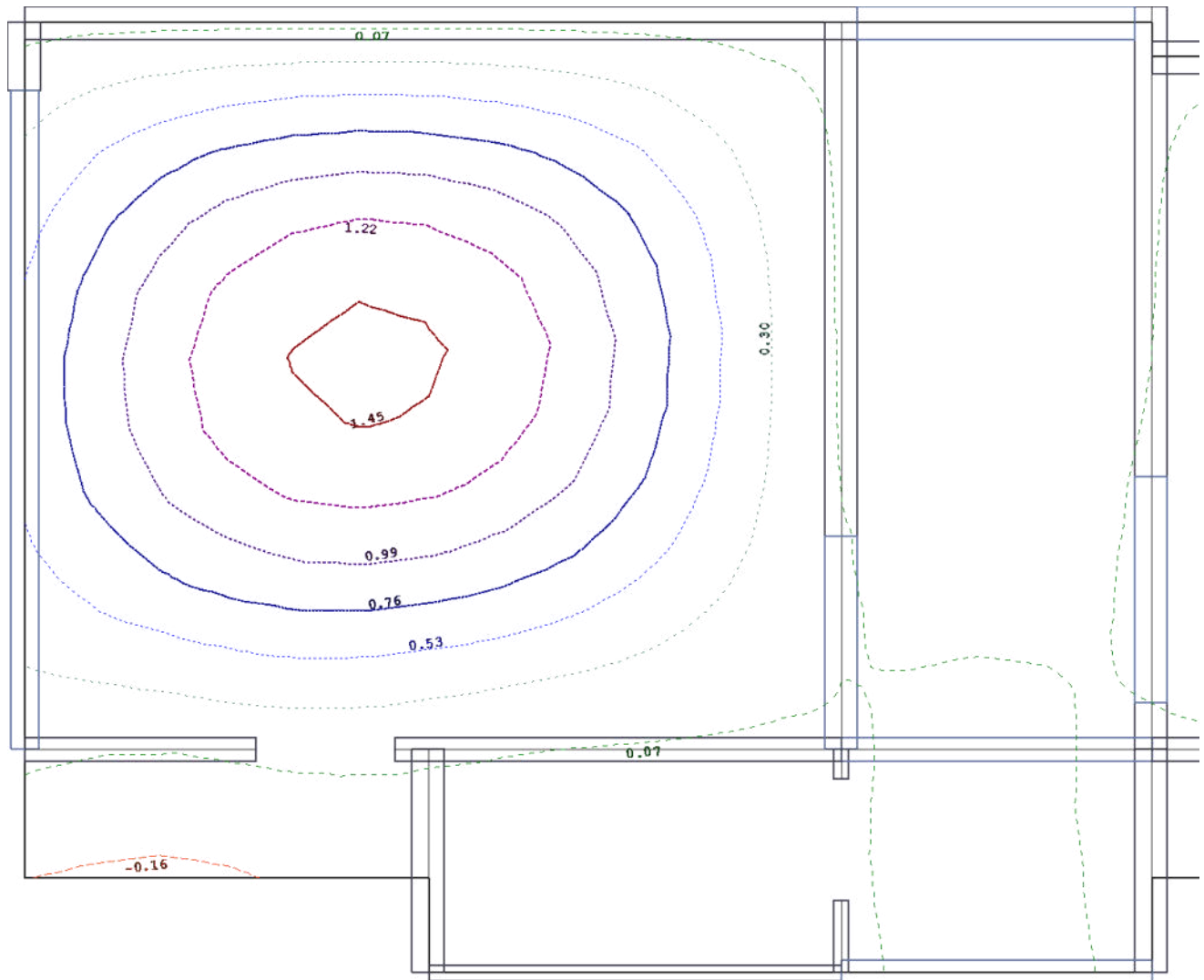
Durchbiegung [mm] - MAX

2 Abschnitte

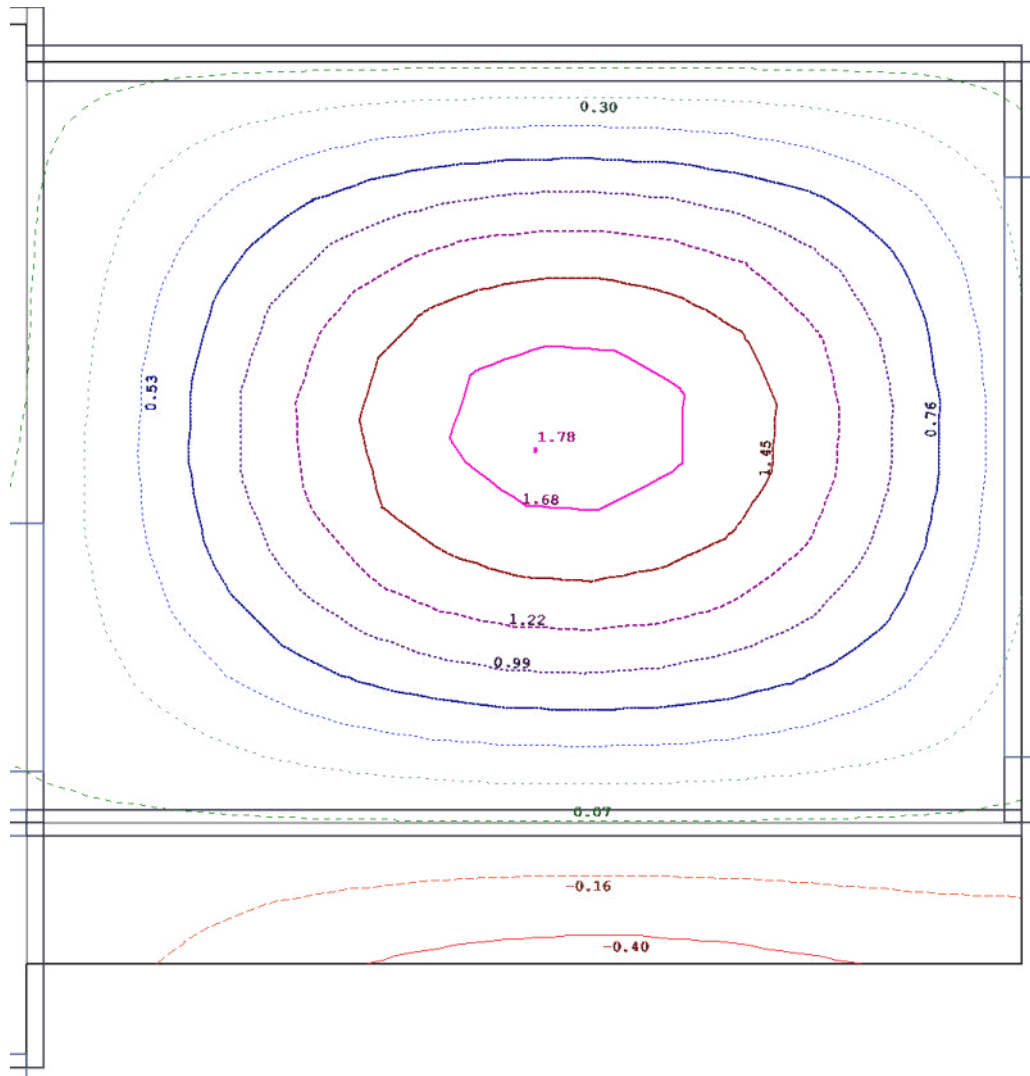
Maßstab 1 : 100



Durchbiegung [mm] - MAX
 Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6152.328--5022.328)
 Maßstab 1 : 50



Durchbiegung [mm] - MAX
 Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6152.328--5022.328)
 Maßstab 1 : 50

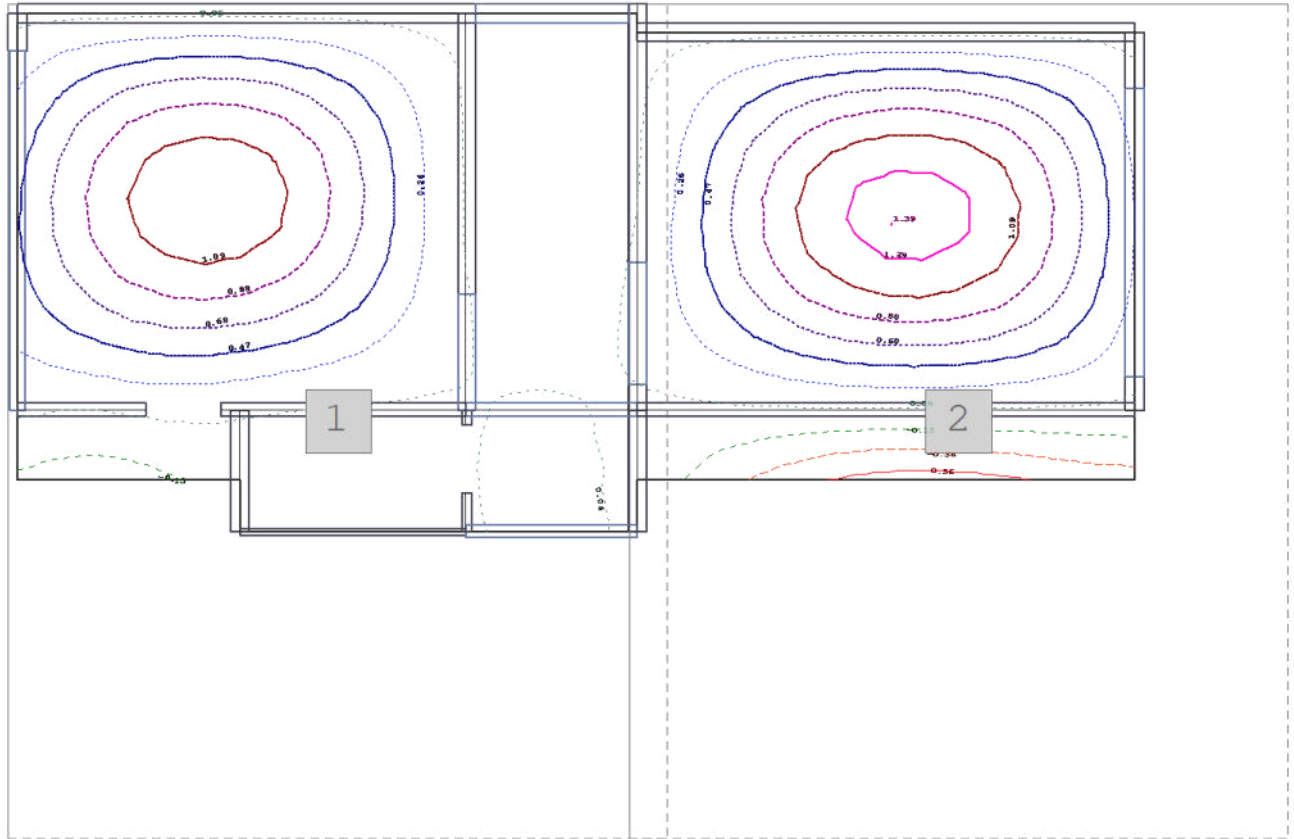


Überlagerung 1 "Charakteristisch"

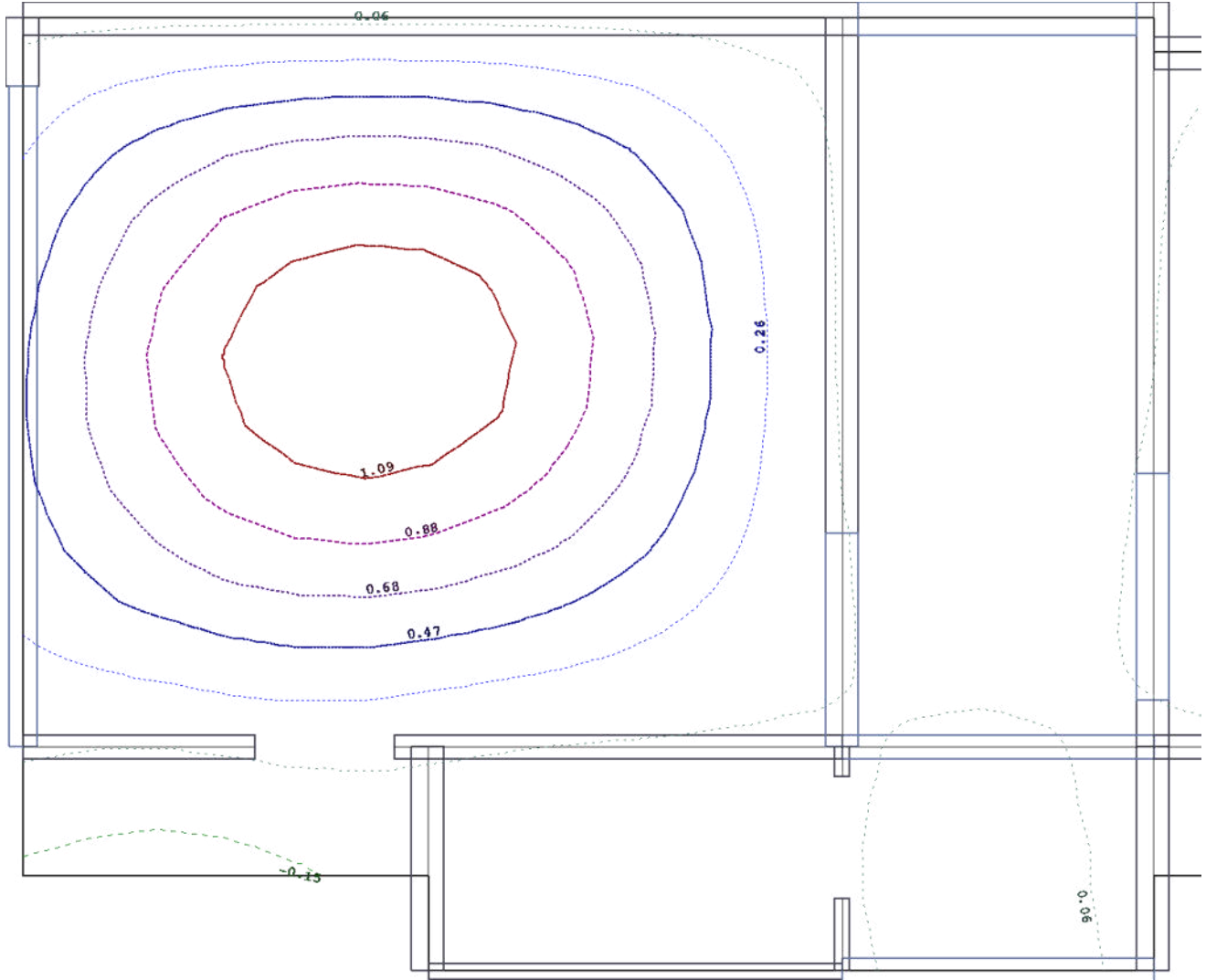
Durchbiegung [mm] - MIN

2 Abschnitte

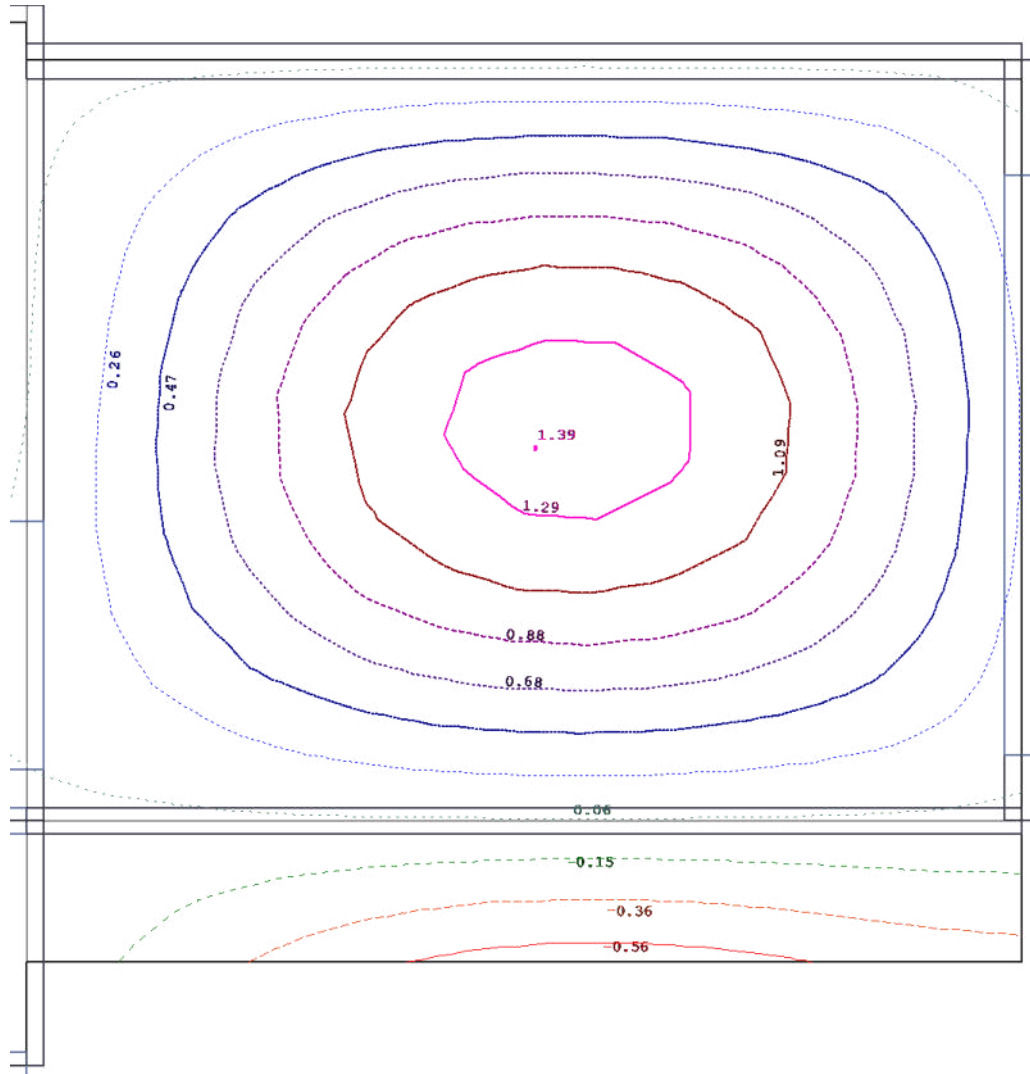
Maßstab 1 : 100



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
 Durchbiegung [mm] - MIN
 Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6132.329--5022.328)
 Maßstab 1 : 50



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
 Durchbiegung [mm] - MIN
 Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6132.329--5022.328)
 Maßstab 1 : 50



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Alter-nativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
3	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0
4	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	10	Schnee H < 1000 m	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
	Bezeichnung			sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	10	Schnee H < 1000 m	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.50

Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15

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

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

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

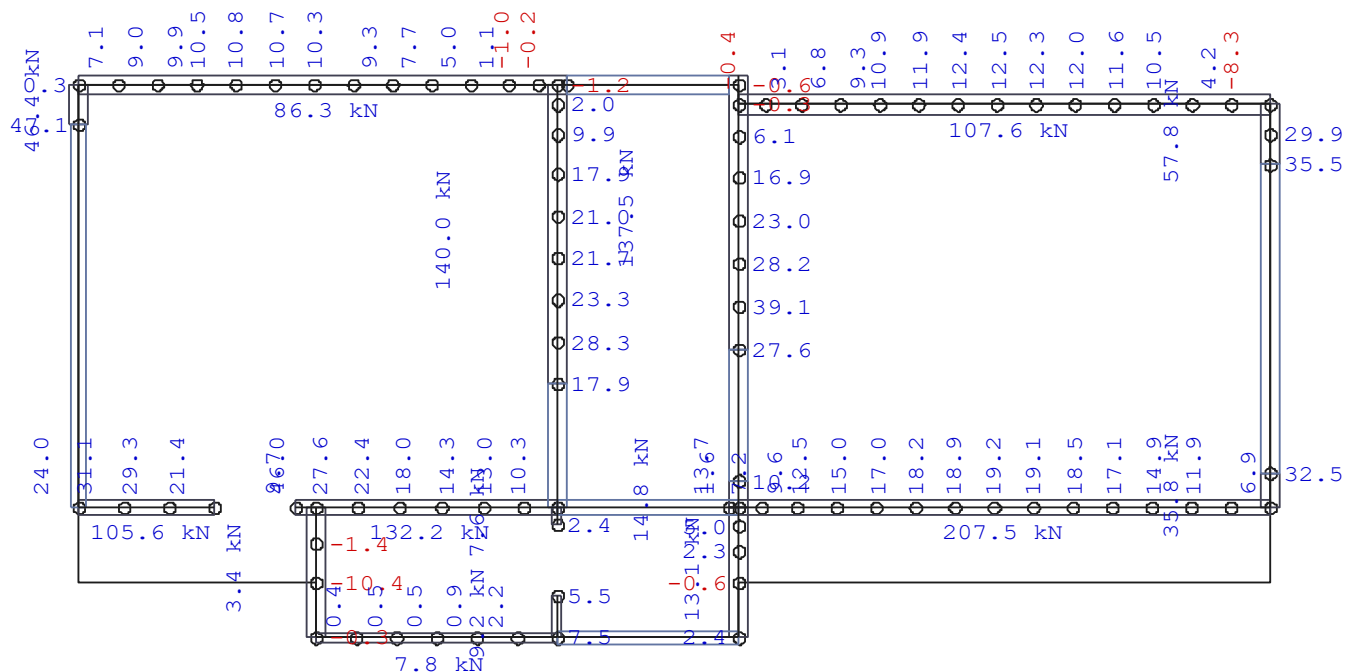
Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 94

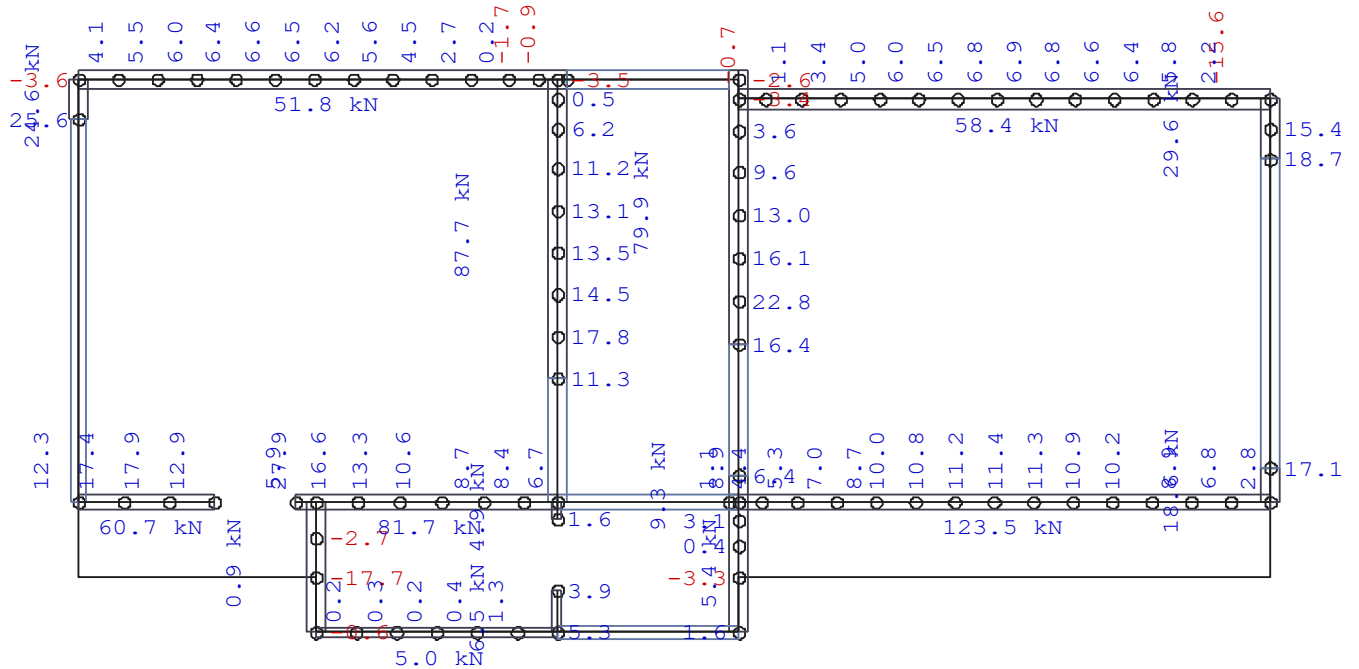


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 94



Erf. Bewehrung – untere Lage

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

2 Abschnitte

Maßstab 1 : 100



Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6152.329--5022.328)
Maßstab 1 : 50

[illegible]

max as-1: 2.98 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 4.79 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung	
oben	as-1: 2.57 [cm ² /m]
	as-2: 2.57 [cm ² /m]
unten	as-1: 2.57 [cm ² /m]
	as-2: 2.57 [cm ² /m]

- Querkraftnachweis
- Rissbreitennachweis
- Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6152.329--5022.328)
 Maßstab 1 : 50

1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	2.53
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.33	3.49
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	2.54
2.12	2.12	2.12	2.19	2.26	2.26	2.19	2.12	2.31	2.43	2.45	2.45	2.49	4.19
0.42	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.40	2.54	2.53	2.37	2.45	2.55	2.47	2.34	2.12	2.12
	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
	2.12	2.12	2.12	2.33	2.53	2.60	2.60	2.59	2.56	2.35	2.12	2.12	2.12
	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
	2.12	2.12	2.12	2.13	2.39	2.53	2.58	2.57	2.40	2.12	2.12	2.12	2.12
0.42	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.18	2.35	2.43	2.47	2.44	2.39	2.13	2.12	2.12	2.12
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.25	2.18	2.16	2.24	2.23	2.22	2.12	2.12	2.12
0.42	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	2.65
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.30	4.49
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	2.98
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	0.40	0.40	0.40	2.12	2.12	2.12	2.12	1.00
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99			1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12			0.40	2.12	2.12	2.12	2.12
1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99		0.42	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12		2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
1.99													
2.12													

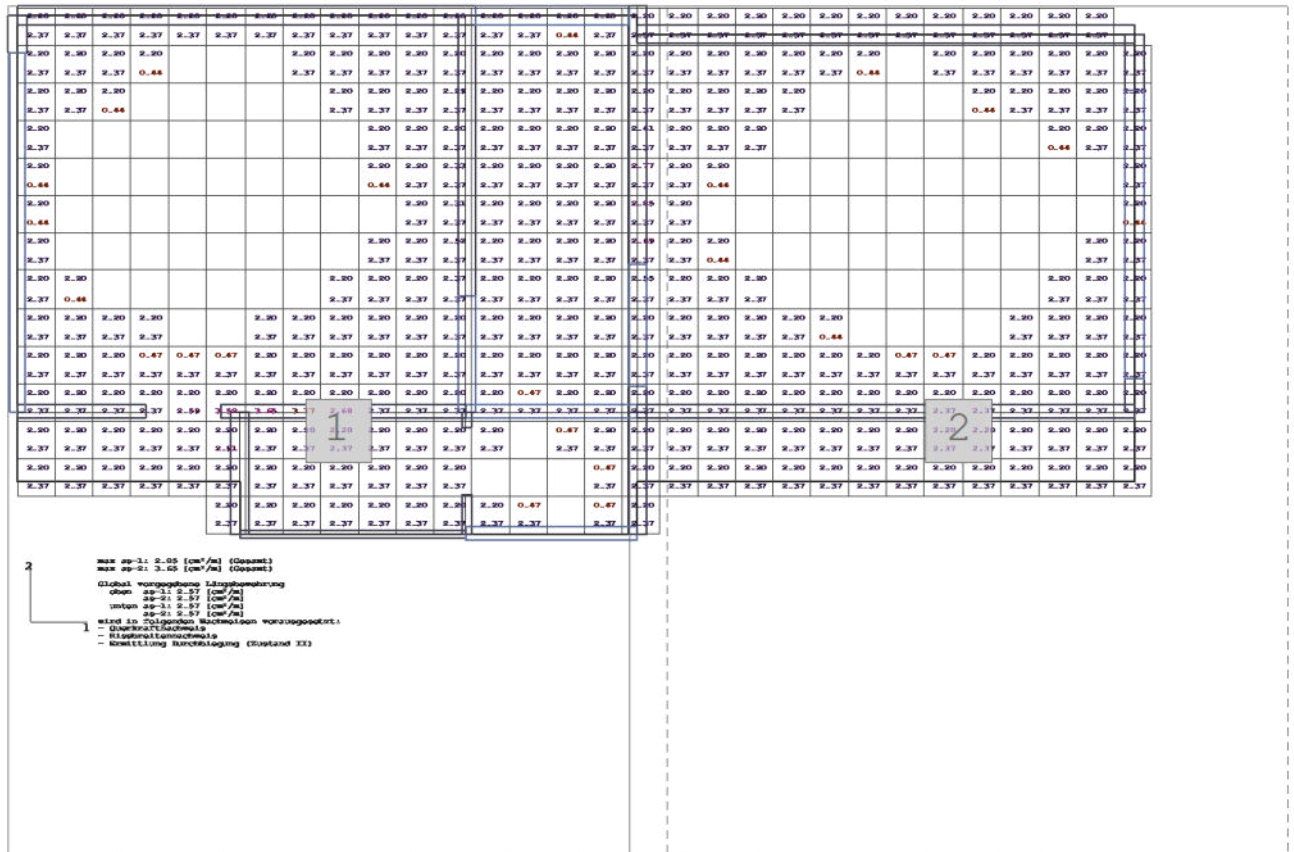
Erf. Bewehrung – obere Lage

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

2 Abschnitte

Maßstab 1 : 100



Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6152.329--5022.328)
 Maßstab 1 : 50

2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	0.44	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20				2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	0.44				2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20						2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	0.44						2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20								2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.41
2.37								2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20								2.20	2.20	2.37	2.37	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.77
0.44								0.44	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20									2.20	2.37	2.37	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.85
0.44									2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20									2.20	2.20	2.52	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.69
2.37									2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20							2.20	2.20	2.20	2.37	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.55
2.37	0.44							2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20			2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37			2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	0.47	0.47	0.47	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	0.47	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.59	3.52	3.65	3.17	2.68	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20		0.47	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.91	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20				0.47	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37				2.37	2.37
													2.20	0.47		0.47	2.20
													2.37	2.37		2.37	2.37

- 2
- max as-1: 2.85 [cm²/m] (Gesamt)
 max as-2: 3.65 [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]
- 1 wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
 - Querkraftnachweis
 - Rissbreitennachweis
 - Ermittlung Durchbiegung (Zustand II)

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6152.329--5022.328)
 Maßstab 1 : 50

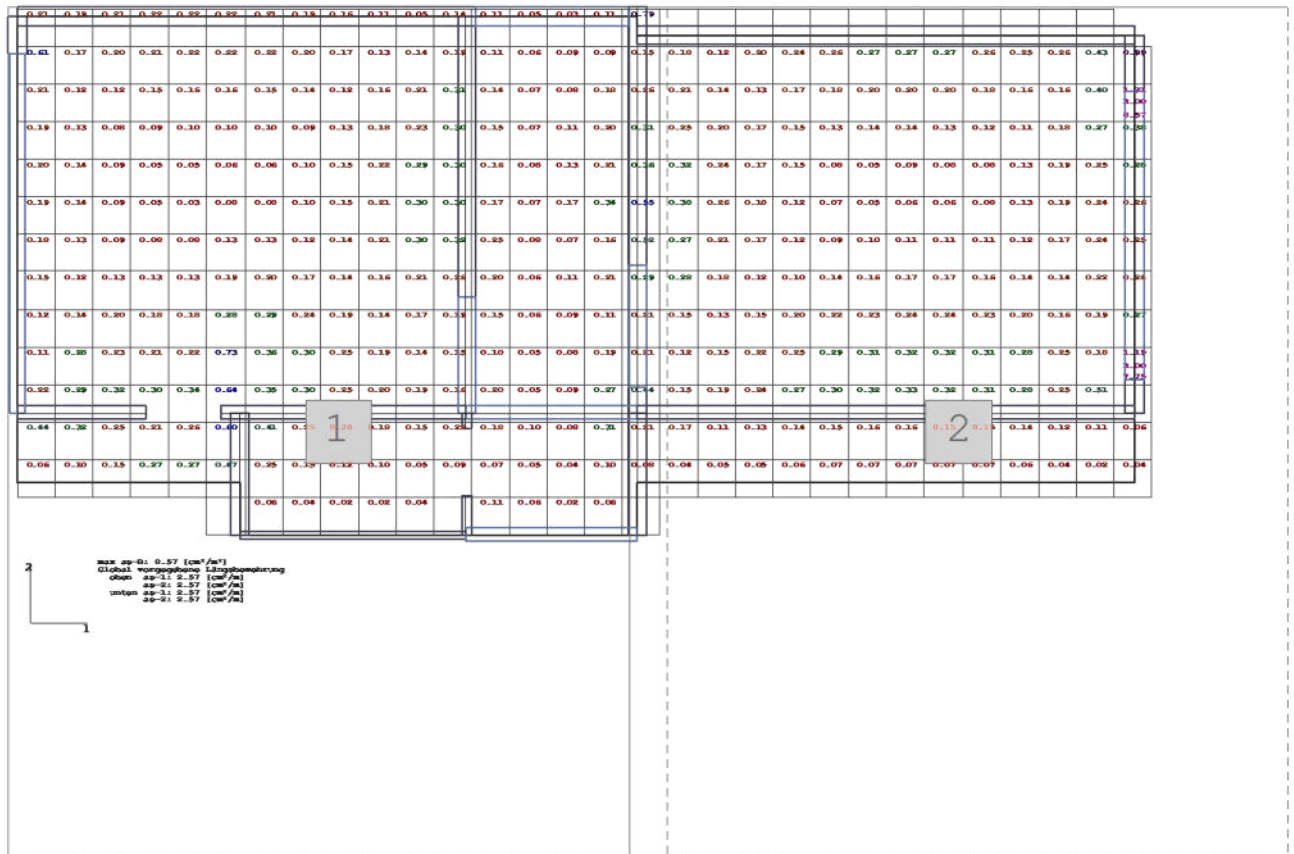
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20		2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	0.44		2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20					2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37					0.44	2.37	2.37	2.37	2.37
2.41	2.20	2.20	2.20								2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37								0.44	2.37	2.37
2.77	2.20	2.20											2.20
2.37	2.37	0.44											2.37
2.85	2.20												2.20
2.37	2.37												0.44
2.69	2.20	2.20										2.20	2.20
2.37	2.37	0.44										2.37	2.37
2.55	2.20	2.20	2.20								2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37								2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20					2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	0.44					2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	0.47	0.47	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37	2.37
2.20													
2.37													

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

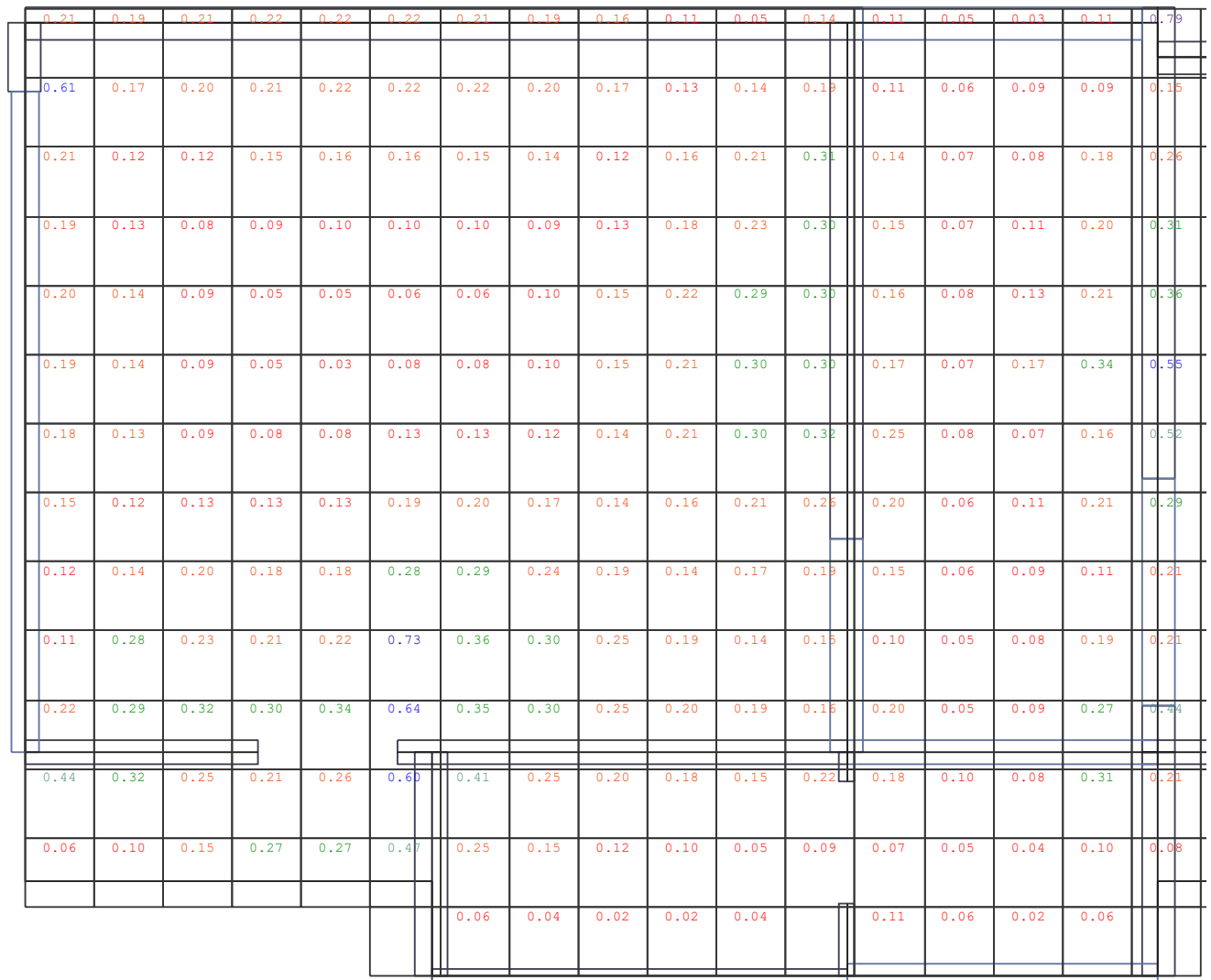
Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c. Druckstrebe cot. Schub-Bewehrung [cm²/m²]

2 Abschnitte

Maßstab 1 : 100



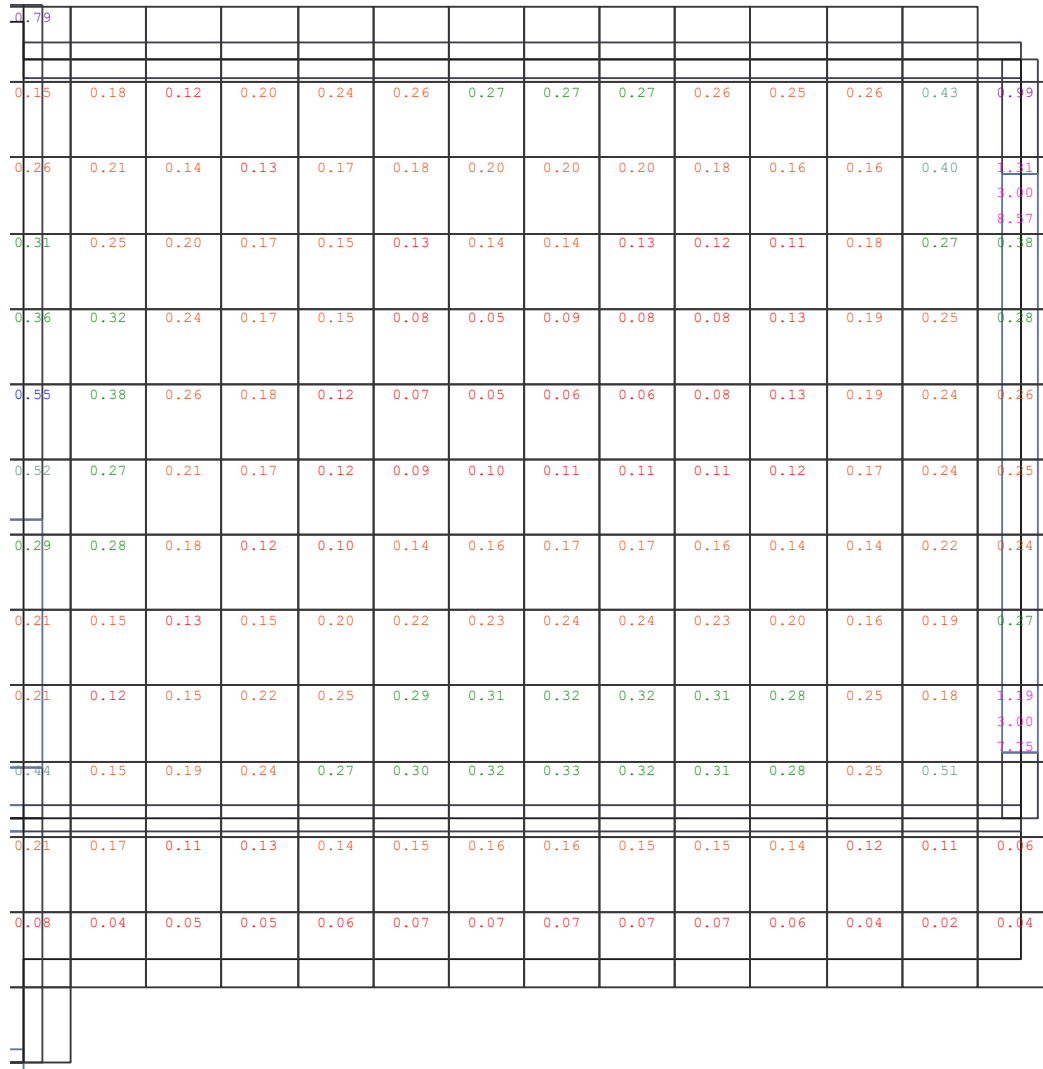
Querkraft-Nachweis - VEd / VRd.c. Druckstrebe cot. Schub-Bewehrung [cm²/m²]
Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6152.328--5022.328)
Maßstab 1 : 50



2
1

max as-B: 8.57 [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]

Querkraft-Nachweis - VEd / VRd.c. Druckstrebe cot. Schub-Bewehrung [cm²/m²]
Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6152.328--5022.328)
Maßstab 1 : 50

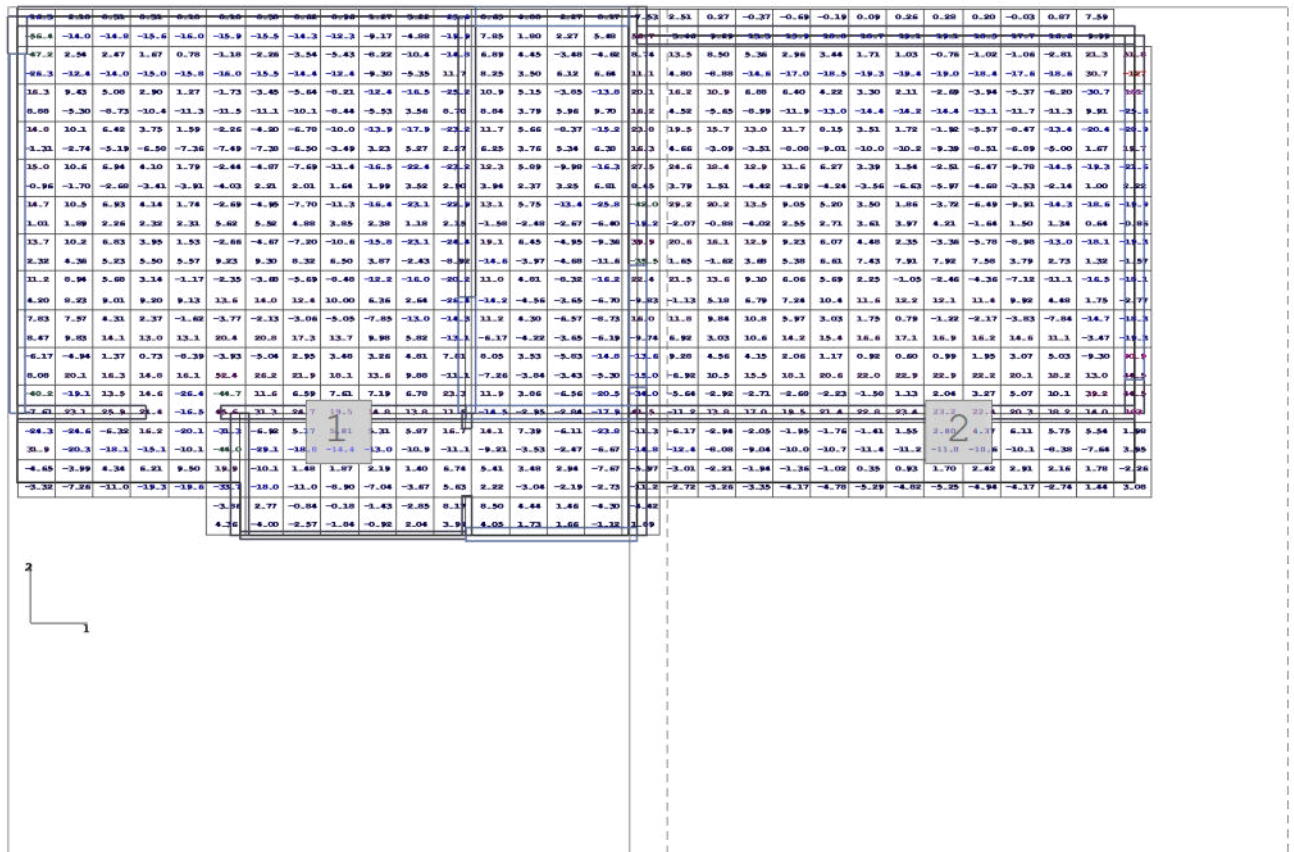


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

VEd-1, VEd-2 [kN/m]

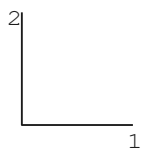
2 Abschnitte

Maßstab 1 : 100



VEd-1, VEd-2 [kN/m]
 Abschnitt 1 (x= 5502.195-6373.395 / y= -6152.328--5022.328)
 Maßstab 1 : 50

16.3	-2.10	0.31	0.31	0.10	0.10	-0.30	-0.62	-0.96	-1.27	-3.22	-25.4	0.65	-4.00	-2.27	0.17	-1.33
-56.4	-14.0	-14.8	-15.6	-16.0	-15.9	-15.5	-14.3	-12.3	-9.17	-4.88	-19.9	7.85	1.80	2.27	5.48	56.7
-47.2	2.54	2.47	1.67	0.78	-1.18	-2.26	-3.54	-5.43	-8.22	-10.4	-14.8	6.89	4.45	-3.48	-4.62	8.74
-26.3	-12.4	-14.0	-15.0	-15.8	-16.0	-15.5	-14.4	-12.4	-9.30	-5.35	11.7	8.25	3.50	6.12	6.64	11.1
16.3	9.43	5.08	2.90	1.27	-1.73	-3.45	-5.64	-8.21	-12.4	-16.5	-25.2	10.9	5.15	-3.85	-13.8	20.1
8.88	-5.30	-8.73	-10.4	-11.3	-11.5	-11.1	-10.1	-8.44	-5.53	3.56	8.70	8.84	3.79	5.96	9.70	16.2
14.8	10.1	6.42	3.75	1.59	-2.26	-4.20	-6.78	-10.0	-13.9	-17.9	-23.2	11.7	5.66	-8.37	-15.2	23.8
-1.31	-2.74	-5.19	-6.58	-7.36	-7.49	-7.38	-6.50	-3.49	3.23	5.27	2.27	6.25	3.76	5.34	6.38	16.3
15.0	10.6	6.94	4.10	1.79	-2.44	-4.87	-7.69	-11.4	-16.5	-22.4	-23.2	12.3	5.89	-9.98	-16.3	27.5
-0.96	-1.70	-2.68	-3.41	-3.91	-4.03	2.21	2.01	1.64	1.99	3.52	2.90	3.94	2.37	3.25	6.81	8.45
14.7	10.5	6.93	4.14	1.74	-2.69	-4.95	-7.70	-11.3	-16.4	-23.1	-22.9	13.1	5.75	-13.4	-25.8	-42.0
1.01	1.89	2.26	2.32	2.31	5.62	5.52	4.88	3.85	2.38	1.18	2.15	-1.58	-2.48	-2.67	-6.40	-19.2
13.7	10.2	6.83	3.95	1.53	-2.66	-4.67	-7.20	-10.6	-15.8	-23.1	-24.4	19.1	6.45	-4.95	-9.36	39.9
2.32	4.36	5.23	5.50	5.57	9.23	9.30	8.32	6.50	3.87	-2.43	-8.92	-14.6	-3.97	-4.68	-11.6	-15.5
11.2	8.94	5.68	3.14	-1.17	-2.35	-3.68	-5.69	-8.48	-12.2	-16.0	-20.2	11.0	4.81	-8.32	-16.2	22.4
4.20	8.23	9.01	9.20	9.13	13.6	14.0	12.4	10.00	6.36	2.64	-26.4	-14.2	-4.56	-3.65	-6.70	-9.83
7.83	7.57	4.31	2.37	-1.62	-3.77	-2.13	-3.06	-5.05	-7.85	-13.0	-14.3	11.2	4.30	-6.57	-8.73	16.0
8.47	9.83	14.1	13.0	13.1	20.4	20.8	17.3	13.7	9.98	5.82	-13.1	-6.17	-4.22	-3.65	-6.19	-9.74
-6.17	-4.94	1.37	0.73	-8.39	-3.93	-5.04	2.95	3.48	3.26	4.81	7.81	8.05	3.53	-5.83	-14.8	-13.6
8.08	20.1	16.3	14.8	16.1	52.4	26.2	21.9	18.1	13.6	9.88	-11.1	-7.26	-3.84	-3.43	-5.30	-15.0
-48.2	-19.1	13.5	14.6	-26.4	-44.7	11.6	6.59	7.61	7.19	6.78	23.3	11.9	3.86	-6.56	-20.5	-14.0
-7.61	-23.1	-25.9	-21.4	-16.5	45.6	31.3	24.7	19.5	14.8	13.8	11.5	-14.5	-2.95	-2.84	-17.9	41.5
-24.3	-24.6	-6.32	16.2	-20.1	-31.3	-6.92	5.17	5.81	5.31	5.87	16.7	14.1	7.39	-6.11	-23.8	-11.3
31.9	-20.3	-18.1	-15.1	-10.1	-44.0	-29.1	-18.0	-14.4	-13.0	-10.9	-11.1	-9.21	-3.53	-2.47	-6.67	-14.8
-4.65	-3.99	4.34	6.21	9.50	19.9	-10.1	1.48	1.87	2.19	1.40	6.74	5.41	3.48	2.94	-7.67	-5.97
-3.32	-7.26	-11.0	-19.3	-19.6	-33.7	-18.0	-11.0	-8.90	-7.04	-3.67	5.63	2.22	-3.04	-2.19	-2.73	-11.2
					-3.86	2.77	-0.84	-0.18	-1.43	-2.85	8.17	8.50	4.44	1.46	-4.30	-4.42
					4.36	-4.00	-2.57	-1.84	-0.92	2.04	3.99	4.05	1.73	1.66	-1.12	1.89



VEd-1, VEd-2 [kN/m]
Abschnitt 2 (x= 6323.395-7194.595 / y= -6152.328--5022.328)
Maßstab 1 : 50

1.53	2.51	0.27	-0.37	-0.69	-0.19	0.09	0.26	0.28	0.20	-0.03	0.87	7.59	
56.7	-3.46	-9.29	-13.3	-15.9	-18.8	-18.7	-19.1	-19.1	-18.5	-17.7	-16.6	-9.99	
8.74	13.5	8.50	5.36	2.96	3.44	1.71	1.03	-0.76	-1.02	-1.06	-2.81	21.3	31.8
11.1	4.80	-8.88	-14.6	-17.0	-18.5	-19.3	-19.4	-19.0	-18.4	-17.6	-18.6	30.7	-12.7
20.1	16.2	10.9	6.88	6.40	4.22	3.30	2.11	-2.69	-3.94	-5.37	-6.20	-30.7	-25.6
16.2	4.52	-5.65	-8.99	-11.9	-13.0	-14.4	-14.2	-14.4	-13.1	-11.7	-11.3	9.91	-25.6
23.8	19.5	15.7	13.0	11.7	8.15	3.51	1.72	-1.92	-5.57	-8.47	-13.4	-20.4	-28.9
16.3	4.66	-3.09	-3.51	-8.08	-9.01	-10.0	-10.2	-9.39	-8.51	-6.89	-5.00	1.67	19.7
27.5	24.6	18.4	12.9	11.6	6.27	3.39	1.54	-2.51	-6.47	-9.78	-14.5	-19.3	-21.6
8.45	3.79	1.51	-4.42	-4.29	-4.24	-3.56	-6.63	-5.97	-4.68	-3.53	-2.14	1.00	2.22
-42.0	29.2	20.2	13.5	9.05	5.20	3.50	1.86	-3.72	-6.49	-9.91	-14.3	-18.6	-19.9
-19.2	-2.07	-0.88	-4.02	2.55	2.71	3.61	3.97	4.21	-1.64	1.50	1.34	0.64	-0.86
39.9	20.6	16.1	12.9	9.23	6.07	4.48	2.35	-3.36	-5.78	-8.98	-13.0	-18.1	-19.3
-15.5	1.65	-1.62	3.68	5.38	6.61	7.43	7.91	7.92	7.58	3.79	2.73	1.32	-1.57
22.4	21.5	13.6	9.10	6.06	5.69	2.25	-1.05	-2.46	-4.36	-7.12	-11.1	-16.5	-18.1
-9.83	-1.13	5.18	6.79	7.24	10.4	11.6	12.2	12.1	11.4	9.92	4.48	1.75	-2.77
16.0	11.8	9.84	10.8	5.97	3.03	1.75	0.79	-1.22	-2.17	-3.83	-7.84	-14.7	-18.3
-9.74	6.92	3.03	10.6	14.2	15.4	16.6	17.1	16.9	16.2	14.6	11.1	-3.47	-19.3
-13.6	9.28	4.56	4.15	2.06	1.17	0.92	0.60	0.99	1.95	3.07	5.03	-9.30	90.9
-15.0	-6.92	10.5	15.5	18.1	20.6	22.0	22.9	22.9	22.2	20.1	18.2	13.0	44.5
-14.0	-5.64	-2.92	-2.71	-2.68	-2.23	-1.58	1.13	2.04	3.27	5.07	10.1	39.2	44.5
41.5	-11.2	13.8	17.0	19.5	21.4	22.8	23.4	23.2	22.4	20.3	18.2	14.0	1.08
-11.3	-6.17	-2.94	-2.05	-1.95	-1.76	-1.41	1.55	2.80	4.37	6.11	5.75	5.54	1.98
-14.8	-12.4	-8.08	-9.04	-10.0	-10.7	-11.4	-11.2	-11.0	-10.6	-10.1	-8.38	-7.64	3.95
-5.97	-3.01	-2.21	-1.94	-1.36	-1.02	0.35	0.93	1.70	2.42	2.91	2.16	1.78	-2.26
-11.2	-2.72	-3.26	-3.35	-4.17	-4.78	-5.29	-4.82	-5.25	-4.94	-4.17	-2.74	1.44	3.08
-4.42													
1.89													

Konstruktive Details und Zulagebewehrung für Fertigteildeckenhersteller:

- Nachweis der Schubbewehrung gemäß Fertigteildeckenhersteller
- Freie Deckenränder ohne Position (z.B. Treppenöffnungen) erhalten als untere Längsbewehrung je 2 Ø 12 (vom Fertigteildeckenhersteller zu berücksichtigen) und Steckbügel mindestens Ø 8 / 15 cm aus der Fertigteildecke.

Position 117 – Konsolband

Abmessungen siehe Skizze

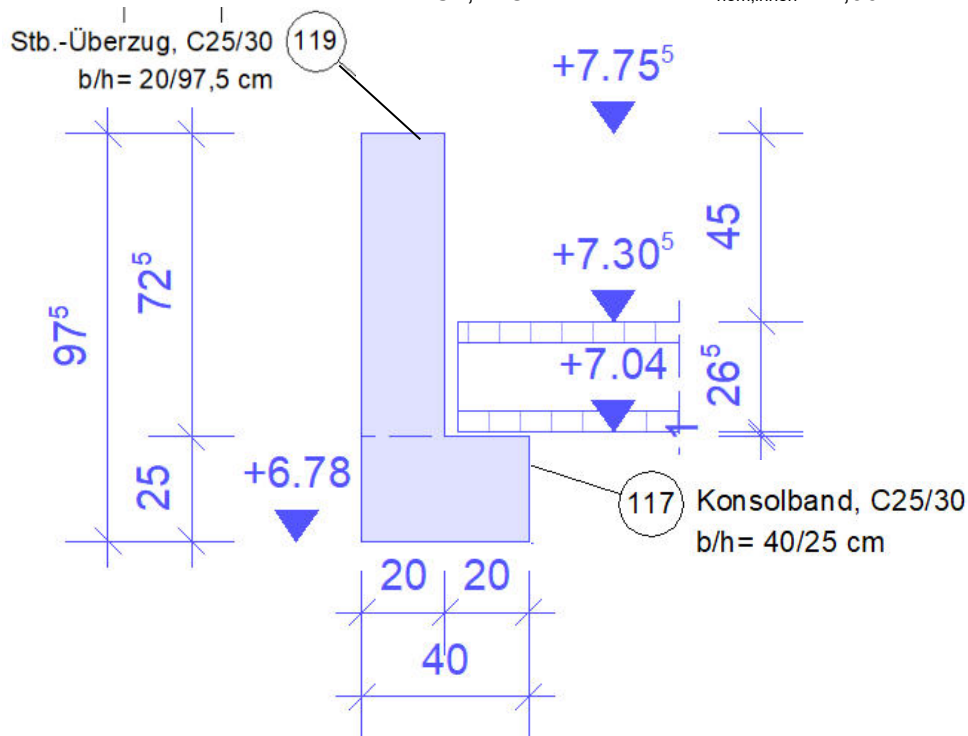
Beton C25/30

XC3, XF1, WF
XC1, WO

$C_{nom,außen} = 3,50 \text{ cm}$

$C_{nom,innen} = 2,00 \text{ cm}$

B 500 S/M



Schnittgrößen und Bemessung

Spannbetondecke

Höhe	h_s	26.5 cm
Auflagerlänge	l_s	17 cm
Spannweite		8.2 m
Eigengewicht		4.1 kN/m ²
	d_1	4.4

Überzug

Höhe h	$h_{\bar{u}}$	97.5 cm
Breite b	$b_{\bar{u}}$	20 cm

Konsole

Bauteilhöhe	h_c	25 cm
Bauteilbreite	b_c	40 cm
Überstandkonsole	b_k	20 cm
Fuge Überzug - Spannbetondecke	l_f	3 cm
Lastabstand	a_c	13 cm

	d_1	4 cm
Außermittigkeit	e	23 cm

Beton	C25/30
f_{cd}	14.2 N/mm ²

Nachweis Konsolband

Statische Nutzhöhe d	21 cm
z	18.9 cm
a/z	0.69
Nachweis als Konsole zulässig	Ja

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung	2 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	2.3 kN/m ²

g_k	25.0 kN/m
q_k	9.4 kN/m
F_d	47.9 kN/m

Bewehrung Konsole

Z_d	$=F_d \cdot a/z$	33.0
$a_{s,erf}$	$=Z_d/43.5$	0.76 cm²/m

Nachweis Querkraft

a_1	$=F_d/(1.00 \cdot f_{cd})$	3.4 cm
c	$=a+a_1/2$	14.7 cm

$\tan \theta$	$=z/c$	1.29
$V_{Rd,max}$		975 kN

$V_{Rd,max} > F_d$	Ja

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:	1 Ø 12 je Ecke (1,13 cm ²) Längsbewehrung unten im Kreuzungspunkt mit der Pos. 119 & 121 – Überzug siehe jeweilige Position Bügel Ø 8 / 15 cm (zweischnittig)

Position 118 – Stb.-Über-/Unterzug

b / h = 20 / 64 cm → Unterzug

b / h = 20 / 63 cm → Überzug

Stützweite $l \leq 4,75$ m

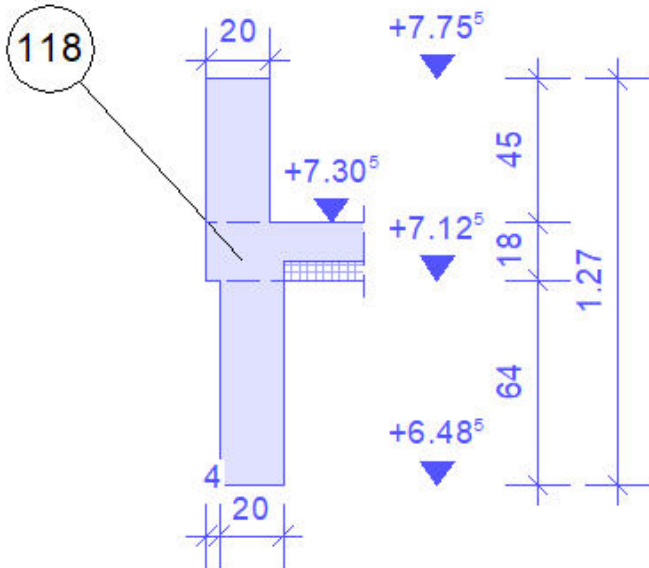
Beton C25/30

XC3, XF1, WF

$c_{nom,außen} = 3,50$ cm

$c_{nom,innen} = 2,00$ cm

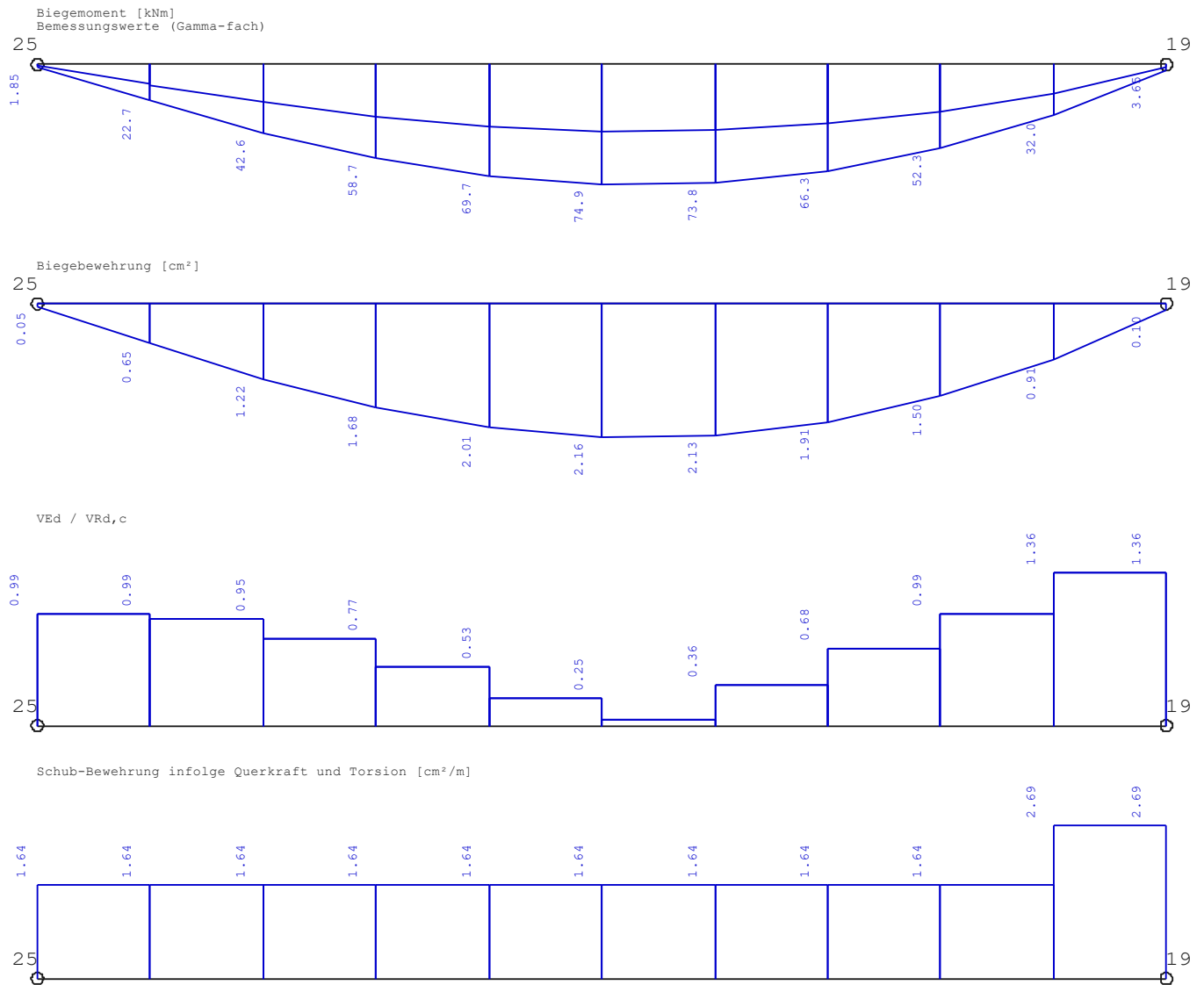
B 500 S/M



Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U4)

Unterzug U4
Maßstab 1 : 28



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 unten: 2 Ø 20 (6,28 cm²)
 Bügel Ø 10 / 15 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 119 – Stb.-Überzug

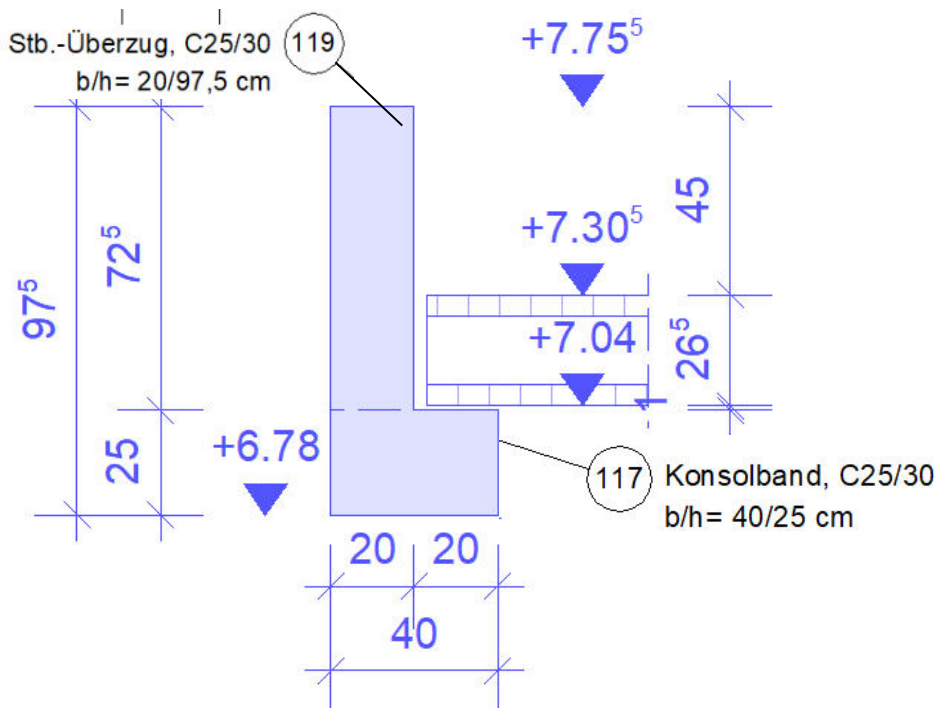
b / h = 20 / 97,5 cm mit Konsolband

Beton C25/30 XC3, XF1, WF

Stützweite $l \leq 2,75$ m

$C_{nom} = 3,50$ cm

B 500 S/M



Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= 6,10 kN/m ² * 4,10 m	= 25,0 kN/m
Nutzlast	= 1,20 kN/m ² * 4,10 m	= 4,95 kN/m
Nutzlast	= 2,30 kN/m ² * 4,10 m	= 9,45 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

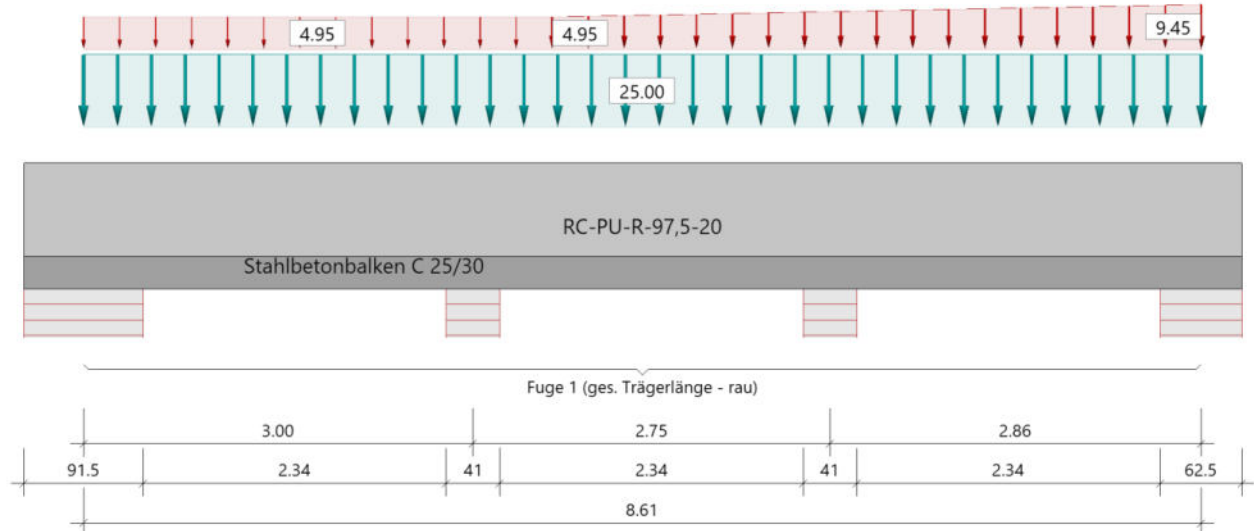
Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder $E = 31000$ N/mm²

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

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



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	Platte unten rechts			20.0	97.5	20.0	25.0

Folgende Felder: Feld 1, Feld 2 und Feld 3 müssen ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	3.00	RC-PU-R-97,5-20 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.75	
3	2.86	

Verbundfugen

Fuge	xa [m]	xe [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	8.61	0.0	0.0	rau

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
2.55			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
3.00			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
3.41			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
5.34			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
5.75			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
6.18			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0
8.61			20.0	97.5	20.0	25.0	2.0	2.0

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf 3*b0 begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [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	3.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	5.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	8.61	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		8.61		25.00		Nein	ständig		
	2	TL		3.61		4.95	4.95	Ja	Schnee		
	3	TL	3.61	5.00		4.95	9.45	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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 4197 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen
Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
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 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	$\phi(t_0, t) = 2.71$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 3.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.0 cm	oben = 5.0 cm
Abminderung der Stützmomente	$\leq 15 \text{ ‰}$	

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- 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 $\cot(\Theta)/2$.

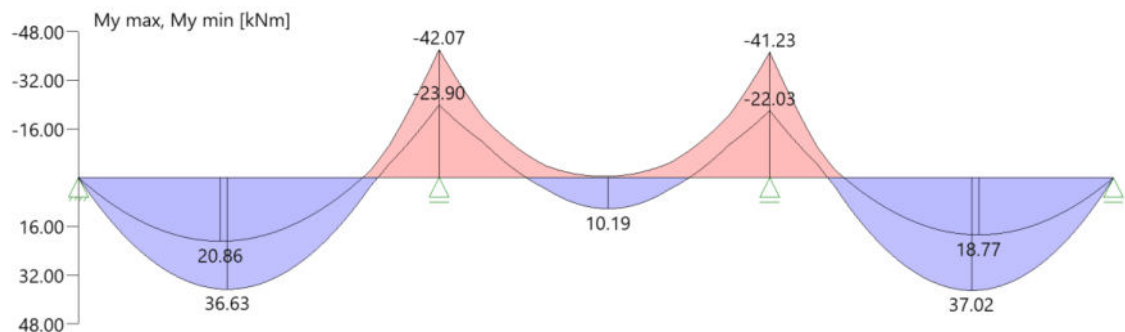
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 91.5$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 41.0$ cm
- Lager Nr. 3 direkt Mauerwerk $b = 41.0$ cm
- Lager Nr. 4 direkt Mauerwerk $b = 62.5$ cm

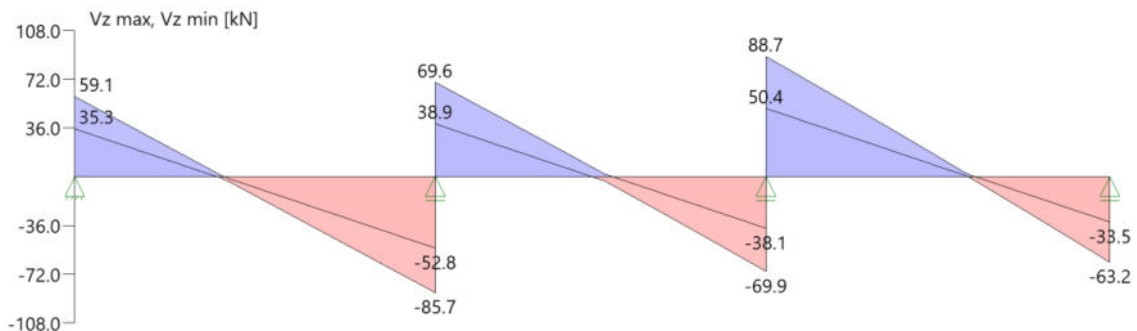
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	59.1	1
	0.00	0.00	0.00	35.3	2
	1.24	1.24	36.63	0.0	1
	3.00	3.00	-42.07	-85.7	4
	3.00	3.00	-23.90	-52.8	3
Feld 2	0.00	3.00	-23.90	38.9	3
	0.00	3.00	-42.07	69.6	4
	1.41	4.41	10.19	0.0	5
	2.75	5.75	-22.03	-38.1	7

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
	2.75	5.75	-41.23	-69.9	8
Feld 3	0.00	5.75	-22.03	50.4	7
	0.00	5.75	-41.23	88.7	8
	1.68	7.43	37.02	0.0	1
	2.86	8.61	0.00	-33.5	2
	2.86	8.61	0.00	-63.2	1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.46	0.46	22.16	22.16	92.5	0.03	2.0	0.0	¹⁾	1
	1.24	1.24	36.63	36.63	92.5	0.04	2.0	0.0	¹⁾	1
	2.37	2.37	-0.05	-0.05	92.5	0.00	0.0	2.0	¹⁾	2
	2.49	2.49	0.01	0.01	92.5	0.00	2.0	0.0	¹⁾	6
	2.50	2.50	-5.73	-5.73	92.5	0.01	0.0	2.0	¹⁾	5
Feld 2	0.33	3.33	-21.96	-21.96	92.5	0.03	0.0	2.0	¹⁾	4
	0.73	3.73	0.001	0.001	92.5	0.00	2.0	0.0	¹⁾	2
	1.41	4.41	10.19	10.19	92.5	0.02	2.0	0.0	¹⁾	5
	2.08	5.08	0.02	0.02	92.5	0.00	2.0	0.0	¹⁾	2
	2.09	5.09	-9.03	-9.03	92.5	0.02	0.0	2.0	¹⁾	1
Feld 3	0.33	6.08	-15.09	-15.09	92.5	0.02	0.0	2.0	¹⁾	8
	0.49	6.24	0.15	0.15	92.5	0.00	2.0	0.0	¹⁾	6
	1.69	7.44	37.02	37.02	92.5	0.04	2.0	0.0	¹⁾	1
	2.43	8.18	22.16	22.16	92.5	0.03	2.0	0.0	¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.0 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.0 cm² zu verankern.

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

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9:2.1.1 (1)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [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			0.00			¹⁾	5
2	links	0.00	3.00	-42.07	-34.29	-30.53	11.0	92.5	0.03		2.0	¹⁾	4
	rechts	0.00	3.00	-42.07	-35.94	-31.98	11.0	92.5	0.03		2.0	¹⁾	4
3	links	0.00	5.75	-41.23	-35.13	-29.86	15.0	92.5	0.03		2.0	¹⁾	8
	rechts	0.00	5.75	-41.23	-33.21	-29.68	10.6	92.5	0.03		2.0	¹⁾	8
4	links	0.00	8.61	0.00	0.00	0.00			0.00				4

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9:2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.46	0.46	0.92	37.3	18.4	41.0	543.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	1.38	1.38	0.92	-8.4	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
	*	1.50	1.50	0.92	-14.0	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
2	links	0.21	2.80	0.92	-75.9	18.4	41.0	543.2	VRd,max > V _{Ed}		
	links	1.13	1.87	0.92	-31.7	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
	*	1.50	1.50	0.92	-14.0	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
	rechts	0.21	3.21	0.92	59.8	18.4	41.0	543.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	1.13	4.13	0.92	15.5	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4

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
	*	1.38	4.38	0.92	3.6	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
3	links	0.21	5.55	0.92	-59.6	18.4	41.0	543.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	1.13	4.62	0.92	-13.5	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	8
	*	1.38	4.38	0.92	3.6	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	4
	rechts	0.21	5.96	0.92	78.3	18.4	41.0	543.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	1.13	6.88	0.92	30.6	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	8
	*	1.43	7.18	0.92	14.9	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	8
4	links	0.31	8.30	0.92	-46.3	18.4	41.0	543.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	1.24	7.37	0.92	4.7	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	8
	*	1.43	7.18	0.92	14.9	18.4	41.0	543.2	30.0	1.64 ¹⁾	8

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

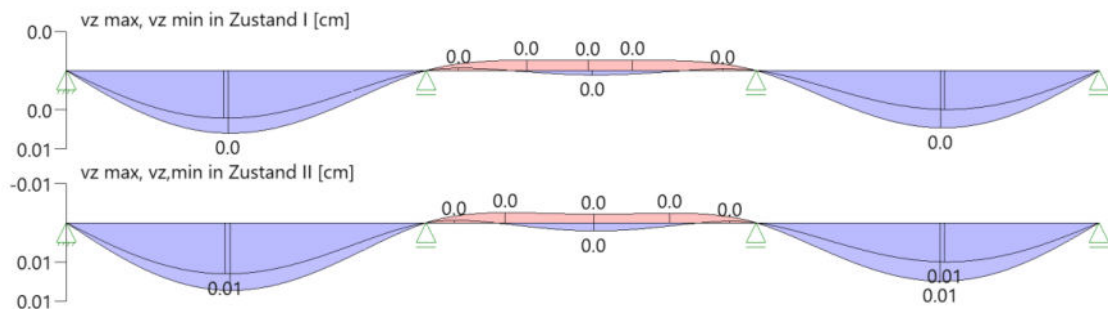
1 : Mindestbügelbewehrung

Es ist keine Fugenbewehrung erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.38	0.0	0.0	9
Feld 2	0.87	0.0	0.0	9
Feld 3	1.51	0.0	0.0	9

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.64$ $\epsilon_{cs} = -0.50$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.38	0.0	1/84781	0.01	1/24816	0.01	0.01
Feld 2	0.55	0.0	1/819035	0.0	1/153322	0.0	0.002
Feld 3	1.62	0.0	1/97921	0.01	1/27441	0.01	0.01

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

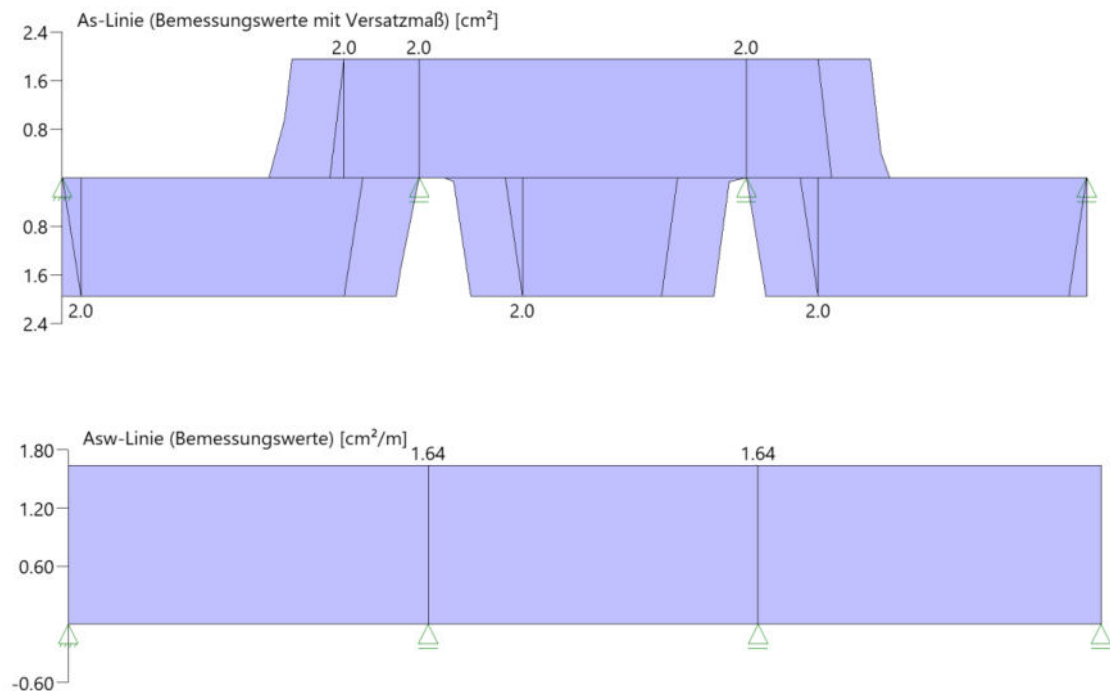
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

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	0.04	2.0	2.0	2.77	-0.05	14	100	10
	0.95	20.99	2.0	2.0	123.75	-2.24	14	80	10
	1.22	22.07	2.0	2.0	130.07	-2.36	14	73	10
	1.38	21.65	2.0	2.0	127.62	-2.31	14	76	10
	3.00	-20.64	2.0	2.0	121.65	-2.20	14	83	10
Feld 2	3.00	-21.83	2.0	2.0	128.69	-2.33	14	74	10
	3.20	-17.54	2.0	2.0	103.36	-1.87	14	100	10
	5.75	-19.67	2.0	2.0	115.94	-2.10	14	92	10
Feld 3	5.75	-18.56	2.0	2.0	109.39	-1.98	14	100	10
	7.26	19.49	2.0	2.0	114.87	-2.08	14	93	10
	7.45	20.06	2.0	2.0	118.25	-2.14	14	88	10
	7.71	19.08	2.0	2.0	112.49	-2.04	14	97	10
	8.61	0.03	2.0	2.0	2.77	-0.05	14	100	10

As-Deckungslinien



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	36.3	36.3		
		Schnee H < 1000 m	-0.7	6.8		
2	3.00	ständig	95.2	95.2		
		Schnee H < 1000 m	-2.4	17.8		

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
3	5.75	ständig Schnee H < 1000 m	91.0 -1.7	91.0 23.8		
4	8.61	ständig Schnee H < 1000 m	34.6 -0.8	34.6 11.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	59.1 35.3	
2	3.00	Lk 4 Lk 3	155.3 91.7	
3	5.75	Lk 8 Lk 7	158.6 88.6	
4	8.61	Lk 1 Lk 2	63.2 33.5	

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	25.00	25.00	0.00	8.61
L 2	1	Schnee	2	4.95	4.95	0.00	3.00
L 3	2	Schnee	2	4.95	4.95	0.00	0.61
			3	4.95	6.88	0.61	2.14
L 4	3	Schnee	3	6.88	9.45	0.00	2.86

Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 2	1.50			1.50		1.50	1.50	
L 3		1.50		1.50	1.50			1.50
L 4	1.50		1.50			1.50		1.50
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35

Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 9	Lk 10
L 1	1.00	1.00
L 2	1.00	
L 3		
L 4	1.00	
Eigengewicht	1.00	1.00

Nachweis Konsolband

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung	2 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	2.3 kN/m ²

g_k	25.0 kN/m
q_k	9.4 kN/m
F_d	47.9 kN/m

Momentenbeanspruchung

Fd		47.9	kN/m
Windkraft	w _d	0.55	kN/m ²
Angriffshöhe	h	72.5	cm
Moment aus Wind	M _{w,Ed}	0.22	kNm/m
Moment aus Außermittigkeit	T _{Ed}	11.0	kNm/m
	ΣT _{Ed}	11.24	kNm/m

Bügelbewehrung

	μ_{Eds}	0.07
	ω	0.0728
	σ_{sd}	435 N/mm ²
A_s		1.25 cm ² /m
A_{sA}/A	$F_d/43.5$	1.10 cm ² /m
erf. Fugenbewehrung (EDV)	a_{sw}	0 cm ² /m
erf. a_s		3.60 cm²/m

Torsionsmoment wird durch die Platte im Anschnitt zum Ringanker aufgenommen

D	22.1 cm
Z	19.9 cm

Zugkraft je BRESPA- Platte - erf. Zugbewehrung

Breite Platte		1.2 m
	Z_{Ed}	68 kN
$A_{s,erf}$	$=Z_d/43.5$	1.56 cm²

erf. Bewehrung

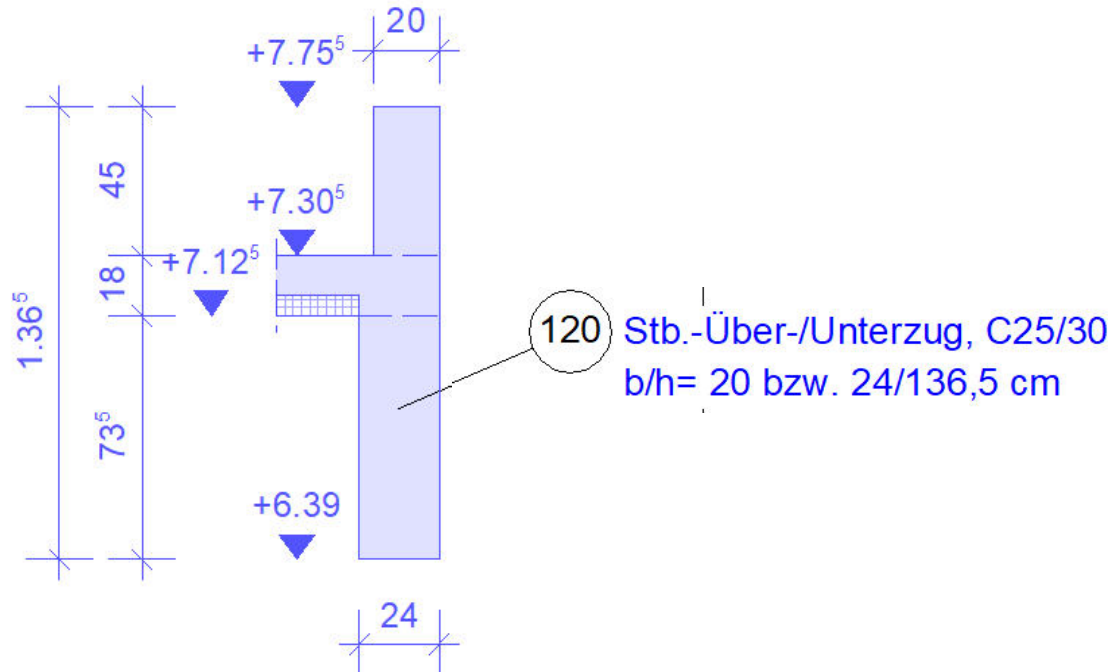
gewählte Bewehrung: oben: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 Bügel Ø 8 / 15 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A
 Stecker je Brespa Platte 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 Siehe auch Pos. 117 - Konsolband

Position 120 – Stb.-Über-/Unterzug

$b / h = 24 / 91,5 \text{ cm} \rightarrow \text{Unterzug}$ $b / h = 20 / 45 \text{ cm} \rightarrow \text{Überzug}$

Stützweite $l \leq 4,45 \text{ m}$

Beton C25/30 XC3, XF1, WF $c_{nom} = 3,50 \text{ cm}$ B 500 S/M



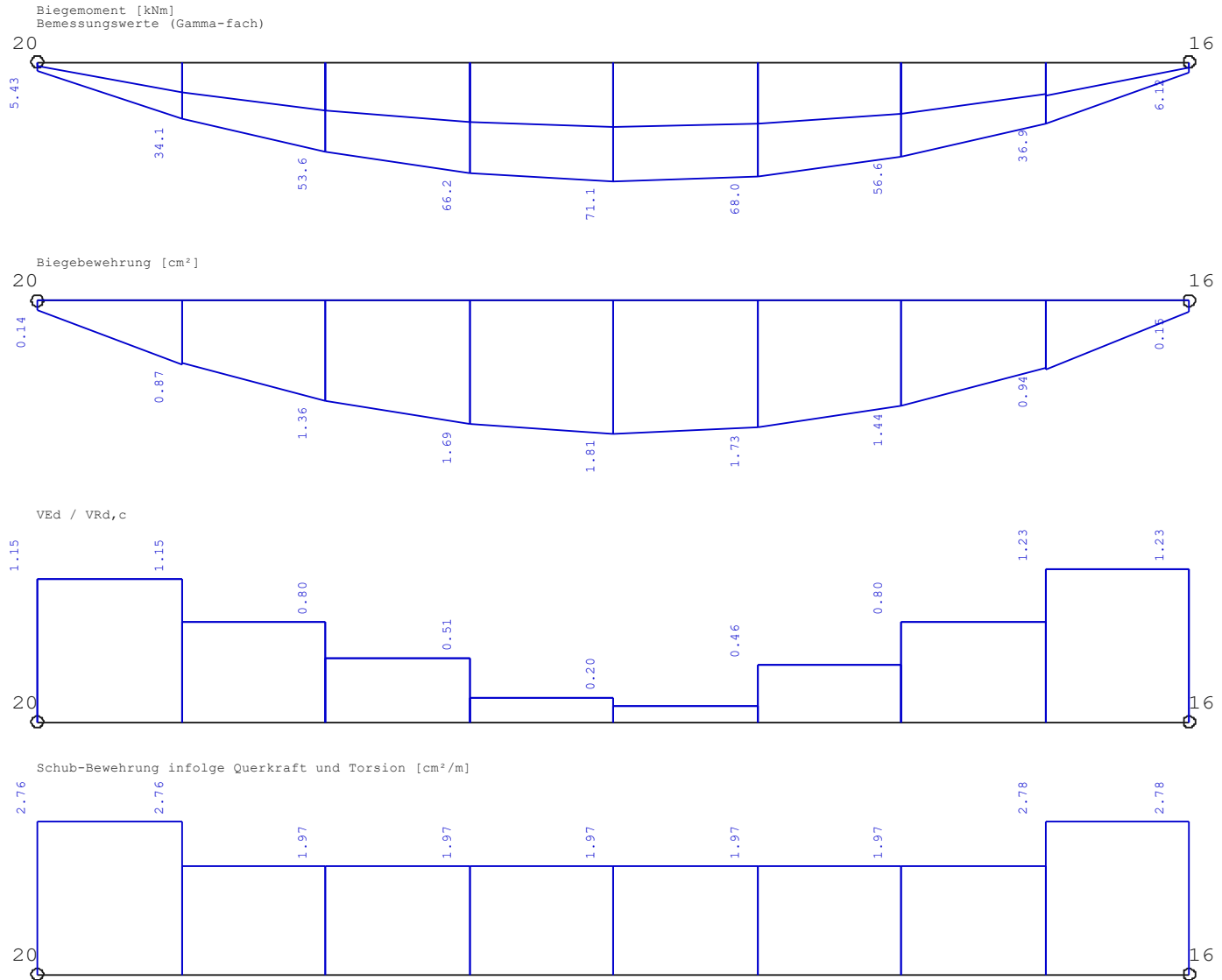
Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U5)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Unterzug U5

Maßstab 1 : 22



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)

unten: 2 Ø 16 (4,02 cm²)

Bügel Ø 8 / 15 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 121 – Stb.-Überzug

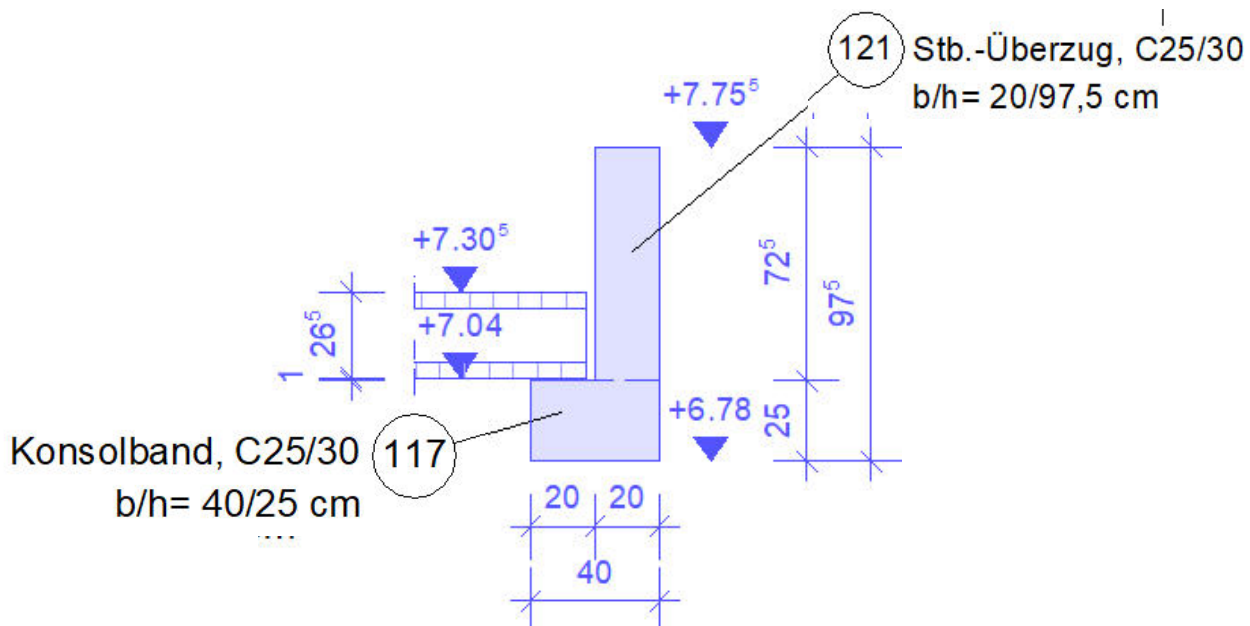
b / h = 24 / 97,5 cm mit Konsolband

Beton C25/30 XC3, XF1, WF

Stützweite $l \leq 4,265$ m

$c_{nom} = 3,50$ cm

B 500 S/M



Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke = 6,10 kN/m² * 3,30 m

= 20,1 kN/m

Nutzlast = 1,20 kN/m² * 3,30 m

= 4,00 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

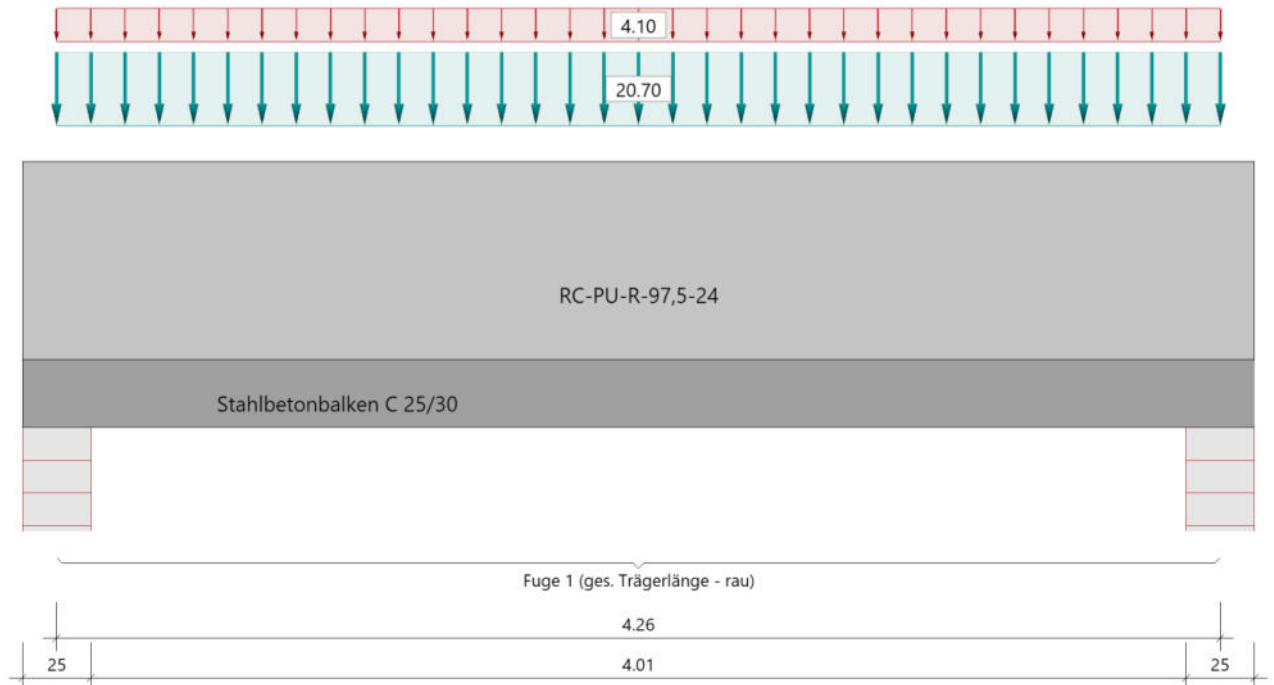
Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000$ N/mm²

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

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



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	Platte unten rechts			24.0	97.5	24.0	25.0

Verbundfugen

Fuge	xa [m]	xe [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	4.26	0.0	0.0	rau

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00			24.0	97.5	24.0	25.0	2.3	2.3
4.26			24.0	97.5	24.0	25.0	2.3	2.3

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [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	4.26	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		4.26		20.70		Nein	ständig		
	2	GL		4.26		4.10		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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2492 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
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse
Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 12 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 14 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
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 = 3.5 cm	oben = 3.5 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 3.5 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.0 cm	oben = 4.9 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 V_{Ed} an VK Endauflager.
- Verankerung am Endauflager von V_{Ed} an VK Endauflager mal $\cot(\Theta)/2$.

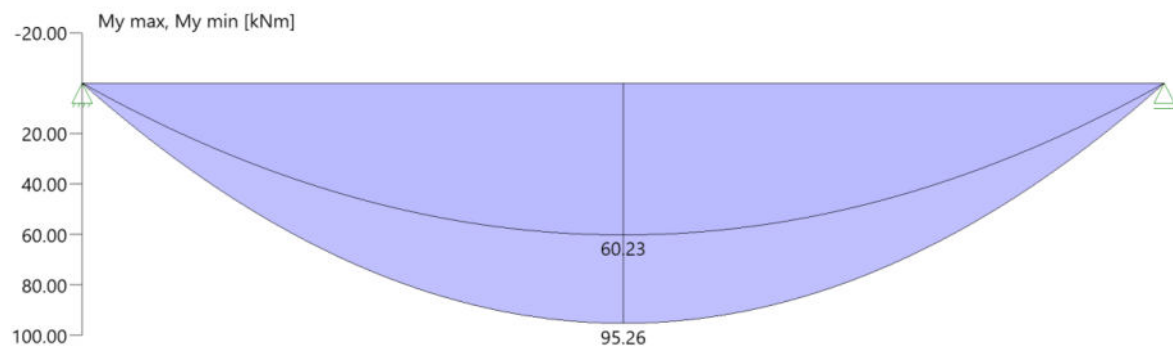
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

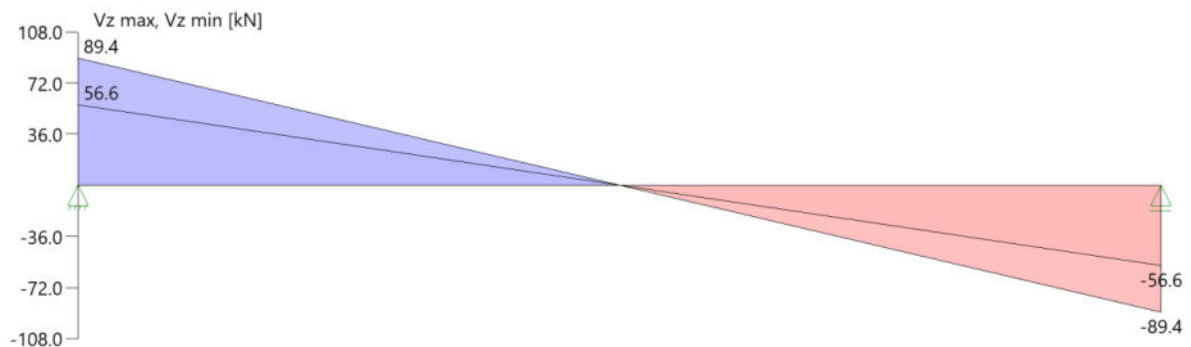
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	89.4	1
	0.00	0.00	0.00	56.6	2
	2.13	2.13	95.26	0.0	1
	4.26	4.26	0.00	-56.6	2
	4.26	4.26	0.00	-89.4	1

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	min $M_{y,d}$ [kNm]	d [cm]	k_x	$A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o}$ [cm ²]		Lk
Feld 1	0.13	0.13	11.27	11.27	92.5	0.02	2.3	0.0	¹⁾	1
	2.13	2.13	95.26	95.26	92.5	0.06	2.3	0.0	¹⁾	1
	3.93	3.93	27.23	27.23	92.5	0.03	2.3	0.0	¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.9 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.9 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]		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	0.13	0.13	0.92	84.2	18.4	49.2	651.8	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	1.05	1.05	0.92	45.4	18.4	49.2	651.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.98	1.98	0.92	6.5	18.4	49.2	651.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	4.14	0.92	-84.2	18.4	49.2	651.8	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	1.05	3.21	0.92	-45.4	18.4	49.2	651.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.98	2.29	0.92	-6.5	18.4	49.2	651.8	30.0	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

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

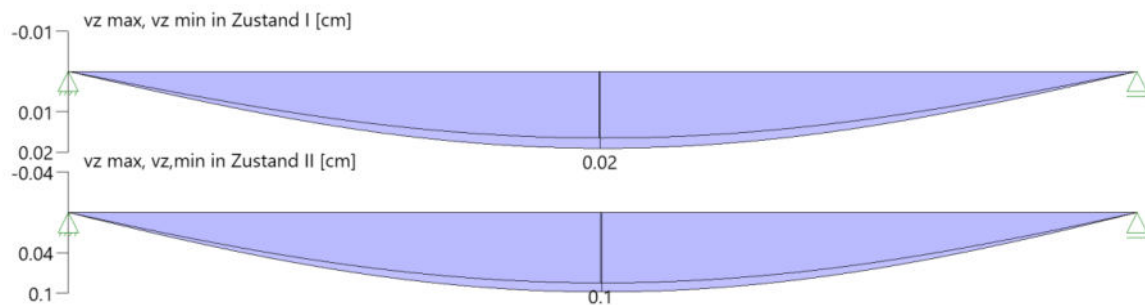
1 : Mindestbügelbewehrung

Es ist keine Fugenbewehrung erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.13	0.0	0.02	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.67$ $\epsilon_{cs} = -0.48$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

Feld	x [m]	$f_{ElI,z,g}$ [cm]	$f_{ElI,z,g} / l_{eff}$	$f_{ElI,z,\phi\epsilon}$ [cm]	$f_{ElI,z,\phi\epsilon} / l_{eff}$	$f_{ElI,\phi\epsilon}$ [cm]	η
Feld 1	2.13	0.02	1/21782	0.1	1/6174	0.1	0.05

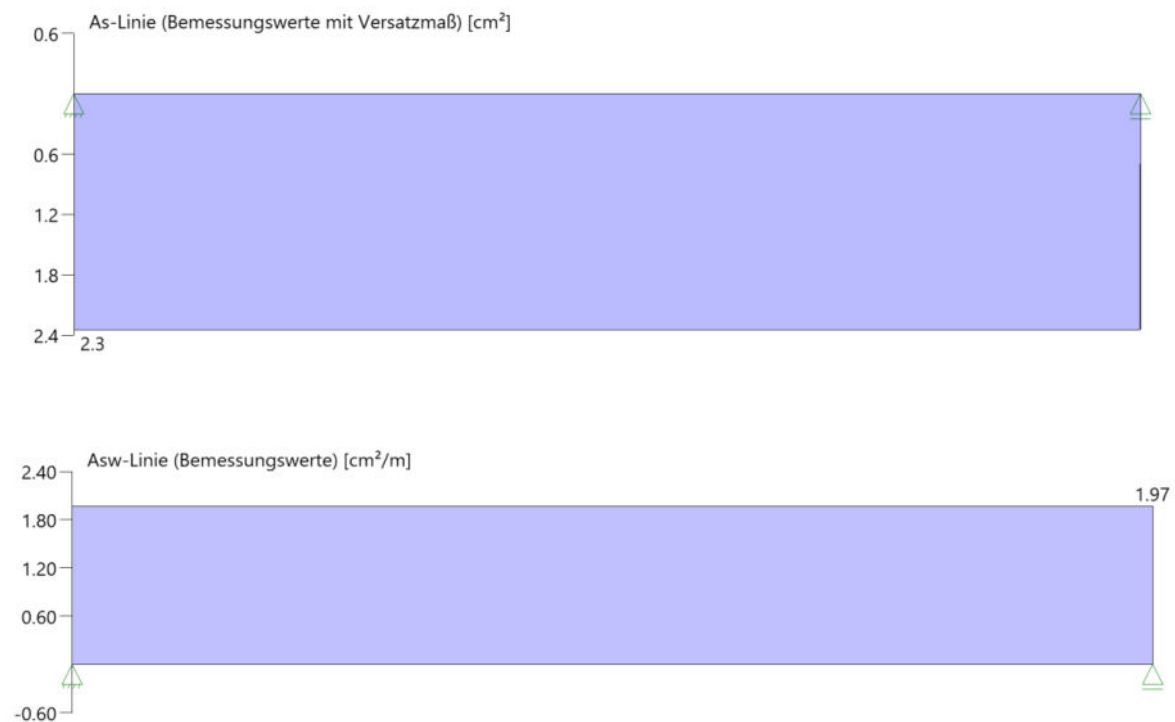
Feld	x [m]	fEllz,g [cm]	fEllz,g / l _{eff}	fEllz,φ _ε [cm]	fEllz,φ _ε / l _{eff}	fEll,φ _ε [cm]	η
x : Stelle x fEllz,g : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten fEllz,φ _ε : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden fEll,φ _ε : maßgebende Durchbiegung							

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f _{ck} = 11.25 N/mm ²									
Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	σ _C (t=0) [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.06	2.3		0.06	0.00	14	100	4
	1.98	59.91	2.3		296.18	-5.50	14	14	4
	2.13	60.23	2.3		297.76	-5.53	14	14	4
	2.29	59.91	2.3		296.18	-5.50	14	14	4
	4.26	0.06	2.3		0.06	0.00	14	100	4

As-Deckungslinien



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 Schnee H < 1000 m	56.6	56.6 8.7		
2	4.26	ständig Schnee H < 1000 m	56.6	56.6 8.7		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	89.4 56.6	
2	4.26	Lk 1 Lk 2	89.4 56.6	

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.							
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	20.70	20.70	0.00	4.26
L 2	1	Schnee	2	4.10	4.10	0.00	4.26
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			
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00		1.00	

Nachweis mit Konsolenband

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung	2.0 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	1.2 kN/m ²

g _k	20.1 kN/m
q _k	4.0 kN/m
F _d	33.1 kN/m

Momentenbeanspruchung

Fd		33.1 kN/m
Windkraft	w _d	0.55 kN/m ²
Angriffshöhe	h	72.5 cm
Moment aus Wind	M _{w,Ed}	0.22 kNm/m
Moment aus Außermittigkeit	T _{Ed}	7.1 kNm/m
	ΣT _{Ed}	7.34 kNm/m

Bügelbewehrung

	μ _{Eds}	0.05
	ω	0.0515
	σ _{sd}	435 N/mm ²
A _s		0.88 cm ² /m
A _{sA} /A	F _d /43.5	0.76 cm ² /m

erf. Fugenbewehrung (EDV)	a_{sw}	0 cm^2/m
erf. a_s		2.53 cm^2/m

Torsionsmoment wird durch die Platte im Anschnitt zum Ringanker aufgenommen

D	22.1 cm
Z	19.9 cm

Zugkraft je BRESPA- Platte - erf. Zugbewehrung

Breite Platte	1.2 m

Z_{Ed}	44 kN

$A_{s,erf}$	$=Zd/43.5$	1.02 cm^2

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm^2)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm^2)
 Bügel Ø 8 / 15 cm (zweischneittig) oder Bügelmatte R188A
 Stecker je Brespa Platte 2 Ø 12 (2,26 cm^2)
 Siehe auch Pos. 117 - Konsolband

Position 122 – Stb.-Fenstersturz

b/h = 24/30,0 cm

Stützweite $l_{1+3} \leq 2,76 \text{ m}$ $l_{1+3} \leq 2,94 \text{ m}$

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{\text{nom,innen}} = 2,0 \text{ cm}$

$c_{\text{nom,aussen}} = 3,0 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos 3 – Mittelfette

G_k	= 29,6 kN
$Q_{PV,k}$	= 4,90 kN
Q_{wk}	= 15,2 kN
Q_{sk}	= 5,30 kN

Belastung aus ständigen Lasten

24er MW	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 0,25 \text{ m}$	= 1,10 kN/m
24er MW	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 3,00 \text{ m}$	= 13,0 kN/m
Stb.-Ringbalken	$0,24 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$	= 1,50 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-9)

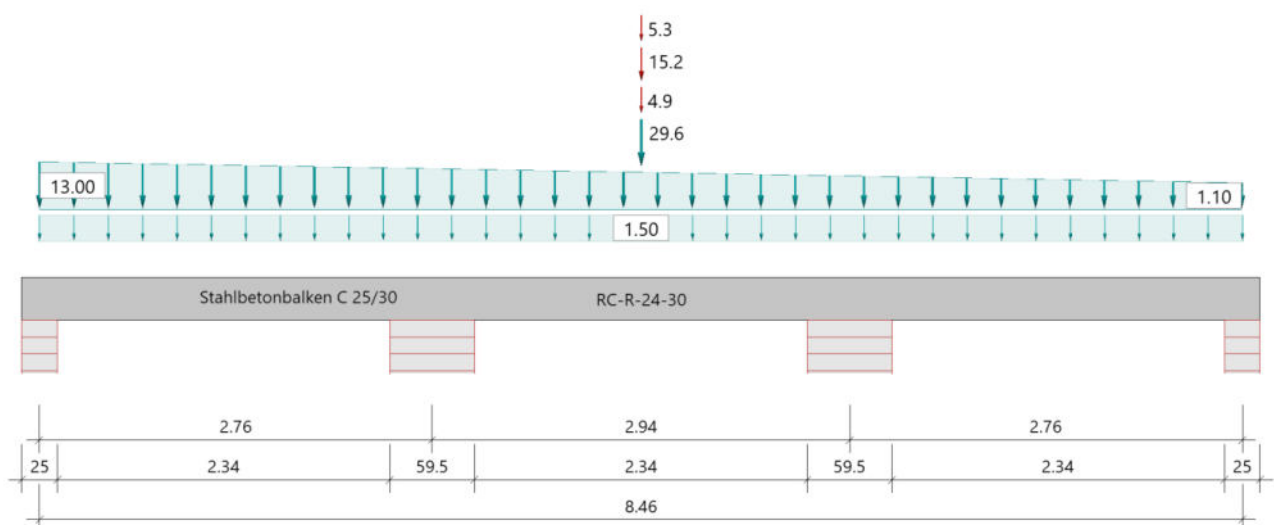
Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	30.0		

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.76	RC-R-24-30 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.94	
3	2.76	

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	2.76	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	5.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	8.46	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	4.23	29.6 kN	ständig		
	2	kraft	4.23	4.9 kN	ständig, demontierbar (PV)		
	3	kraft	4.23	15.2 kN	Wind		
	4	kraft	4.23	5.3 kN	Schnee		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	5	TL		8.45		13.00	1.10	Nein	ständig		
	6	GL		8.46		1.50		Nein	ständig		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1522 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
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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 14 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$
*1: mit $c_{min,b}$		
*5: Verbund maßgebend		

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.81$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.52 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.83$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.08$ und dem Erhöhungsfaktor 1.36

Betondeckung

Betondeckung	unten = 3.5 cm	oben = 2.0 cm
	links = 3.5 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 5.5 cm	oben = 3.7 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 $\cot(\Theta)/2$.

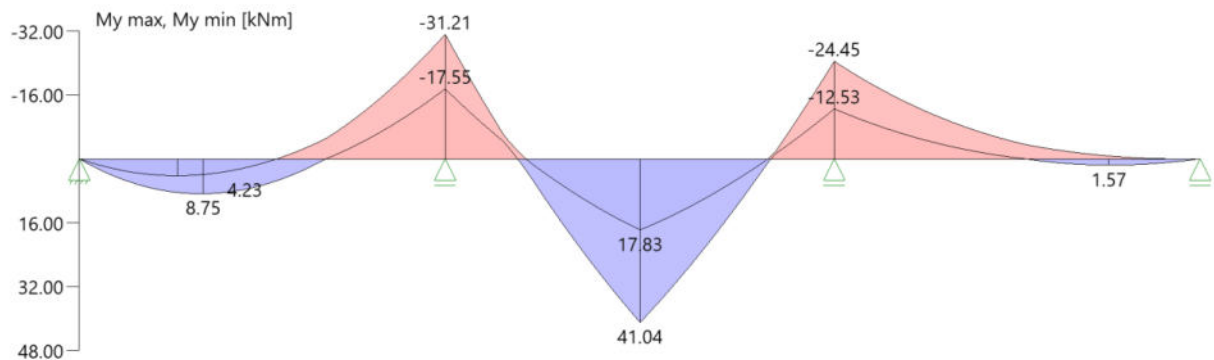
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 25.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 59.5$ cm
- Lager Nr. 3 direkt Mauerwerk $b = 59.5$ cm
- Lager Nr. 4 direkt Mauerwerk $b = 25.0$ cm

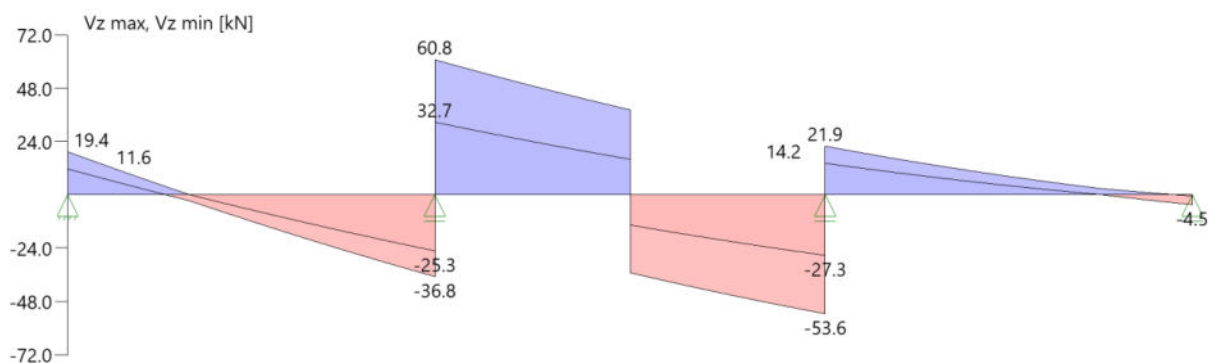
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{V,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	19.4	1
	0.00	0.00	0.00	11.6	2
	0.92	0.92	8.76	0.0	1
	2.76	2.76	-31.21	-36.8	4
	2.76	2.76	-17.55	-25.3	3
Feld 2	0.00	2.76	-17.55	32.7	3
	0.00	2.76	-31.21	60.8	4

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
	1.47	4.23	41.04	38.2	4
	2.94	5.70	-12.53	-27.3	3
	2.94	5.70	-24.45	-53.6	4
Feld 3	0.00	5.70	-12.53	14.2	3
	0.00	5.70	-24.45	21.9	4
	2.08	7.78	1.57	0.0	1
	2.76	8.46	0.00	-0.6	2
	2.76	8.46	0.00	-4.5	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/30.0	9.23	0.8	-9.23	0.8

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	0.13	0.13	2.33	2.33	24.5	0.03	0.8	0.0	1)	1
	0.92	0.92	8.76	8.76	24.5	0.07	0.8	0.0	1)	1
	1.86	1.86	0.01	0.01	24.5	0.00	0.8	0.0	1)	1
	1.87	1.87	-5.17	-5.17	26.3	0.05	0.0	0.8	1)	4
	2.35	2.35	-17.38	-17.38	26.3	0.10	0.0	1.5		4
Feld 2	0.42	3.18	-7.41	-7.41	26.3	0.06	0.0	0.8	1)	4
	1.47	4.23	41.04	41.04	24.5	0.28	4.3	0.0		4
	2.46	5.22	0.08	0.08	24.5	0.01	0.8	0.0	1)	2
	2.46	5.22	-0.71	-0.71	26.3	0.02	0.0	0.8	1)	1
Feld 3	0.42	6.11	-16.31	-16.31	26.3	0.10	0.0	1.4		4
	1.44	7.14	0.01	0.01	24.5	0.00	0.8	0.0	1)	1
	2.08	7.78	1.57	1.57	24.5	0.03	0.8	0.0	1)	1
	2.52	8.21	0.91	0.91	24.5	0.02	0.8	0.0	1)	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.8 cm² zu verankern.

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

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [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			0.00			1
2	links	0.00	2.76	-31.21	-26.48	-22.51	15.0	26.3	0.12		2.0	4
	rechts	0.00	2.76	-31.21	-22.90	-22.90		26.3	0.13		2.0	4
3	links	0.00	5.70	-24.45	-16.99	-16.99		26.3	0.10		1.5	4
	rechts	0.00	5.70	-24.45	-21.68	-18.43	15.0	26.3	0.11		1.6	4
4	links	0.00	8.46	0.00	0.00	0.00			0.00			5

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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	0.13	0.13	0.76	16.6	18.4	27.0	141.5	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.37	0.37	0.76	11.4	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	1
	*	0.62	0.62	0.76	6.2	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.30	2.46	0.71	-31.8	18.4	28.3	143.8	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	0.56	2.20	0.71	-27.2	18.4	28.3	143.8	21.0	1.97 ¹⁾	4
	*	0.82	1.94	0.71	-22.4	18.4	28.3	143.8	21.0	1.97 ¹⁾	4
	rechts	0.30	3.06	0.71	55.9	19.9	28.3	153.1	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.56	3.32	0.76	51.7	18.4	27.0	141.5	21.0	2.14	4
	*	0.82	3.58	0.76	47.6	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	4
3	links	0.30	5.40	0.71	-50.2	18.4	28.3	143.8	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	0.56	5.13	0.76	-47.0	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	4
	*	0.82	4.87	0.76	-43.7	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	4
	rechts	0.30	5.99	0.71	18.6	18.4	28.3	143.8	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	rechts	0.56	6.26	0.71	15.9	18.4	28.3	143.8	21.0	1.97 ¹⁾	4
	*	0.82	6.52	0.71	13.3	18.4	28.3	143.8	21.0	1.97 ¹⁾	4
4	links	0.13	8.33	0.76	-3.7	18.4	27.0	141.5	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	links	0.37	8.09	0.76	-2.1	18.4	27.0	141.5	21.0	1.97 ¹⁾	1
	*	0.62	7.84	0.71	2.4	18.4	27.0	134.0	21.0	1.97 ¹⁾	2

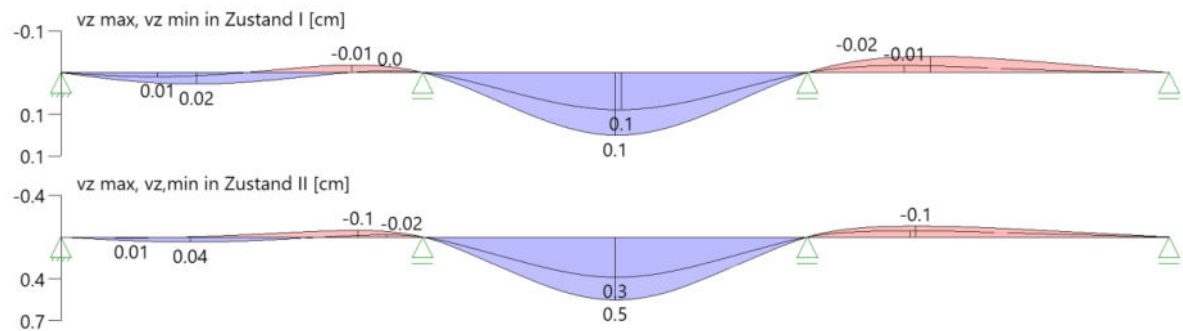
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{v,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	1.02	0.0	0.02	10
Feld 2	1.47	0.0	0.1	6
Feld 3	0.87	0.0	-0.02	6

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.83$ $\epsilon_{cs} = -0.52$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 2.08$ und dem Erhöhungsfaktor 1.36 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.10	0.4	1/749	-0.1	1/4952	0.4	0.40
Feld 2	1.54	0.3	1/1036	0.5	1/555	0.5	0.54
Feld 3	1.89	0.1	1/4216	-0.1	1/3027	-0.1	0.10

x : Stelle x
f_{Ellz,g} : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
f_{Ellz,φ_ε} : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
f_{Ell,φ_ε} : maßgebende Durchbiegung

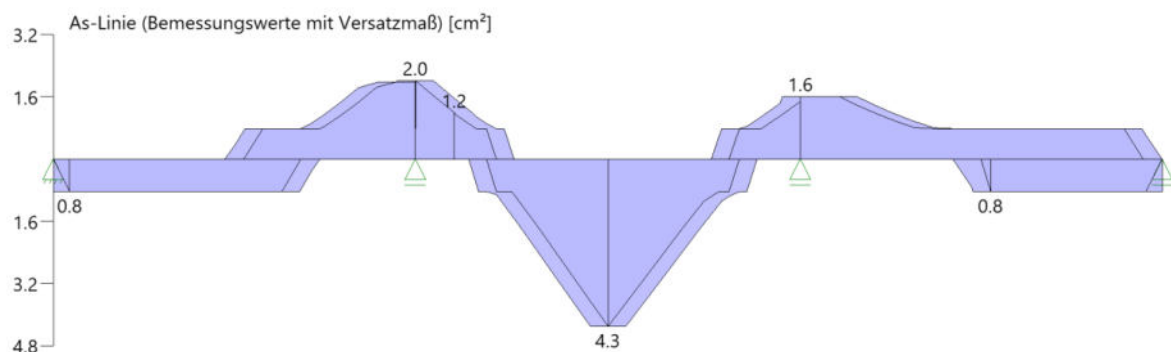
Spannungsbegrenzung

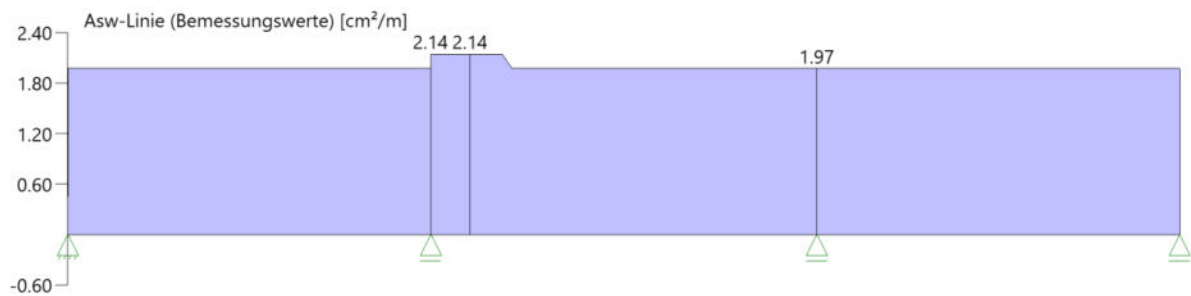
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f _{ck} = 11.25 N/mm ²									
Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σ _{S(t=∞)} [N/mm ²]	φ _{nl(t₀, t)}	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.01	0.8	2.4	5.35	2.83	20	100	7
	0.73	6.21	0.8	2.4	334.60	2.83	20	4	7
	0.92	6.49	0.8	2.4	349.32	2.83	20	4	7
	1.16	6.04	0.8	2.4	325.15	2.83	20	5	7
	2.47	-11.66	0.8	2.4	214.54	2.83	14	13	8
	2.76	-15.39	0.8	2.4	283.24	2.83	14	9	8
Feld 2	2.76	-13.96	4.3	2.0	304.45	2.83	14	7	8
	2.91	-11.25	4.3	2.0	245.34	2.83	14	9	8
	4.23	20.32	4.3	2.0	226.30	2.83	20	20	8
	4.23	20.32	4.3	2.0	226.30	2.83	20	20	8
	4.46	16.36	4.3	2.0	182.16	2.83	20	28	8
	5.69	-9.57	4.3	2.0	208.64	2.83	14	11	8
Feld 3	5.70	-11.82	0.8	1.9	268.95	2.83	14	8	8
	5.99	-9.71	0.8	1.9	220.85	2.83	14	10	8
	6.24	-6.91	0.8	1.9	157.11	2.83	14	19	8
	8.45	0.003	0.8	1.9	5.34	2.83	20	100	7

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien





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) Windlasten Schnee H < 1000 m	14.3 -0.4 -1.2 -0.4	14.3		
2	2.76	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	58.0	58.0 2.8 8.8 3.1		
3	5.70	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	41.5	41.5 2.9 8.9 3.1		
4	8.46	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	3.3 -0.4 -1.2 -0.4	3.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	19.4 11.6	
2	2.76	Lk 4 Lk 3	97.6 58.0	
3	5.70	Lk 4 Lk 3	75.4 41.5	
4	8.46	Lk 1 Lk 2	4.5 0.6	

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.							
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	5	13.00	1.10	0.00	8.45
L 2	*	ständig	6	1.50	1.50	0.00	8.46
L 3	2	ständig	1	29.60	*	1.47	*
L 4	2	ständig, demontierbar (PV)	2	4.90	*	1.47	*
L 5	2	Wind	3	15.20	*	1.47	*
L 6	2	Schnee	4	5.30	*	1.47	*

Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 4		1.35		1.35		1.00		1.00
L 5		1.50		1.50	1.50	1.00		
L 6		0.75		0.75		0.50		
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 10
L 1	1.00
L 2	1.00
L 3	1.00
L 4	
L 5	
L 6	
Eigengewicht	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

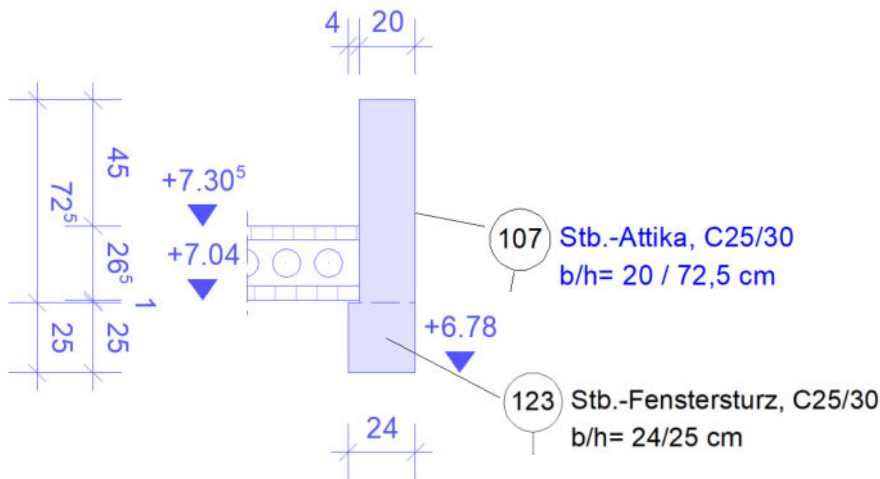
oben: 2 Ø 14 (3,08 cm²)

unten: 2 Ø 20 (6,28 cm²)

Bügel Ø 10 / 20 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 123 – Fenstersturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 1,51$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $C_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M



Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 107 – Stb.-Attika

Stb.-Attika $= 25,00 \text{ kN/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 0,725 \text{ m} = 3,65 \text{ kN/m}$

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke $= 6,10 \text{ kN/m}^2 * 1,00 \text{ m} = 6,10 \text{ kN/m}$

Nutzlast $= 1,20 \text{ kN/m}^2 * 1,00 \text{ m} = 6,00 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

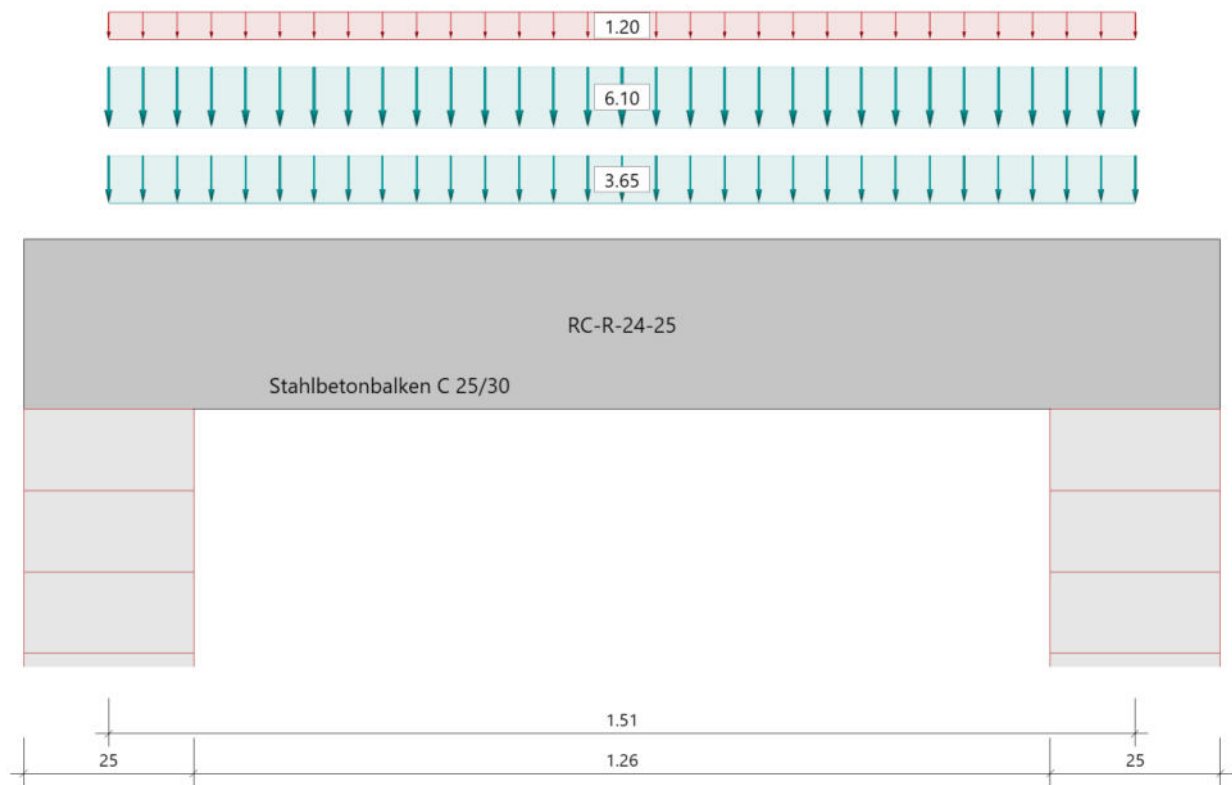
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.51	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.51		6.10		Nein	ständig		
	2	GL		1.51		3.65		Nein	ständig		
	3	GL		1.51		1.20		Ja	Kat. C		
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 : Zusammenghörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 227 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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \text{ *5}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \text{ *1}$
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	$\phi(t_0, t)$ =	2.85	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.53 ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	2.0 cm	oben =	2.0 cm
	links =	2.0 cm	rechts =	2.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	3.3 cm	oben =	3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

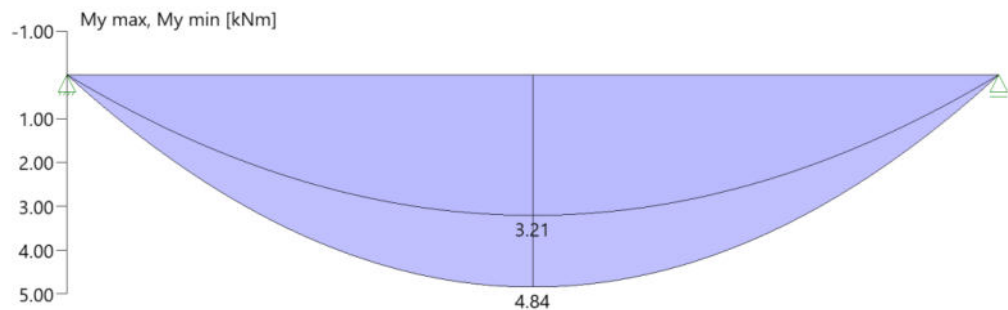
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

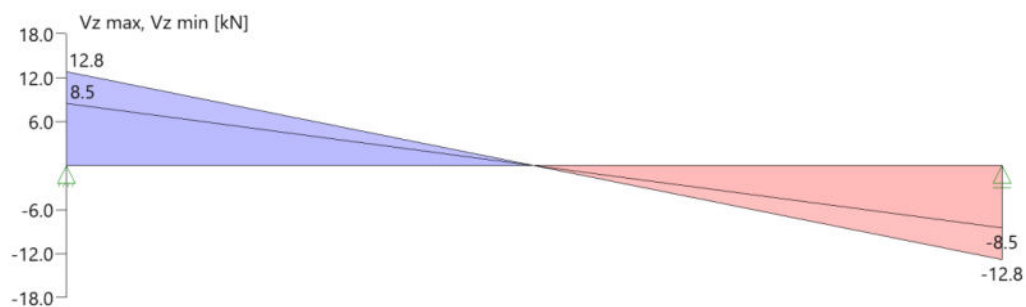
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	12.8	1
	0.00	0.00	0.00	8.5	2
	0.76	0.76	4.84	0.0	1
	1.51	1.51	0.00	-8.5	2
	1.51	1.51	0.00	-12.8	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	0.13	0.13	1.52	1.52	21.7	0.03	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	0.76	0.76	4.84	4.84	21.7	0.06	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	1.32	1.32	2.13	2.13	21.7	0.03	0.7	0.0	1 ¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

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

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

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	10.7	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.34	0.34	0.74	7.0	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.56	0.74	3.3	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.39	0.74	-10.7	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.34	1.17	0.74	-7.0	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.95	0.74	-3.3	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

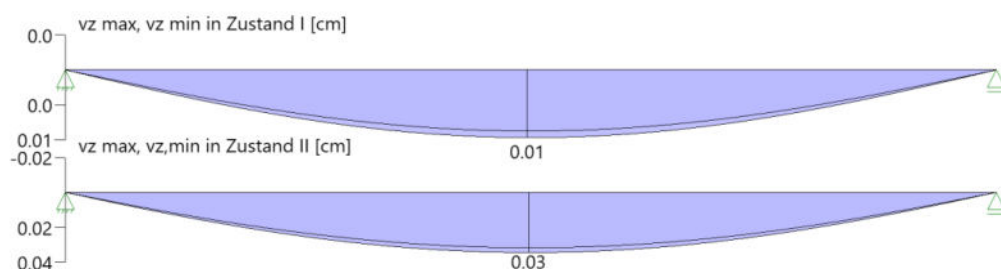
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.76	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 2.01$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.76	0.01	1/19391	0.03	1/4879	0.03	0.06

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

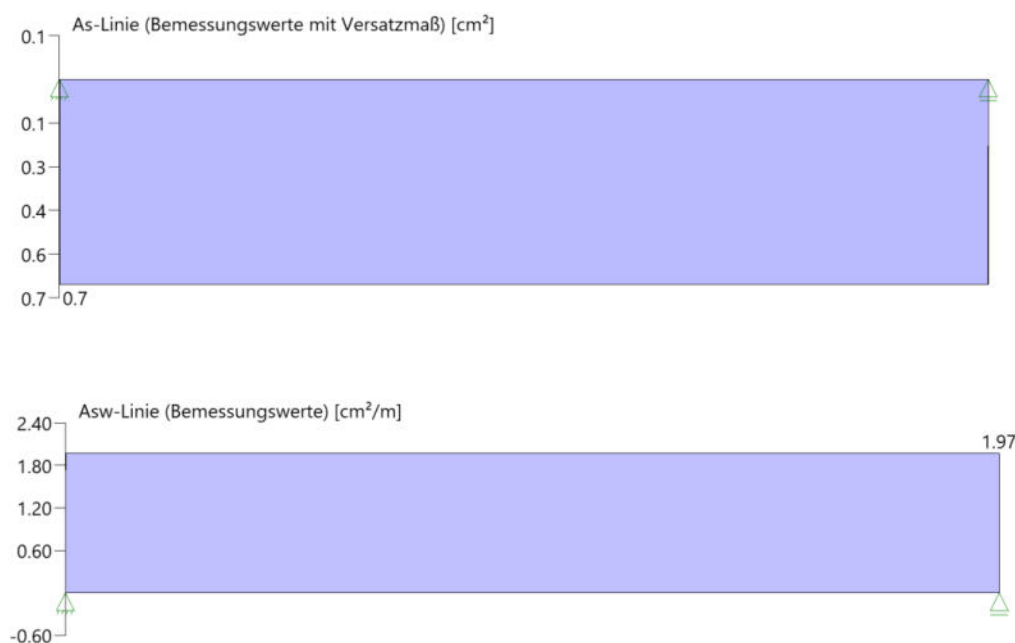
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

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	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4
	0.56	3.18	0.7		241.03	-4.90	10	21	4
	0.76	3.41	0.7		258.45	-5.26	10	18	4
	0.95	3.18	0.7		241.03	-4.90	10	21	4
	1.51	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4

As-Deckungslinien



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	8.5	8.5 0.9		
2	1.51	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	8.5	8.5 0.9		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	12.8 8.5	
2	1.51	Lk 1 Lk 2	12.8 8.5	

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	6.10	6.10	0.00	1.51
L 2	*	ständig	2	3.65	3.65	0.00	1.51
L 3	1	Kat. C	3	1.20	1.20	0.00	1.51
gen. Last	Lk 1		Lk 2	Lk 3	Lk 4		
L 1	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 2	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 3	1.50			1.00	0.60		
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00	1.00		

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 124 bis 129 - Reserveposition

Position 130 – Stb.- Ringbalken

b / h = 24 / 25 cm

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrungoben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 131 – Stb.- Balken

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite $L \leq 2,25$ m

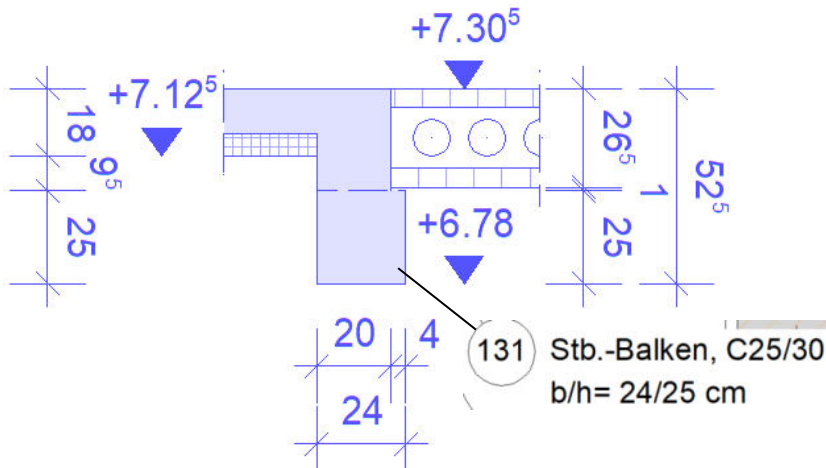
Beton C25/30

XC1, XC3, WO

$c_{nom,au\ddot{a}u\ddot{e}n} = 3,50$ cm

$c_{nom,innen} = 2,00$ cm

B 500 S/M



Belastung aus ständigen Lasten

Spannbetondecke

$$= 6,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$= 6,10 \text{ kN/m}$$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast

$$= 2,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$= 2,30 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Pos. 116- Stb.-Decke

g_k

$$= 6,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,25 \text{ m}$$

$$= 14,6 \text{ kN/m}$$

q_k

$$= 2,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,25 \text{ m}$$

$$= 5,18 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

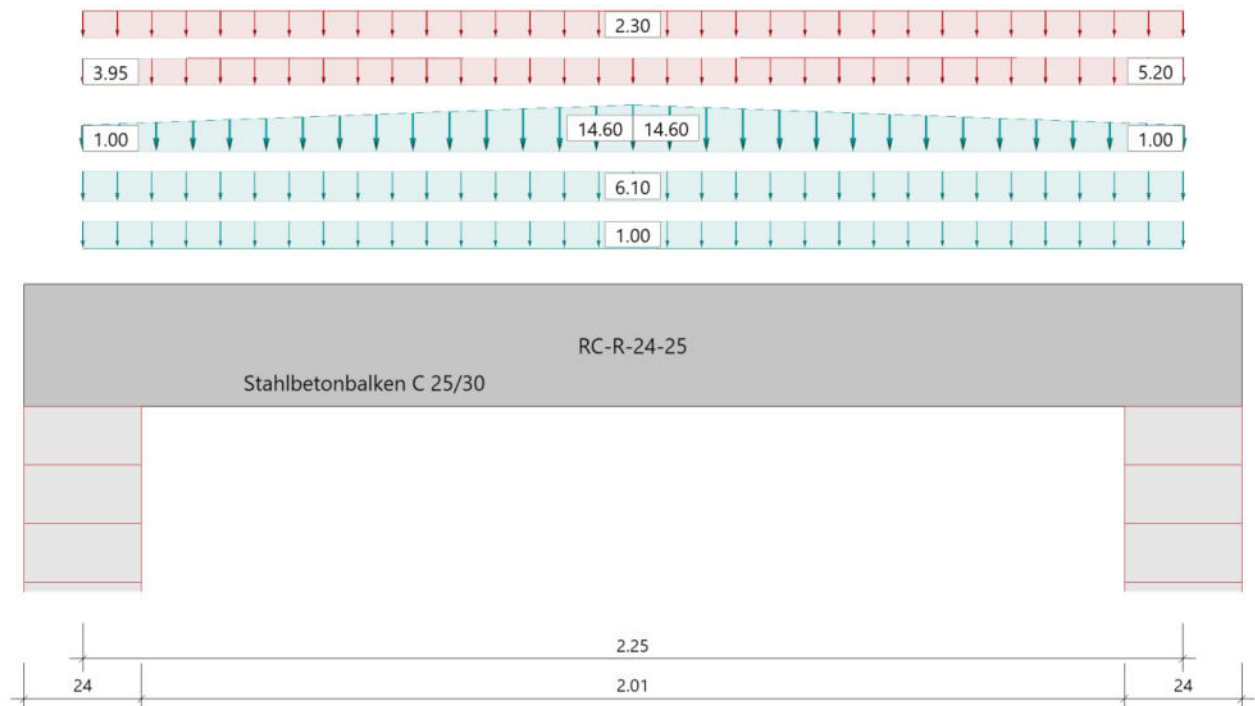
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [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	2.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		2.25		6.10		Nein	ständig		
	2	GL		2.25		2.30		Ja	Schnee		
	3	GL		2.25		1.00		Nein	ständig		
	4	TL		1.13		1.00	14.60	Nein	ständig		
	5	TL	1.13	1.13		14.60	1.00	Nein	ständig		
	6	TL		2.25		3.95	5.20	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											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 338 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
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.85	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.53 ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	2.0 cm	oben =	3.5 cm
	links =	2.0 cm	rechts =	2.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	3.4 cm	oben =	4.8 cm
Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %				

Bemessungseinstellungen

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

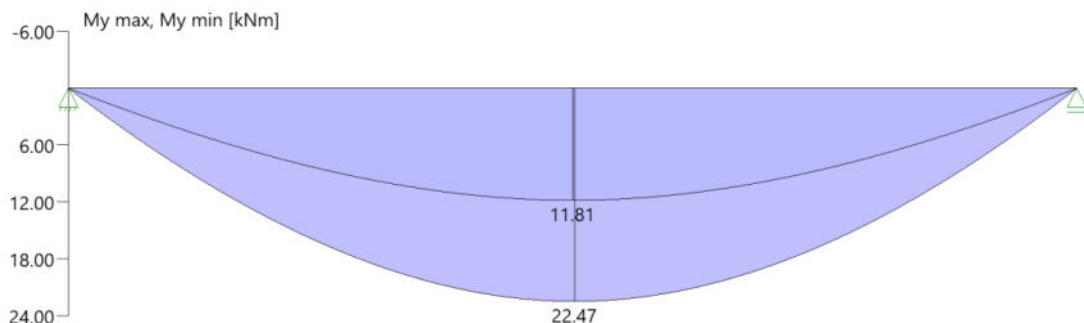
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 24.0 cm

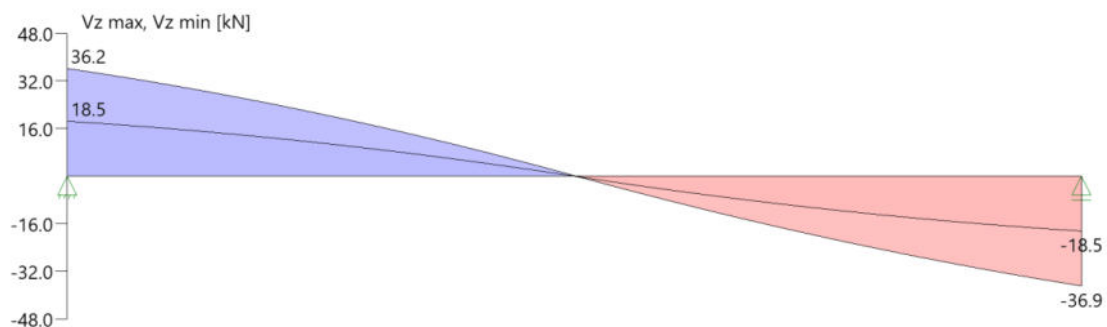
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	36.2	1
	0.00	0.00	0.00	18.5	2
	1.13	1.13	22.47	0.0	1
	2.25	2.25	0.00	-18.5	2
	2.25	2.25	0.00	-36.9	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	1.13	1.13	22.47	22.47	21.6	0.19	2.5	0.0	1
	2.03	2.03	7.65	7.65	21.6	0.07	0.8	0.0	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 $F = V_{Ed} * \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.66	33.4	18.4	24.9	109.4	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.34	0.34	0.66	27.7	18.4	24.9	109.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	0.55	0.66	21.2	18.4	24.9	109.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.12	2.13	0.66	-33.8	18.4	24.9	109.4	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.34	1.91	0.66	-27.9	18.4	24.9	109.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	1.70	0.66	-21.1	18.4	24.9	109.4	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

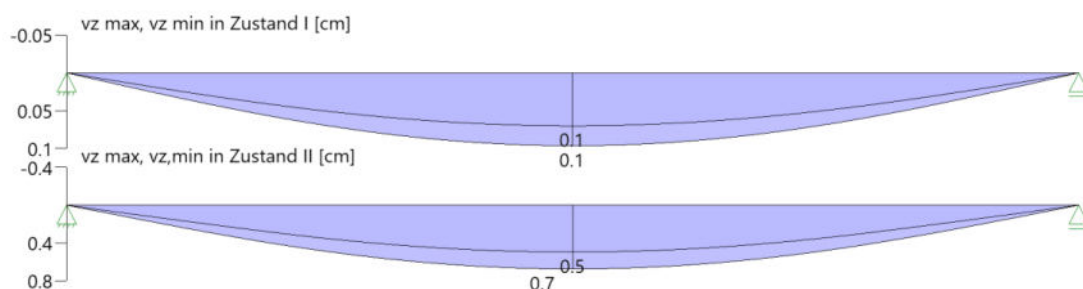
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.50$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.3	1/771	0.7	1/317	0.7	0.95

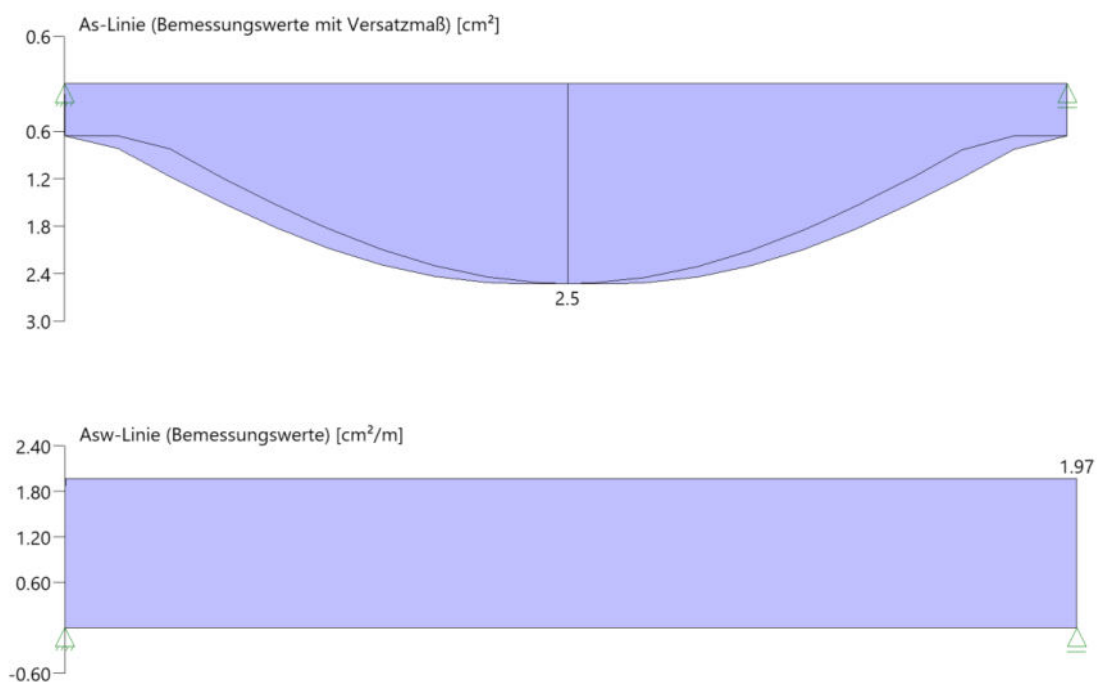
x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [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	2.5		2.07	-0.09	12	100	4
	0.95	11.46	2.5		240.82	-9.98	12	34	4
	1.13	11.81	2.5		248.28	-10.30	12	32	4
	1.30	11.46	2.5		240.82	-9.98	12	34	4
	2.25	0.02	2.5		2.07	-0.09	12	100	4

As-Deckungslinien



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 Schnee H < 1000 m	18.5	18.5 7.5		
2	2.25	ständig Schnee H < 1000 m	18.5	18.5 8.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	36.2 18.5	
2	2.25	Lk 1 Lk 2	36.9 18.5	

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	6.10	6.10	0.00	2.25
L 2	*	ständig	3	1.00	1.00	0.00	2.25
L 3	*	ständig	4	1.00	14.60	0.00	1.13
L 4	*	ständig	5	14.60	1.00	1.13	1.13
L 5	1	Schnee	2	2.30	2.30	0.00	2.25
			6	3.95	5.20	0.00	2.25
gen. Last	Lk 1		Lk 2	Lk 3	Lk 4		
L 1	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 2	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 3	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 4	1.35		1.00	1.00	1.00		
L 5	1.50			1.00			
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00	1.00		

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 132 – Stb.- Balken

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite L ≤ 2,25 m

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{nom} = 2,00$ cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten

Spannbetondecke

$$= 6,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 12,2 \text{ kN/m}$$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast

$$= 2,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 4,60 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-11)

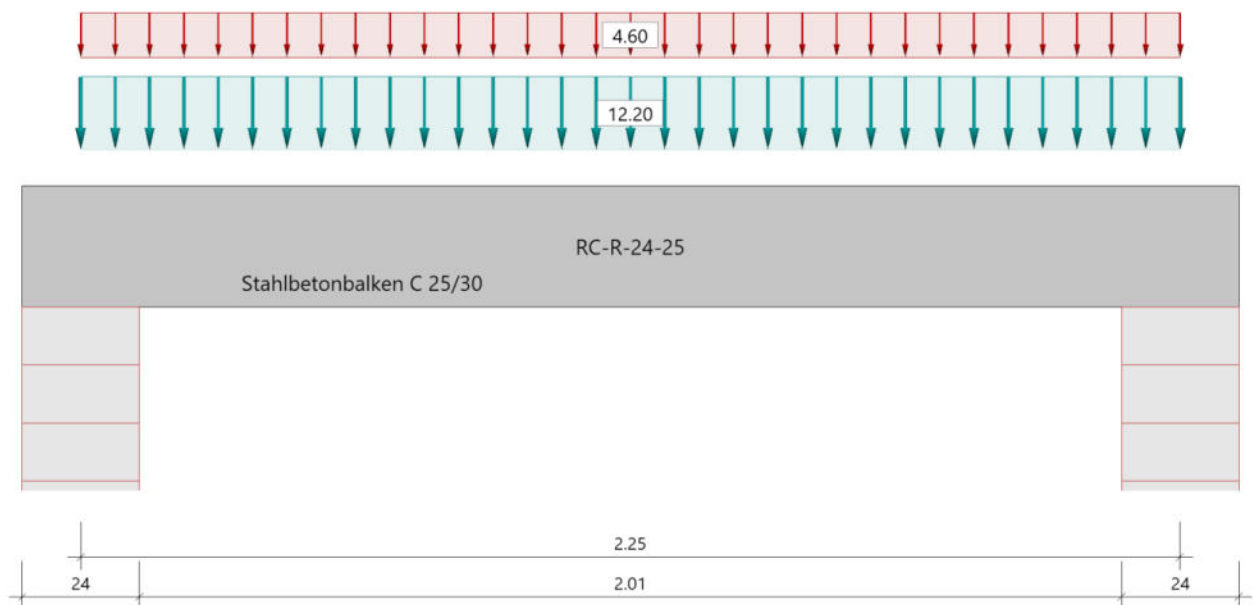
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	2.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		2.25		12.20		Nein	ständig		
	2	GL		2.25		4.60		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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 338 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig				1.00	1.35
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

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
 Ψ₂ = 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F (γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	d _{s,b} = 8 mm	
Längsbewehrung	d _{s,l} = 10 mm	d _{s,l} = 12 mm
Vorhaltemaß	ΔC _{dev} = 10 mm	ΔC _{dev} = 10 mm

Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 12 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.4 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

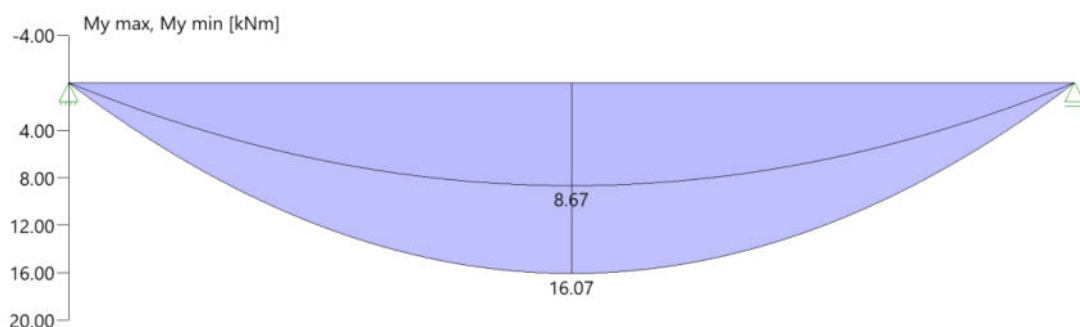
Auflagerbedingungen

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

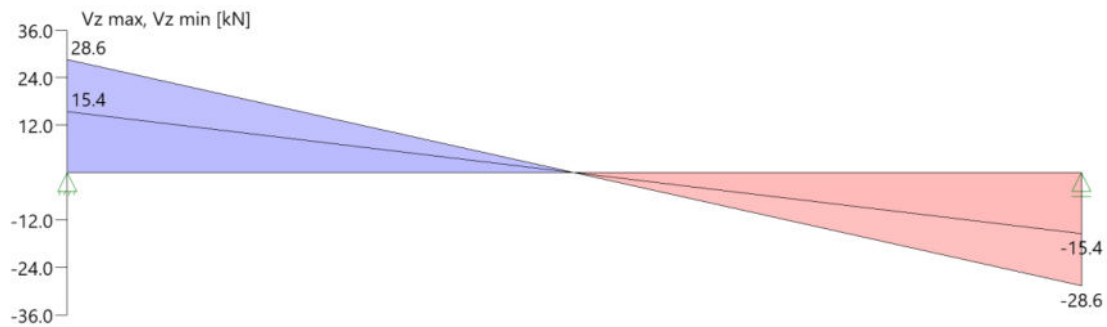
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	28.6	1
	0.00	0.00	0.00	15.4	2
	1.13	1.13	16.07	0.0	1
	2.25	2.25	0.00	-15.4	2
	2.25	2.25	0.00	-28.6	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	1.13	1.13	16.07	16.07	21.6	0.13	1.7	0.0	1
	2.03	2.03	5.79	5.79	21.6	0.06	0.7	0.0	1 ¹⁾

Am ersten Auflager sind mindestens 0.9 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.9 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]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.74	25.5	18.4	24.9	122.4	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.34	0.34	0.74	20.0	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	0.55	0.74	14.6	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.12	2.13	0.74	-25.5	18.4	24.9	122.4	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.34	1.91	0.74	-20.0	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	1.70	0.74	-14.6	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

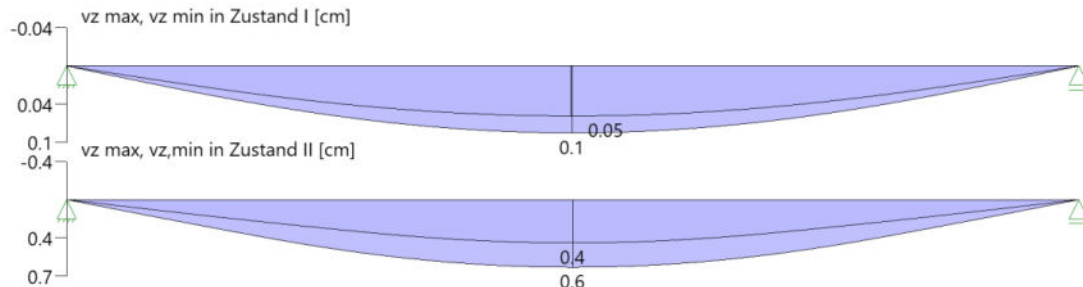
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.54$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.2	1/1051	0.6	1/353	0.6	0.85

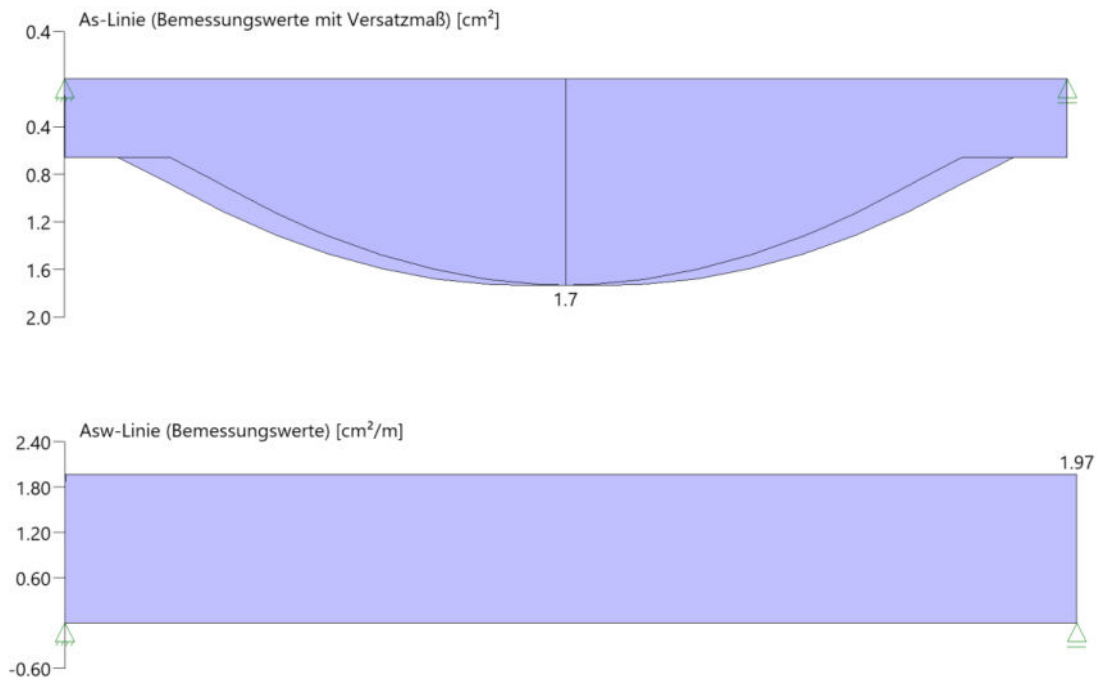
x : Stelle x
 $f_{ElIz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{ElIz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{ElI,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [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	1.7		3.00	-0.10	12	100	4
	0.95	8.45	1.7		254.13	-8.60	12	23	4
	1.13	8.67	1.7		260.62	-8.82	12	22	4
	1.30	8.45	1.7		254.13	-8.60	12	23	4
	2.25	0.02	1.7		3.00	-0.10	12	100	4

As-Deckungslinien



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 Schnee H < 1000 m	15.4	15.4 5.2		
2	2.25	ständig Schnee H < 1000 m	15.4	15.4 5.2		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	28.6	
		Lk 2	15.4	
2	2.25	Lk 1	28.6	
		Lk 2	15.4	

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	12.20	12.20	0.00	2.25
L 2	1	Schnee	2	4.60	4.60	0.00	2.25

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	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 133 – Stb.- dgl.Balken

b / h = 17,5 / 18 cm
XC1, XC3/ WO

Stützweite $L \leq 2,40$ m
 $C_{nom,oben} = 3,50$ cm $C_{nom} = 2,00$ cm

Beton C25/30
B 500 S/M

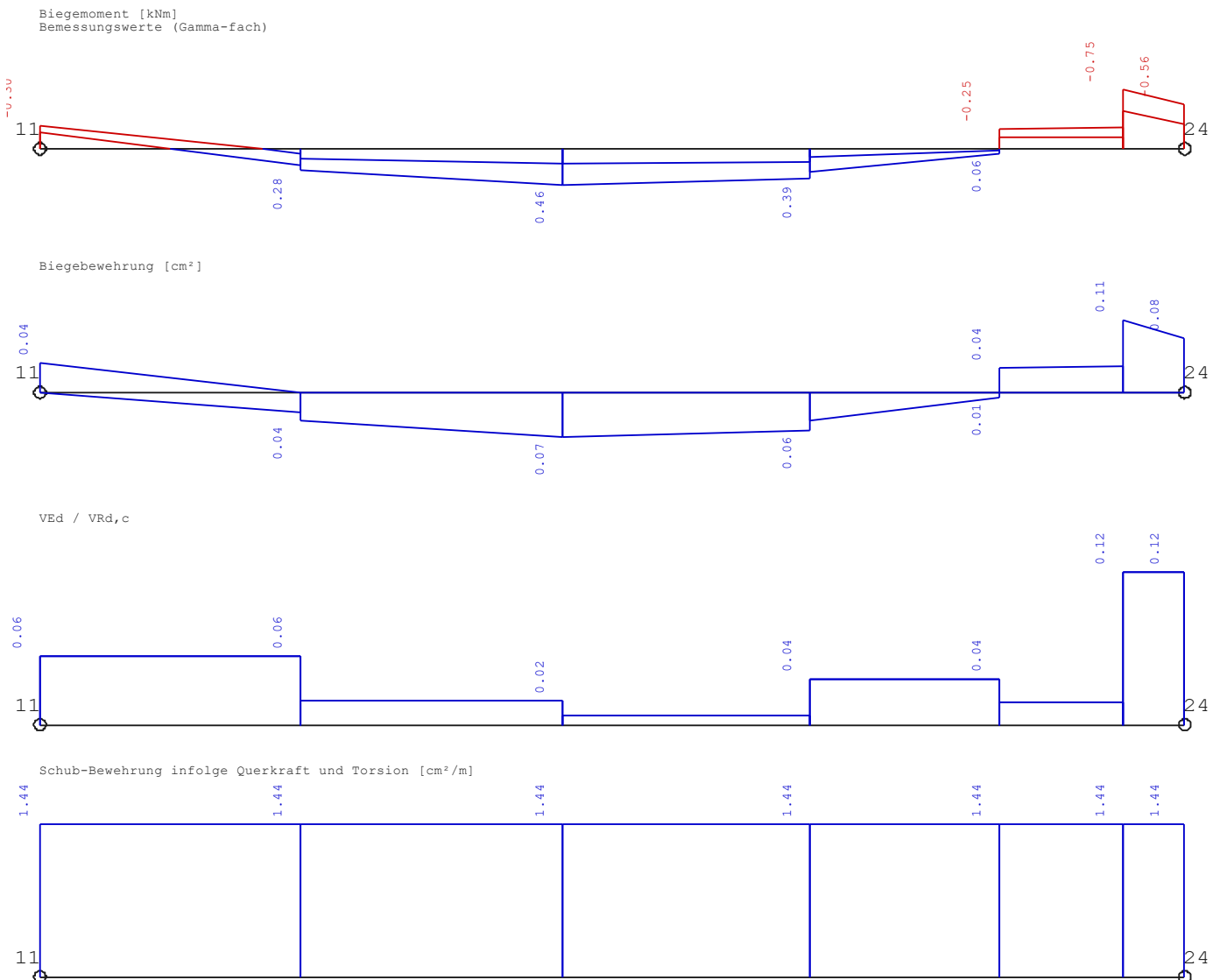
Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U1)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Unterzug U1

Maßstab 1 : 13



gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 134 – Stb.- dgl.-Balken

b / h = 17,5 / 18 cm

Stützweite $L \leq 2,40$ m

Beton C25/30

XC1, WO

$C_{nom} = 2,00$ cm

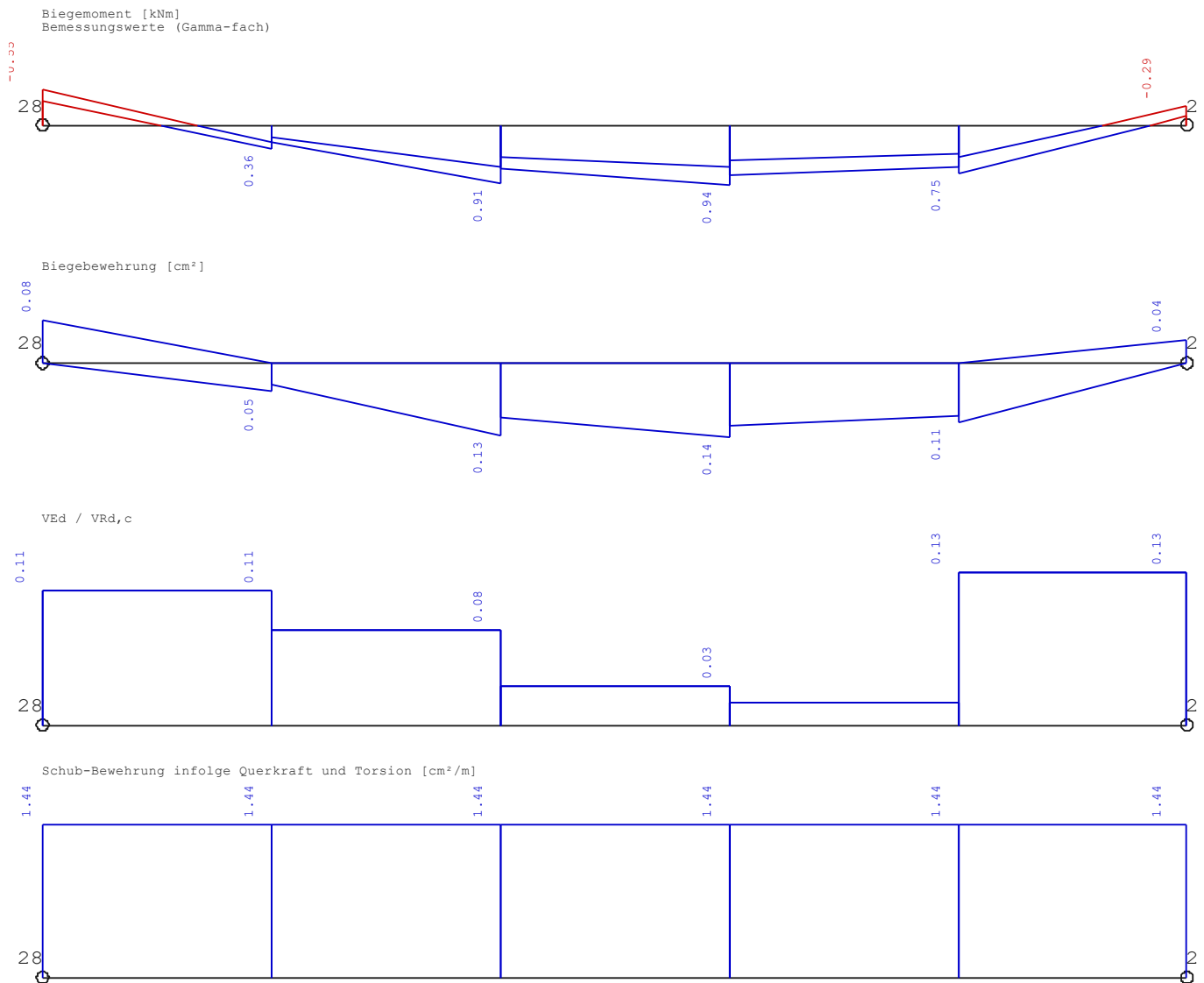
B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U2)

Unterzug U2

Maßstab 1 : 13



gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 135 bis 139 - Reservepositionen

Position 140 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 2 DF mit Stützweite 1,01 m

Belastung aus ständigen Lasten

11,5er KS-MW

0,115 m * 18,00 kN/m³ * 2,20 m

= 4,55 kN/m

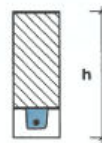
Schnittgrößen und Bemessung

$q_d = 1,35 * 4,55 \text{ kN/m} = 6,15 \text{ kN/m}$

KS-Flachstürze *)

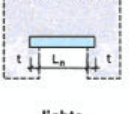
Anlage Nr.: 12 zum Bescheid
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 9.04.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinformat : 2 DF (Breite B = 11,5 cm)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 1 Ø 10 – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Vollsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Druckzone aus Mauerwerk

Als Typenprüfung
in statischer Hinsicht geprüft
Hannover, den 9.04.2019
Landeshauptstadt Hannover
Präsident für Baustatik
Leder Janek Richter

 lichte Weite L _n [m]		Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)									
		Sturzhöhe h [cm]					Auflagertiefe t [cm]				
		23,8	36,3	48,8	61,3	73,8	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5
0,635	–	–	–	–	–	–	12,87	11,50	34,50	32,91	34,50
0,760	12,87	11,50	34,50	32,91	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50
0,885	10,30	9,38	28,12	24,72	30,18	43,33	30,18	43,33	20,18	43,33	20,18
1,010	8,55	7,90	21,81	19,63	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83
1,135	7,29	6,81	17,70	16,20	24,15	33,57	24,15	35,06	24,15	35,06	24,15
1,260	6,35	5,97	14,82	13,74	21,95	27,14	21,95	32,01	21,95	32,01	21,95
1,385	5,61	5,32	12,72	11,89	20,12	22,66	20,12	29,44	20,12	29,44	20,12
1,510	5,03	4,79	11,11	10,47	18,57	19,38	18,57	27,26	18,57	27,26	18,57
1,635	4,55	4,35	9,85	9,33	17,25	16,88	17,25	25,38	17,25	25,38	17,25
1,760	4,15	3,98	8,83	8,41	15,81	14,92	16,10	23,74	16,10	23,74	16,10
1,885	3,82	3,68	8,00	7,65	14,07	13,35	15,09	21,66	15,09	22,30	15,09
2,010	3,53	3,37	7,31	7,01	12,65	12,07	14,20	19,24	14,20	21,02	14,20
2,135	3,18	3,02	6,72	6,47	11,48	10,99	13,42	17,28	13,42	19,88	13,42
2,260	2,85	2,71	6,22	6,00	10,50	10,09	12,71	15,66	12,71	18,86	12,71
2,385	2,58	2,46	5,78	5,59	9,67	9,32	12,07	14,30	12,07	17,94	12,07
2,510	2,34	2,23	5,40	5,24	8,96	8,65	11,50	13,15	11,50	17,11	11,50
2,635	2,13	2,04	5,07	4,92	8,34	8,07	10,98	12,16	10,98	16,35	10,98
2,760	1,95	–	4,77	–	7,79	–	10,50	–	10,50	–	–

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 9.4.2024 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge $l \geq 11,5 \text{ cm}$ je Auflager

Position 140.1 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 2 DF mit Stützweite 0,885 m

Belastung aus ständigen Lasten

11,5er KS-MW

$$0,115 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,30 \text{ m}$$

$$= 2,70 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Pos. 116 – Stb.-Decke

Stb.-Decke

$$= 6,50 \text{ kN/m}^2 * 2,60 \text{ m}$$

$$= 16,9 \text{ kN/m}$$

Nutzlast

$$= 1,20 \text{ kN/m}^2 * 2,60 \text{ m}$$

$$= 3,15 \text{ kN/m}$$

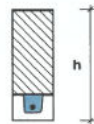
Schnittgrößen und Bemessung

$$q_d = 1,35 * (2,70 \text{ kN/m} + 16,9 \text{ kN/m}) + 1,50 * 3,15 \text{ kN/m} = 32,0 \text{ kN/m}$$

KS-Flachstürze *

Anlage Nr.: 12 zum Bescheid
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 9.04.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinformat : **2 DF** (Breite B = 11,5 cm)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 1 Ø 10 – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Vollsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Als Typenprüfung
in statischer Hinsicht geprüft

Hannover, den 9.04.2019
Landeshauptstadt Hannover
Prüfamt für Baustatik

Leiter: Frank Sachbearbeiter: Richt

Druckzone aus Mauerwerk

		Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)									
lichte Weite L_n [m]		23,8		36,3		48,8		61,3		73,8	
		11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5
0,635	–	14,75	–	47,96	–	56,71	–	56,71	–	56,71	–
0,760	12,87	14,50	34,50	32,81	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50
0,885	10,30	9,38	28,12	24,82	30,18	43,33	30,18	43,33	30,18	43,33	30,18
1,010	8,55	7,90	21,81	19,63	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83
1,135	7,29	6,81	17,70	16,20	24,15	33,57	24,15	35,06	24,15	35,06	24,15
1,260	6,35	5,97	14,82	13,74	21,95	27,14	21,95	32,01	21,95	32,01	21,95
1,385	5,61	5,32	12,72	11,89	20,12	22,66	20,12	29,44	20,12	29,44	20,12
1,510	5,03	4,79	11,11	10,47	18,57	19,38	18,57	27,26	18,57	27,26	18,57
1,635	4,55	4,35	9,85	9,33	17,25	16,88	17,25	25,38	17,25	25,38	17,25
1,760	4,15	3,98	8,83	8,41	15,81	14,92	16,10	23,74	16,10	23,74	16,10
1,885	3,82	3,68	8,00	7,65	14,07	13,35	15,09	21,66	15,09	22,30	15,09
2,010	3,53	3,37	7,31	7,01	12,65	12,07	14,20	19,24	14,20	21,02	14,20
2,135	3,18	3,02	6,72	6,47	11,48	10,99	13,42	17,28	13,42	19,88	13,42
2,260	2,85	2,71	6,22	6,00	10,50	10,09	12,71	15,66	12,71	18,86	12,71
2,385	2,58	2,46	5,78	5,59	9,67	9,32	12,07	14,30	12,07	17,94	12,07
2,510	2,34	2,23	5,40	5,24	8,96	8,65	11,50	13,15	11,50	17,11	11,50
2,635	2,13	2,04	5,07	4,92	8,34	8,07	10,98	12,16	10,98	16,35	10,98
2,760	1,95	–	4,77	–	7,79	–	10,50	–	10,50	–	–

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 9.4.2024 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge $l \geq 17,5 \text{ cm}$ je Auflager

Position 141 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 3 DF mit Stützweite $L \leq 1,01 \text{ m}$

Belastung aus ständigen Lasten

24er KS-MW $0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,45 \text{ m} = 6,30 \text{ kN/m}$

Belastung aus Pos. 116 – Stb.-Decke

Stb.-Decke $= 6,50 \text{ kN/m}^2 * 3,60 \text{ m} = 23,4 \text{ kN/m}$

Nutzlast $= 1,20 \text{ kN/m}^2 * 3,60 \text{ m} = 4,35 \text{ kN/m}$

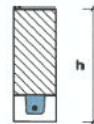
Schnittgrößen und Bemessung

$$q_d = 1,35 * (6,30 \text{ kN/m} + 23,4 \text{ kN/m}) + 1,50 * 4,35 \text{ kN/m} = 46,6 \text{ kN/m}$$

KS-Flachstürze *)

Anlage Nr.: 2.1 zum Beschai
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 2.04.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinformat : 3 DF (Breite $B = 17,5 \text{ cm}$)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 2 $\varnothing 10$ – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Lochsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Druckzone aus Mauerwerk

Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)											
lichte Weite L_n [m]	23,8		36,3		48,8		61,3		73,8		
	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	
0,635	–	22,45	–	72,9	–	92,65	–	92,65	–	92,65	
0,760	19,59	17,50	59,13	50,0	68,99	90,44	68,99	90,44	68,99	90,44	
0,885	15,67	14,27	42,79	37,6	60,37	83,51	60,37	86,66	60,37	86,66	
1,010	13,01	12,02	33,19	29,8	53,66	66,16	53,66	77,52	53,66	77,52	
1,135	11,10	10,30	26,35	24,0	47,00	56,29	47,00	66,13	47,00	66,13	
1,260	9,66	8,95	22,56	20,90	43,90	41,30	43,90	64,02	43,90	64,02	
1,385	8,19	7,57	19,35	18,10	37,47	34,48	40,25	58,89	40,25	58,89	
1,510	6,98	6,49	16,91	15,93	31,71	29,49	37,15	51,64	37,15	54,52	
1,635	6,02	5,62	14,99	14,20	27,39	25,69	34,50	43,60	34,50	50,75	
1,760	5,24	4,92	13,44	12,80	24,06	22,71	32,20	37,60	32,20	47,48	
1,885	4,61	4,34	12,17	11,64	21,41	20,32	30,18	32,96	30,18	44,59	
2,010	4,08	3,86	11,03	10,44	19,25	18,36	28,41	29,28	28,41	42,04	
2,135	3,64	3,45	9,84	9,34	17,48	16,73	26,83	26,30	26,83	39,77	
2,260	3,27	3,11	8,83	8,40	15,99	15,35	24,96	23,83	25,42	35,57	
2,385	2,95	2,81	7,97	7,60	14,72	14,18	22,71	21,77	24,15	32,06	
2,510	2,67	2,56	7,23	6,91	13,62	13,02	20,82	20,01	23,00	29,15	
2,635	2,44	2,33	6,59	6,31	12,41	11,88	19,20	18,51	21,95	26,69	
2,760	2,23	–	6,03	–	11,35	–	17,81	–	21,00	–	

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 2.4.2026 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge $l \geq 11,5 \text{ cm}$ je Auflager

Position 141.1 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 4 DF mit Stützweite 1,01 m

Alternativ: 2 x KS- Flachsturz 2 DF mit Stützweite 1,01 m (Auflagerlänge 11,5 cm)

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.**Belastung aus ständigen Lasten**

24er KS-MW

 $0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 0,50 \text{ m}$ $= 2,20 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung $q_d = 1,35 * 2,20 \text{ kN/m} = 2,95 \text{ kN/m}$

konstruktiv gewählt

Konstruktive Hinweise

- Über den neuen KS- Sturz liegt ein vorh. Stb.-Balken der die Last aus dem Dach aufnimmt
- Auflagerlänge $l \geq 11,5 \text{ cm}$ je Auflager

Position 142 – Stb.- Türsturz

b / h = 24 / 52,5 cm
XC1, XC3/ WO

Stützweite $L \leq 1,635$ m
 $C_{nom,oben} = 3,50$ cm $C_{nom} = 2,00$ cm

Beton C25/30
B 500 S/M

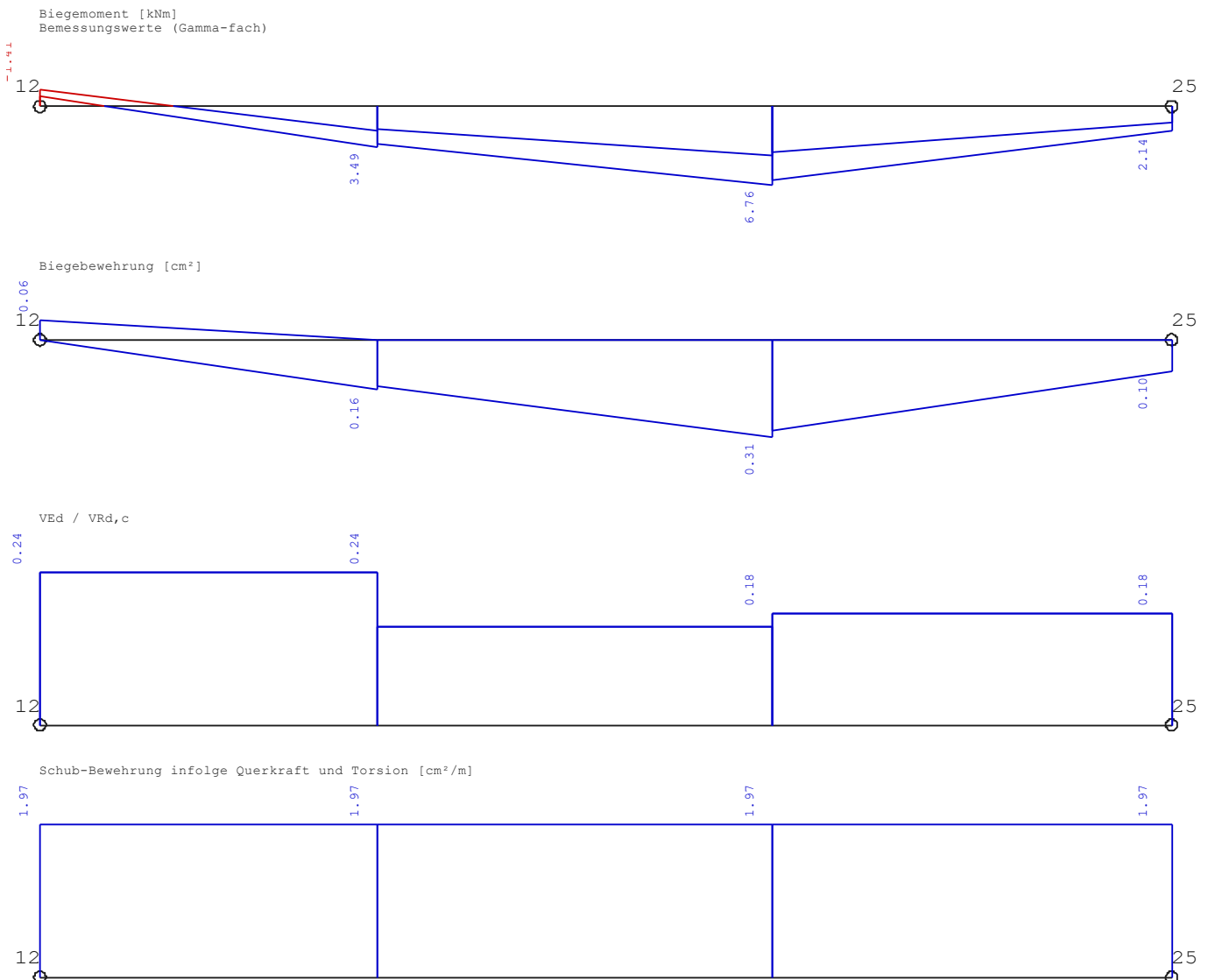
Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U3)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Unterzug U3

Maßstab 1 : 9



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8/20 cm (zweischnittig)

Position 143 – Stb.- Türsturz

b / h = 24 / 52,5 cm
XC1, XC3/ WO

Stützweite $L \leq 1,885$ m
 $C_{nom, oben} = 3,50$ cm $C_{nom} = 2,00$ cm

Beton C25/30
B 500 S/M

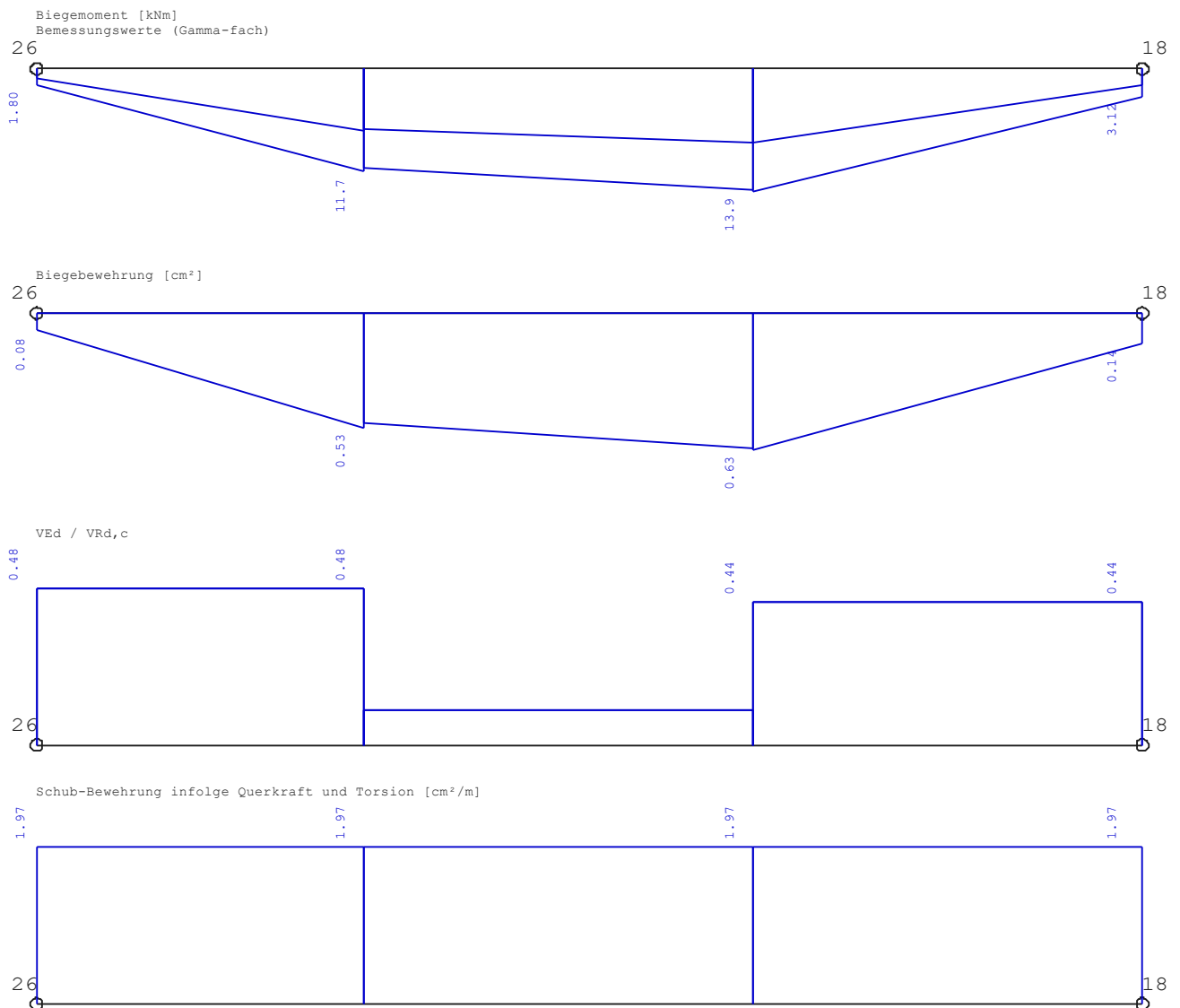
Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 116 bemessen (U7)

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Unterzug U7

Maßstab 1 : 10



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8/20 cm (zweischnittig)

Position 144 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite l ≤ 1,885 m

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,0 cm

B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24er KS-MW	0,24 m * 18,00 kN/m³ * 1,80 m	= 7,80 kN/m
24er KS-MW	0,24 m * 18,00 kN/m³ * 2,50 m	= 10,8 kN/m
Ringbalken b/h = 24/25 cm	25,00 kN/m³ * 0,24m * 0,25 m	= 1,50 kN/m

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= 6,10 kN/m² * 4,10 m	= 26,2 kN/m
Nutzlast	= 2,30 kN/m² * 4,10 m	= 9,45 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

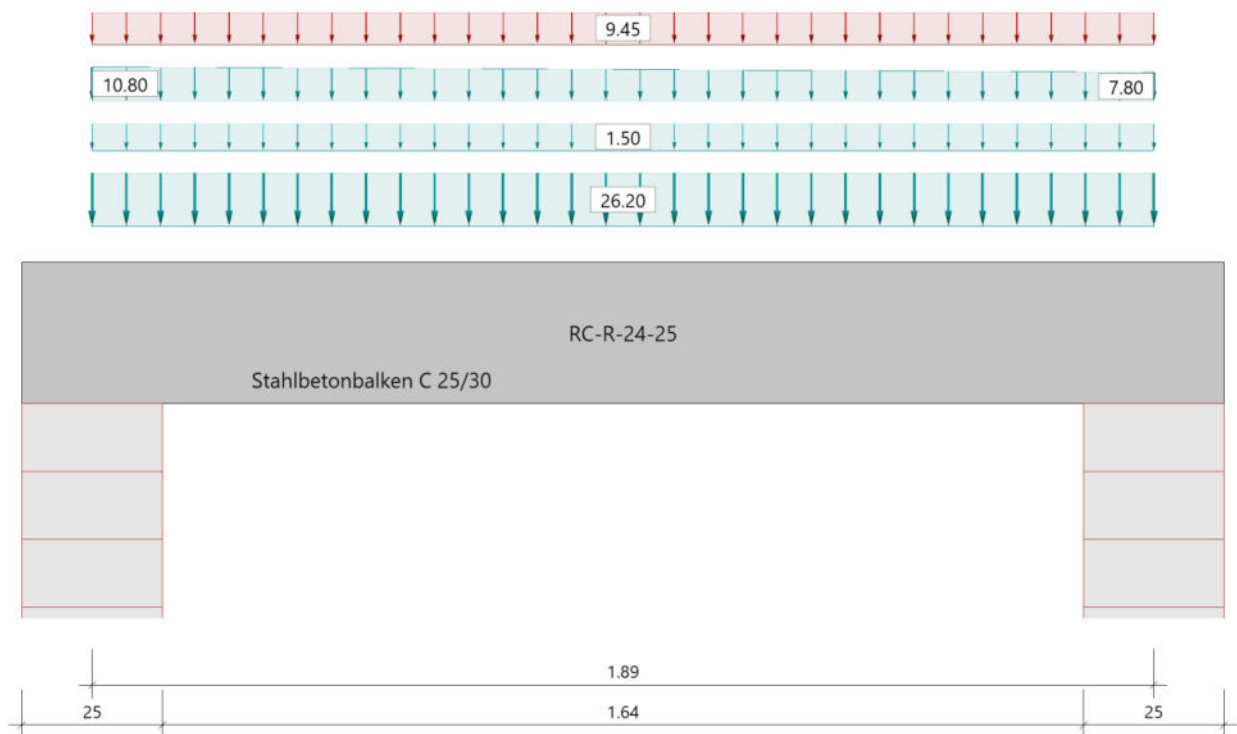
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	1.89	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	TL		1.89		10.80	7.80	Nein	ständig		
	2	GL		1.89		1.50		Nein	ständig		
	3	GL		1.89		26.20		Nein	ständig		
	4	GL		1.89		9.45		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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 284 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
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.30$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.66$ und dem Erhöhungsfaktor 1.38

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.6 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

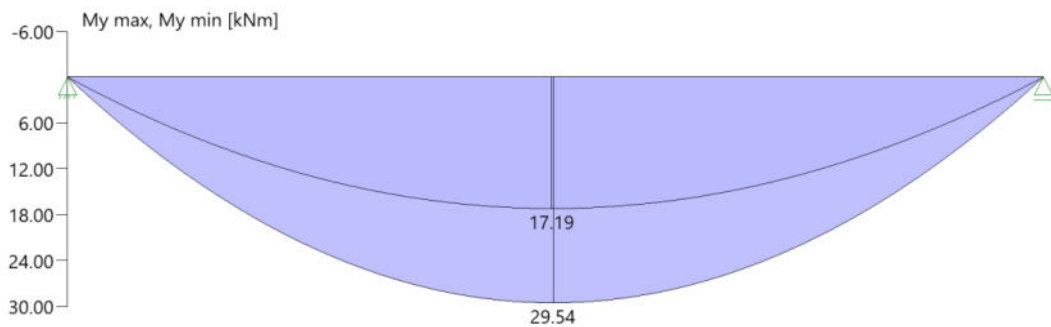
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

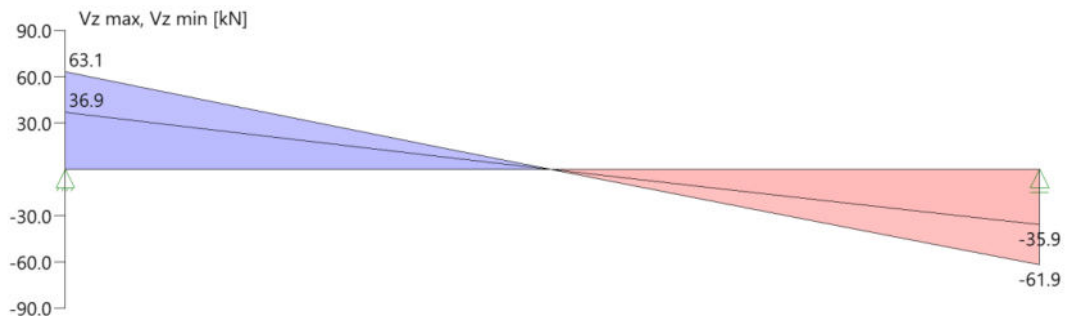
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{V,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	63.1	1
	0.00	0.00	0.00	36.9	2
	0.94	0.94	29.54	0.0	1
	1.89	1.89	0.00	-35.9	2
	1.89	1.89	0.00	-61.9	1
	1.89	1.89	0.00	-61.9	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
Feld 1	0.94	0.94	29.54	29.54	21.4	0.26	3.5	0.0	1
	1.68	1.68	11.58	11.58	21.4	0.10	1.2	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.9 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 1.9 cm² 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]	a_{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	54.6	23.1	24.8	145.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.74	40.2	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	0.55	0.74	25.8	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.77	0.74	-53.8	22.9	24.8	144.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.55	0.74	-40.0	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.55	1.34	0.74	-26.1	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1

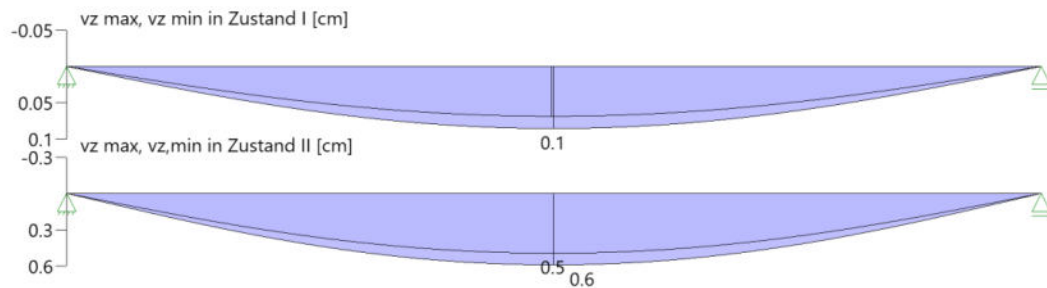
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

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	0.95	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.30$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.66$ und dem Erhöhungsfaktor 1.38 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.95	0.3	1/710	0.6	1/319	0.6	0.94

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

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
f _{Ell,φ_ε} : maßgebende Durchbiegung							

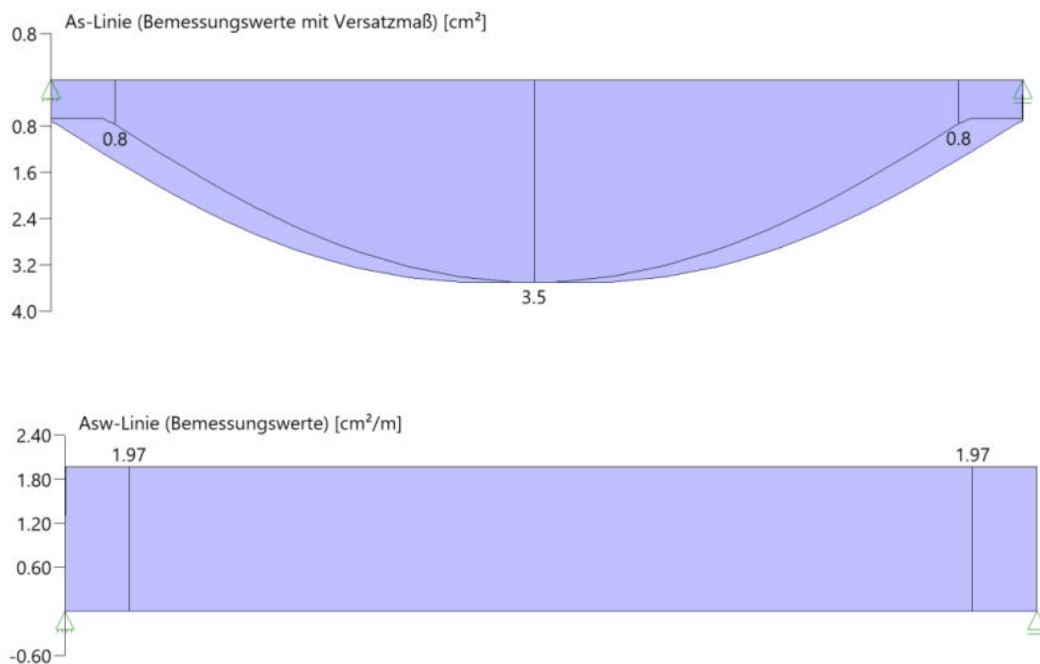
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f _{ck} = 11.25 N/mm ²									
Feld	x [m]	M _y [kNm]	A _{su} [cm ²]	A _{so} [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	φ _{nl} (t ₀ ,t)	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.04	3.5		1.53	2.30	16	100	4
	0.70	16.05	3.5		254.45	2.30	16	46	4
	0.94	17.19	3.5		272.46	2.30	16	42	4
	1.09	16.73	3.5		265.11	2.30	16	43	4
	1.89	0.04	3.5		1.53	2.30	16	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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 Schnee H < 1000 m	36.9	36.9 8.9		
2	1.89	ständig Schnee H < 1000 m	35.9	35.9 8.9		

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	10.80	7.80	0.00	1.89
L 2	*	ständig	2	1.50	1.50	0.00	1.89
L 3	*	ständig	3	26.20	26.20	0.00	1.89
L 4	1	Schnee	4	9.45	9.45	0.00	1.89

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.00
L 4	1.50		1.00	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 16 (4,02 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 144.1 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 1,885$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 110 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,50 \text{ m}$	= 27,5 kN/m
Nutzlast	= $2,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,50 \text{ m}$	= 10,4 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

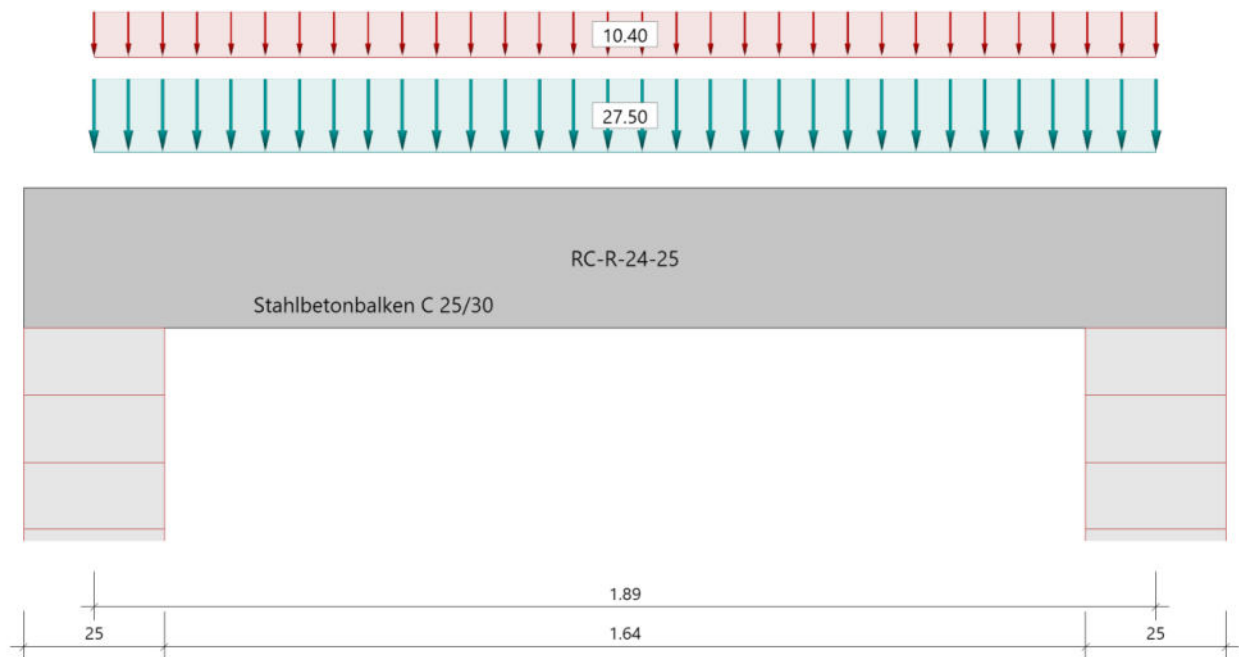
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.89	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.89		27.50		Nein	ständig		
	2	GL		1.89		10.40		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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 284 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
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.6 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

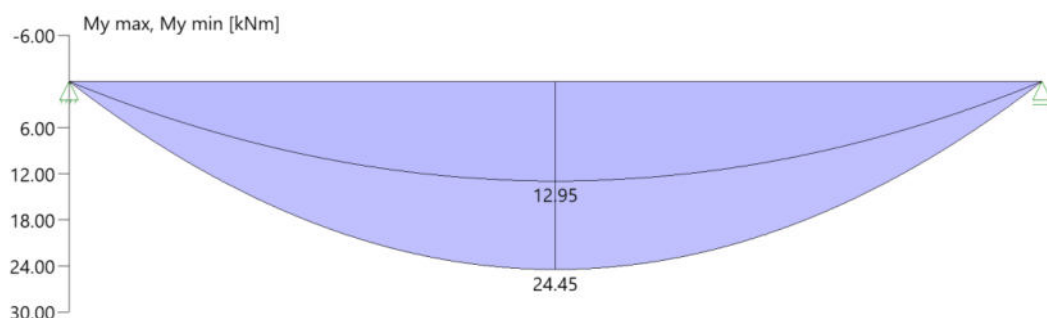
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

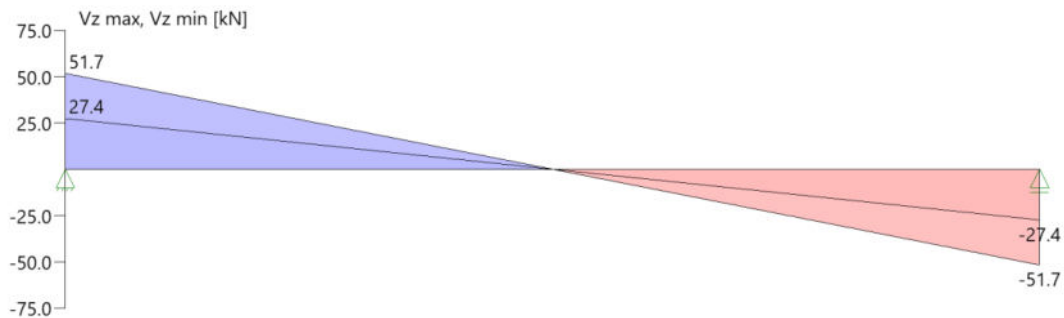
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{v,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	51.7	1
	0.00	0.00	0.00	27.4	2
	0.95	0.95	24.45	0.0	1
	1.89	1.89	0.00	-27.4	2
	1.89	1.89	0.00	-51.7	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	0.95	0.95	24.45	24.45	21.4	0.21	2.8	0.0	1
	1.68	1.68	9.66	9.66	21.4	0.09	1.0	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.5 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.5 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	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	44.9	18.7	24.8	122.6	VRd,max > VEd		
	rechts *	0.34	0.34	0.74	33.2	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.55	0.55	0.74	21.5	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.77	0.74	-44.9	18.7	24.8	122.6	VRd,max > VEd		
	links *	0.34	1.55	0.74	-33.2	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.55	1.34	0.74	-21.5	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

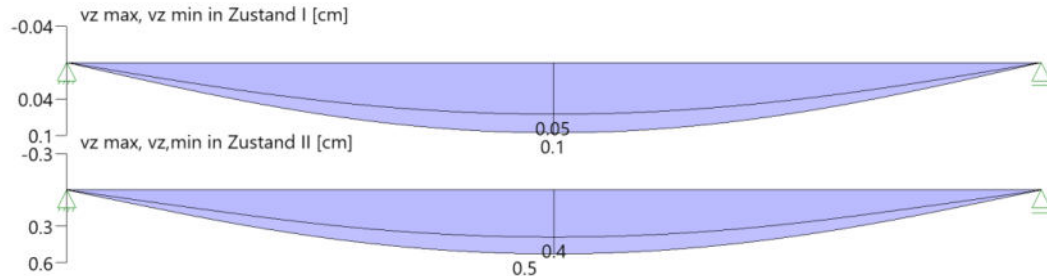
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

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	0.95	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.51$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.95	0.2	1/856	0.5	1/359	0.5	0.84

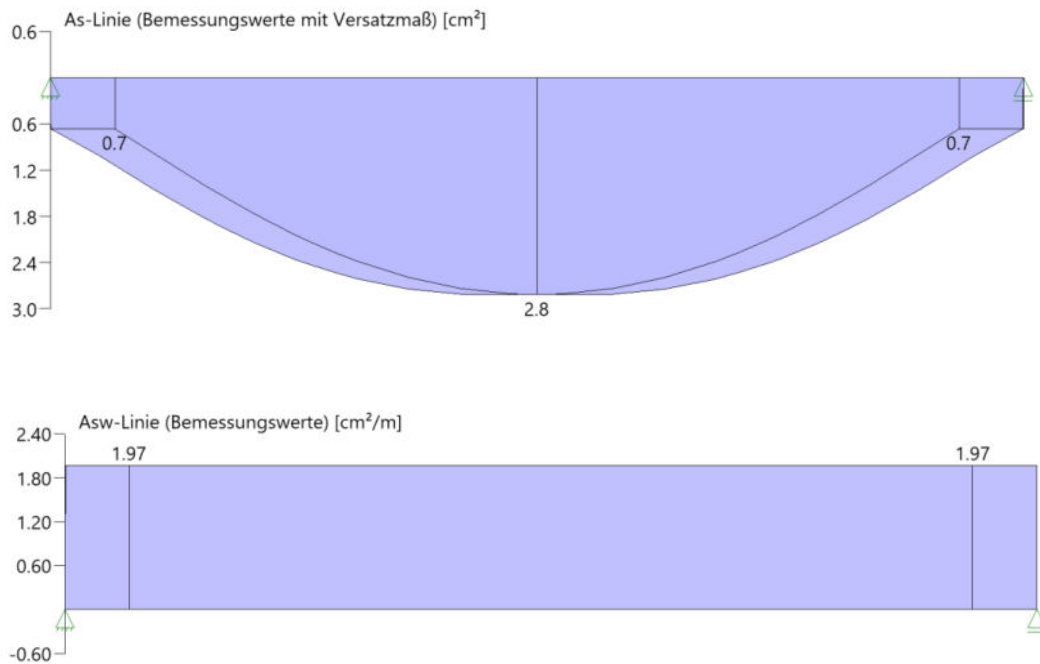
x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow$ zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [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	0.03	2.8		1.89	-0.09	16	100	4
	0.70	12.05	2.8		231.05	-10.20	16	39	4
	0.95	12.95	2.8		248.24	-11.00	16	35	4
	1.19	12.05	2.8		231.05	-10.20	16	39	4
	1.89	0.03	2.8		1.89	-0.09	16	100	4

As-Deckungslinien



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 Schnee H < 1000 m	27.4	27.4 9.8		
2	1.89	ständig Schnee H < 1000 m	27.4	27.4 9.8		

Maßgebliche Kombinationen

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

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	27.50	27.50	0.00	1.89
L 2	1	Schnee	2	10.40	10.40	0.00	1.89

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	
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 145 – Stb.-Fenstersturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite l ≤ 2,26 m
Beton C25/30 XC1, WO c_{nom} = 2,0 cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24er KS-MW	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 0,85 \text{ m}$	= 3,70 kN/m
24er KS-MW	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,60 \text{ m}$	= 6,95 kN/m
Ringbalken b/h = 24/25 cm	$25,00 \text{ kN/m}^3 * 0,24 \text{ m} * 0,25 \text{ m}$	= 1,50 kN/m

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,10 \text{ kN/m}^2 * 4,10 \text{ m}$	= 25,0 kN/m
Nutzlast	= $2,20 \text{ kN/m}^2 * 4,10 \text{ m}$	= 9,05 kN/m

Belastung aus Pos 103 – Mittelpfette

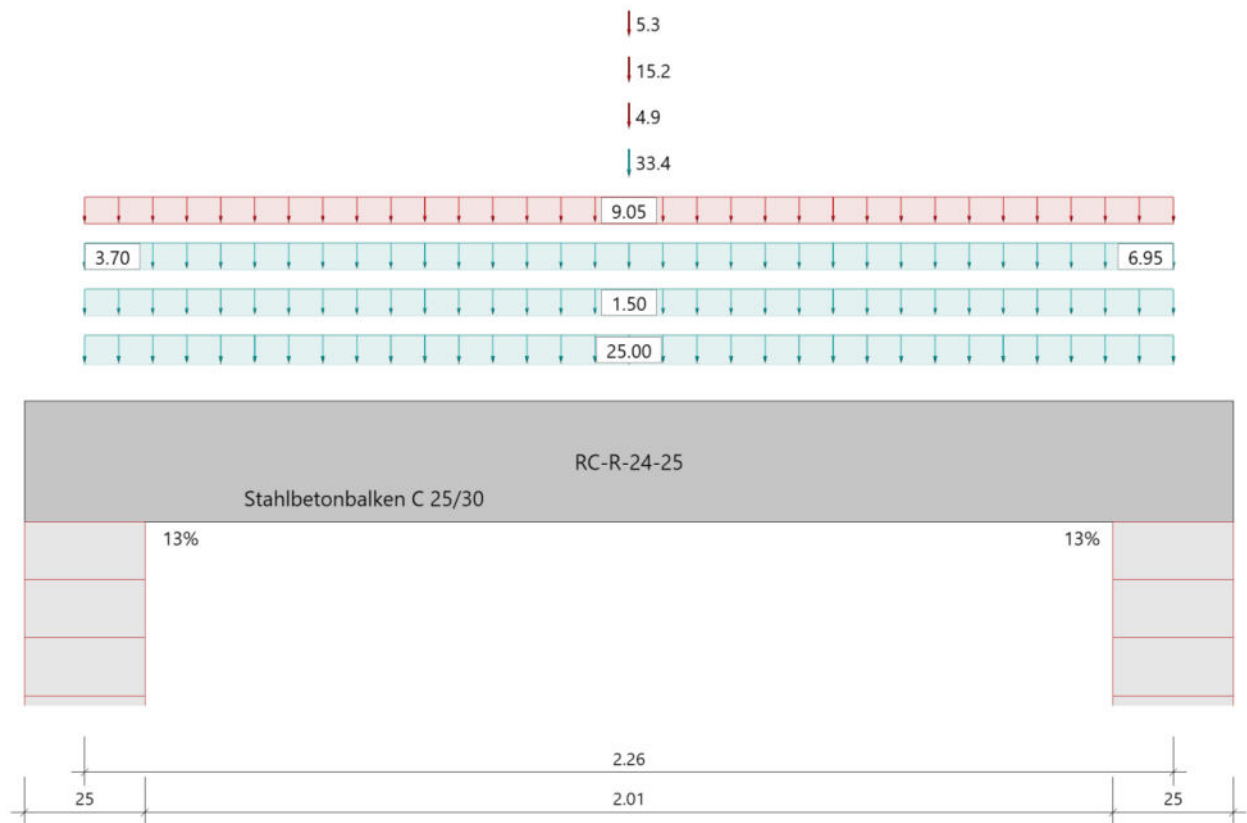
G _k	= $29,6 \text{ kN} + 25,00 \text{ kN/m}^3 * 0,24 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 1,25 \text{ m}$	= 33,4 kN
Q _{PV,k}		= 4,90 kN
Q _{wk}		= 15,2 kN
Q _{sk}		= 5,30 kN

Schnittgrößen und Bemessung**Grundparameter**

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	1921.5	0.0
2	2.26	-1	-1	0.0	1921.5	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 13.0 % rechts : 13.0 %

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	1.13	33.4	kN	ständig ständig, demontierbar (PV) Wind Schnee		
	2	kraft	1.13	4.9	kN			
	3	kraft	1.13	15.2	kN			
	4	kraft	1.13	5.3	kN			
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe								

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	5	TL		2.26		3.70	6.95	Nein	ständig		
	6	GL		2.26		1.50		Nein	ständig		
	7	GL		2.26		25.00		Nein	ständig		
	8	GL		2.26		9.05		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											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 339 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.94$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.57$ und dem Erhöhungsfaktor 2.51

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.0 cm	oben = 3.8 cm
Abminderung der Stützmomente	$\leq 15 \text{ ‰}$	

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- 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 $\cot(\Theta)/2$.

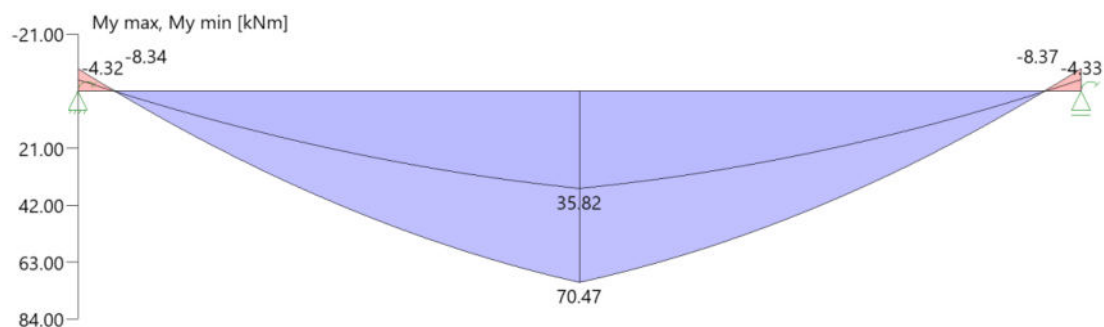
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

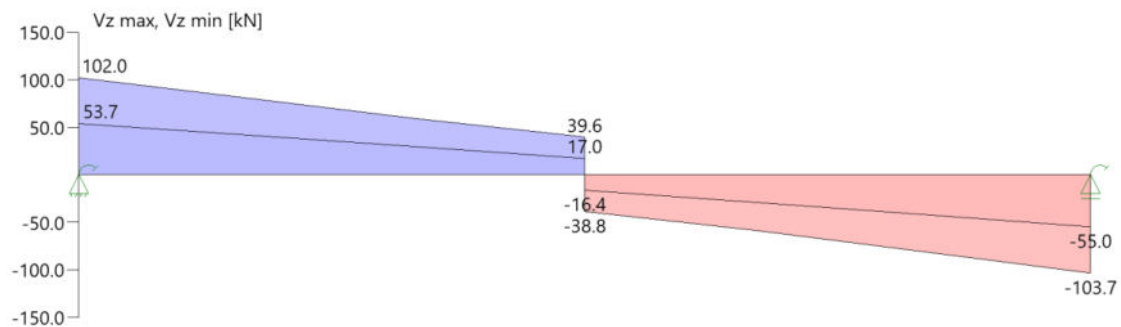
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	-4.32	53.7	1
	0.00	0.00	-8.34	102.0	2
	1.13	1.13	70.47	-36.3	2
	2.26	2.26	-8.37	-103.7	2
	2.26	2.26	-4.33	-55.0	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	1.13	1.13	70.47	70.47	21.0	0.45	9.4	3.6	2
	2.03	2.03	13.87	13.87	21.0	0.12	1.5	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.4 cm² zu verankern.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	-8.34	-5.23	-5.23		21.2	0.06		0.7	1) 2
2	links	0.00	2.26	-8.37	-5.21	-5.21		21.2	0.06		0.7	1) 2

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

Querkraftbewehrung

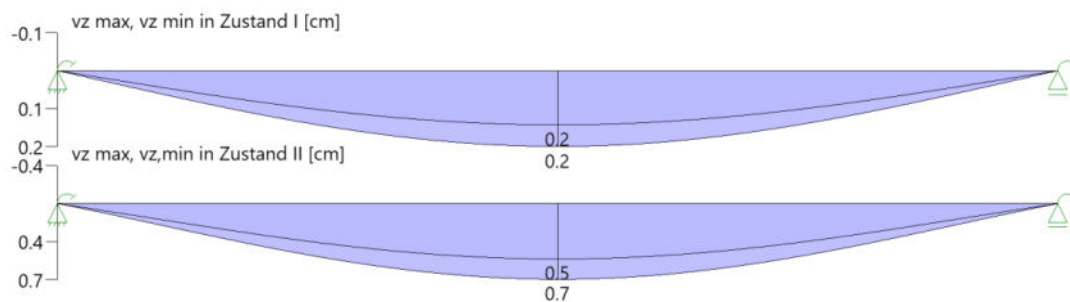
Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$VR_{d,c}$ [kN]	$VR_{d,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.71	94.9	31.4	24.5	170.3	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.71	83.0	30.1	24.5	166.0	12.5	7.38	2
	*	0.55	0.55	0.71	71.0	30.1	29.1	166.0	12.5	6.31	2
2	links	0.13	2.14	0.71	-96.1	31.6	24.5	170.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.93	0.71	-83.4	30.2	24.5	166.1	12.5	7.43	2
	*	0.55	1.72	0.71	-70.9	30.2	29.2	166.1	12.5	6.31	2

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

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.94$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.57$ und dem Erhöhungsfaktor 2.51 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.3	1/739	0.7	1/324	0.7	0.93

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

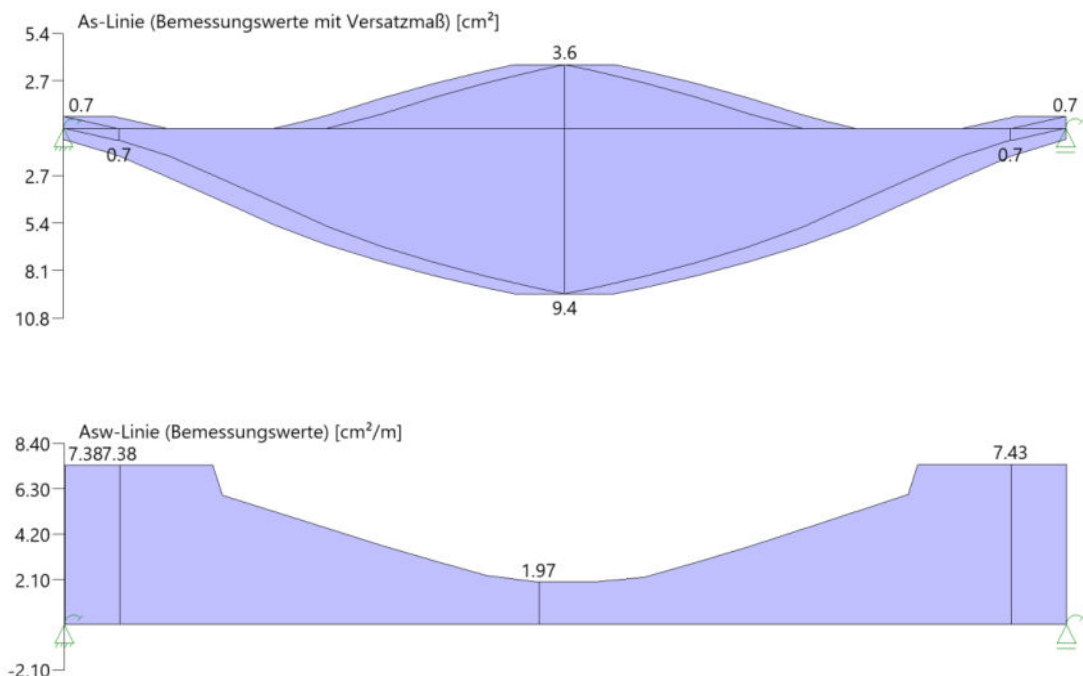
Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-4.51	9.4	3.6	70.81	3.94	16	100	4
	0.95	34.34	9.4	3.6	215.88	3.94	20	100	4
	1.13	38.34	9.4	3.6	241.03	3.94	20	100	4
	1.31	34.44	9.4	3.6	216.53	3.94	20	100	4
	2.26	-4.53	9.4	3.6	71.09	3.94	16	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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	53.7	53.7	-4.32	-4.32
		ständig, demontierbar (PV)		2.5	-0.25	
		Windlasten		7.6	-0.79	
		Schnee H < 1000 m		12.9	-0.98	
2	2.26	ständig	55.0	55.0	4.33	4.33
		ständig, demontierbar (PV)		2.5		0.25
		Windlasten		7.6		0.79
		Schnee H < 1000 m		12.9		0.98

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	102.0	-8.34
		Lk 1	53.7	-4.32
2	2.26	Lk 2	103.7	8.37
		Lk 1	55.0	4.33

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	5	3.70	6.95	0.00	2.26
L 2	*	ständig	6	1.50	1.50	0.00	2.26
L 3	*	ständig	7	25.00	25.00	0.00	2.26
L 4	1	Schnee	4	5.30	*	1.13	*
			8	9.05	9.05	0.00	2.26
L 5	1	ständig	1	33.40	*	1.13	*
L 6	1	ständig, demontierbar (PV)	2	4.90	*	1.13	*
L 7	1	Wind	3	15.20	*	1.13	*

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2	1.00	1.35	1.00	1.00
L 3	1.00	1.35	1.00	1.00
L 4		1.50	1.00	
L 5	1.00	1.35	1.00	1.00
L 6		1.35	1.00	1.00
L 7		0.90	0.60	
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 16 (4,02 cm²)

unten: 3 Ø 20 (9,42 cm²)

Bügel Ø 10 / 20 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 146 – Fenstersturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 2,26$ m
Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24er KS-MW	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 2,30 \text{ m}$	= 9,95 kN/m
Ringbalken b/h = 24/25 cm	$25,00 \text{ kN/m}^3 * 0,24 \text{ m} * 0,25 \text{ m}$	= 1,50 kN/m

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,10 \text{ kN/m}^2 * 1,00 \text{ m}$	= 6,10 kN/m
Nutzlast	= $2,30 \text{ kN/m}^2 * 1,00 \text{ m}$	= 2,30 kN/m

Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 3)

g_k	= 3,30 kN/m
q_{wk}	= 1,15 kN/m
q_{sk}	= 1,80 kN/m
q_{PVk}	= 0,60 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

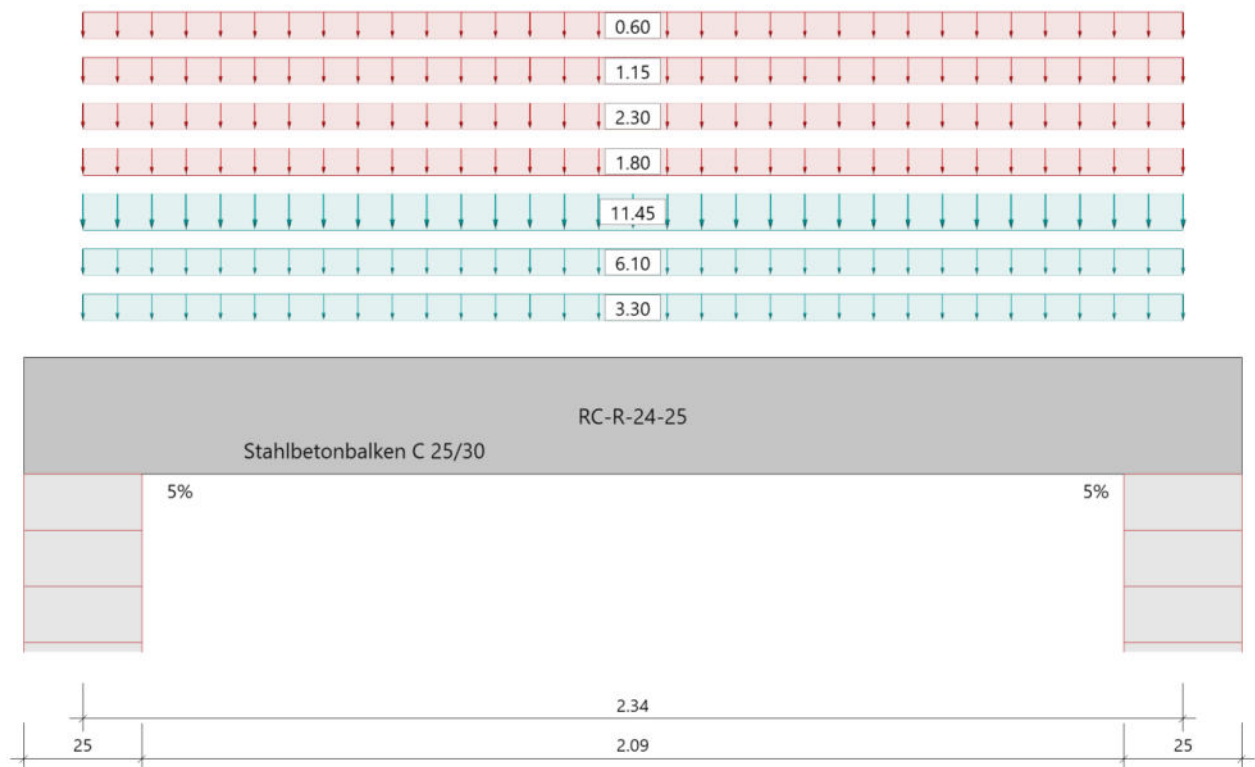
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	653.7	0.0
2	2.34	-1	-1	0.0	653.7	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 5.0 % rechts : 5.0 %

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		2.34		11.45		Nein	ständig		
	2	GL		2.34		6.10		Nein	ständig		
	3	GL		2.34		2.30		Ja	Schnee		
	4	GL		2.34		3.30		Nein	ständig		
	5	GL		2.34		1.15		Ja	Wind		
	6	GL		2.34		1.80		Ja	Schnee		
	7	GL		2.34		0.60		Ja	ständig, demontierbar (PV)		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 351 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
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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU =	50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	f_{ck} =	25 N/mm ²	
Belastungsalter	t_0 =	28 Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0, t)$ =	2.85	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.53 ‰	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.82$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.71$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07

Betondeckung

Betondeckung	unten =	2.0 cm	oben =	2.0 cm
	links =	2.0 cm	rechts =	2.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	3.5 cm	oben =	3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

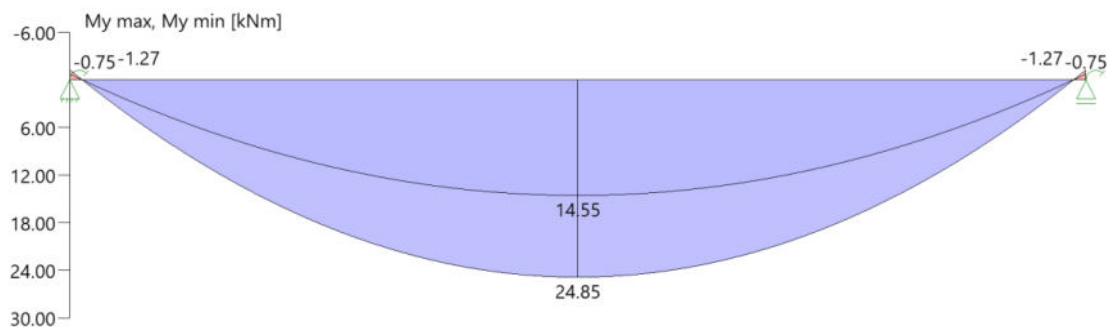
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

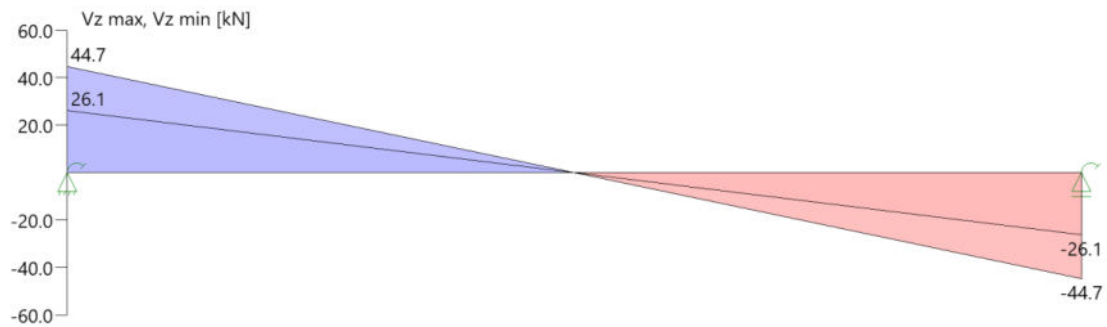
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	My,Ed [kNm]	Vz,Ed [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-0.75	26.1	1
	0.00	0.00	-1.27	44.7	2
	1.17	1.17	24.85	0.0	2
	2.34	2.34	-0.75	-26.1	1
	2.34	2.34	-1.27	-44.7	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	1.17	1.17	24.85	24.85	21.5	0.21	2.9	0.0	2
	2.11	2.11	7.99	7.99	21.5	0.08	0.8	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 1.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.4 cm² 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 [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	39.9	18.4	24.9	121.6	VRd,max > VEd		
	rechts	0.34	0.34	0.74	31.7	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	0.56	0.74	23.5	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
2	links	0.13	2.22	0.74	-39.9	18.4	24.9	121.6	VRd,max > VEd		
	links	0.34	2.00	0.74	-31.7	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	1.79	0.74	-23.5	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

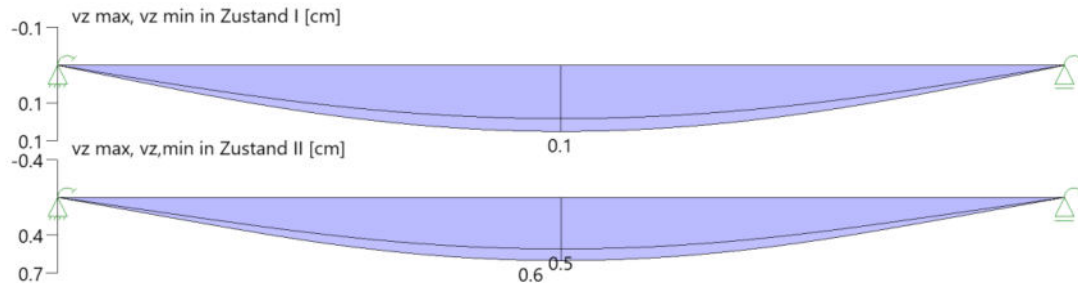
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.17	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.82$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.71$ und dem Erhöhungsfaktor 1.07 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.17	0.3	1/737	0.6	1/389	0.6	0.77

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

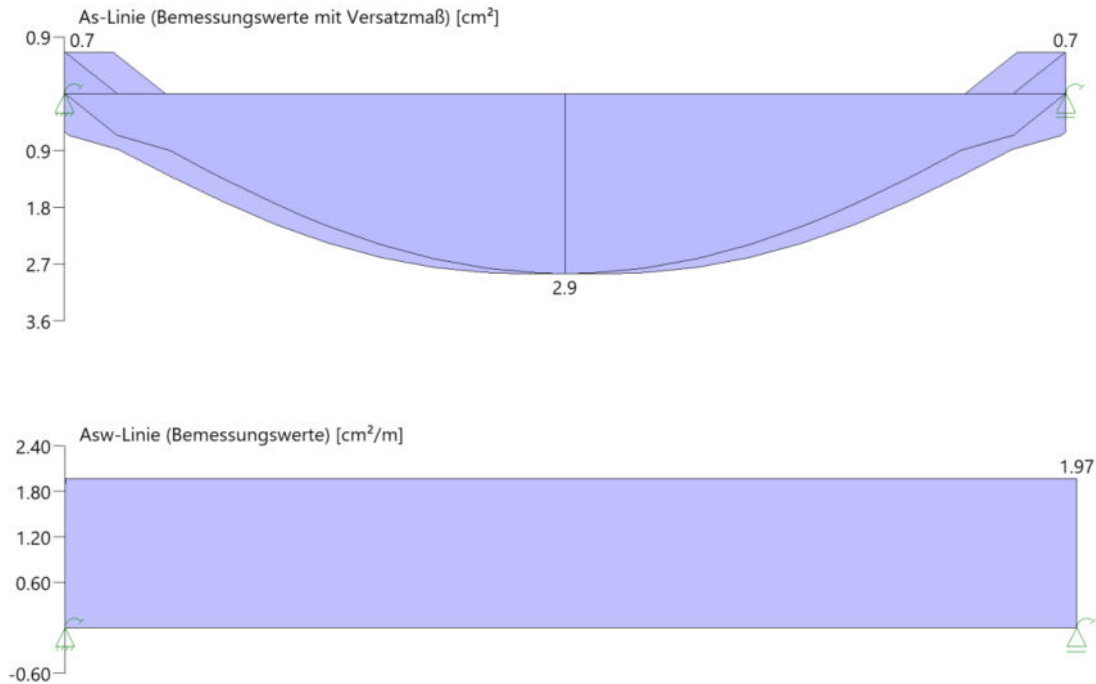
Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh d_s [mm]	zul d_s [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-0.74	2.9	0.7	56.90	1.82	10	100	4
	0.99	14.55	2.9	0.7	274.12	1.82	14	31	4
	1.17	14.94	2.9	0.7	281.49	1.82	14	30	4
	1.35	14.55	2.9	0.7	274.12	1.82	14	31	4
	2.34	-0.74	2.9	0.7	56.90	1.82	10	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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	26.1	26.1	-0.75	-0.75
		ständig, demontierbar (PV)		0.7	-0.02	
		Windlasten		1.3	-0.04	
		Schnee H < 1000 m		4.8	-0.14	
2	2.34	ständig	26.1	26.1	0.75	0.75
		ständig, demontierbar (PV)		0.7	0.02	
		Windlasten		1.3	0.04	
		Schnee H < 1000 m		4.8	0.14	

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 2	44.7	-1.27
		Lk 1	26.1	-0.75
2	2.34	Lk 2	44.7	1.27
		Lk 1	26.1	0.75

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	11.45	11.45	0.00	2.34
L 2	*	ständig	2	6.10	6.10	0.00	2.34
L 3	*	ständig	4	3.30	3.30	0.00	2.34
L 4	1	Schnee	3	2.30	2.30	0.00	2.34
			6	1.80	1.80	0.00	2.34
L 5	1	Wind	5	1.15	1.15	0.00	2.34
L 6	1	ständig, demontierbar (PV)	7	0.60	0.60	0.00	2.34

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2	1.00	1.35	1.00	1.00
L 3	1.00	1.35	1.00	1.00
L 4		1.50	1.00	
L 5		0.90	0.60	
L 6		1.35	1.00	1.00
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 147 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 1,325$ m
Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 101 – Sparren (Auflager 1)

g_k	= 2,20 kN/m
q_{wk}	= 0,15 kN/m
q_{sk}	= 1,20 kN/m
q_{Pvk}	= 0,40 kN/m

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$	= 6,10 kN/m
Nutzlast	= $2,30 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$	= 2,30 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

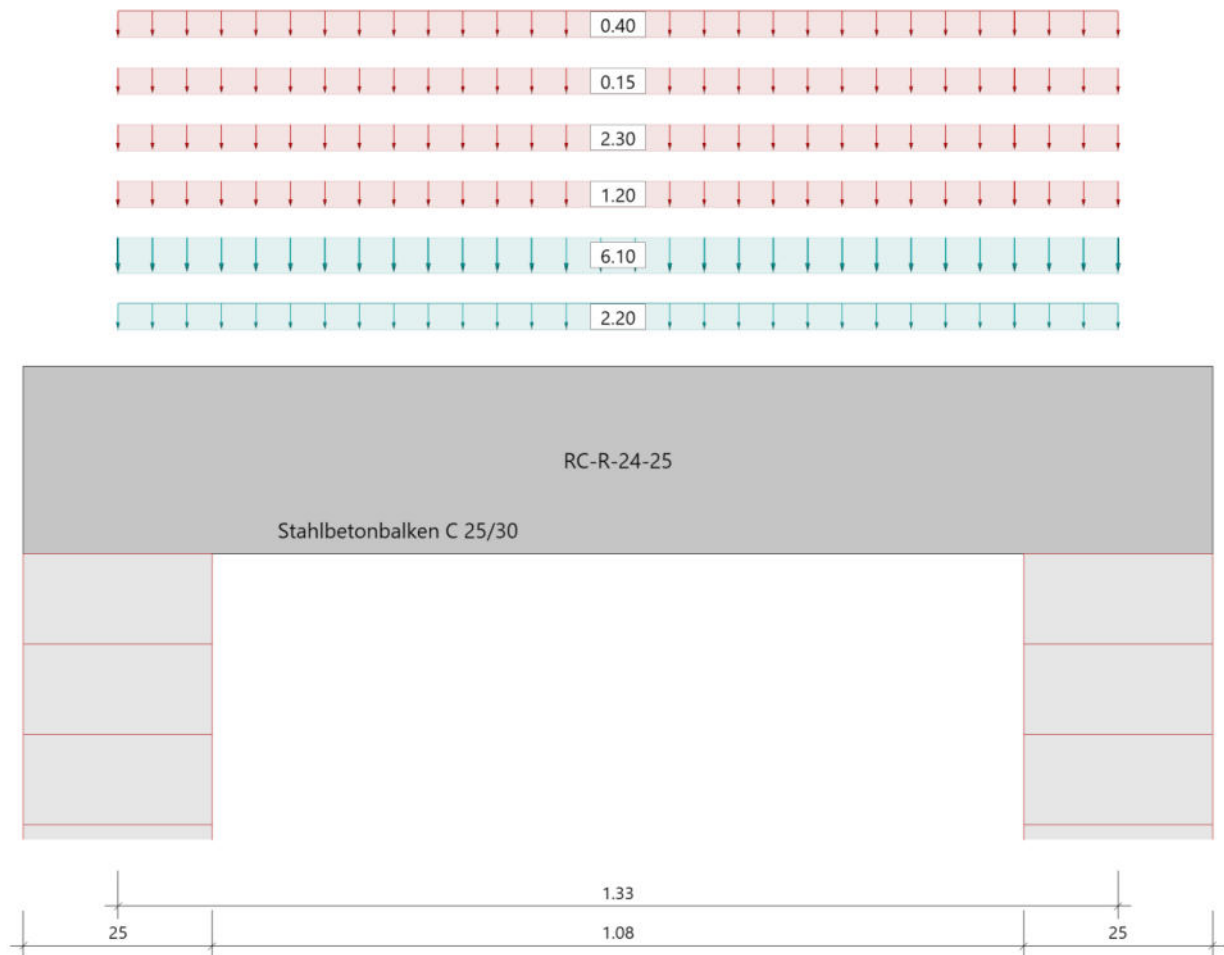
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.33	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.33		6.10		Nein	ständig		
	2	GL		1.33		2.30		Ja	Schnee		
	3	GL		1.33		2.20		Nein	ständig		
	4	GL		1.33		0.15		Ja	Wind		
	5	GL		1.33		1.20		Ja	Schnee		
	6	GL		1.33		0.40		Ja	ständig, demontierbar (PV)		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 199 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
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

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
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8$ mm
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10$ mm
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10$ mm
Bügel	$c_{min,b} = 10$ mm
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20$ mm

Längsbewehrung $c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$
 Betondeckung $c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
 Verlegemaß Bügel $c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
 zul. Rissbreite $w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte LU = 50 % Zement Typ N,R
 Normalbeton $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$ $t = \text{unendlich}$
 Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 2.85$
 Schwindmaß $\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm
 links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 4.3 cm oben = 4.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

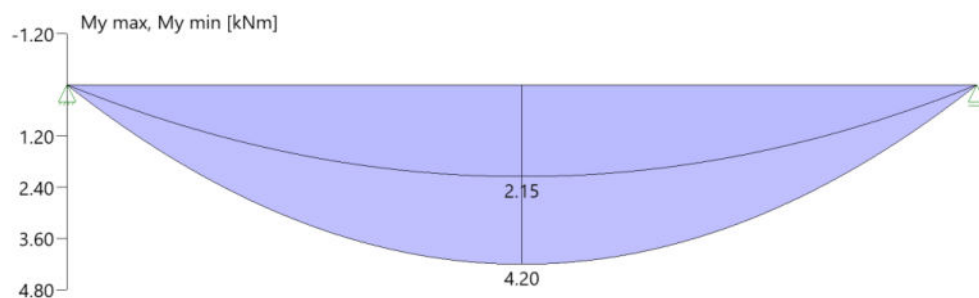
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

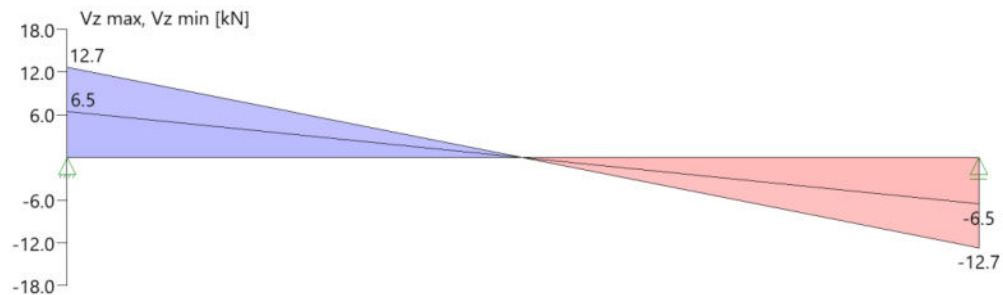
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	12.7	1
	0.00	0.00	0.00	6.5	2
	0.66	0.66	4.20	0.0	1
	1.33	1.33	0.00	-6.5	2
	1.33	1.33	0.00	-12.7	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	0.13	0.13	1.49	1.49	20.7	0.03	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	0.67	0.67	4.20	4.20	20.7	0.05	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	1.15	1.15	1.97	1.97	20.7	0.04	0.7	0.0	1 ¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 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]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.67	10.3	18.4	24.3	106.3	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.33	0.33	0.67	6.3	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.54	0.54	0.67	2.4	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.20	0.67	-10.3	18.4	24.3	106.3	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.33	0.99	0.67	-6.3	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.54	0.79	0.67	-2.4	18.4	24.3	106.3	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

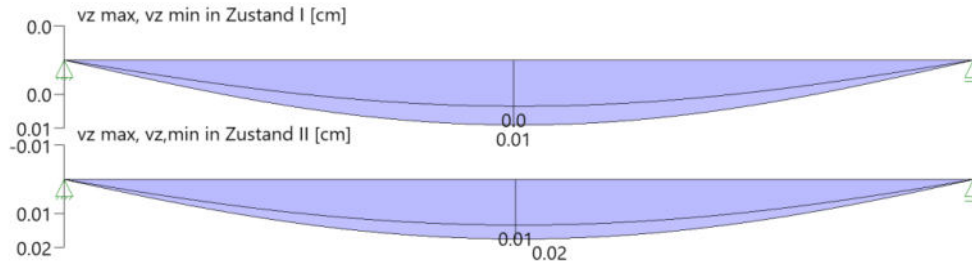
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.66	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.52$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.66	0.0	1/32852	0.02	1/7584	0.02	0.04

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [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	0.01	0.7		7.59	-0.16	10	100	4
	0.49	2.08	0.7		158.33	-3.38	10	49	4
	0.66	2.24	0.7		170.11	-3.63	10	43	4
	0.84	2.08	0.7		158.33	-3.38	10	49	4
	1.32	0.01	0.7		7.59	-0.16	10	100	4

As-Deckungslinien



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) Windlasten Schnee H < 1000 m	6.5	6.5 0.3 0.1 2.3		
2	1.33	ständig ständig, demontierbar (PV) Windlasten Schnee H < 1000 m	6.5	6.5 0.3 0.1 2.3		

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	6.10	6.10	0.00	1.33
L 2	*	ständig	3	2.20	2.20	0.00	1.33
L 3	1	Schnee	2	2.30	2.30	0.00	1.33
			5	1.20	1.20	0.00	1.33
L 4	1	Wind	4	0.15	0.15	0.00	1.33
L 5	1	ständig, demontierbar (PV)	2	0.40	0.40	0.00	1.33

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00
L 3	1.50		1.00	
L 4	0.90		0.60	
L 5	1.35		1.00	1.00
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 148 bis 149 - Reservepositionen

Position 150 – Mauerwerkspfeiler Außenwand

b / d = 41 / 24 cm h = 3,25 m KS-L-16–1,80–MG II
Alternativ: KS-L-12-1,80-DM

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastungen aus Position 119 – Stb.-Fenstersturz (Auflager 2)

G_k	= 95,2 kN
Q_N	= 23,8 kN

Belastung aus Wind

q_k	= 0,55 kN/m ² * 2,90 m	= 1,60 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Mauerwerk Pfeiler MWP+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

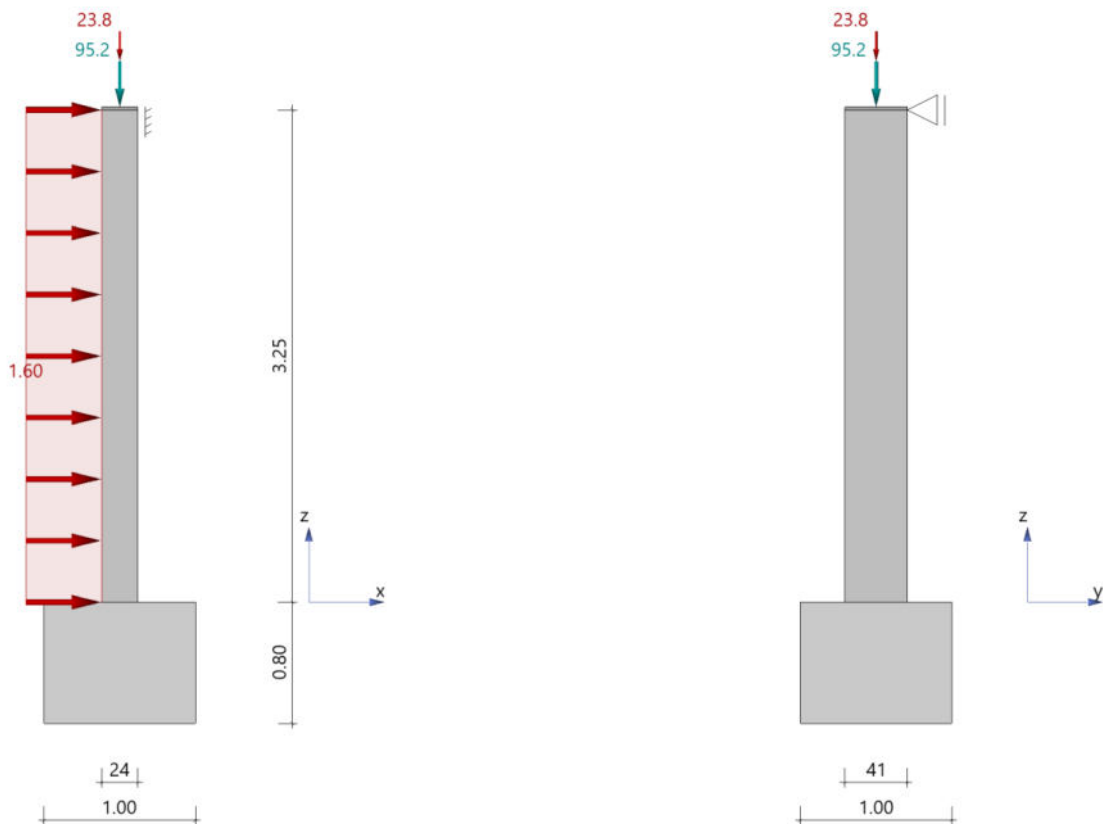
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 50



Materialkennwerte

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
KS	16	II	1.8	KSL-16-1,8-MG II	4.60	16.00	2.50	0.08	18.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

Pfeiler

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
3.25	24.0	41.0	5.8	eingespannt	Pendelstütze	0.0	0.0	0.0	0.0

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
G_0 : Pfeilereigengewicht Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche									

Lasten

Vertikallasten

Nr.	G [kN]	Q [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	Einwirkung
1	95.2	23.8	0.0	0.0	Kat. A: Wohngebäude
G : ständiger Lastanteil Q : veränderlicher Lastanteil e_x : Ausmitte in x-Richtung e_y : Ausmitte in y-Richtung Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Horizontallasten

Nr.	Typ	Richtung	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
2	Gleichlast	x	0.00	1.60	Windlasten
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Gh	1.00	1.00	1.00	Gh (Last 2)
3	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 1
4	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 2
Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten Gh: ständige Anteile horizontaler Lasten Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten Typ : Lastfallart K_0 : Drucknachweis K_2 : Schubnachweis K_5 : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität)					

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

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

z	e_x [m]	e_y [cm]	E_x [cm]	E_y	vorh E	zul E	η
3.25	1.5	0.0	0.06	0.00	0.06	0.33	0.18
1.63	0.7	0.0	0.03	0.00	0.03	0.33	0.09
0.00	1.4	0.0	0.06	0.00	0.06	0.33	0.17
z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt e_x : Exzentrizität in x-Richtung e_y : Exzentrizität in y-Richtung E_x : bezogene Exzentrizität in x-Richtung(e_x/t_x) E_y : bezogene Exzentrizität in y-Richtung(e_y/t_y) vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität η : Auslastung							

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung $h_{ef,x} = 2.44 \text{ m}$
 Knicklänge in y-Richtung $h_{ef,y} = 3.25 \text{ m}$
 Pfeilerquerschnitt (brutto) $A_w = 984.0 \text{ cm}^2$
 Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit $f_d = 2.59 \text{ N/mm}^2$ (abgemindert infolge $A_w < 0.1 \text{ m}^2$)

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	$\Phi_{s,x}$	$\Phi_{s,y}$	f_x [cm]	f_y [cm]	Φ	N_{Rd} [kN]	η
3.25	164.2	0.0	0.0					0.87	221.6	0.74
1.63	168.1	0.0	0.0	0.78	0.84	2.6	3.4	0.72	184.6	0.91
0.00	172.0	0.0	0.0					0.87	221.6	0.78

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
 e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
 $\Phi_{s,x}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung
 $\Phi_{s,y}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung
 f_x : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus $\Phi_{s,x}$ -Faktor bestimmt)
 f_y : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus $\Phi_{s,y}$ -Faktor bestimmt)
 Φ : Abminderungsfaktor ($=A_c/A$ auf Grundlage Spannungsblock)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

N_{Edc} [kN]	a_1 [cm]	A_{efm} [cm ²]	β	A_b [cm ²]	N_{Rdc} [kN]	η
164.2	0.0	984.0	1.00	984.0	256.5	0.64

N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
 a_1 : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
 A_{efm} : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe
 β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung
 A_b : Übertragungsfläche
 N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

Schubnachweis

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Pfeilerquerschnitt (brutto) $A_w = 984.0 \text{ cm}^2$
 Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) $f_{vk0} = 0.08 \text{ N/mm}^2$

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	V_{Edx} [kN]	V_{Edy} [kN]	V_{Ed} [kN]	A_c [cm ²]	f_{vk} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN]	η
3.25	95.2	2.2	0.0	-3.9	0.0	3.9	984.0	0.29	28.9	0.14
0.00	101.0	2.1	0.0	3.9	0.0	3.9	984.0	0.31	30.4	0.13

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
 e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
 e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
 V_{Edx} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in x-Richtung
 V_{Edy} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in y-Richtung
 V_{Ed} : resultierende Querkraft (Bemessungswert)
 A_c : Schubfläche (überdrückte Querschnittsfläche)
 f_{vk} : charakteristische Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft

Position 151– Mauerwerkspfeiler Außenwand

b / d = 60 / 24 cm

h = 3,30 m

KS-L-12–1,80–MG II

KS-L-P-12-1,8-DM

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.**Belastungen aus Position 122 – Stb.-Fenstersturz (Auflager 2)** G_k

= 51,8 kN

 Q_N

= 11,6 kN

Belastung aus Wind q_k = 0,55 kN/m² * 2,95 m = 1,65 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Mauerwerk Pfeiler MWP+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

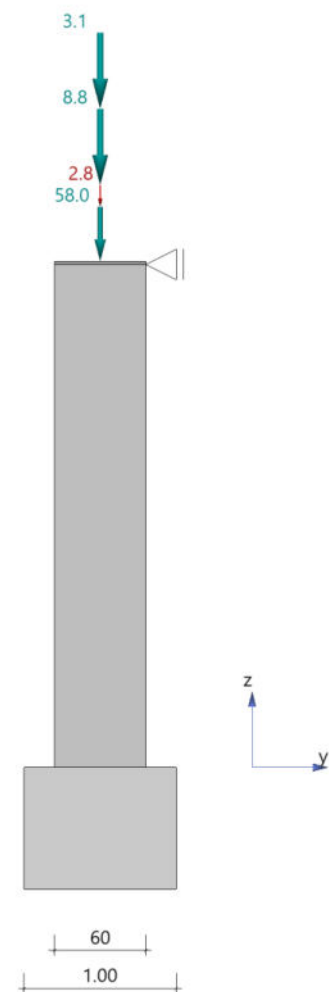
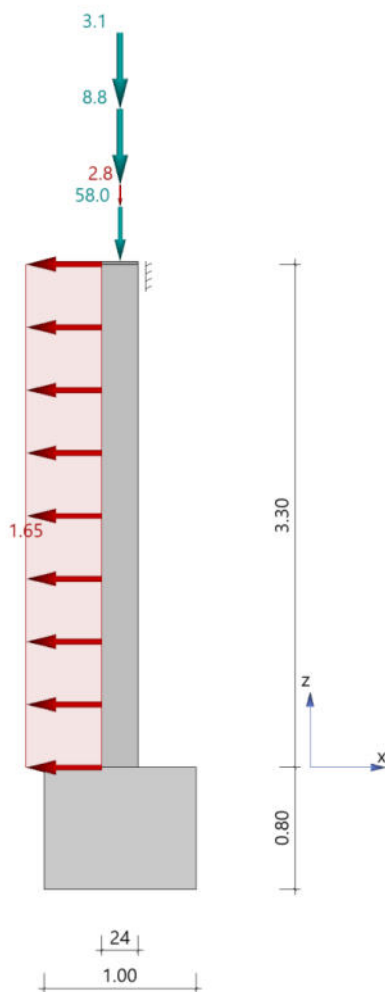
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 50



Materialkennwerte

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
KS	12	II	1.8	KSL-12-1,8-MG II	3.90	12.00	2.50	0.08	18.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

Pfeiler

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
3.30	24.0	60.0	8.6	eingespannt	Pendelstütze	0.0	0.0	0.0	0.0

G_0 : Pfeilereigengewicht
 Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche

Lasten

Vertikallasten

Nr.	G [kN]	Q [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	Einwirkung
1	58.0	2.8	0.0	0.0	ständig, demontierbar (PV)
2	8.8	0.0	0.0	0.0	Windlasten
3	3.1	0.0	0.0	0.0	Schnee $H < 1000$ m

G : ständiger Lastanteil
 Q : veränderlicher Lastanteil
 e_x : Ausmitte in x-Richtung
 e_y : Ausmitte in y-Richtung
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontallasten

Nr.	Typ	Richtung	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
4	Gleichlast	x	0.00	-1.65	Windlasten

g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2, 3)
2	Gh	1.00	1.00	1.00	Gh (Last 4)
3	Qv	1.35	0.00	0.00	Last 1
4	Qh	1.50	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 4

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
 Gh: ständige Anteile horizontaler Lasten
 Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten
 Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

Typ : Lastfallart
 K_0 : Drucknachweis
 K_2 : Schubnachweis
 K_5 : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität)

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

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

z	e_x [m]	e_y [cm]	E_x [cm]	E_y	vorh E	zul E	η
3.30	2.1	0.0	0.09	0.00	0.09	0.33	0.27
1.65	1.0	0.0	0.04	0.00	0.04	0.33	0.13
0.00	1.9	0.0	0.08	0.00	0.08	0.33	0.24

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt

z	e_x [m]	e_y [cm]	E_x [cm]	E_y	vorh E	zul E	η
e_x : Exzentrizität in x-Richtung e_y : Exzentrizität in y-Richtung E_x : bezogene Exzentrizität in x-Richtung(e_x/t_x) E_y : bezogene Exzentrizität in y-Richtung(e_y/t_y) vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität η : Auslastung							

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung	$h_{ef,x} = 2.48$ m
Knicklänge in y-Richtung	$h_{ef,y} = 3.30$ m
Pfeilerquerschnitt (brutto)	$A_w = 1440.0$ cm ²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = 2.21$ N/mm ²

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	$\Phi_{s,x}$	$\Phi_{s,y}$	f_x [cm]	f_y [cm]	Φ	N_{Rd} [kN]	η
3.30	98.1	-2.3	0.0					0.79	250.0	0.39
1.65	103.9	1.1	0.0	0.74	0.89	3.1	3.2	0.71	227.1	0.46
0.00	109.7	-2.0	0.0					0.81	256.2	0.43
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung $\Phi_{s,x}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung $\Phi_{s,y}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung f_x : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus $\Phi_{s,x}$ -Faktor bestimmt) f_y : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus $\Phi_{s,y}$ -Faktor bestimmt) Φ : Abminderungsfaktor ($=A_c/A$ auf Grundlage Spannungsblock) N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft										

Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

N_{Edc} [kN]	a_1 [cm]	A_{efm} [cm ²]	β	A_b [cm ²]	N_{Rdc} [kN]	η
98.1	0.0	1440.0	1.00	1440.0	318.2	0.31
N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge a_1 : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche A_{efm} : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung A_b : Übertragungsfläche N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge						

Schubnachweis

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Pfeilerquerschnitt (brutto)	$A_w = 1440.0$ cm ²
Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen)	$f_{vk0} = 0.08$ N/mm ²

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	V_{Edx} [kN]	V_{Edy} [kN]	V_{Ed} [kN]	A_c [cm ²]	f_{vk} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN]	η
3.30	69.9	-3.2	0.0	4.1	0.0	4.1	1440.0	0.17	23.8	0.17
0.00	78.5	-2.9	0.0	-4.1	0.0	4.1	1440.0	0.18	26.0	0.16
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung V_{Edx} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in x-Richtung V_{Edy} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in y-Richtung V_{Ed} : resultierende Querkraft (Bemessungswert) A_c : Schubfläche (überdrückte Querschnittsfläche) f_{vk} : charakteristische Schubfestigkeit V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft										

Position 152 bis 159 - Reservepositionen

6. Erdgeschoss

Position 160 - Stb.-Treppe

b / h = 135 / 18 cm

Beton C25/30

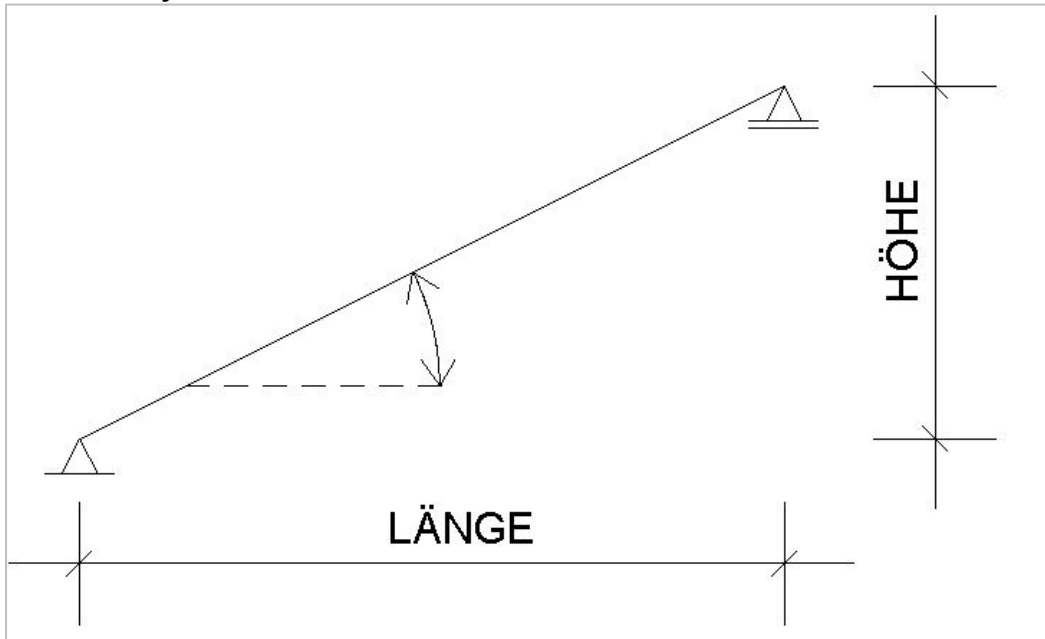
Stützweite: $l \leq 4,25$ m

XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

B 500 S/M

Statisches System



Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	$(0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 25,0 \text{ kN/m}^3) / \cos 35^\circ$	= 7,41 kN/m
Stufen	$0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 23,00 \text{ kN/m}^3 / 2$	= 2,80 kN/m
Belag pauschal		= 1,00 kN/m
Putz	$1,35 \text{ m} * 0,18 \text{ kN/m}^2$	= 0,24 kN/m
		$\Sigma g_k = 12,8 \text{ kN/m}$

Belastung aus veränderliche Lasten

$$q_k = 1,35 \text{ m} * 5,00 \text{ kN/m}^2 = 6,75 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

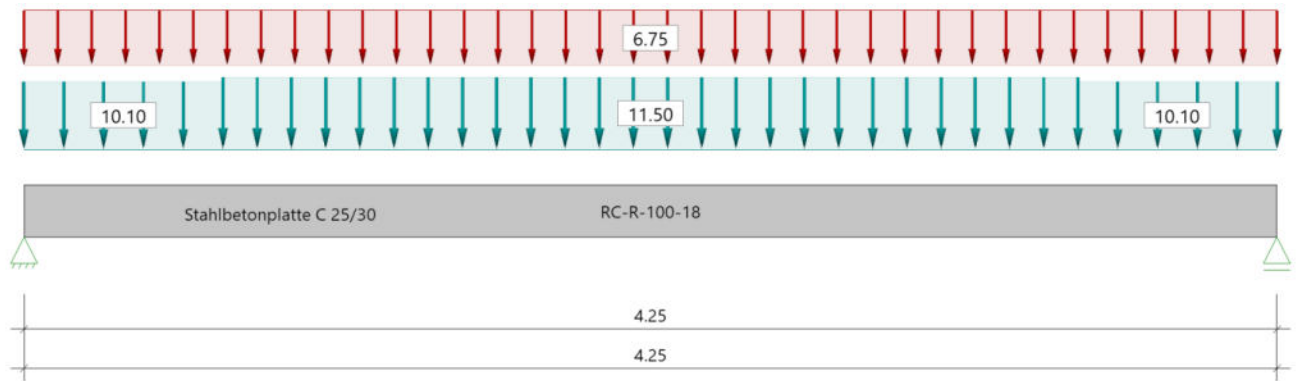
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [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	4.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	TL		0.68		10.10	10.10	Nein	ständig		
	2	TL	0.68	2.90		11.50	11.50	Nein	ständig		
	3	TL	3.58	0.68		10.10	10.10	Nein	ständig		
	4	GL		4.25		6.75		Ja	Kat. C		

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

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

*5: Verbund maßgebend

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 = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 2.5 cm	oben = 2.5 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 $\cot(\Theta)/2$.

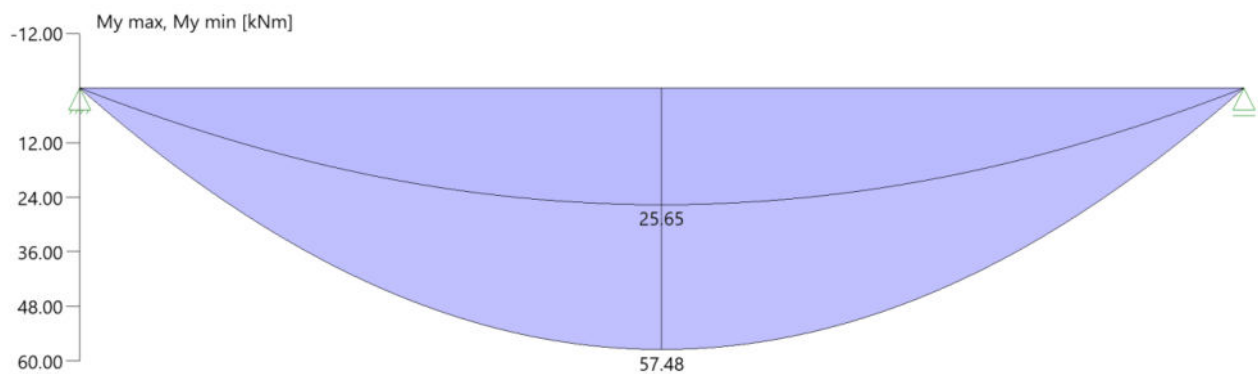
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide $b = 0.0$ cm

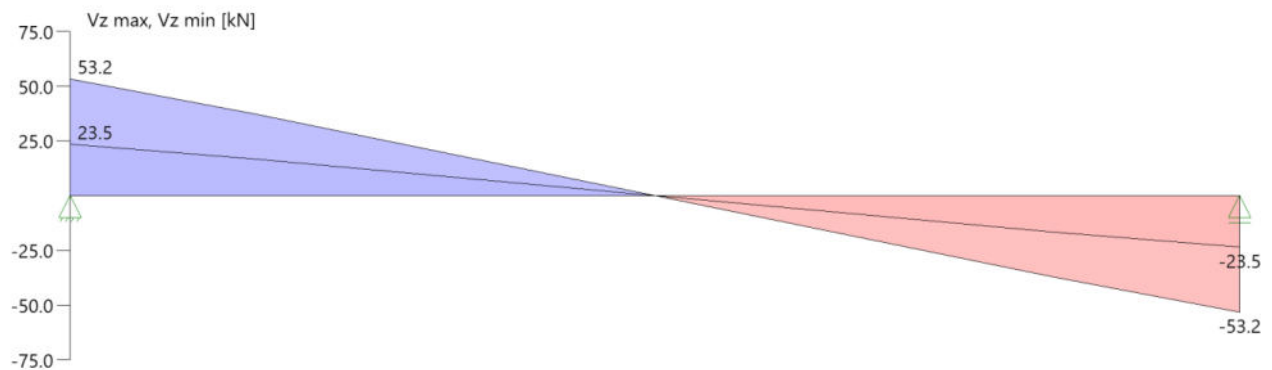
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	53.2	1
	0.00	0.00	0.00	23.5	2
	2.13	2.13	57.48	0.0	1
	4.25	4.25	0.00	-23.5	2
	4.25	4.25	0.00	-53.2	1

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	2.0	-13.85	2.0
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	2.13	2.13	57.48	57.48	15.5	0.23	9.2	0.0		1
	4.04	4.04	10.90	10.90	15.5	0.06	2.0	0.0	1)	1

Am ersten Auflager sind mindestens 4.6 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 4.6 cm² zu verankern.

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

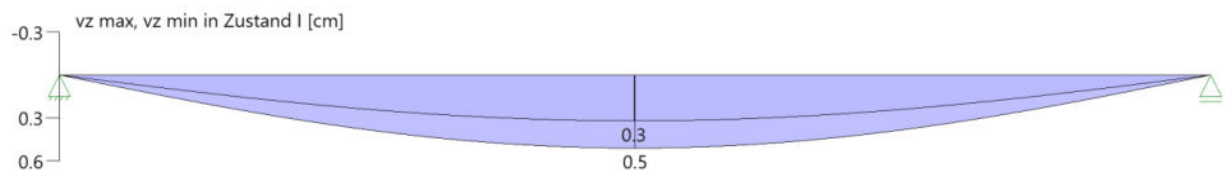
1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Querkraftbewehrung nicht erforderlich.

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{v,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	2.13	0.0	0.5	3

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

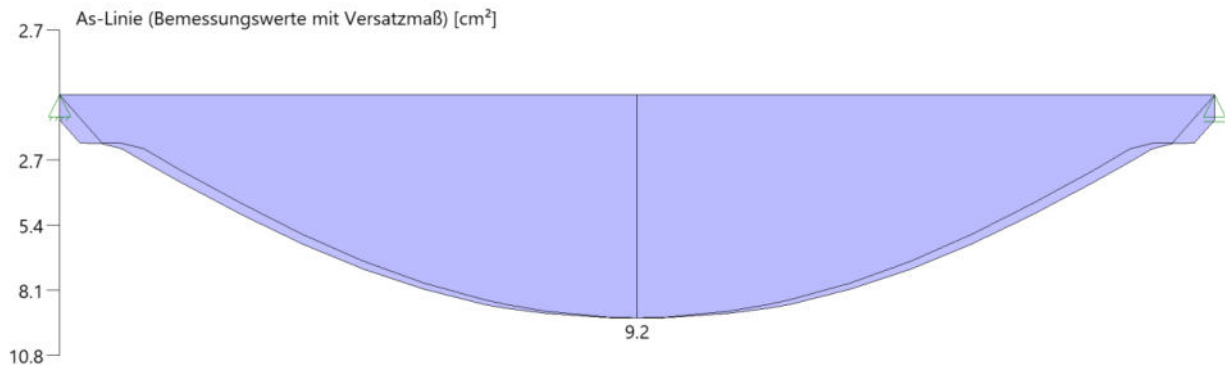
Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * fck = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σS(t=∞) [N/mm ²]	σC(t=0) [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.79	33.91	9.2		274.40	-12.70	10	33	5
	2.13	34.79	9.2		281.48	-13.00	10	32	5
	2.46	33.91	9.2		274.40	-12.70	10	33	5
	4.25				38.87	-1.80	10	100	5

Nachweis der Rissbreite wird vernachlässigt, weil die Risse unten in der Treppe entstehen und nachher verputzt werden.

As-Deckungslinien



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	23.5	23.5 14.3		
2	4.25	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	23.5	23.5 14.3		

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	10.10	10.10	0.00	0.68
L 2	*	ständig	2	11.50	11.50	0.68	2.90
L 3	*	ständig	3	10.10	10.10	3.58	0.68
L 4	1	Kat. C	4	6.75	6.75	0.00	4.25

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
L 4	1.50		1.00		0.60

Erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: Ø 10 / 15 cm unten (10,48 cm²)
Querbewehrung Ø 10 / 15 cm

Position 161 - Stb.-Treppe

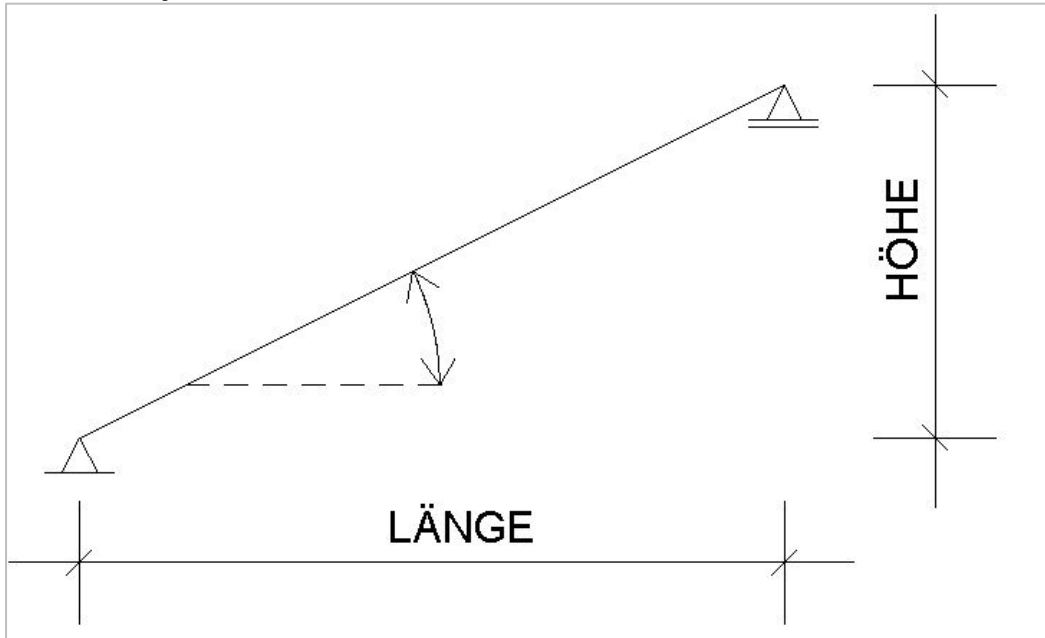
b / h = 135 / 18 cm
Beton C25/30

Stützweite: $l \leq 3,10$ m
XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

B 500 S/M

Statisches System



Belastung aus ständigen Lasten (Treppenlauf)

Eigengewicht	$(0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 25,0 \text{ kN/m}^3) / \cos 32^\circ$	= 7,16 kN/m
Stufen	$0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 23,00 \text{ kN/m}^3 / 2$	= 2,80 kN/m
Belag pauschal		= 1,00 kN/m
Putz	$1,35 \text{ m} * 0,18 \text{ kN/m}^2$	= 0,24 kN/m
		$\Sigma g_k = 11,2 \text{ kN/m}$

Belastung aus ständigen Lasten (Podest)

Eigengewicht	$0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 25,0 \text{ kN/m}^3$	= 6,08 kN/m
Stufen	$0,18 \text{ m} * 1,35 \text{ m} * 23,00 \text{ kN/m}^3 / 2$	= 2,80 kN/m
Belag pauschal		= 1,00 kN/m
Putz	$1,35 \text{ m} * 0,18 \text{ kN/m}^2$	= 0,24 kN/m
		$\Sigma g_k = 11,1 \text{ kN/m}$

Belastung aus veränderliche Lasten

$$q_k = 1,35 \text{ m} * 5,00 \text{ kN/m}^2 = 6,75 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Pos. 160 – Stb.-Treppe

Stb.-Decke	= 23,5 kN/m
Nutzlast	= 14,3 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

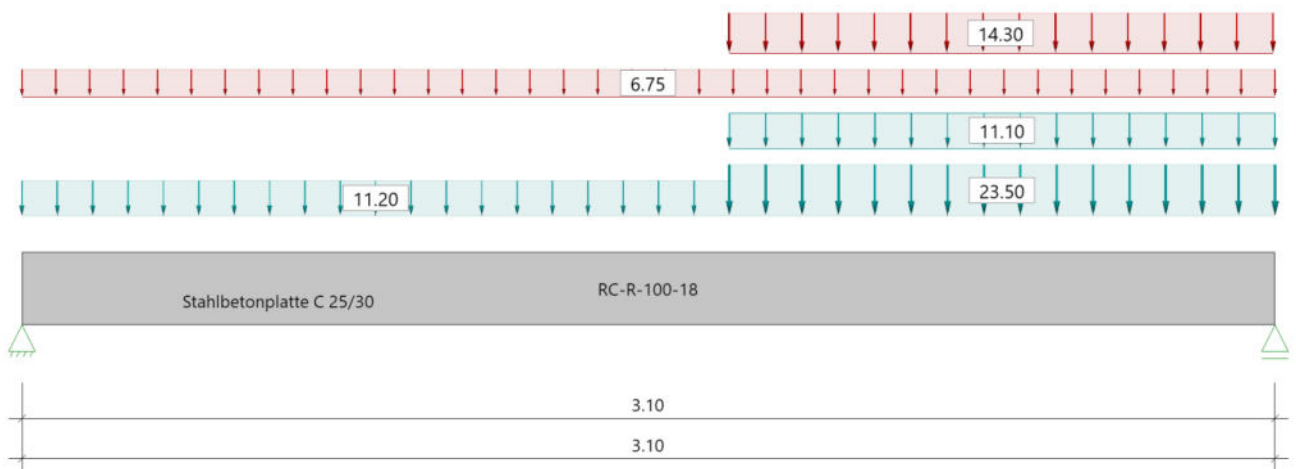
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

Beton C 25/30 $f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$

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			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	3.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	TL		1.75		11.20	11.20	Nein	ständig		
	2	GL		3.10		6.75		Ja	Kat. C		
	3	TL	1.75	1.35		11.10	11.10	Nein	ständig		
	4	TL	1.75	1.35		23.50	23.50	Nein	ständig		
	5	TL	1.75	1.35		14.30	14.30	Ja	Kat. C		

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

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte LU = 50 % Zement Typ N,R
 Normalbeton $f_{ck} = 25$ N/mm²
 Belastungsalter $t_0 = 28$ Tage $t = \text{unendlich}$
 Kriechzahl $\phi(t_0, t) = 2.75$
 Schwindmaß $\epsilon_{cs}(t) = -0.51$ ‰

Betondeckung

Betondeckung unten = 2.0 cm oben = 2.0 cm
 links = 2.0 cm rechts = 2.0 cm
 Bewehrungslagen unten = 2.5 cm oben = 2.5 cm
 Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$
 Mindestplattendicke nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.3.2(1) (20 cm) nicht eingehalten.

Bemessungseinstellungen

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

Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Schneide b = 0.0 cm

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	2.0	-13.85	2.0
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	1.89	1.89	57.82	57.82	15.5	0.23	9.3	0.0	1
	2.94	2.94	14.22	14.22	15.5	0.07	2.1	0.0	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 $F = V_{Ed} * \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.									

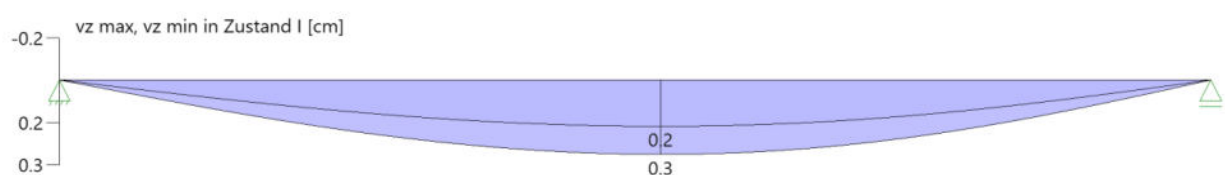
Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	θ [°]	VRd,ca [kN]	VRd,cb [kN]	VRd,max [kN]	AsL [cm ²]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.74	54.7	18.4	76.7	76.7	366.6	VRd,max > VEd		
	rechts	0.16	0.16	0.74	50.8	18.4	45.7	76.7	366.6	2.0		1
	*	0.31	0.31	0.74	46.9	18.4	47.9	76.7	366.6	2.3		1
2	links	0.00	3.10	0.74	-95.1	18.4	76.7	76.7	366.6	VRd,max > VEd		
	links	0.16	2.95	0.74	-83.0	18.4	45.8	76.7	366.6	2.0	5.53	1
	*	0.31	2.79	0.74	-70.9	18.4	56.7	76.7	366.6	3.8	2.77	1
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).												

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.63	0.0	0.3	3

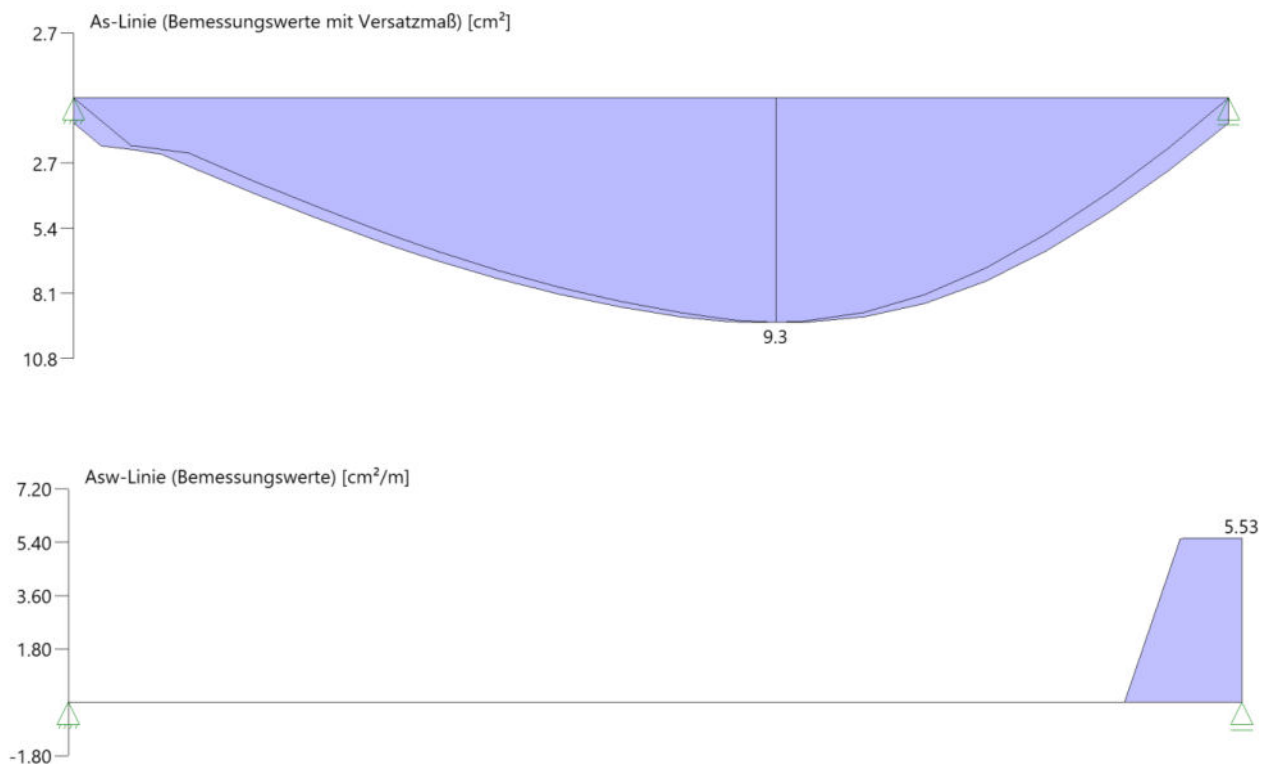
Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0-- > \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh d_s [mm]	zul d_s [mm]	Lfk
Feld 1	0.00				0.00	0.00	0	0	4
	1.63	33.61	9.3		270.20	-12.60	10	34	4
	1.88	34.89	9.3		280.54	-13.00	10	33	4
	2.12	33.57	9.3		269.91	-12.50	10	34	4
	3.10				66.97	-3.11	10	100	4

Nachweis der Rissbreite wird vernachlässigt, weil die Risse unten in der Treppe entstehen und nachher verputzt werden.

As-Deckungslinien



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	24.2	24.2 14.7		
2	3.10	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	42.1	42.1 25.6		

Maßgebliche Kombinationen

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

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	11.20	11.20	0.00	1.75
L 2	*	ständig	3	11.10	11.10	1.75	1.35
L 3	*	ständig	4	23.50	23.50	1.75	1.35
L 4	1	Kat. C	2	6.75	6.75	0.00	3.10
			5	14.30	14.30	1.75	1.35

gen. Last	Lk 1	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00
L 4	1.50	1.00	0.60

Erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: Ø 10 / 15 cm unten (10,48 cm²)
Querbewehrung Ø 10 / 15 cm

Anschlüsse an tragende Bauteile mit Schallentkopplung:

- Anschluß an Stb.Decke mit Schöck Tronsole T-V6
- Auflager auf Mauerwerkswand mit Schöck Tronsolen Typ Z-V+V-T-V1
- Fuge Treppe an Wand mit Schöck Tronsole L

Position 162 - Reservepositionen

Position 163 – Spannbetondecke (F30)

h = 26,5 cm Platte: VMM VD26,5+ F30 oder glw.

Die folgenden Angaben sind als Vorbemessung zu betrachten. Abstimmung mit den Spannbetondeckenhersteller erforderlich. Notwendige Durchführung für Installationsleitungen sind ebenfalls mit dem Hersteller abzustimmen.

Belastung aus ständigen Lasten (Wohnraum)

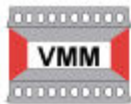
Eigengewicht		= 4,10 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\Sigma g_k = 6,70 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

Das Eigengewicht aus Aufbau darf gemäß der Vorbemessung das Gewicht von 145 kg/m² nicht überschreiten! Mögliche höhere Lasten sind mit dem Spannbetondeckenhersteller abzustimmen!

Schnittgrößen und Bemessung



Forschungsgesellschaft VMM-Spannbetonplatten GbR
Im Fußtal 2 · D-50171 Kerpen
Tel.: 02237 / 53435 · Fax 02237 / 53788

Bemessung VMM Spannbetonfertigdecke

Umgebung und Querschnitt

Umgebungsbedingung XC1 trocken ☐
(Plattenunterseite maßgebend)

Feuerwiderstandsklasse F30 ☐

Deckenplatte VP 265 ☐ h = 26,5 cm



Beton C45/55 Bewehrungstyp D.1

Lage	A_p cm ² /m	σ_{p0} N/mm ²	A_{cl} cm ² /m	I_{cl} cm ⁴ /m	z_{si} cm
1 unten	7,75	1050	1909	134373	6,6
2 oben	0,87	500			

System und Belastung

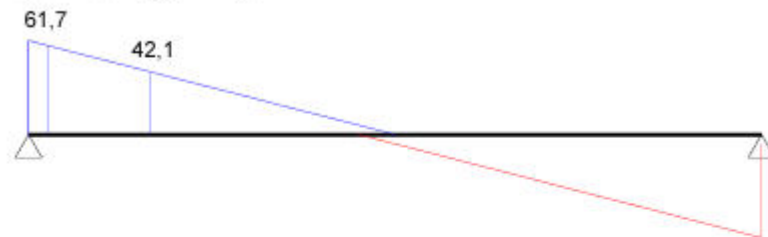
Deckenspannweite $L = 8,25 \text{ m}$



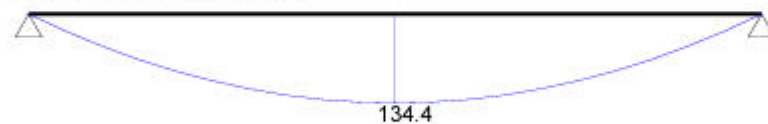
LF	Last	q kN/m²
g ₀	Platteneigengewicht inkl. Verguß	4,10
g ₁	Auflast ständig	2,05
q ₁	Nutzlast Kat A/B Wohnen/Büro	5,00

Schnittgrößen

Querkraft V_{Ed} [kN/m]



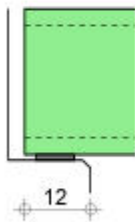
Feldmoment M_{Ed} [kNm/m]



LF		ULS		rare	freq/fi	perm
V_{Ed}	kN/m	61,7	42,1		33,8	
x	m	0,22	1,36		0,22	
M_{Ed}	kNm/m	134,4		94,9	73,6	65,1
x	m	4,13				

Auflager

Auflagerung auf Mauerwerk- oder Betonwand (starr) ✓



Auflagerung auf 70 mm Elastomerstreifen
Gesamtauflagerbreite mindestens 12 cm
Druckfestigkeit aufnehmendes Bauteil $f_{cd} \geq 0,4 \text{ N/mm}^2$

Lager	ständig g_k kN/m	veränderlich q_k kN/m	Summe Σq_k kN/m
A	25,4	20,6	46,0
B	25,4	20,6	46,0

Bemessung

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

$$M_{Ed} / M_{Rd,ULS} = 134,4 / 214,7 = 0,63 \leq 1,0$$

$$V_{Ed} / V_{Rd,c1} = 61,7 / 80,5 = 0,77 \leq 1,0$$

$$V_{Ed} / V_{Rd,c2} = 42,1 / 65,4 = 0,64 \leq 1,0$$

$$\text{Auflast } q_k = 5,55 \text{ kN/m}^2 \leq \max q_k = 12,50 \text{ kN/m}^2$$

Nachweis im Brandfall

$$M_{fi} / M_{Rd,fi} = 73,6 / 127,4 = 0,58 \leq 1,0$$

$$V_{fi} / V_{Rd,fi} = 33,8 / 39,3 = 0,86 \leq 1,0$$

Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

$$M_{rare} / M_{Rd,1.0} = 94,9 / 133,2 = 0,71 \leq 1,0$$

$$M_{freq} / M_{Rd,freq} = 73,6 / 154,5 = 0,48 \leq 1,0$$

$$\text{Schlankheit vorh } h/L = 1/31 \geq \text{empf } h/L = 1/40$$

Maßgebende Statische Ausnutzung $u = 0,77 \leq 1,0$

Grundlage

Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.10-367 Decken und Dächer aus Spannbeton-Hohlplatten Typ VMM und Typ VP
Tragfähigkeiten der VP Platten gemäß Typenberechnung

VMM Deckenbemessung V1.02 ©2026 KIRSCHBAUM

Nachweis Scheibe

Belastung aus Wind

q_k

$$= (0,55 \text{ kN/m}^2 + 0,23 \text{ kN/m}^2) \cdot (7,40\text{m}/2)$$

$$= 2,90 \text{ kN/m}$$



Forschungsgesellschaft VMM-Spannbetonplatten GbR
Im Fußtal 2
D-50171 Kerpen
Tel.: 02237 / 53435 · Fax: 02237 / 53788

Scheibennachweis VMM-Decke

System und Belastung

System

Einfeldscheibe

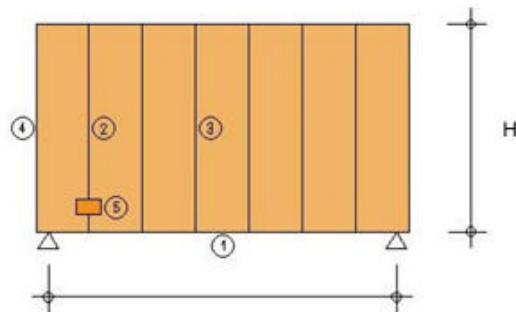
Plattenausrichtung

quer zur Scheibenspannrichtung

Plattentyp

VP 265

$h = 26,5 \text{ cm}$



Scheibenlänge

$L = 14,00 \text{ m}$

Scheibenhöhe

$H = 16,20 \text{ m}$

Scheibenbelastung

$q_d = 2,90 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Auflagerkraft

Max. Scheibenmoment

$M_d = 71,1 \text{ kNm}$

Auflagerkraft

$V_d = 20,3 \text{ kN}$

1. Bemessung Zuggurt und Druckstrebe

Hebelarm Scheibe

$z = 8,40 \text{ m}$

Ringankerkraft

$F_{Ed} = M_d/z = 8,5 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 162,0 \text{ kN}$

Ringankerbewehrung

$erf A_{sd,1} = 3,24 \text{ cm}^2$

Druckstrebe

$\cot = l/z = 0,14$

Nachweis Druckstrebe

$V_{Rd,max} = 888,5 \text{ kN}$

Fugenbeton mind. C20/25

$V_d/V_{Rd} = 0,02$

2. Bemessung Zugpfosten

Max. Pfostenkraft

$F_{Ed} = 0,0 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 0,0 \text{ kN}$

Zugpfostenbewehrung

$erf A_{sd,2} = 0,00 \text{ cm}^2$

3. Bemessung Fugen

Fugenkraft

$F_{Ed} = 1,2 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 70,0 \text{ kN}$

Fugenbewehrung

$erf A_{sd,3} = 1,40 \text{ cm}^2$

4. Anschluss an aussteifendes Bauteil

Anschlusskraft

$F_{Ed} = 20,3 \text{ kN}$

$F_{Ed,min} = 70,0 \text{ kN}$

Ringankerbewehrung

$erf A_{sd,4} = 3,08 \text{ cm}^2$

5. Schubkraftübertragung

Maximale Querkraft

$v_{Ed} = V_d/H = 1,25 \text{ kN/m}$

Max. Schubkraft ohne Verdübelung

$v_{Rd,ct} = 39,75 \text{ kN/m}$

Dübelbewehrung

$erf A_{sd,5} = 0,00 \text{ cm}^2$

(ggf. konstruktiv Dübel 2x BüØ12 anordnen)

Konstruktive Hinweise:

- Alle Spannbetonfertigteildecken werden als Scheibe ausgebildet.
 - Nachweis der Scheiben und ggfs. der erforderlichen Schubtaschen gemäß Fertigteildeckenherstellers.
 - Aus dem Spannbetondeckenaufleger wird keine Torsion für das lastaufnehmende Bauteil angesetzt. Die Zentrierung mit der entsprechenden Bemessung erfolgt seitens des Fertigteilherstellers.
 - Nachweis der Zentrierung der Auflager (Geometrie siehe Pos. 165) gemäß Hersteller.
 - Die Summe aus dem Moment aus Zentrierung und dem Moment aus außermittiger Windlasteinleitung in den Überzug Pos. 166 - 169
- $\Sigma TE_d = \text{kN/m}$ wird durch die Platte im Anschnitt zum Überzug (Ringanker) aufgenommen (siehe auch Pos. 166 - 169, bzw. Pos. 165 Konsole)

Position 163.1 - 163.6– Spannbetondecke (F30)

h = 26,5 cm Platte: VMM VD26,5+ F30 oder glw.

Die folgenden Angaben sind als Vorbemessung zu betrachten. Abstimmung mit den Spannbetondeckenhersteller erforderlich. Notwendige Durchführung für Installationsleitungen sind ebenfalls mit dem Hersteller abzustimmen.

Belastung aus ständigen Lasten (Wohnraum)

Eigengewicht		= 4,10 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\sum g_k = 6,70 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

Das Eigengewicht aus Aufbau darf gemäß der Vorbemessung das Gewicht von 145 kg/m² nicht überschreiten!
Mögliche höhere Lasten sind mit dem Spannbetondeckenhersteller abzustimmen!

Schnittgrößen und Bemessung

Siehe Pos. 163 – Spannbetondecke – geringere Spannweite

Position 164 – Stb.-Decke (F30)

h = 18,0 cm	Beton C25/30	XC1, WO	Stützweite L ≤ 1,65 m
C _{nom,oben} = 2,00 cm	C _{nom,unten} = 2,0 cm	B 500 S/M	

Belastung aus ständigen Lasten (Wohnraum)

Eigengewicht	25,00 kN/m ³ * 0,18 m	= 4,50 kN/m ²
Dämmung	h = 11,0 cm	= 0,11 kN/m ²
Estrich	0,065 m * 20,00 kN/m ³	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	0,05 m * 18,00 kN/m ³	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		Σ g_k = 7,10 kN/m²

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Fluchtweg	= 5,00 kN/m ²

Belastung aus KS-Wände

17,5er KS-Wand	0,175 m * 18,00 kN/m ³ * 3,50 m	= 11,2 kN/m
11,5er KS-Wand	0,115 m * 18,00 kN/m ³ * 3,50 m	= 7,35 kN/m
24er KS-Wand	0,24 m * 18,00 kN/m ³ * 3,50 m	= 15,3 kN/m

Belastung aus Pos. 116 – Ortbetondecke

Siehe Pos. 116

Belastung aus Pos. 162 – Stb.-Treppe

Ständig	= 25,0 kN/m
Veränderlich	= 11,7 kN/m

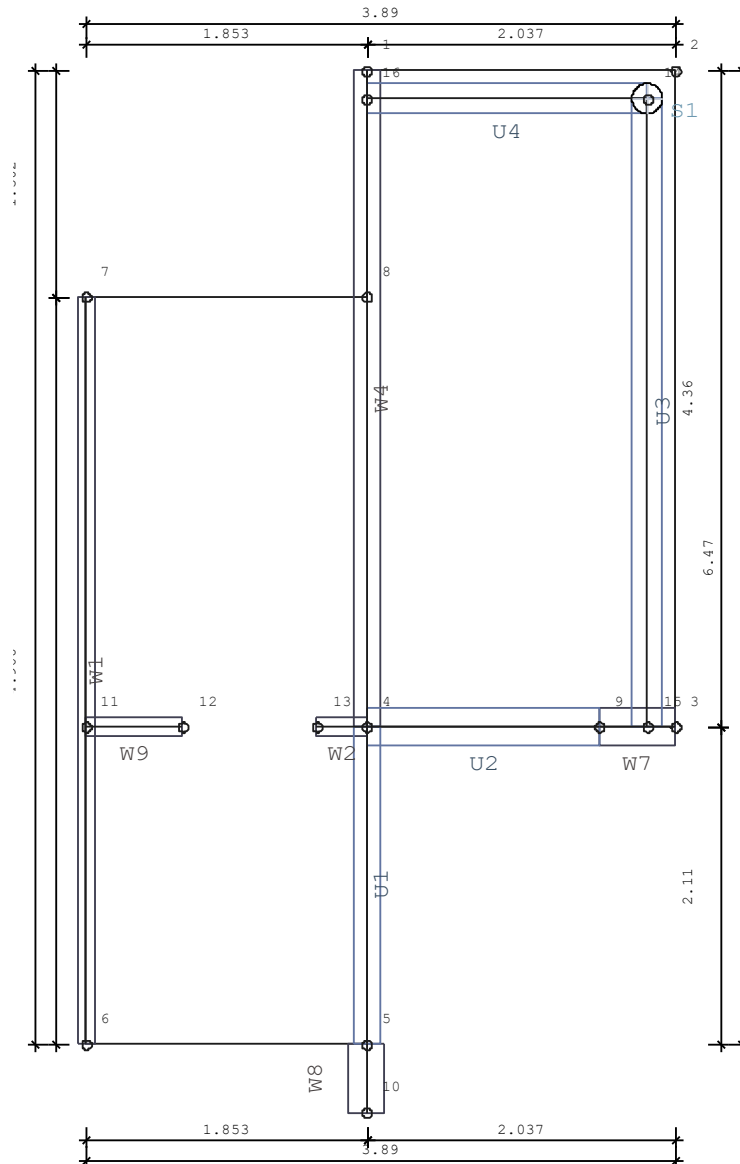
Schnittgrößen und Bemessung

Platten mit finiten Elementen PLT (FRILO 2026-0-14)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 50



Übersicht

Plattendicke	18.0 [cm]
Bettungsmodul	0 [kN/m ³]
Systempunkte	16
Wandzüge	6
Stützen	1
Unter-/Überzüge	4

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 Berichtigung 1:2012-06

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte		
oben as-1 : 1.88	as-2 : 1.88 [cm ² /m]	
unten as-1 : 1.88	as-2 : 1.88 [cm ² /m]	
- Unter-/Überzüge		
oben	4.0 [cm ²]	
unten	4.0 [cm ²]	

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)	NEIN

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung

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

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus	
- der global vorgegebenen Bewehrung	
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung	
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel 18.4 [Grad]
	Cotangens 3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten	NEIN
Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und der Betondeckung (ab Version 01/2007)	JA

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

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus	
- der global vorgegebenen Bewehrung	
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung	
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel 45.0 [Grad]
	Cotangens 1.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten	NEIN
Berücksichtigung von Torsion	JA

FE-Eigenschaften

FE-Netz	Viereck-Elemente mit dreieckigen Übergangselementen
Anzahl der Knoten	180
Anzahl der Elemente	151
Durchschnittliche Elementgröße	36 [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	1.790	6.688	2	3.827	6.688
3	3.827	2.328	4	1.790	2.328
5	1.790	0.218	6	-0.063	0.218
7	-0.063	5.187	8	1.790	5.187
9	3.325	2.328	10	1.790	-0.235
11	-0.063	2.328	12	0.577	2.328
13	1.462	2.328	14	3.643	6.504
15	3.643	2.328	16	1.790	6.504

Platte

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

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	11.5	4.968	6	7				KS-12-2,0-MG II
2	11.5	0.328	13	4				KS-12-2,0-MG II
4	17.5	4.360	4	1				KS-12-2,0-MG II
7	24.0	0.502	9	3				KS-12-2,0-MG II
8	24.0	0.453	5	10				KS-12-2,0-MG II
9	11.5	0.640	11	12				KS-12-2,0-MG II

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	113866	frei	frei
2	NEIN	113866	frei	frei
4	NEIN	173521	frei	frei
7	NEIN	237634	frei	frei
8	NEIN	237634	frei	frei
9	NEIN	113866	frei	frei

Stützen

Eigenschaften

Nummer	Punkt	Form	b [cm]	d [cm]	bi [cm]	di [cm]	Material
1	14	Kreis		20.0			C 25/30

Lagerbedingungen

Nummer	Zug- feder- Ausfall	Richtung 1 [Grad]	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Achse 1 [kNm/rad]	Verdrehung Um Achse 2 [kNm/rad]
1	NEIN	0.0	274336	frei	frei

Unter-/Überzüge

Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U1	1	2.110	5	4			
U2	1	1.535	4	9			
U3	1	4.175	15	14			
U4	1	1.853	16	14			

Querschnitte

Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U1	Unterzug	50.0	18.0	17.5	18.5	1.00	0.30
U2	Unterzug	50.0	25.0	24.0	25.5	1.00	0.30
U3	Unterzug	36.0	18.0	20.0	55.0	1.00	0.30
U4	Unterzug	36.0	18.0	20.0	55.0	1.00	0.30

Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage	
		oben [cm]	unten [cm]
U1	C 25/30	4.0	4.0
U2	C 25/30	4.0	4.0
U3	C 25/30	4.0	4.0
U4	C 25/30	4.0	4.0

Lastfall 1 "Ständig"

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	14
Punktlasten	0
Linienlasten	8
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	193 [kN]
Anteil auf der Platte	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	93 [kN]
Summe aller Lasten	287 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	287 [kN]

HINWEIS

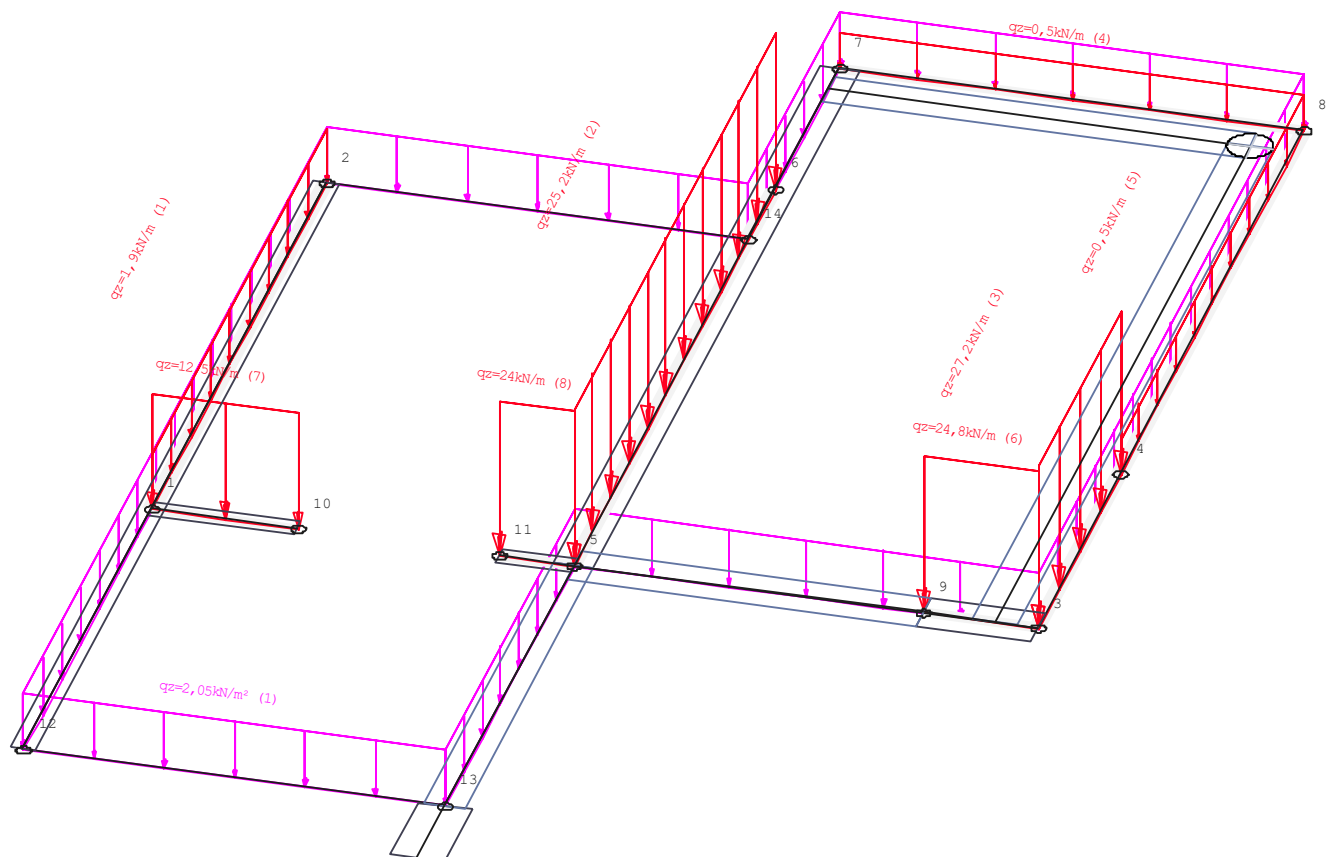
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls

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 "Ständig"

Lasten

Maßstab 1 : 32



Lastfall 2 "Nutzlast 1"

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	9
Punktlasten	0
Linienlasten	6
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	41 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	41 [kN]

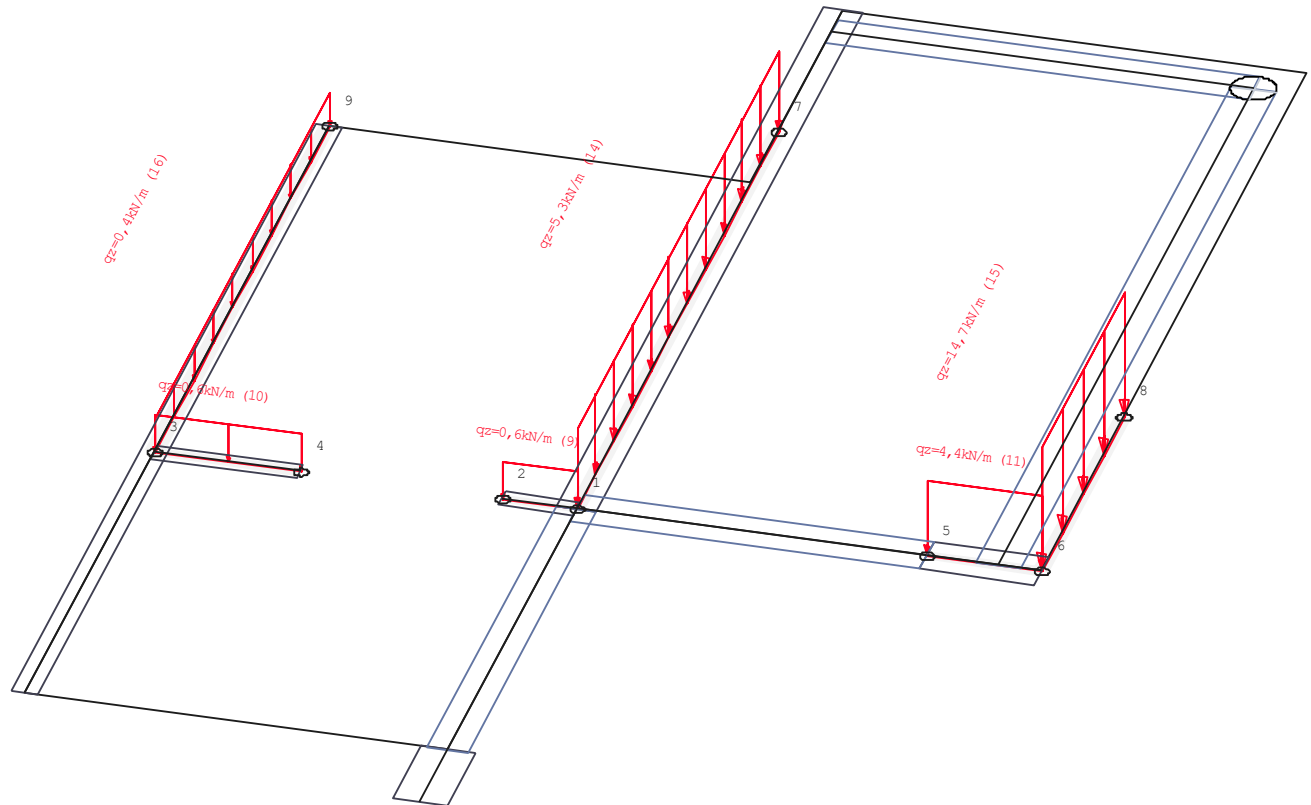
HINWEIS

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

Lastfall 2 "Nutzlast 1"

Lasten

Maßstab 1 : 32



Lastfall 3 "Nutzlast 2"

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. C: Versammlungsbereiche
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	4
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	16 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	16 [kN]

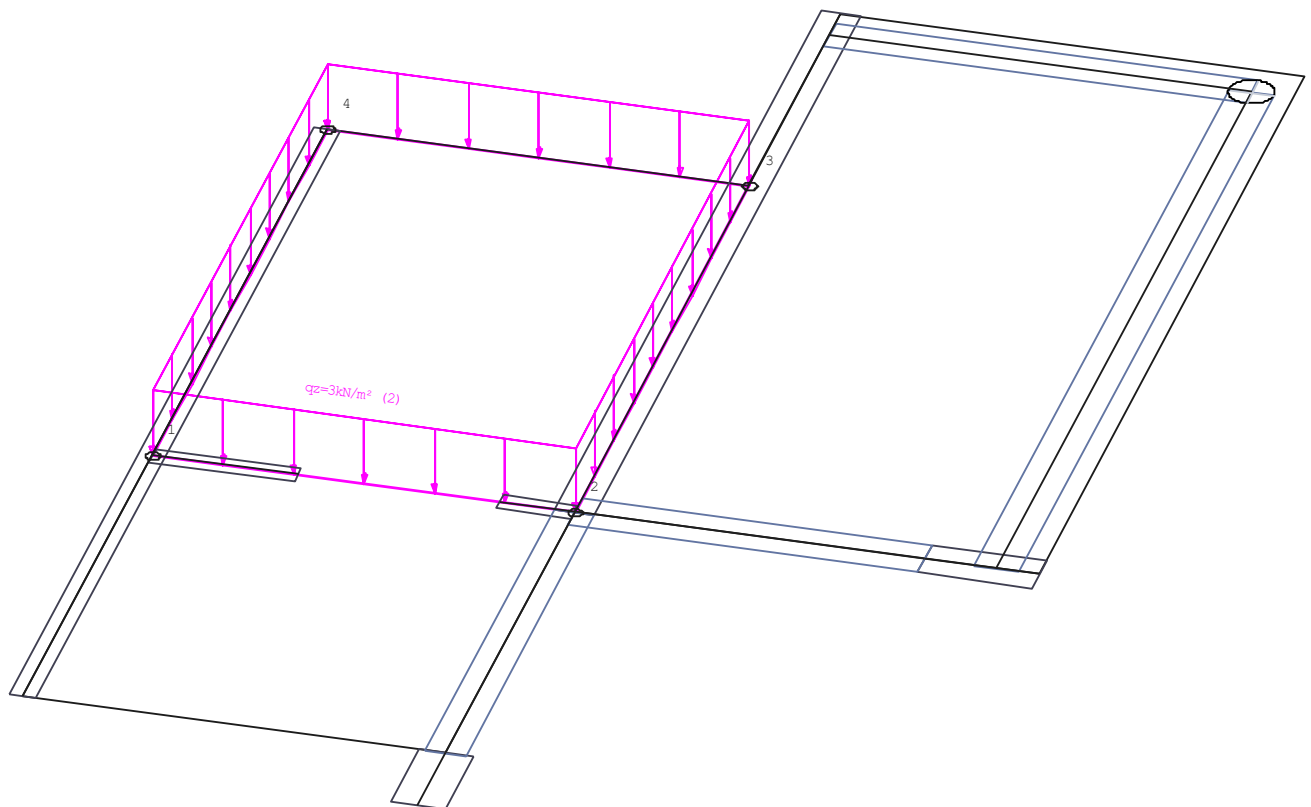
HINWEIS

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 "Nutzlast 2"

Lasten

Maßstab 1 : 32



Lastfall 4 "Nutzlast 3"

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	7
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	2
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	64 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	64 [kN]

HINWEIS

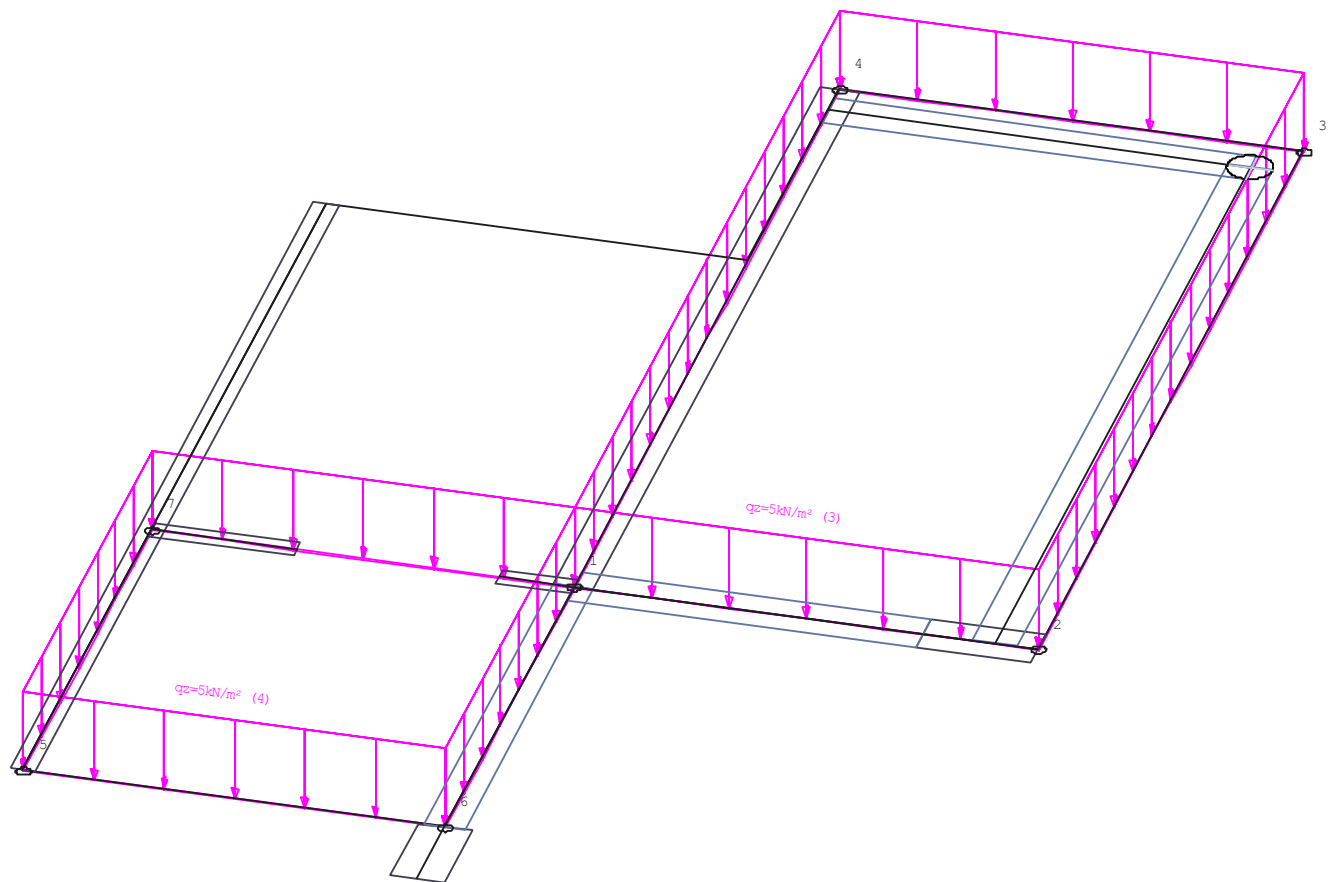
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

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

Lastfall 4 "Nutzlast 3"

Lasten

Maßstab 1 : 32



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Nutzlast 3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

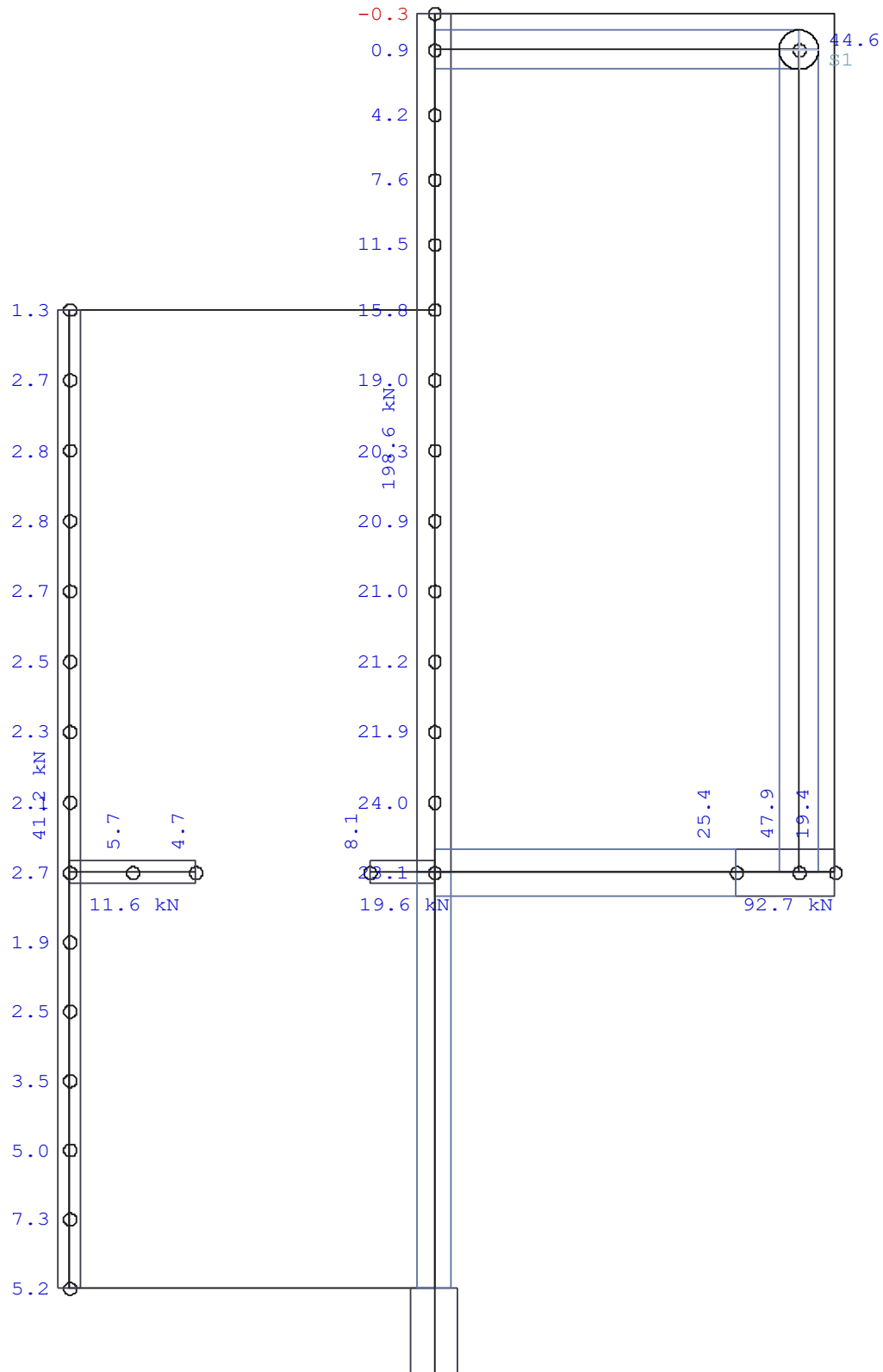
Beteiligte Einwirkungen

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

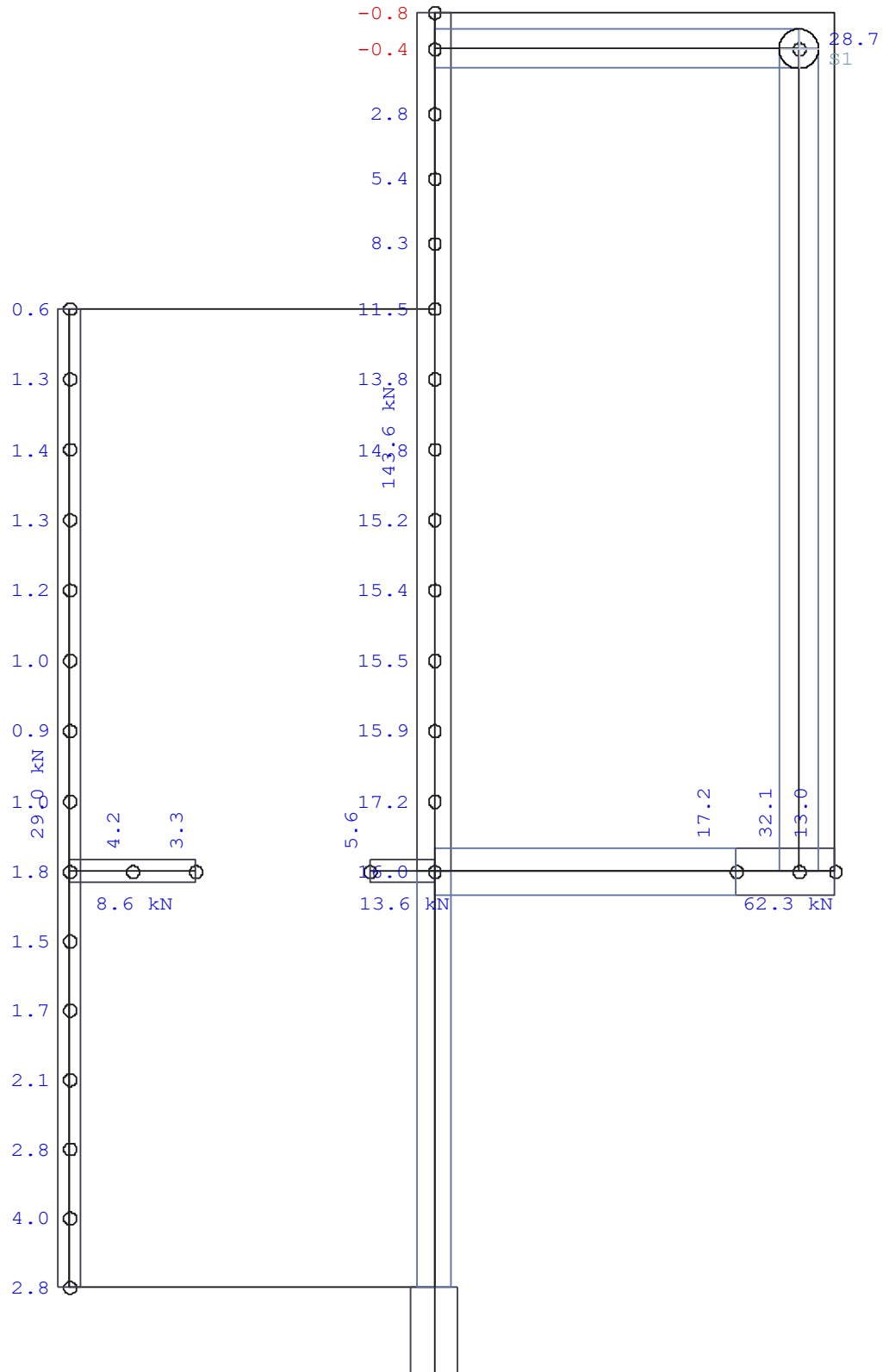
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

Maßstab 1 : 33



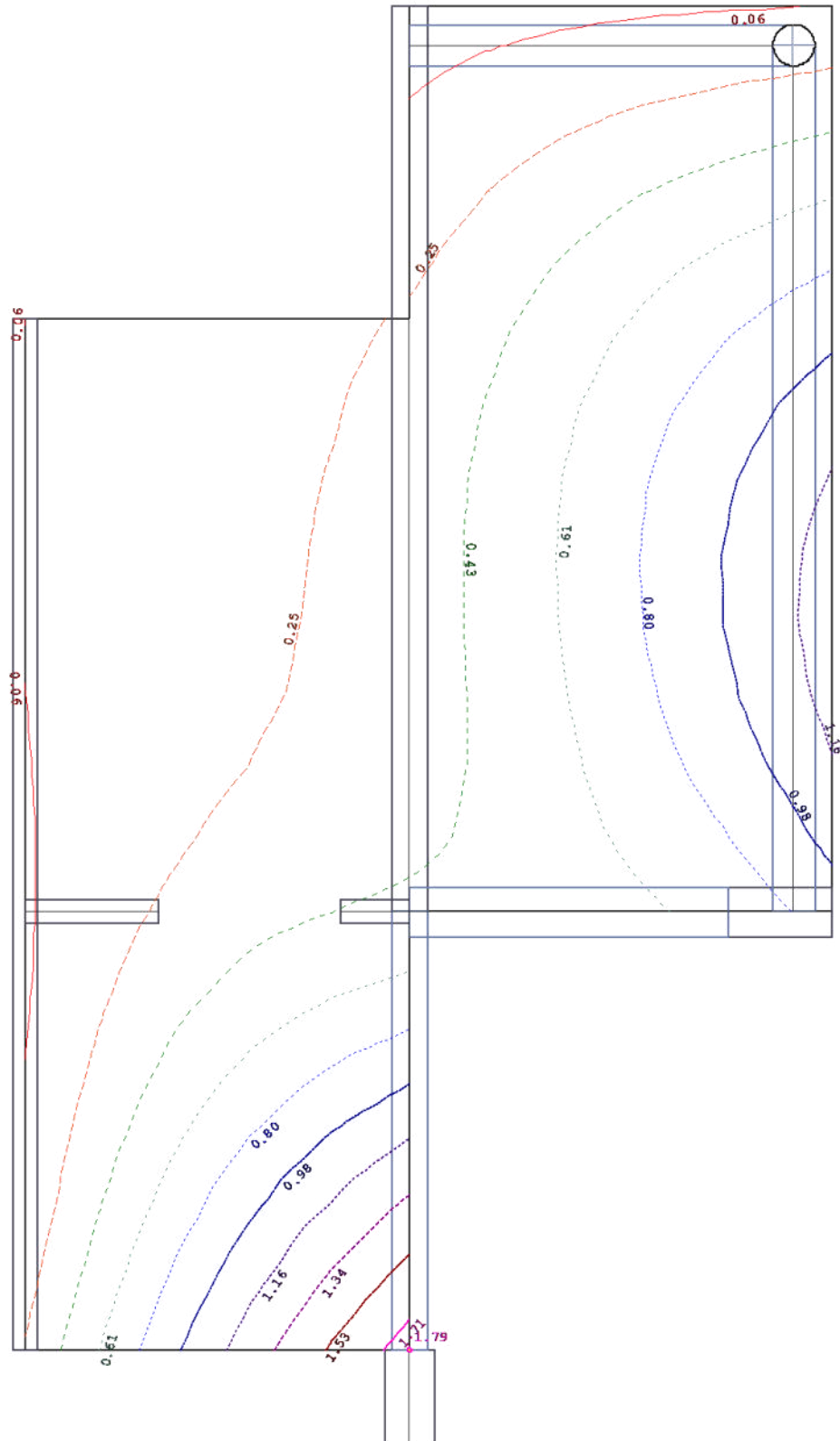
Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN
 Maßstab 1 : 33



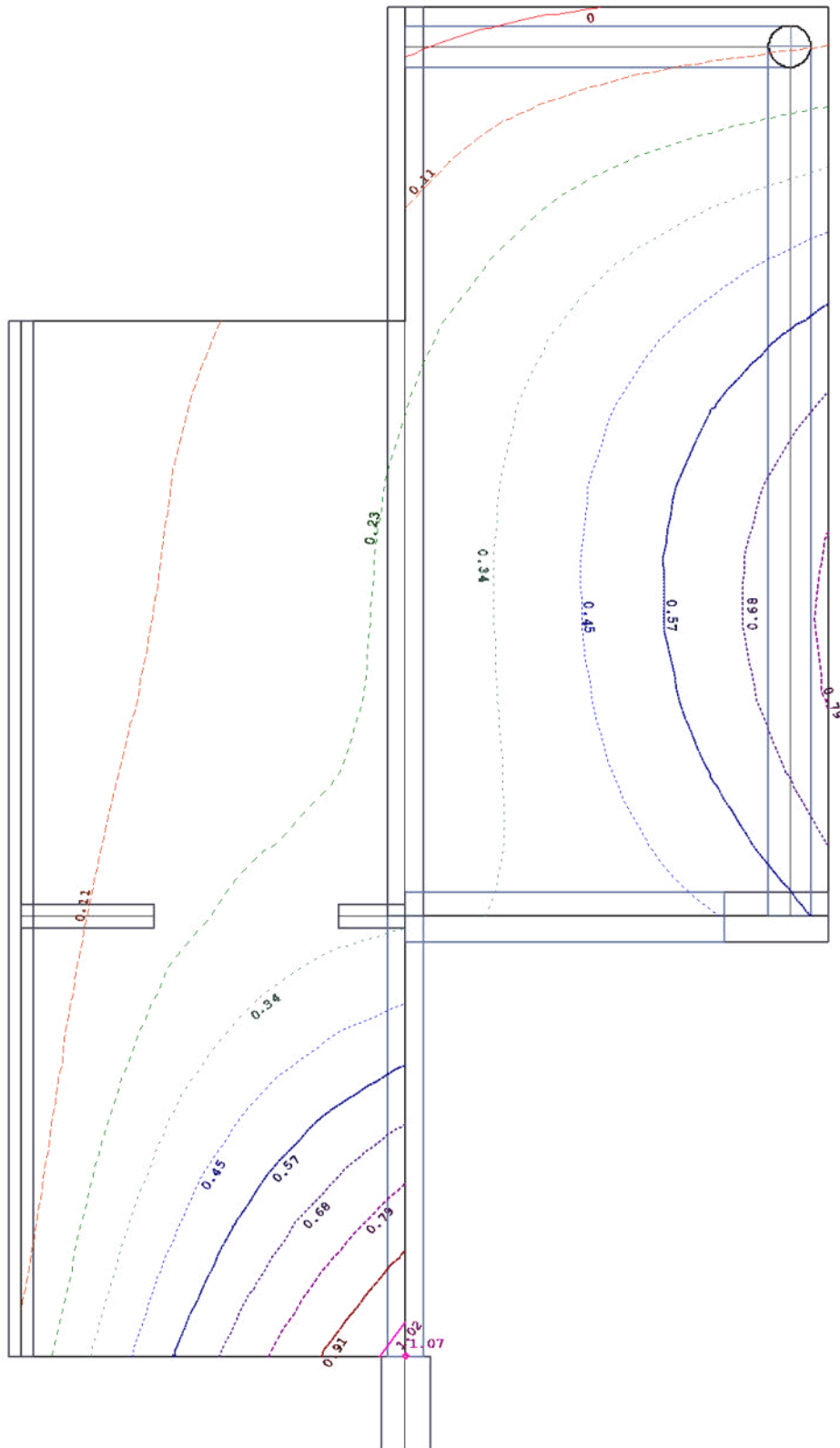
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Durchbiegung [mm] - MAX

Maßstab 1 : 33



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegung [mm] - MIN
Maßstab 1 : 33



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Alter-nativ-gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Nutzlast 3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
				sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70

Teilsicherheitsbeiwert Beton 1.50
 Teilsicherheitsbeiwert Stahl 1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

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

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

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

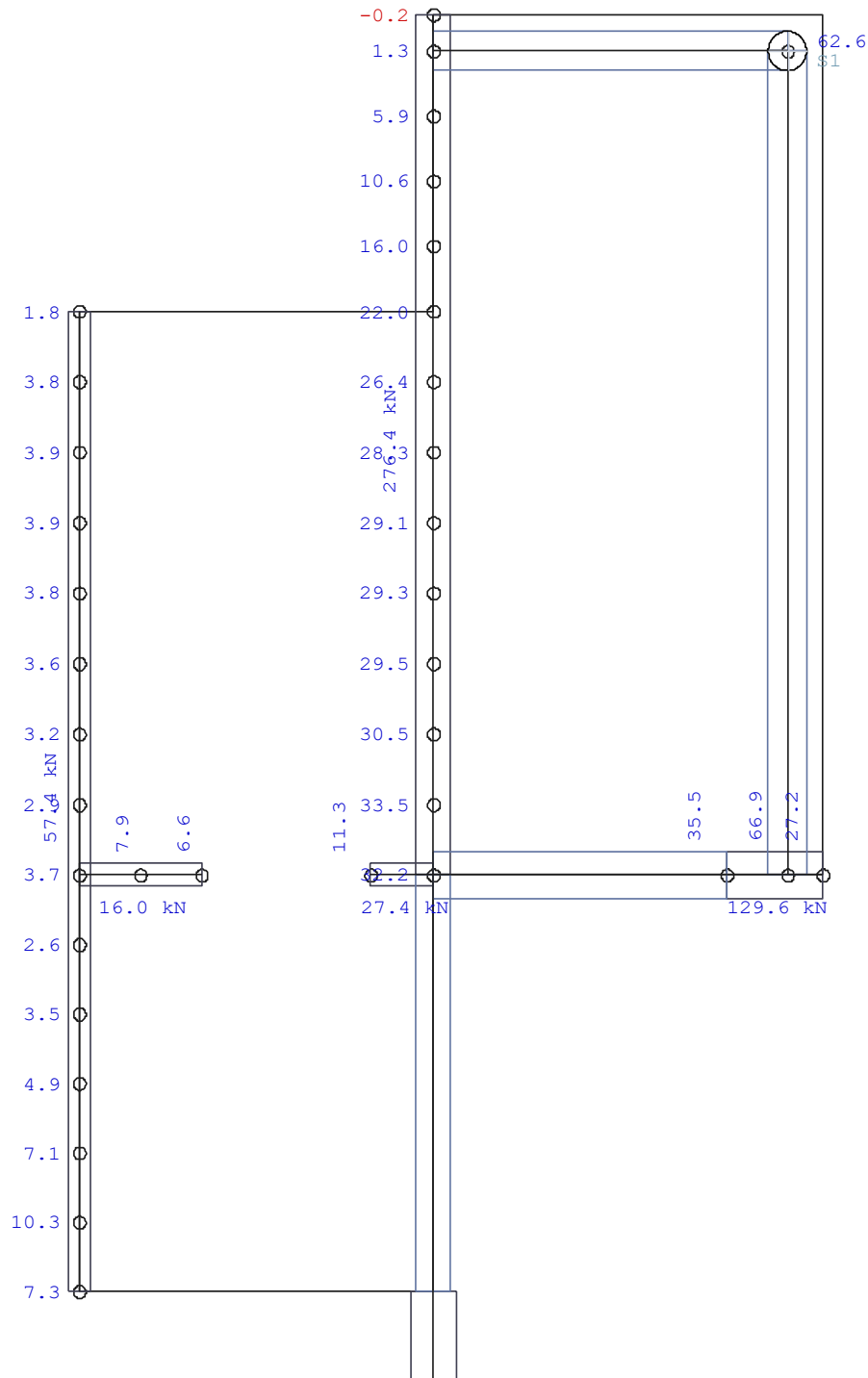
Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

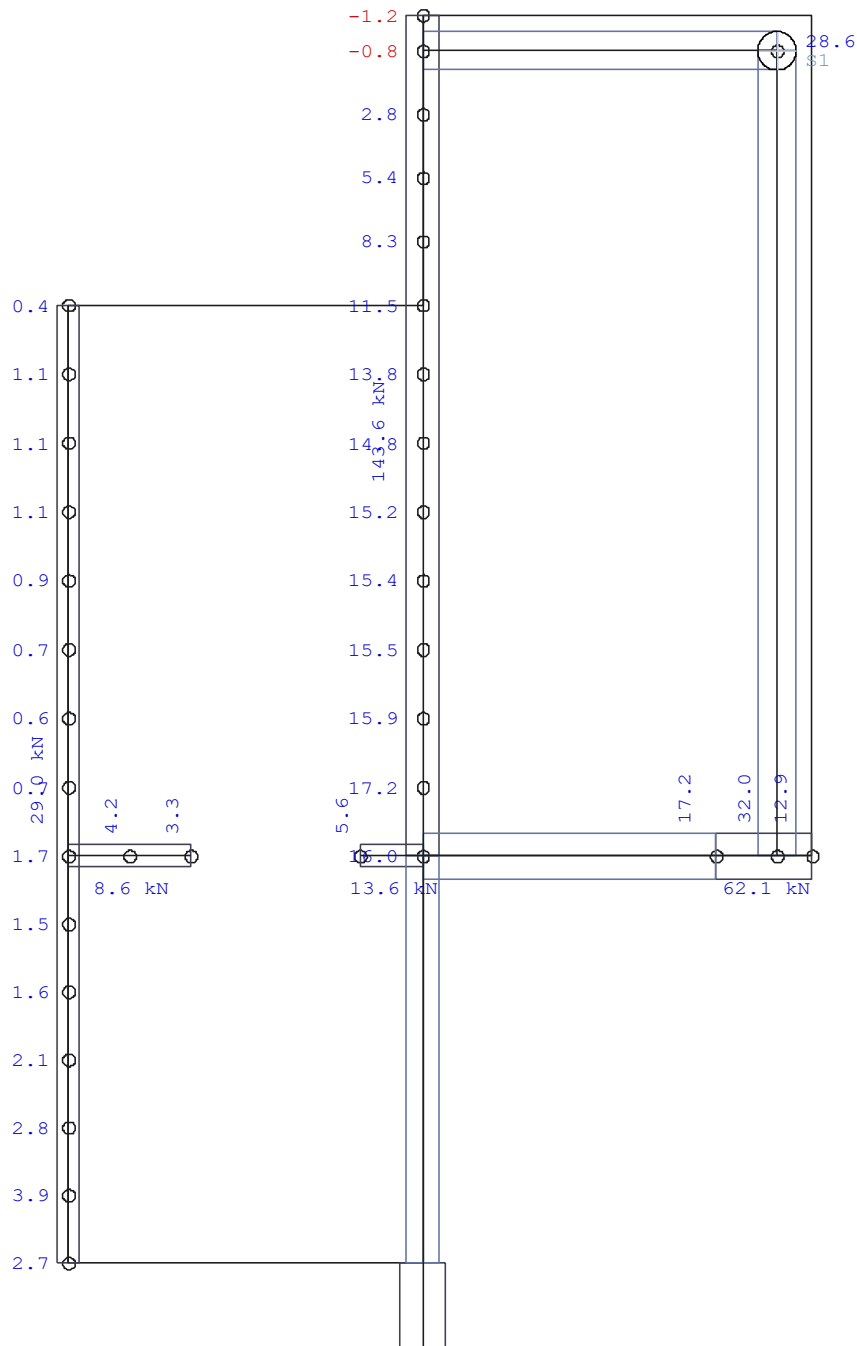
Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 33



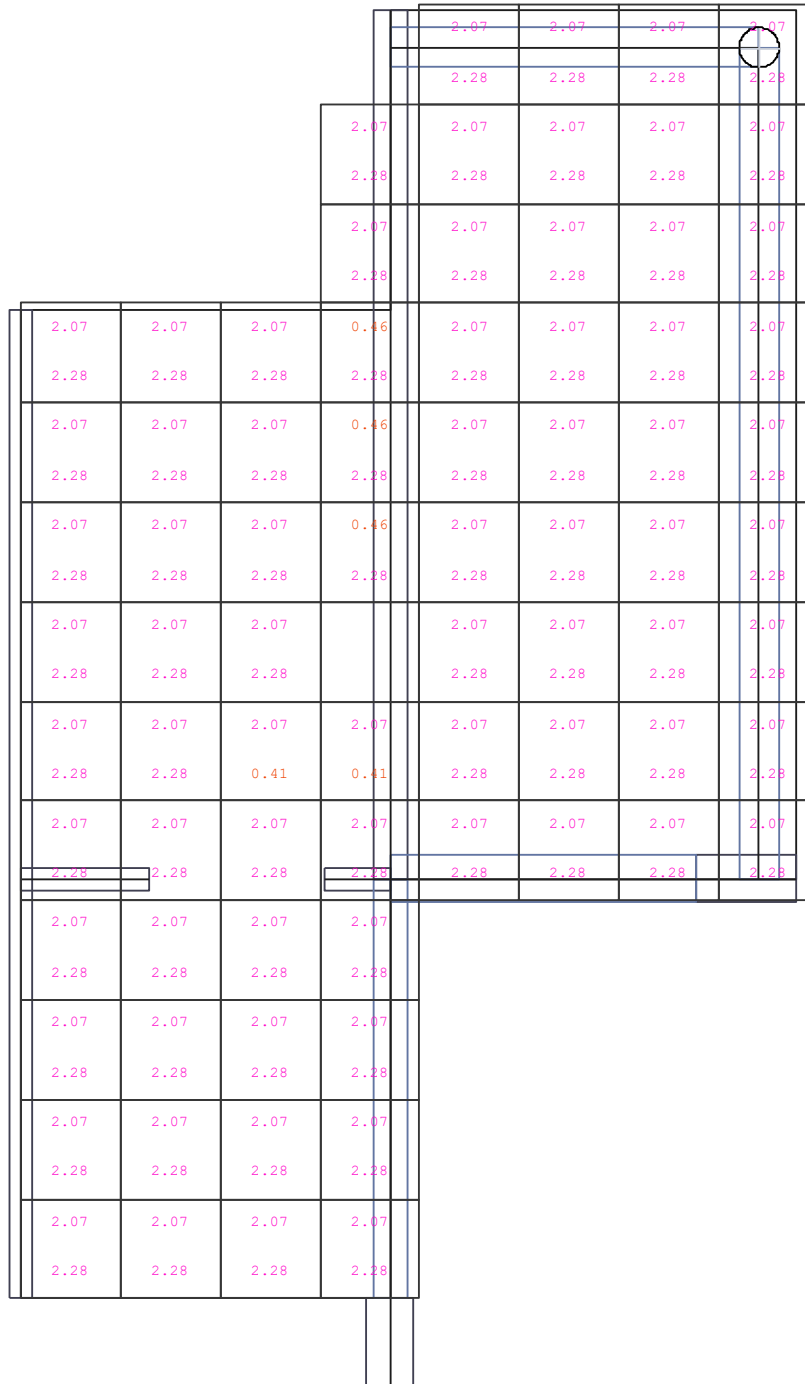
Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN
 Bemessungswerte (Gamma-fach)
 Maßstab 1 : 33



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

Maßstab 1 : 38



2
1

max as-1: 2.07 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 2.28 [cm²/m] (Gesamt)

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

wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

Maßstab 1 : 38

[illegible]

```

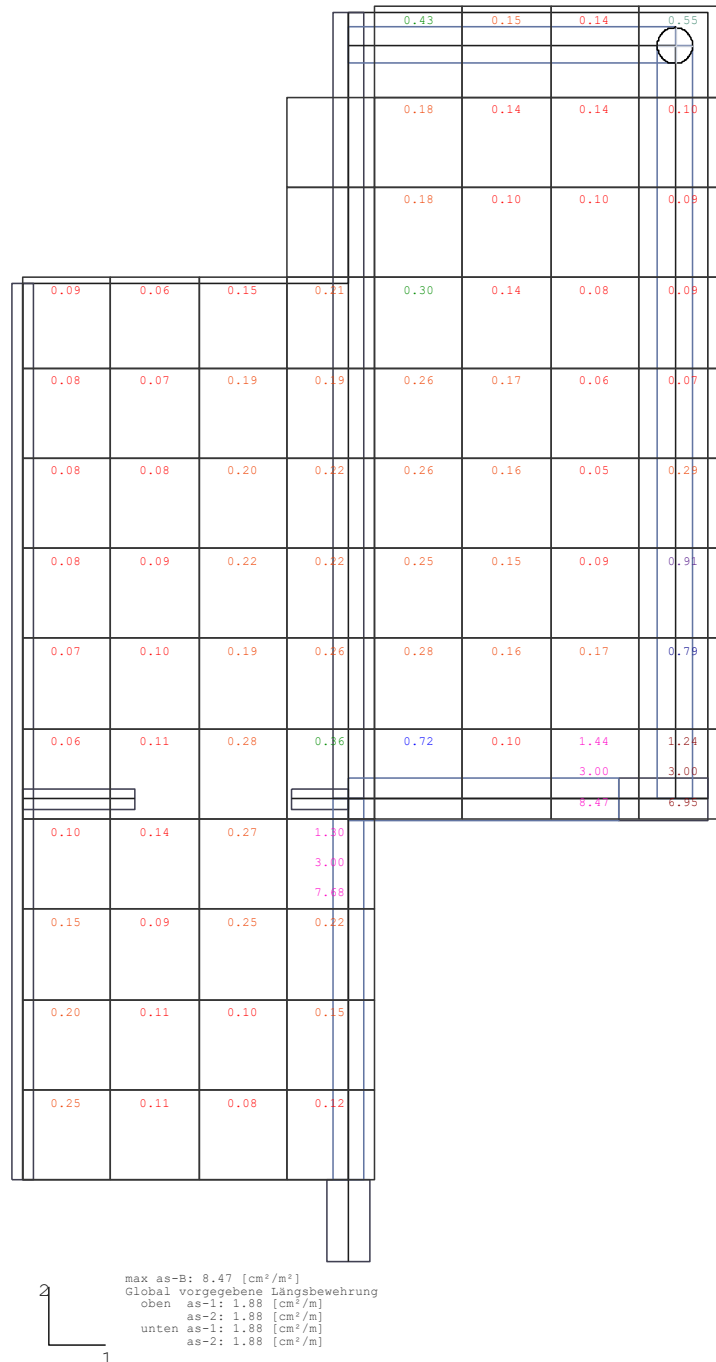
2      max as-1: 3.58 [cm²/m] (Gesamt)
      max as-2: 4.59 [cm²/m] (Gesamt)
      Global vorgegebene Längsbewehrung
      oben as-1: 1.88 [cm²/m]
      as-2: 1.88 [cm²/m]
      unten as-1: 1.88 [cm²/m]
      as-2: 1.88 [cm²/m]
      wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
      - Querkraftnachweis

```

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

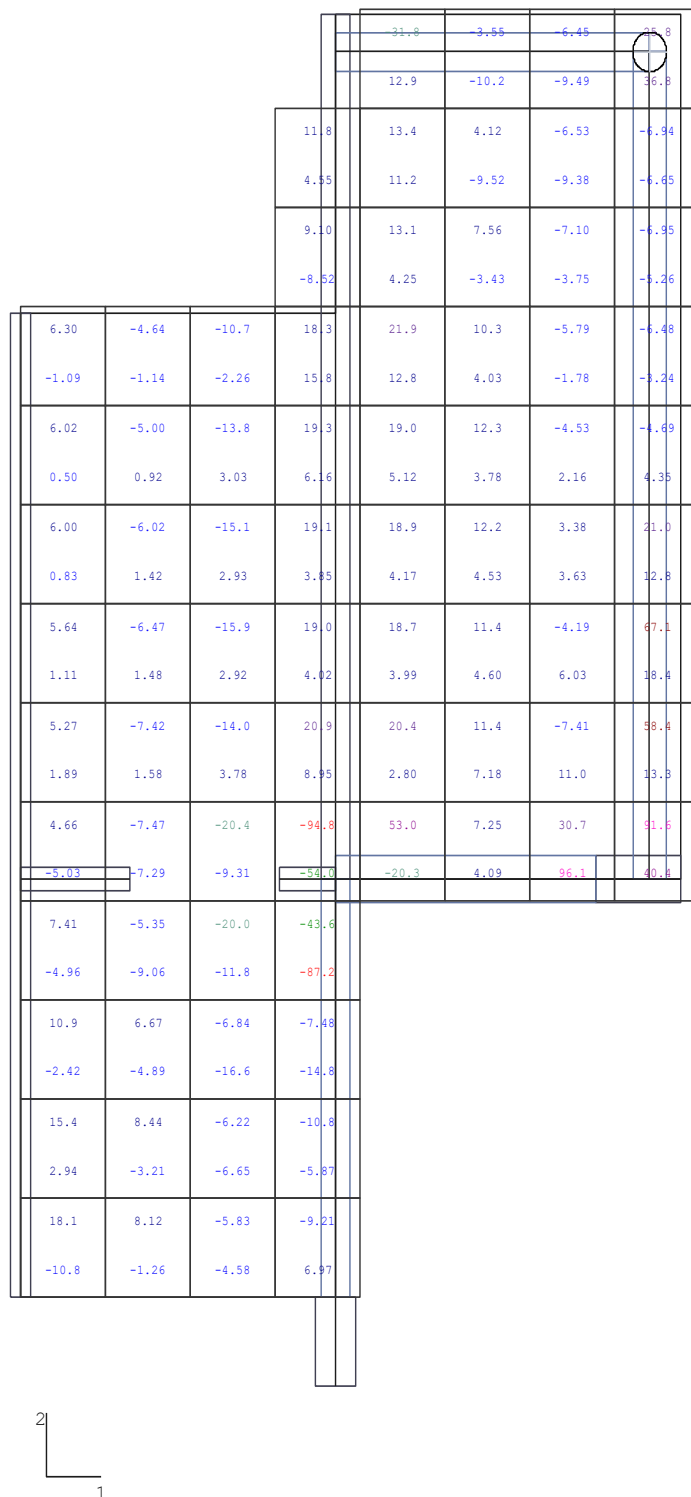
Maßstab 1 : 35



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

VEd-1, VEd-2 [kN/m]

Maßstab 1 : 34



Position 165 – Konsolband

Abmessungen siehe Skizze

Beton C25/30

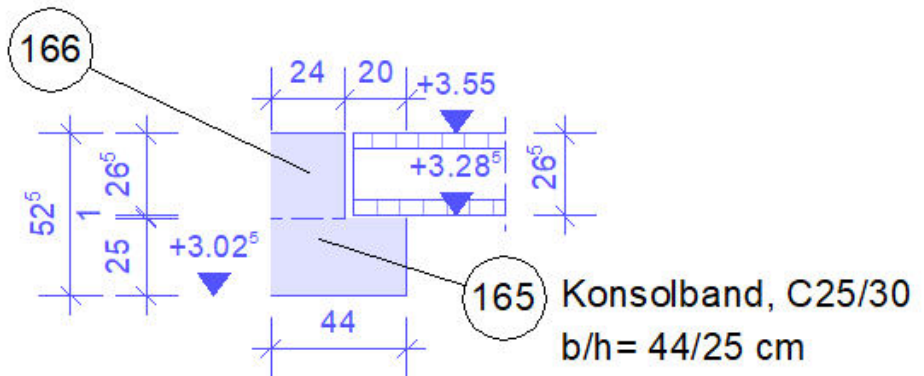
XC1, WO

$c_{\text{nom,innen}} = 2,00 \text{ cm}$

B 500 S/M

Stb.-Überzug, C25/30

$b/h = 24/52,5 \text{ cm}$



Schnittgrößen und Bemessung

Spannbetondecke

Höhe	h_s	26.5 cm
Auflagerlänge	l_s	17 cm
Spannweite		8.25 m
Eigengewicht		4.1 kN/m ²
	d_1	4.4

Überzug

Höhe h	$h_{\bar{u}}$	52.5 cm
Breite b	$b_{\bar{u}}$	24 cm

Konsole

Bauteilhöhe	h_c	25 cm
Bauteilbreite	b_c	44 cm
Überstandkonsole	b_k	20 cm
Fuge Überzug - Spannbetondecke	l_f	3 cm
Lastabstand	a_c	11.5 cm
	d_1	3.6 cm
Außermittigkeit	e	23.5 cm

Beton	C25/30
f_{cd}	14.2 N/mm ²

Nachweis Konsolband

Statische Nutzhöhe d	21.4 cm
z	19.26 cm

a/z 0.60

Nachweis als Konsole zulässig **Ja**

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung 2.6 kN/m²
aus veränderlicher Belastung 3 kN/m²

g_k 30.6 kN/m

q_k 12.4 kN/m

F_d 59.9 kN/m

Bewehrung Konsole

Z_d = $F_d \cdot a/z$ 35.8

$a_{s,erf}$ = $Z_d/43.5$ **0.82 cm²/m**

Nachweis Querkraft

a_1 = $F_d/(1.00 \cdot f_{cd})$ 4.2 cm

c = $a + a_1/2$ 13.6 cm

$\tan \theta$ = z/c 1.42

$V_{Rd,max}$ 967 kN

$V_{Rd,max} > F_d$ **Ja**

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: 1 Ø 12 je Ecke (1,13 cm²)
Längsbewehrung unten im Kreuzungspunkt mit der Pos. 166 - 169 – Überzug
siehe jeweilige Position
Bügel Ø 8 / 15 cm (zweischnittig)

Position 166 – Stb.-Überzug

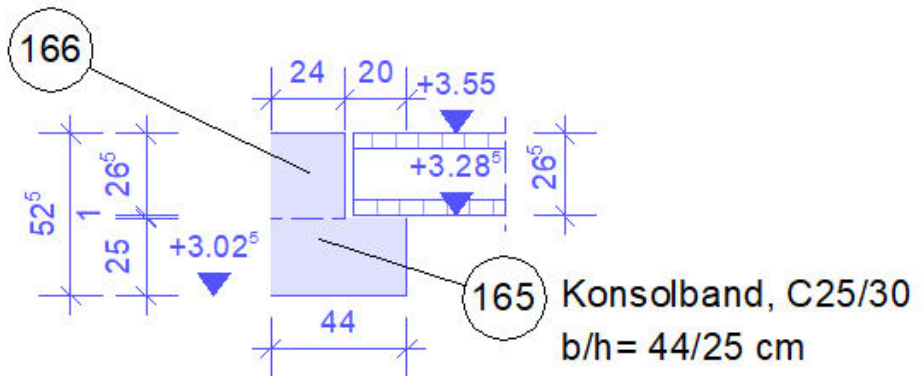
b/h = 24/52,5 cm
Beton C25/30

Stützweite $l \leq 2,75$ m
XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

B 500 S/M

Stb.-Überzug, C25/30
b/h = 24/52,5 cm



Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,10 \text{ m}$	= 27,5 kN/m
Nutzlast	= $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,10 \text{ m}$	= 12,5 kN/m

Belastung aus Pos 119 – Stb.-Fenstersturz

G_k (Auflager 1)	= 36,3 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1)	= 6,80 kN
G_k (Auflager 2)	= 95,2 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 2)	= 17,8 kN

Belastung aus ständigen Lasten

24er MW - Fensterbrüstung	$0,24 \text{ m} \cdot 18,00 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,20 \text{ m}$	= 5,20 kN/m
Fenster		= 1,50 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

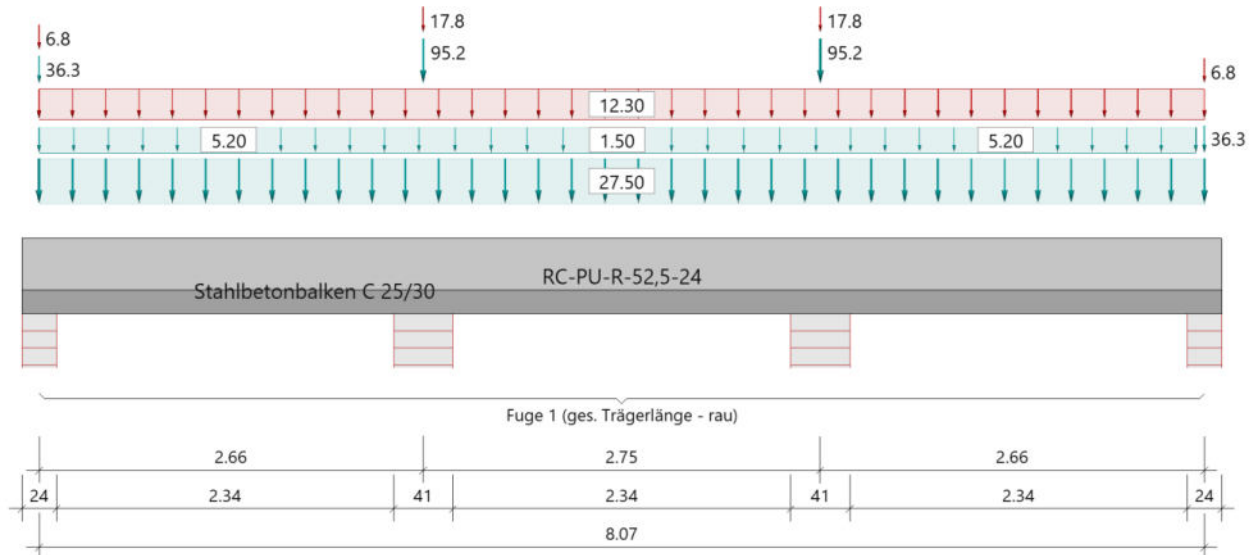
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



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	Platte unten rechts			24.0	52.5	24.0	16.5

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.66	RC-PU-R-52,5-24 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.75	
3	2.66	

Verbundfugen

Fuge	xa [m]	xe [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	8.07	3.0	3.0	rau

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
2.26			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
2.66			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
3.07			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
5.00			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
5.41			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
5.81			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3
8.07			24.0	52.5	24.0	16.5	1.3	1.3

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf 3*b0 begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [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	2.66	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	5.41	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	8.07	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten
Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.00	36.3 kN	ständig		
	2	kraft	0.00	6.8 kN	Kat. C		
	3	kraft	2.66	95.2 kN	ständig		
	4	kraft	2.66	17.8 kN	Kat. C		
	5	kraft	5.41	95.2 kN	ständig		
	6	kraft	5.41	17.8 kN	Kat. C		
	7	kraft	8.07	36.3 kN	ständig		
	8	kraft	8.07	6.8 kN	Kat. C		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	9	GL		8.07		27.50		Nein	ständig		
	10	GL		8.07		12.30		Ja	Kat. C		
	11	TL		2.63		5.20	5.20	Nein	ständig		
	12	TL	2.63	2.75		1.50	1.50	Nein	ständig		
	13	TL	5.38	2.63		5.20	5.20	Nein	ständig		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
A	:	Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger									
EG	:	Lasteinwirkung									
Zus	:	Zusammengehörigkeitsgruppe									
Alt	:	Alternativgruppe									

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2542 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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm} *1$
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	$\epsilon_{cs}(t) = -0.50 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.6 cm	oben = 3.6 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \text{ ‰}$

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- 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 $\cot(\Theta)/2$.

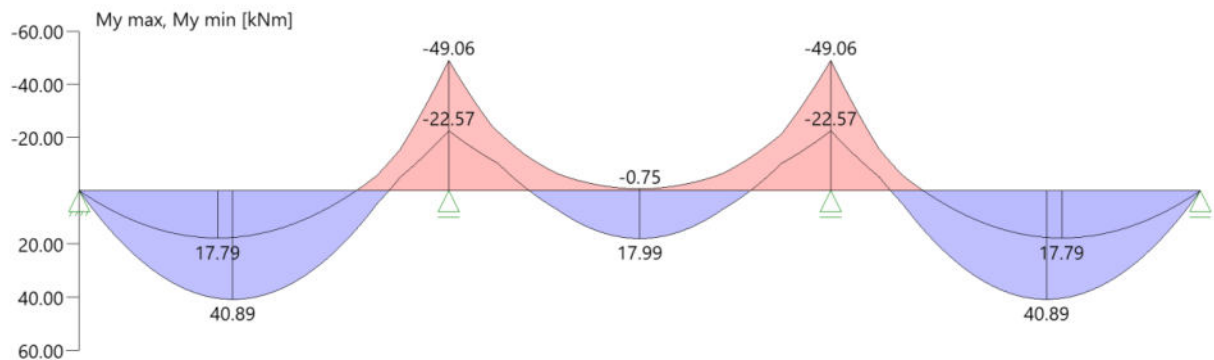
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk $b = 41.0$ cm
- Lager Nr. 3 direkt Mauerwerk $b = 41.0$ cm
- Lager Nr. 4 direkt Mauerwerk $b = 24.0$ cm

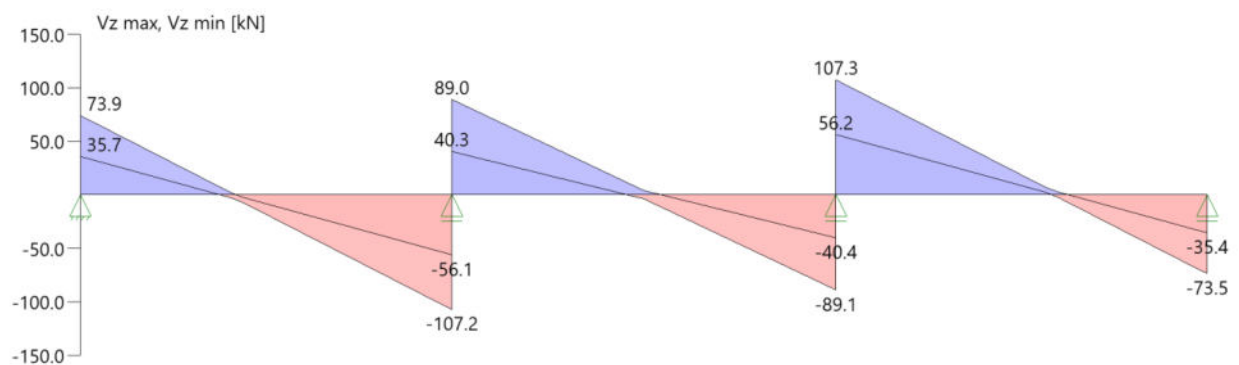
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{V,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	73.9	1
	0.00	0.00	0.00	35.7	2
	1.11	1.11	40.89	0.0	1
	2.66	2.66	-49.06	-107.2	4
	2.66	2.66	-22.57	-56.1	3
Feld 2	0.00	2.66	-22.57	40.3	3
	0.00	2.66	-49.06	89.0	4

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
	1.38	4.04	17.99	0.0	5
	2.75	5.41	-22.57	-40.4	7
	2.75	5.41	-49.06	-89.1	8
Feld 3	0.00	5.41	-22.57	56.2	7
	0.00	5.41	-49.06	107.3	8
	1.55	6.96	40.89	0.0	1
	2.66	8.07	0.00	-35.4	2
	2.66	8.07	0.00	-73.5	1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
Feld 1	1.11	1.11	40.89	40.89	48.9	0.08	1.9	0.0		1
	2.00	2.00	-0.08	-0.08	48.9	0.00	0.0	1.3	1)	2
	2.23	2.23	0.22	0.22	48.9	0.01	1.3	0.0	1)	6
	2.23	2.23	-10.73	-10.73	48.9	0.03	0.0	1.3	1)	5
Feld 2	0.33	2.99	-23.61	-23.61	48.9	0.05	0.0	1.3	1)	9
	0.58	3.24	0.03	0.03	48.9	0.00	1.3	0.0	1)	2
	1.38	4.04	17.99	17.99	48.9	0.05	1.3	0.0	1)	5
	2.17	4.83	0.03	0.03	48.9	0.00	1.3	0.0	1)	2
	2.18	4.84	-12.66	-12.66	48.9	0.04	0.0	1.3	1)	1
Feld 3	0.33	5.74	-17.70	-17.70	48.9	0.05	0.0	1.3	1)	8
	1.56	6.97	40.89	40.89	48.9	0.08	1.9	0.0		1
	2.42	7.83	15.81	15.81	48.9	0.04	1.3	0.0	1)	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 $F = V_{y,Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

1 : Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-9:2.1.1 (1)

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			9
2	links	0.00	2.66	-49.06	-39.46	-33.54	15.0	48.9	0.07		1.5	4
	rechts	0.00	2.66	-49.06	-41.24	-35.05	15.0	48.9	0.07		1.6	4
3	links	0.00	5.41	-49.06	-41.24	-35.05	15.0	48.9	0.07		1.6	8
	rechts	0.00	5.41	-49.06	-39.46	-33.54	15.0	48.9	0.07		1.5	8
4	links	0.00	8.07	0.00	0.00	0.00			0.00			8

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.88	65.9	18.4	43.1	328.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.61	0.61	0.88	33.2	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.10	1.10	0.88	-4.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	5
2	links	0.21	2.46	0.88	-93.6	18.4	43.1	328.2	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.69	1.97	0.88	-61.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	4
	*	1.18	1.48	0.88	-28.3	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	4
	rechts	0.21	2.87	0.88	76.3	18.4	43.1	328.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.69	3.35	0.88	46.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	4
	*	1.18	3.84	0.88	15.8	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	4
3	links	0.21	5.21	0.88	-76.3	18.4	43.1	328.2	VRd,max > V _{Ed}		

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
	links	0.69	4.72	0.88	-46.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	8
	*	1.18	4.23	0.88	-15.8	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	8
	rechts	0.21	5.62	0.88	93.6	18.4	43.1	328.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.69	6.10	0.88	61.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	8
	*	1.18	6.59	0.88	28.3	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	8
4	links	0.12	7.95	0.88	-65.9	18.4	43.1	328.2	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.61	7.46	0.88	-33.2	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.10	6.97	0.88	4.0	18.4	43.1	328.2	30.0	1.97 ¹⁾	5

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

Stütze	x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	b_w [cm]	v_{Ed} [kN/m ²]	$v_{Rd,j}$ [kN/m ²]	$v_{Rd,max}$ [kN/m ²]	asw [cm ² /m]
1 re	0.00	0.00	0.88	73.9	24.0	718	407	3542	0.98
	0.25	0.25	0.88	57.2	24.0	556	407	3542	
	1.25	1.25	0.97	-13.1	24.0	127	407	3542	
2 li	0.00	2.66	0.88	-107.1	24.0	1041	407	3542	2.75
	0.34	2.33	0.88	-85.0	24.0	825	407	3542	
2 re	0.00	2.66	0.88	88.9	24.0	863	407	3542	1.68
	0.34	3.00	0.88	68.2	24.0	663	407	3542	
	1.34	4.00	0.99	6.4	24.0	62	407	3542	
3 li	0.00	5.41	0.88	-89.0	24.0	865	407	3542	1.68
	0.34	5.08	0.88	-68.2	24.0	663	407	3542	
	1.34	4.08	0.99	-6.4	24.0	62	407	3542	
3 re	0.00	5.41	0.88	107.3	24.0	1042	407	3542	2.75
	0.34	5.75	0.88	85.0	24.0	825	407	3542	
4 li	0.00	8.07	0.88	-73.5	24.0	714	407	3542	0.98
	0.25	7.82	0.88	-57.2	24.0	556	407	3542	
	1.25	6.82	0.97	13.1	24.0	127	407	3542	

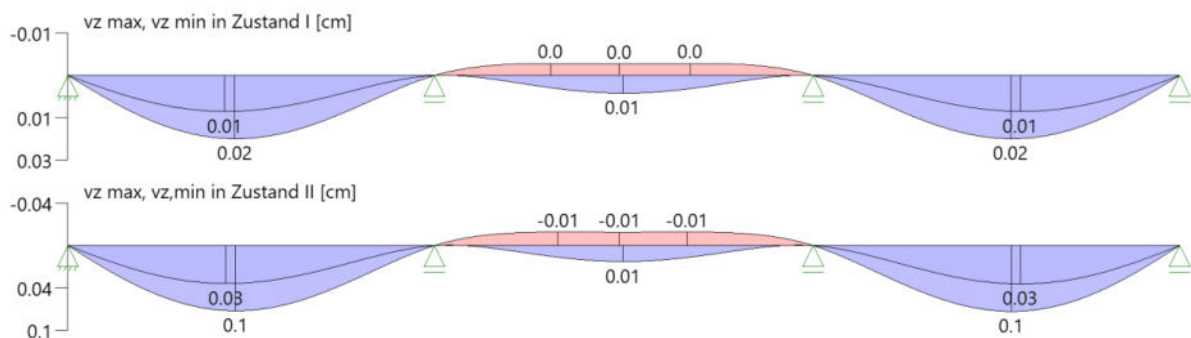
$c_j = 0.40 \mu = 0.70 v = 0.50$ (rau)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.26	0.0	0.02	10
Feld 2	1.38	0.0	0.01	15
Feld 3	1.40	0.0	0.02	10

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.86$ $\epsilon_{cs} = -0.50$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.26	0.01	1/19607	0.1	1/4810	0.1	0.06
Feld 2	2.45	0.0	1/275415	0.01	1/20333	0.01	0.01
Feld 3	1.40	0.01	1/19611	0.1	1/4768	0.1	0.06

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

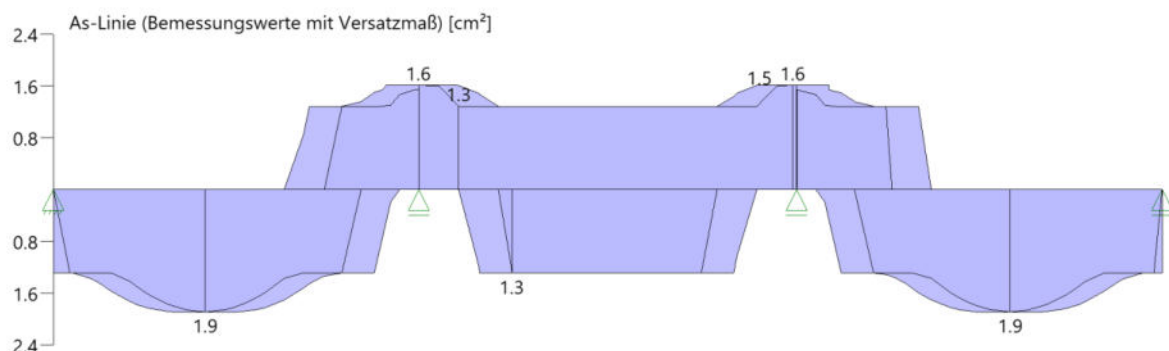
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

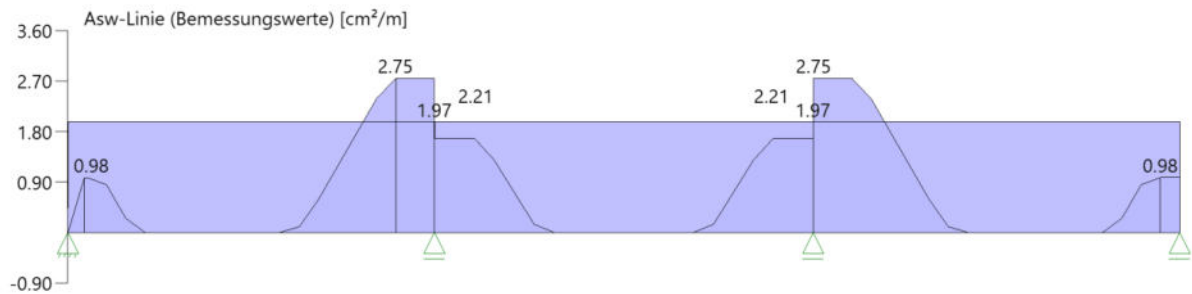
Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [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	0.05	1.9	1.8	1.15	-0.03	12	100	11
	1.09	25.80	1.9	1.8	302.07	-6.79	12	14	11
	1.26	25.19	1.9	1.8	294.98	-6.63	12	14	11
	2.66	-24.83	1.9	1.8	301.14	-6.64	12	14	12
Feld 2	2.66	-26.11	1.3	1.9	303.67	-6.91	12	14	12
	2.86	-20.38	1.3	1.9	236.98	-5.39	12	22	12
	5.41	-26.10	1.3	1.9	303.66	-6.91	12	14	13
	5.41	-24.83	1.9	1.8	301.14	-6.64	12	14	13
Feld 3	6.81	25.19	1.9	1.8	294.98	-6.63	12	14	11
	6.98	25.80	1.9	1.8	302.07	-6.79	12	14	11
	8.07	0.05	1.9	1.8	1.15	-0.03	12	100	11

As-Deckungslinien





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	74.7 -1.8	74.7 21.6		
2	2.66	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	196.3 -3.2	196.3 57.6		
3	5.41	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	196.5 -3.2	196.5 57.6		
4	8.07	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	74.4 -1.8	74.4 21.6		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	133.1 72.0	
2	2.66	Lk 4 Lk 3	351.4 191.6	
3	5.41	Lk 8 Lk 7	351.7 191.8	
4	8.07	Lk 1 Lk 2	132.7 71.7	

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.							
generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	9	27.50	27.50	0.00	8.07
L 2	*	ständig	11	5.20	5.20	0.00	2.63
L 3	*	ständig	12	1.50	1.50	2.63	2.75
L 4	*	ständig	13	5.20	5.20	5.38	2.63
L 5	1	Kat. C	2	6.80	*	0.00	*
			4	17.80	*	2.66	*
			10	12.30	12.30	0.00	2.66
L 6	2	Kat. C	6	17.80	*	2.75	*
			10	12.30	12.30	0.00	2.75
L 7	3	Kat. C	8	6.80	*	2.66	*
			10	12.30	12.30	0.00	2.66

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 8	1	ständig	1	36.30	*	0.00	*
			3	95.20	*	2.66	*
L 9	2	ständig	5	95.20	*	2.75	*
L 10	3	ständig	7	36.30	*	2.66	*

Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 2	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 3	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 4	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 5	1.50			1.50		1.50	1.50	
L 6		1.50		1.50	1.50			1.50
L 7	1.50		1.50			1.50		1.50
L 8	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 9	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 10	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35

Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 9	Lk 10	Lk 11	Lk 12	Lk 13	Lk 15
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 4	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 5	1.50	1.00	0.60	0.60		
L 6				0.60	0.60	1.00
L 7		1.00	0.60		0.60	
L 8	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 9	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 10	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nachweis mit Konsolenband

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung	2.6 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	3 kN/m ²
Spannweite	8,25 m

g_k	30.6 kN/m
q_k	12.4 kN/m
F_d	59.9 kN/m

Bewehrung Konsole

Z_d	$=F_d \cdot a/z$	35.8

$$a_{s, \text{erf}} = Z_d / 43.5 = 0.82 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Nachweis Querkraft

$$a_1 = F_d / (1.00 \cdot f_{cd}) = 4.2 \text{ cm}$$

$$c = a + a_1 / 2 = 13.6 \text{ cm}$$

$$\tan \theta = z / c = 1.42$$

$$V_{Rd, \text{max}} = 967 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, \text{max}} > F_d \quad \text{Ja}$$

Momentenbeanspruchung

$$F_d = 59.9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Windkraft} \quad w_d = 0.55 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Angriffshöhe} \quad h = 27.5 \text{ cm}$$

$$\text{Moment aus Wind} \quad M_{w, Ed} = 0.03 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Moment aus Außermittigkeit} \quad T_{Ed} = 14.1 \text{ kNm/m}$$

$$\Sigma T_{Ed} = 14.11 \text{ kNm/m}$$

Bügelbewehrung

$$\mu_{Eds} = 0.09$$

$$\omega = 0.0946$$

$$\sigma_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s = 1.65 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{sA}/A = F_d / 43.5 = 1.38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{erf. Fugenbewehrung (EDV)} \quad a_{sw} = 2.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{erf. } a_s = 7.01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Torsionsmoment wird durch die Platte im Anschnitt zum Ringanker aufgenommen

$$D = 22.1 \text{ cm}$$

$$Z = 19.9 \text{ cm}$$

Zugkraft je BRESPA- Platte - erf. Zugbewehrung

$$\text{Breite Platte} = 1.2 \text{ m}$$

$$Z_{Ed} = 85 \text{ kN}$$

$$A_{s, \text{erf}} = Z_d / 43.5 = 1.96 \text{ cm}^2$$

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 unten: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 Bügel Ø 10 / 15 cm (zweischnittig)
 Stecker je Brespa Platte 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 Siehe auch Pos. 165 - Konsolband

Position 167 – Stb.-Überzug

b/h = 24/52,5cm

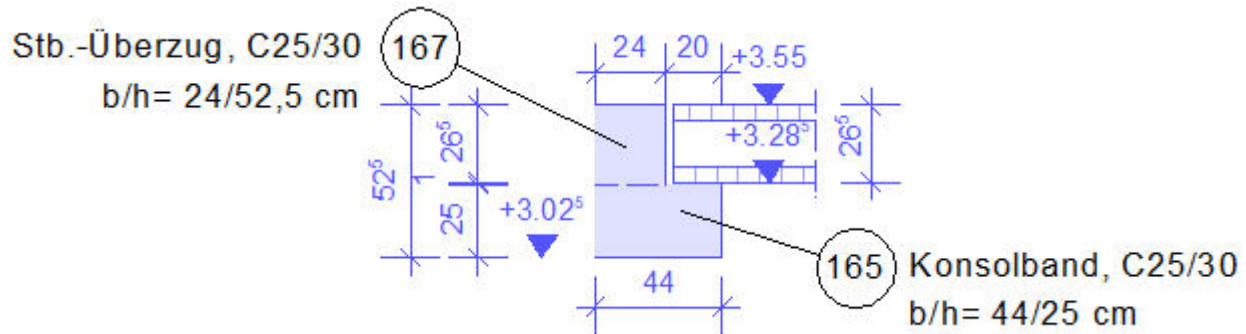
Stützweite $l_{1+3} \leq 2,76$ m

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

B 500 S/M



Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24er MW - Fensterbrüstung $0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,20 \text{ m} = 5,20 \text{ kN/m}$

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke $= 6,70 \text{ kN/m}^2 * 3,90 \text{ m} = 26,1 \text{ kN/m}$

Nutzlast $= 3,00 \text{ kN/m}^2 * 3,90 \text{ m} = 11,7 \text{ kN/m}$

Belastung aus Pos 122 – Stb.-Fenstersturz

G_k (Auflager 1) $= 14,3 \text{ kN}$

G_k (Auflager 2) $= 58,0 \text{ kN}$

$Q_{Pv,k}$ (Auflager 2/3) $= 2,80 \text{ kN}$

$Q_{w,k}$ (Auflager 2/3) $= 8,80 \text{ kN}$

$Q_{S,k}$ (Auflager 2/3) $= 3,10 \text{ kN}$

G_k (Auflager 3) $= 41,5 \text{ kN}$

G_k (Auflager 4) $= 3,30 \text{ kN}$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

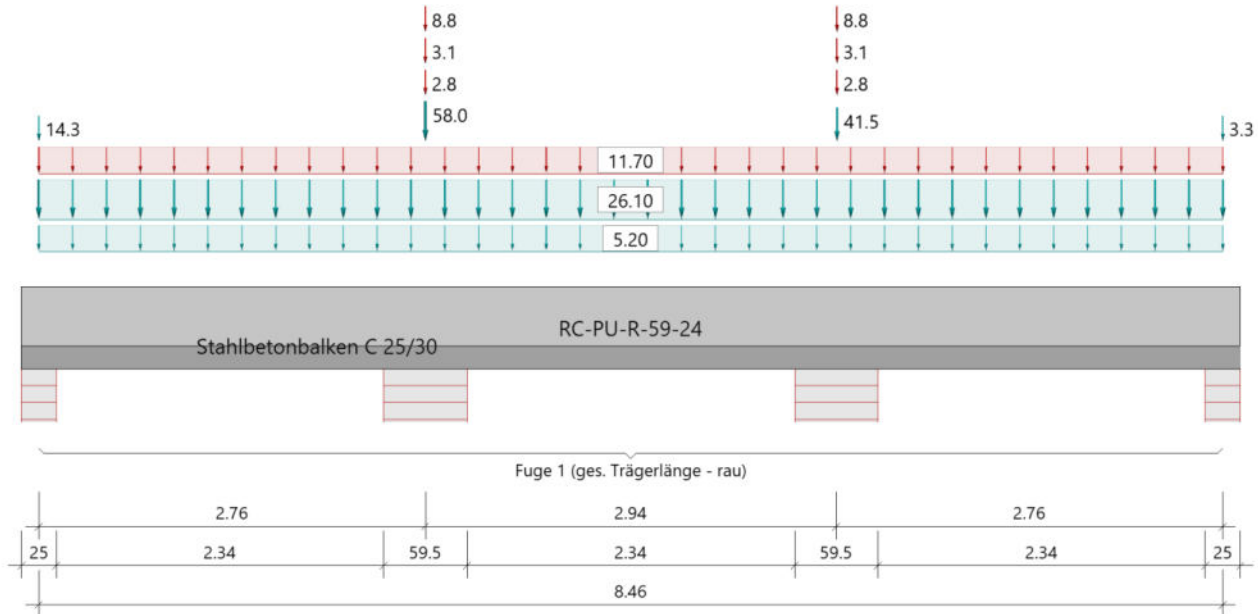
Grundparameter

Stahlbetonbalken über 3 Felder $E = 31000 \text{ N/mm}^2$

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

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



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	Platte unten rechts			24.0	59.0	24.0	16.5

Feld 2 muss ggf. zusätzlich als Scheibe nachgewiesen werden.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.76	RC-PU-R-59-24 (konstant über gesamte Trägerlänge)
2	2.94	
3	2.76	

Verbundfugen

Fuge	xa [m]	xe [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	8.46	0.0	0.0	rau

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	bo [cm]	ho [cm]	b0 [cm]	h0 [cm]	bu [cm]	hu [cm]	min Asu [cm²]	min Aso [cm²]
0.00			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
2.35			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
2.76			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
3.20			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
5.25			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
5.70			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
6.11			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4
8.46			24.0	59.0	24.0	16.5	1.4	1.4

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [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	2.76	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	5.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	8.46	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten
Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.00	14.3 kN	ständig		
	2	kraft	2.76	58.0 kN	ständig		
	3	kraft	2.76	2.8 kN	ständig, demontierbar (PV)		
	4	kraft	2.76	8.8 kN	Wind		
	5	kraft	2.76	3.1 kN	Schnee		
	6	kraft	5.70	41.5 kN	ständig		
	7	kraft	5.70	2.8 kN	ständig, demontierbar (PV)		
	8	kraft	5.70	8.8 kN	Wind		
	9	kraft	5.70	3.1 kN	Schnee		
	10	kraft	8.46	3.3 kN	ständig		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	11	GL		8.46		26.10		Nein	ständig		
	12	GL		8.46		11.70		Ja	Kat. C		
	13	GL		8.46		5.20		Nein	ständig		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2993 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
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	$\phi(t_0, t)$ =	2.70	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$ =	-0.49 ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten =	2.0 cm	oben =	2.0 cm
	links =	2.0 cm	rechts =	2.0 cm
Bewehrungslagen	unten =	3.6 cm	oben =	3.6 cm
Abminderung der Stützmomente ≤ 15 %				

Bemessungseinstellungen

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

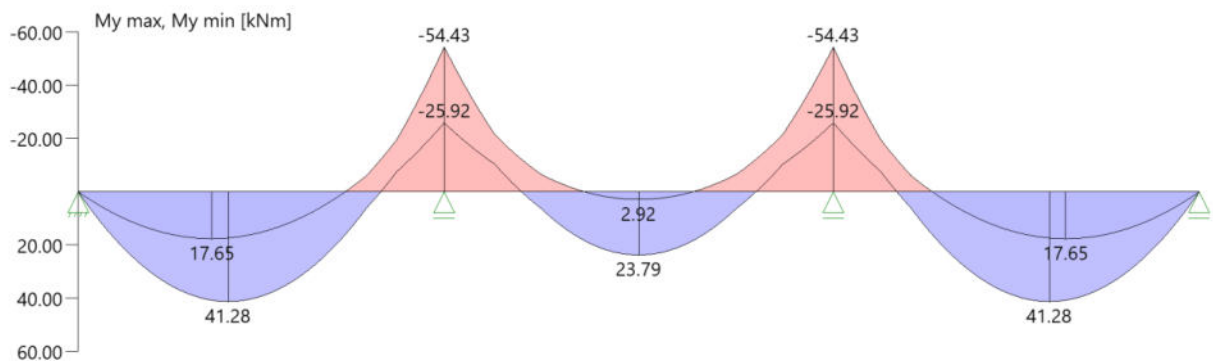
Auflagerbedingungen

- Lager Nr. 1 direkt Mauerwerk b = 25.0 cm
- Lager Nr. 2 direkt Mauerwerk b = 59.5 cm
- Lager Nr. 3 direkt Mauerwerk b = 59.5 cm
- Lager Nr. 4 direkt Mauerwerk b = 25.0 cm

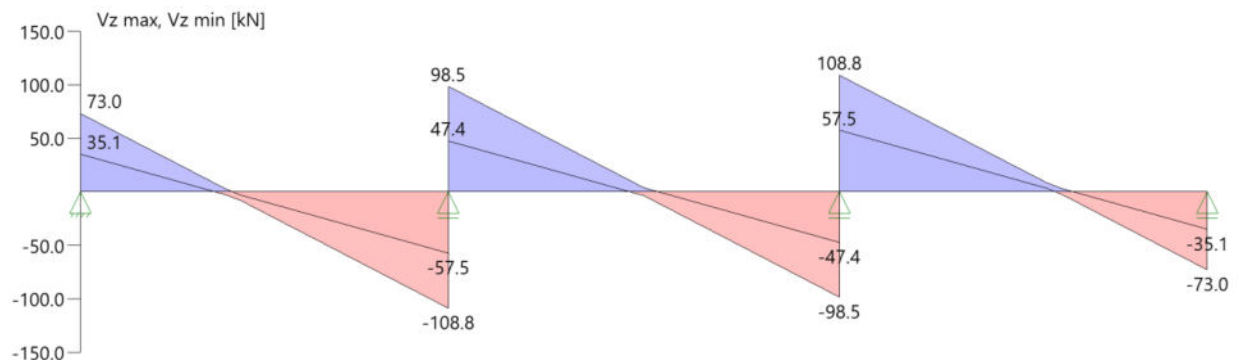
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	73.0	1
	0.00	0.00	0.00	35.1	2
	1.13	1.13	41.28	0.0	1
	2.76	2.76	-54.43	-108.8	4
	2.76	2.76	-25.92	-57.5	3
Feld 2	0.00	2.76	-25.92	47.4	3
	0.00	2.76	-54.43	98.5	4
	1.47	4.23	23.79	0.0	5
	2.94	5.70	-25.92	-47.4	7
	2.94	5.70	-54.43	-98.5	8
Feld 3	0.00	5.70	-25.92	57.5	7
	0.00	5.70	-54.43	108.8	8
	1.63	7.32	41.28	0.0	1
	2.76	8.46	0.00	-35.1	2
	2.76	8.46	0.00	-73.0	1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	1.13	1.13	41.28	41.28	55.4	0.07	1.7	0.0		1
	2.02	2.02	-0.06	-0.06	55.4	0.00	0.0	1.4	1)	2
	2.28	2.28	0.09	0.09	55.4	0.00	1.4	0.0	1)	6
	2.29	2.29	-12.36	-12.36	55.4	0.03	0.0	1.4	1)	5
Feld 2	0.42	3.18	-19.86	-19.86	55.4	0.04	0.0	1.4	1)	1
	0.59	3.35	0.11	0.11	55.4	0.00	1.4	0.0	1)	2
	1.47	4.23	23.79	23.79	55.4	0.05	1.4	0.0	1)	5
	2.35	5.11	0.11	0.11	55.4	0.00	1.4	0.0	1)	2
	2.36	5.12	-12.33	-12.33	55.4	0.03	0.0	1.4	1)	1
Feld 3	0.42	6.11	-15.99	-15.99	55.4	0.04	0.0	1.4	1)	5
	1.63	7.33	41.28	41.28	55.4	0.07	1.7	0.0		1
	2.52	8.21	15.95	15.95	55.4	0.04	1.4	0.0	1)	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.

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

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [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			0.00			1
2	links	0.00	2.76	-54.43	-41.10	-34.93	15.0	55.4	0.06		1.4 ¹⁾	4
	rechts	0.00	2.76	-54.43	-42.64	-36.24	15.0	55.4	0.06		1.5	4
3	links	0.00	5.70	-54.43	-42.64	-36.24	15.0	55.4	0.06		1.5	8
	rechts	0.00	5.70	-54.43	-41.10	-34.93	15.0	55.4	0.06		1.4 ¹⁾	8
4	links	0.00	8.46	0.00	0.00	0.00			0.00			8

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

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	0.13	0.13	0.90	64.9	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.68	0.68	0.90	29.2	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.23	1.23	0.90	-10.2	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	4
2	links	0.30	2.46	0.90	-89.6	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	links	0.85	1.91	0.90	-53.9	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	4
	*	1.38	1.38	0.90	-19.7	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	4
	rechts	0.30	3.06	0.90	79.3	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.85	3.61	0.90	43.5	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	4
	*	1.41	4.17	0.90	7.7	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	4
3	links	0.30	5.40	0.90	-79.3	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	links	0.85	4.84	0.90	-43.5	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	8
	*	1.41	4.29	0.90	-7.7	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	8
	rechts	0.30	5.99	0.90	89.6	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	rechts	0.85	6.55	0.90	53.9	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	8
	*	1.38	7.08	0.90	19.7	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	8
4	links	0.13	8.33	0.90	-64.9	18.4	47.1	381.0	VRd,max > VEd		
	links	0.68	7.78	0.90	-29.2	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.23	7.22	0.90	10.2	18.4	47.1	381.0	30.0	1.97 ¹⁾	8

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

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

1 : Mindestbügelbewehrung

Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

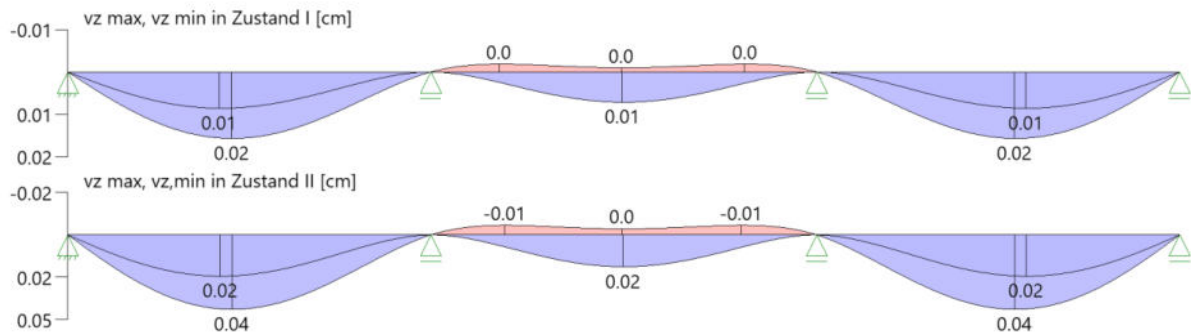
Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	bw [cm]	vEd [kN/m ²]	vRdj [kN/m ²]	vRdmax [kN/m ²]	asw [cm ² /m]
1 re	0.00	0.00	0.90	73.0	24.0	610	407	3542	0.43
	0.26	0.26	0.90	56.6	24.0	473	407	3542	
	1.26	1.26	0.98	-11.6	24.0	97	407	3542	
2 li	0.00	2.76	0.90	-108.8	24.0	910	407	3542	1.79
	0.43	2.33	0.90	-81.2	24.0	680	407	3542	
	0.00	2.76	0.90	98.4	24.0	824	407	3542	
2 re	0.00	2.76	0.90	98.4	24.0	824	407	3542	1.22
	0.43	3.19	0.90	70.9	24.0	593	407	3542	
	1.43	4.19	0.98	6.3	24.0	53	407	3542	
3 li	0.00	5.69	0.90	-98.4	24.0	824	407	3542	1.22
	0.43	5.27	0.90	-70.9	24.0	593	407	3542	
	1.43	4.27	0.98	-6.3	24.0	53	407	3542	
3 re	0.00	5.70	0.90	108.8	24.0	910	407	3542	1.79
	0.43	6.12	0.90	81.2	24.0	680	407	3542	
	0.00	8.45	0.90	-73.0	24.0	610	407	3542	
4 li	0.00	8.45	0.90	-73.0	24.0	610	407	3542	0.43
	0.26	8.20	0.90	-56.6	24.0	473	407	3542	
	1.26	7.20	0.98	11.6	24.0	97	407	3542	

Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	bw [cm]	vEd [kN/m ²]	vRdj [kN/m ²]	vRdmax [kN/m ²]	asw [cm ² /m]
cj = 0.40μ = 0.70v = 0.50 (rau) In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !									

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	f _{v,Ed} [cm]	f _{z,Ed} [cm]	Lfk
Feld 1	1.23	0.0	0.02	11
Feld 2	1.47	0.0	0.01	16
Feld 3	1.53	0.0	0.02	11

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.87$ $\epsilon_{cs} = -0.49$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

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	1.23	0.01	1/27391	0.04	1/6548	0.04	0.05
Feld 2	1.47	0.0	1/114489	0.02	1/16276	0.02	0.02
Feld 3	1.53	0.01	1/27391	0.04	1/6548	0.04	0.05

x : Stelle x
 f_{Ellz,g} : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 f_{Ellz,ϕε} : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 f_{Ell,ϕε} : maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

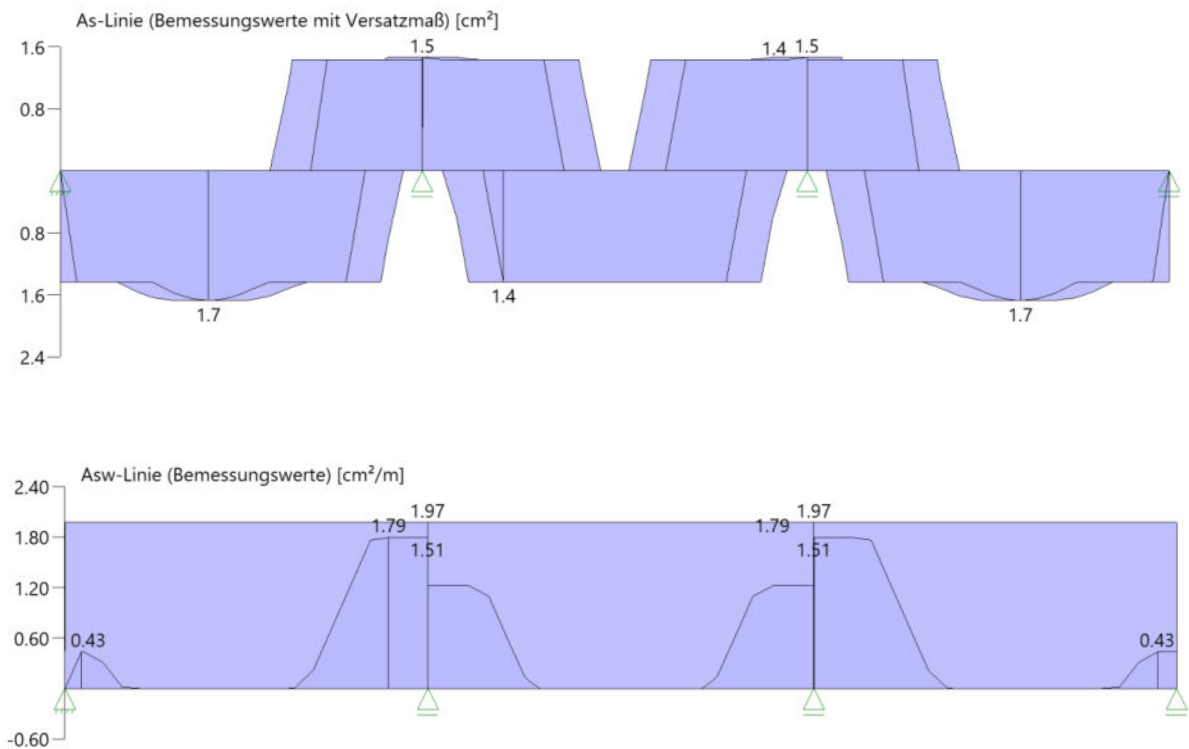
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0 -- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f _{ck} = 11.25 N/mm ²									
Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	σ _C (t=0) [N/mm ²]	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.05	1.7	1.7	2.40	-0.05	16	100	12
	1.11	25.97	1.7	1.7	300.35	-5.96	16	14	12
	1.31	25.19	1.7	1.7	291.30	-5.78	16	15	12
	2.76	-26.11	1.7	1.7	303.27	-6.00	16	13	13
Feld 2	2.76	-27.22	1.4	1.7	305.04	-6.18	16	13	13

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 3	2.91	-22.36	1.4	1.7	250.54	-5.07	16	20	13
	5.70	-27.22	1.4	1.7	305.04	-6.18	16	13	14
	5.70	-26.11	1.7	1.7	303.27	-6.00	16	13	14
	7.15	25.19	1.7	1.7	291.30	-5.78	16	15	12
	7.34	25.97	1.7	1.7	300.35	-5.96	16	14	12
	8.45	0.05	1.7	1.7	2.40	-0.05	16	100	12

As-Deckungslinien



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	52.2 -1.9	52.2 14.6		
2	2.76	ständig ständig, demontierbar (PV) Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten Schnee H < 1000 m	167.4 -3.0	167.4 2.8 39.8 8.8 3.1		
3	5.70	ständig ständig, demontierbar (PV) Kat. C: Versammlungsbereiche Windlasten Schnee H < 1000 m	150.9 -3.0	150.9 2.8 39.8 8.8 3.1		

Nr	x [m]	Einwirkung	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	M _{y,min} [kNm]	M _{y,max} [kNm]
4	8.46	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	41.2 -1.9	41.2 14.6		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	92.3 49.4	
2	2.76	Lk 9 Lk 3	297.3 162.9	
3	5.70	Lk 10 Lk 7	275.1 146.4	
4	8.46	Lk 1 Lk 2	77.5 38.4	

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	11	26.10	26.10	0.00	8.46	
L 2	*	ständig	13	5.20	5.20	0.00	8.46	
L 3	1	Kat. C	12	11.70	11.70	0.00	2.76	
L 4	2	Kat. C	12	11.70	11.70	0.00	2.94	
L 5	3	Kat. C	12	11.70	11.70	0.00	2.76	
L 6	1	ständig	1	14.30	*	0.00	*	
			2	58.00	*	2.76	*	
L 7	1	ständig, demontierbar (PV)	3	2.80	*	2.76	*	
L 8	1	Wind	4	8.80	*	2.76	*	
L 9	1	Schnee	5	3.10	*	2.76	*	
L 10	3	ständig	6	41.50	*	0.01	*	
			10	3.30	*	2.76	*	
L 11	3	ständig, demontierbar (PV)	7	2.80	*	0.01	*	
L 12	3	Wind	8	8.80	*	0.01	*	
L 13	3	Schnee	9	3.10	*	0.01	*	

Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 2	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 3	1.50			1.50		1.50	1.50	
L 4		1.50		1.50	1.50			1.50
L 5	1.50		1.50			1.50		1.50
L 6	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 7								
L 8								
L 9								
L 10	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35
L 11								
L 12								
L 13								
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.35

Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 9	Lk 10	Lk 11	Lk 12	Lk 13	Lk 14	Lk 16
L 1	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 3	1.50		1.00	0.60	0.60		
L 4	1.50	1.50			0.60	0.60	1.00
L 5		1.50	1.00	0.60		0.60	
L 6	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 7	1.35						
L 8	0.90						
L 9							
L 10	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 11		1.35					
L 12		0.90					
L 13							
Eigengewicht	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nachweis mit Konsolenband

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung + Eigengewicht	2.6 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	3 kN/m ²
Spannweite	7.75 m

g_k	29.0 kN/m
q_k	11.6 kN/m
F_d	56.5 kN/m

Momentenbeanspruchung

Fd		56.5	kN/m
Windkraft	w _d	0.55	kN/m ²
Angriffshöhe	h	27.5	cm
Moment aus Wind	M _{w,Ed}	0.03	kNm/m
Moment aus Außermittigkeit	T _{Ed}	13.3	kNm/m
	ΣT _{Ed}	13.32	kNm/m

Bügelbewehrung

	μ_{Eds}	0.08
	ω	0.0836
	σ_{sd}	435 N/mm ²
A_s		1.46 cm ² /m
A_{sA}/A	$F_d/43.5$	1.30 cm ² /m
erf. Fugenbewehrung (EDV)	a_{sw}	1.8 cm ² /m
erf. a_s		6.02 cm²/m

Torsionsmoment wird durch die Platte im Anschnitt zum Ringanker aufgenommen

D	22.1 cm
Z	19.9 cm

Zugkraft je BRESPA- Platte - erf. Zugbewehrung

Breite Platte		1.2 m
	Z_{Ed}	80 kN
$A_{s,erf}$	$=Zd/43.5$	1.85 cm²

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 unten: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 Bügel Ø 10 / 15 cm (zweischnittig)
 Stecker je Brespa Platte 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 Siehe auch Pos. 165 - Konsolband

Position 168 – Stb.-Überzug

$b / h = 24 / 52,5 \text{ cm}$ Stützweite $l \leq 4,46 \text{ m}$
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{\text{nom}} = 2,0 \text{ cm}$ B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten

Fenster/Brüstung = 1,50 kN/m

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke Lasten

Spannbetondecke = $6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,30 \text{ m}$ = 22,1 kN/m
 Nutzlast = $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 3,30 \text{ m}$ = 10,0 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

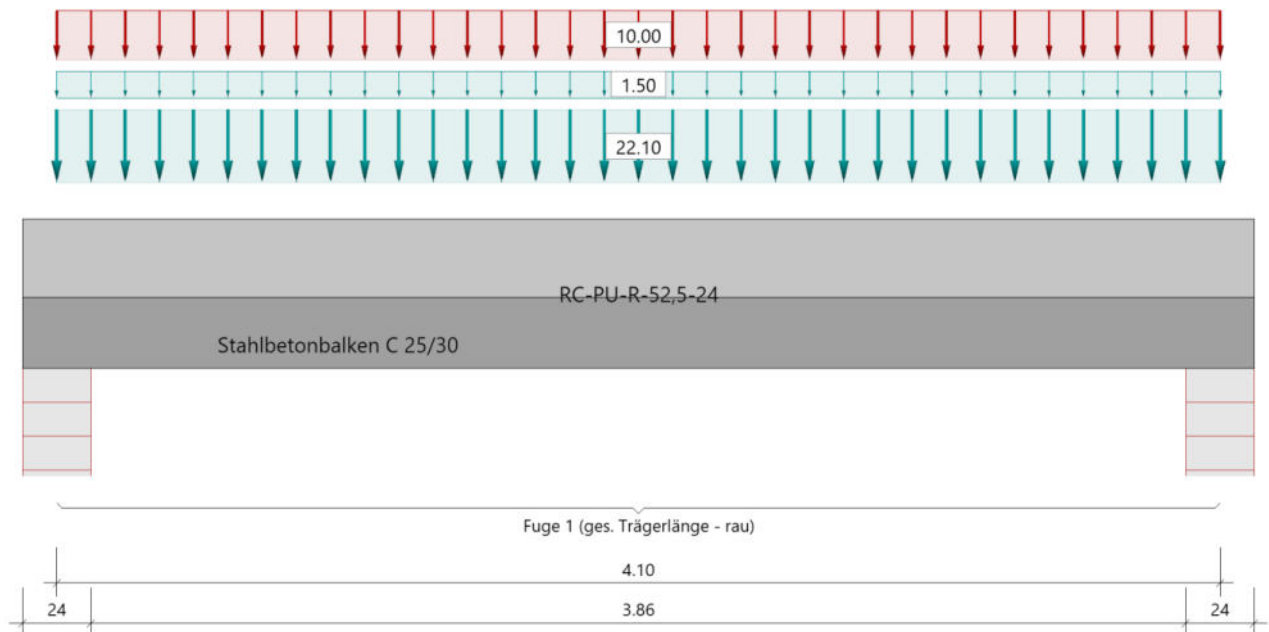
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Eff. mitwirkende Breiten



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	Platte unten rechts			24.0	52.5	24.0	25.0

Verbundfugen

Fuge	x_a [m]	x_e [m]	a links [cm]	a rechts [cm]	Art
1	0.00	4.10	0.0	0.0	rau

Querschnitte mit eff.mitwirkender Breite

x [m]	b_o [cm]	h_o [cm]	b_0 [cm]	h_0 [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]	min Asu [cm ²]	min Aso [cm ²]
0.00			24.0	52.5	24.0	25.0	1.3	1.3
4.10			24.0	52.5	24.0	25.0	1.3	1.3

Die jeweiligen Plattenbreiten (unten bzw. oben) wurden für die Berechnung der Mindestbewehrung (min Asu bzw. min Aso) auf $3 \cdot b_0$ begrenzt.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [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	4.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		4.10		1.50		Nein	ständig		
	2	GL		4.10		22.10		Nein	ständig		
	3	GL		4.10		10.00		Ja	Kat. C		

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

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
EG	:	Lasteinwirkung									
Zus	:	Zusammengehörigkeitsgruppe									
Alt	:	Alternativgruppe									

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1292 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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} *5$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} *5 *5$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5 *5$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} *5 *5$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} *5$	$c_{min,l} = 20 \text{ mm} *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm} *1$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
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 $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.87$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.74$ und dem Erhöhungsfaktor 1.08

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm

links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm

Bewehrungslagen unten = 5.0 cm oben = 4.6 cm

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Bemessungseinstellungen

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

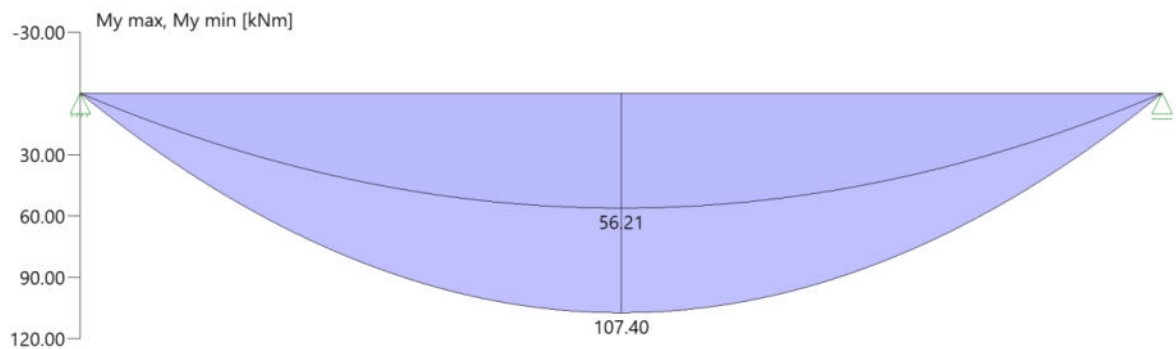
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 24.0$ cm

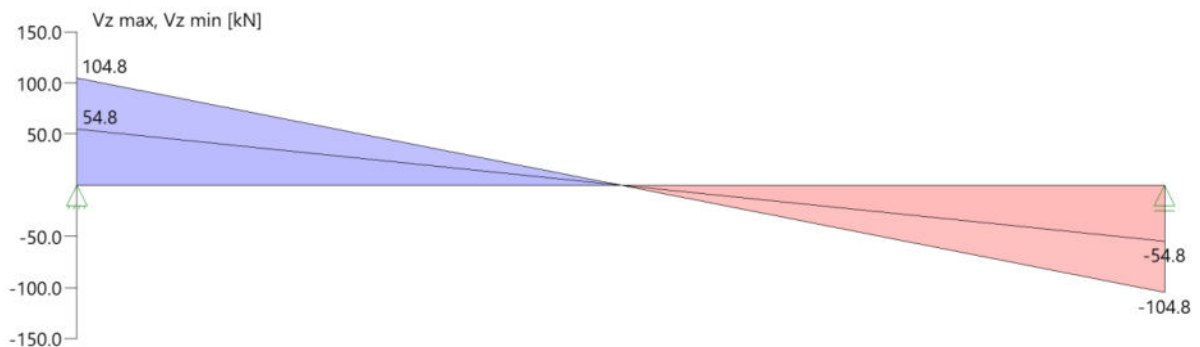
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	104.8	1
	0.00	0.00	0.00	54.8	2
	2.05	2.05	107.40	0.0	1
	4.10	4.10	0.00	-54.8	2
	4.10	4.10	0.00	-104.8	1

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	2.05	2.05	107.40	107.40	47.5	0.19	5.5	0.0	1
	3.79	3.79	30.47	30.47	47.5	0.07	1.4	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 3.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 3.4 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	VEd [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm²/m]	Lk
1	rechts	0.12	0.12	0.85	98.6	18.4	42.2	309.8	VRd,max > VEd		
	rechts	0.60	0.60	0.85	74.4	18.4	42.2	309.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.07	1.07	0.85	50.1	18.4	42.2	309.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.12	3.98	0.85	-98.6	18.4	42.2	309.8	VRd,max > VEd		
	links	0.60	3.51	0.85	-74.4	18.4	42.2	309.8	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.07	3.03	0.85	-50.1	18.4	42.2	309.8	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

Fugenbewehrung Fuge 1 (rau)

Stütze	x rel [m]	x [m]	kz	VEd [kN]	bw [cm]	vEd [kN/m²]	vRdj [kN/m²]	vRdmax [kN/m²]	asw [cm²/m]
1 re	0.00	0.00	0.85	104.7	24.0	1077	407	3542	3.30
	0.32	0.32	0.85	88.4	24.0	909	407	3542	
	1.32	1.32	0.93	37.3	24.0	374	407	3542	
2 li	0.00	4.10	0.85	-104.7	24.0	1077	407	3542	3.30
	0.32	3.78	0.85	-88.4	24.0	909	407	3542	
	1.32	2.78	0.93	-37.3	24.0	374	407	3542	

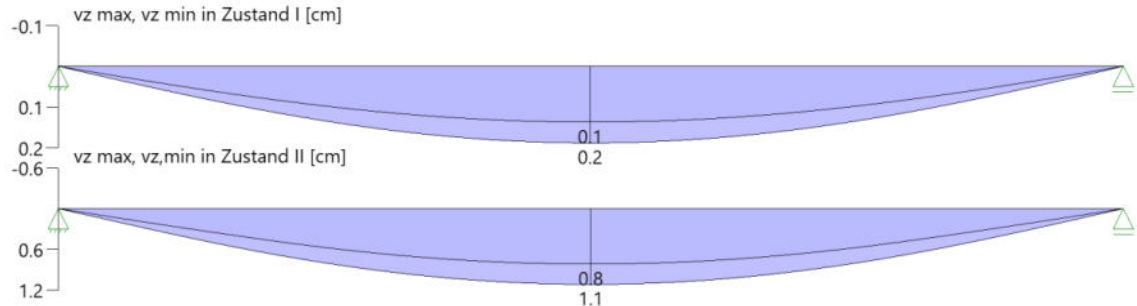
$c_j = 0.40 \mu = 0.70 v = 0.50$ (rau)

In der Fuge evtl. vorhandene Zugspannung ist nicht berücksichtigt !

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	2.05	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.87$ $\epsilon_{cs} = -0.50$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.74$ und dem Erhöhungsfaktor 1.08 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	2.05	0.5	1/893	1.1	1/367	1.1	0.82

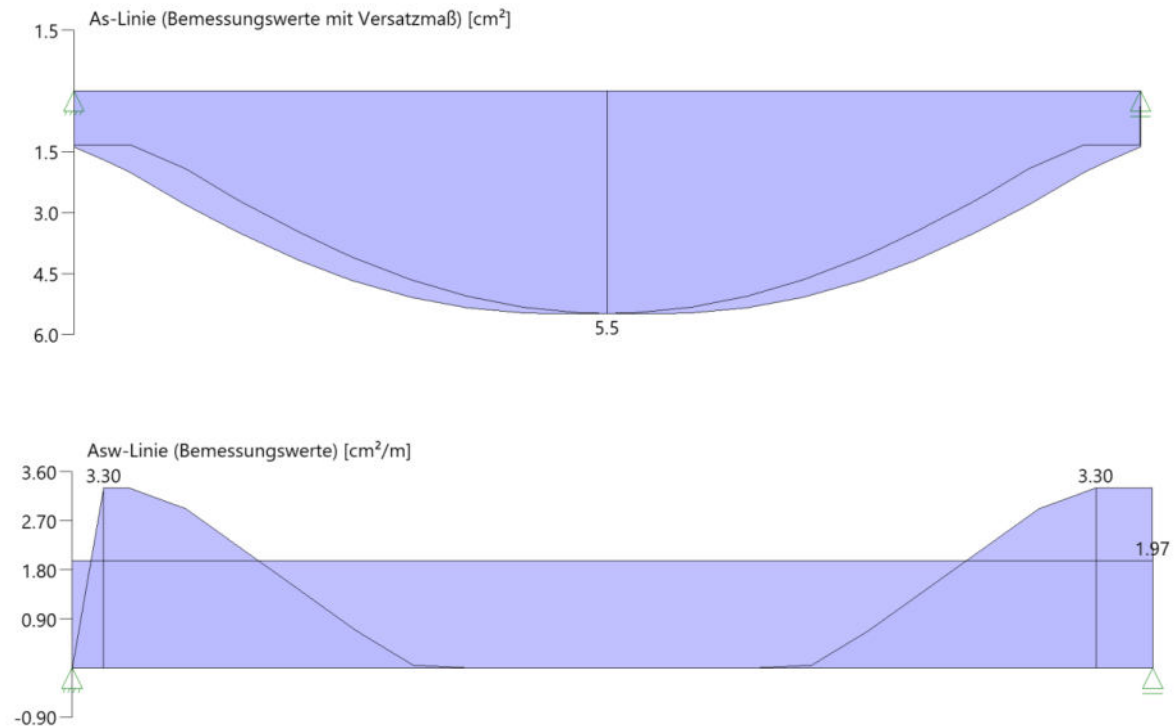
x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow z_{ul\ wk} = 0.40$ mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25$ N/mm ²									
Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.07	5.5		0.28	1.87	20	100	4
	1.73	67.10	5.5		295.86	1.87	20	26	4
	2.05	68.82	5.5		303.42	1.87	20	26	4
	2.37	67.10	5.5		295.86	1.87	20	26	4
	4.10	0.07	5.5		0.28	1.87	20	100	4
In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.									

As-Deckungslinien



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	54.8	54.8 20.5		
2	4.10	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	54.8	54.8 20.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	104.8	
		Lk 2	54.8	
2	4.10	Lk 1	104.8	
		Lk 2	54.8	

Maßgebliche Kombinationen

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

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	1.50	1.50	0.00	4.10
L 2	*	ständig	2	22.10	22.10	0.00	4.10
L 3	1	Kat. C	3	10.00	10.00	0.00	4.10

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00
L 3	1.50		1.00	0.60
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

Nachweis mit Konsolenband

Belastung aus Spannbetonfertigteildecke

aus ständiger Belastung + Eigengewicht	2.6 kN/m ²
aus veränderlicher Belastung	3.0 kN/m ²
Spannweite	6.60 m

g_k	25.1 kN/m
q_k	9.9 kN/m
F_d	48.7 kN/m

Momentenbeanspruchung

Fd		48.7	kN/m
Windkraft	w _d	0.55	kN/m ²
Angrifsshöhe	h	27.5	cm
Moment aus Wind	M _{w,Ed}	0.03	kNm/m
Moment aus Außermittigkeit	T _{Ed}	11.5	kNm/m
	ΣT _{Ed}	11.49	kNm/m

Bügelbewehrung

	μ_{Eds}	0.07
	ω	0.0728
	σ_{sd}	435 N/mm ²
A_s		1.27 cm ² /m
A_{sA}/A	$F_d/43.5$	1.12 cm ² /m
erf. Fugenbewehrung (EDV)	a_{sw}	3.3 cm ² /m
erf. a_s		6.96 cm²/m

Torsionsmoment wird durch die Platte im Anschnitt zum Ringanker aufgenommen

D	22.1 cm
Z	19.9 cm

Zugkraft je BRESPA- Platte - erf. Zugbewehrung

Breite Platte		1.2 m
	Z_{Ed}	69 kN
$A_{s,erf}$	$=Zd/43.5$	1.59 cm²

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
unten: 2 Ø 20 (2,26 cm²)
Bügel Ø 10 / 15 cm (zweischnittig)
Stecker je Brespa Platte 2 Ø 12 (2,26 cm²)
Siehe auch Pos. 165 - Konsolband

Position 169 – Stb.-Unterzug

b / h = 24 / 52,5 cm

Stützweite $l \leq 4,30$ m

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

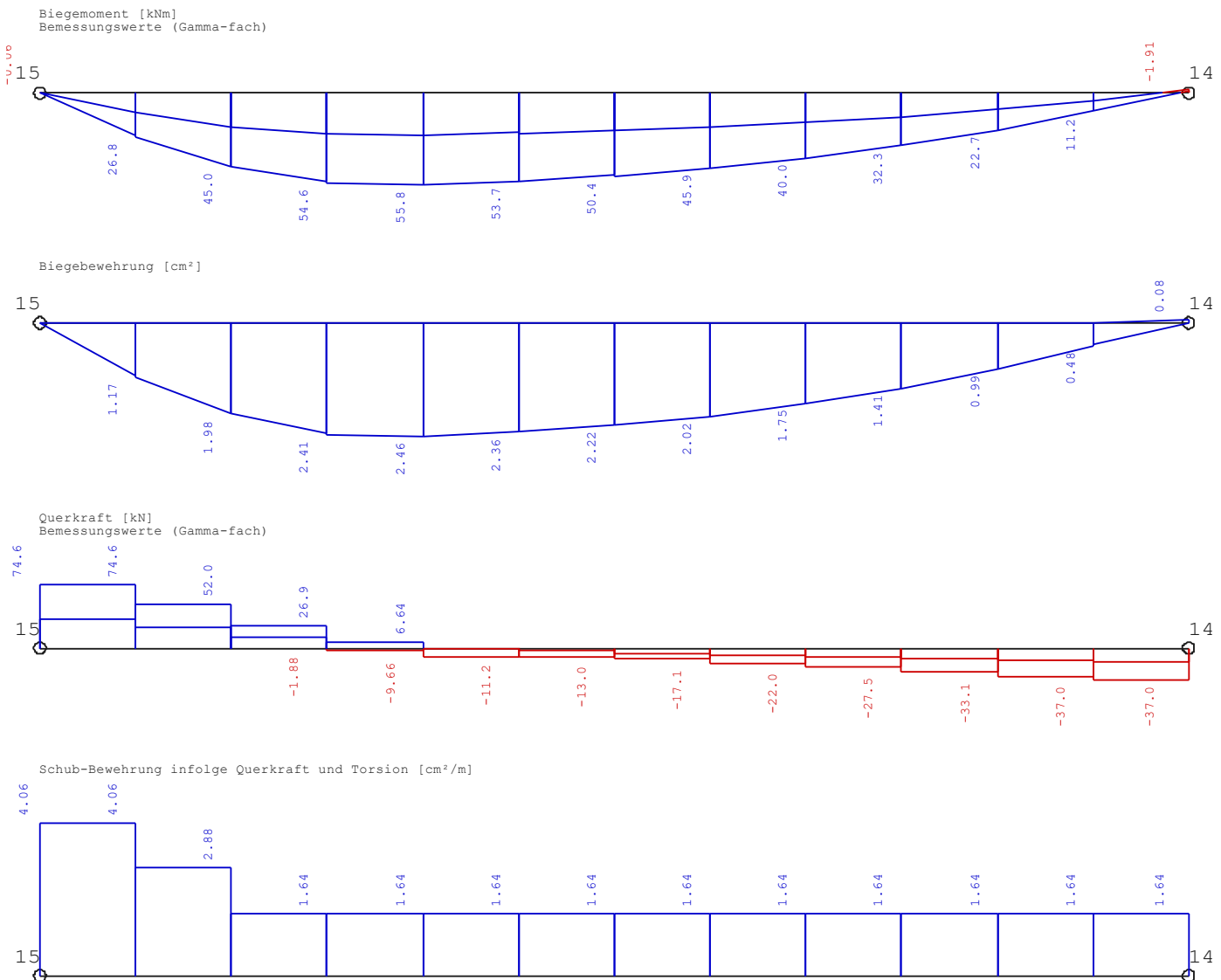
B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 164 bemessen (U3)

Unterzug U3

Maßstab 1 : 24



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)

unten: 2 Ø 20 (6,28 cm²)

Bügel Ø 10/15 cm (zweischnittig)

Position 170 – Stb.-Unterzug

b / h = 24 / 52,5 cm

Stützweite $l \leq 1,85$ m

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

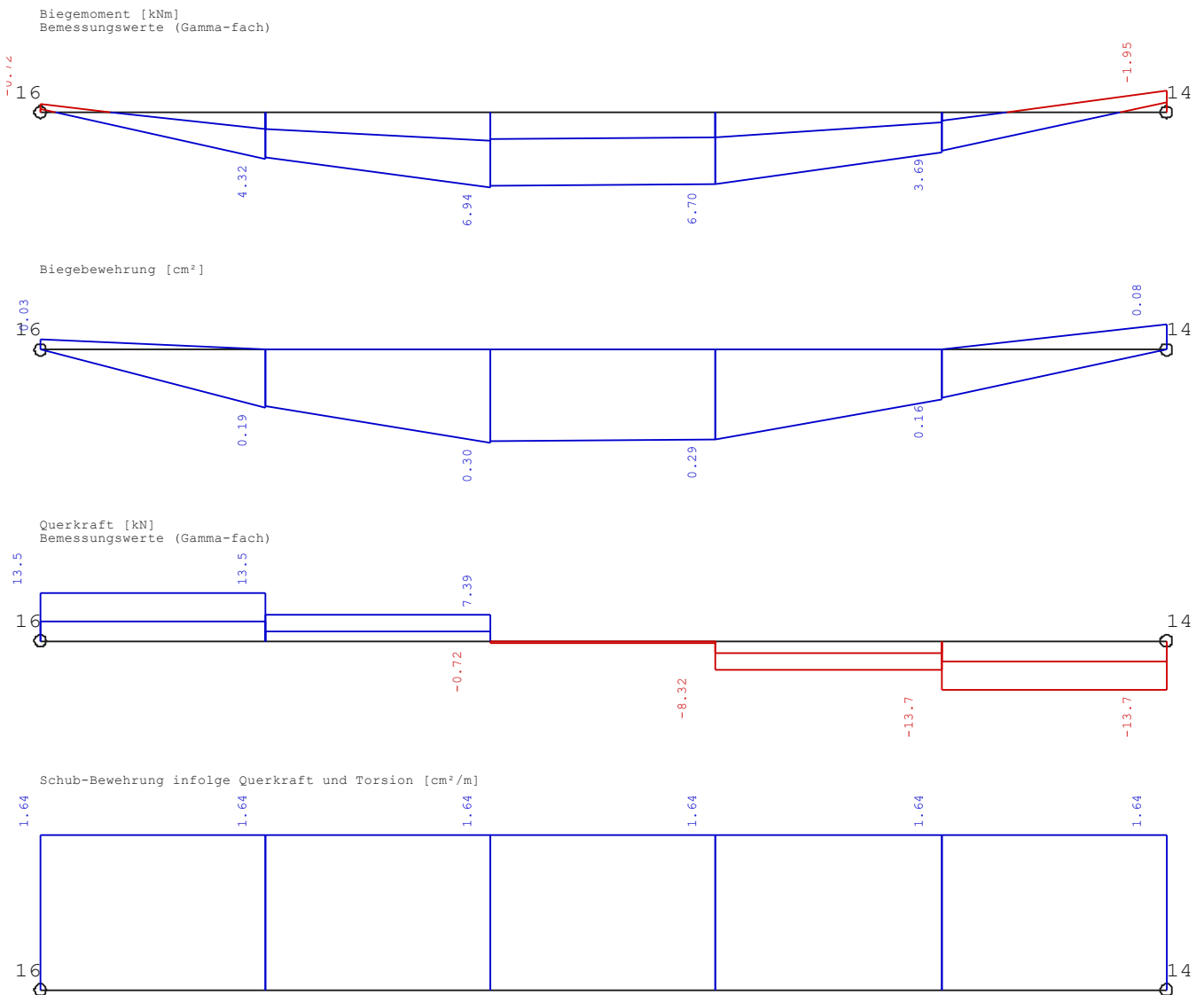
B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Der Unterzug wurde mit in der Position 164 bemessen (U3)

Unterzug U4

Maßstab 1 : 11



erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)

unten: 2 Ø 12 (2,26 cm²)

Bügel Ø 8/15 cm (zweischnittig)

Position 171 bis 174 - Reservepositionen

Position 175 – Stb.- Ringbalken

b / h = 24 / 25 cm

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrungoben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 176 – Stb.- Ringbalken

b / h = 17,5 / 18 cm
c_{nom} = 2,00 cm

Beton C25/30
B 500 S/M

XC1, WO

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 176.1 – Stb.- Ringbalken

b / h = 17,5 / 25 cm
c_{nom} = 2,00 cm

Beton C25/30
B 500 S/M

XC1, WO

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 177 – Stb.- Ringbalken

b / h = 24 / 25 cm

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Schnittgrößen und Bemessung

Aufgrund der geringen Beanspruchung konstr. gewählt:

gewählte Bewehrungoben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 178 – Stb.- Balken

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite L ≤ 2,26 m

Beton C25/30

XC1, WO

c_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten

Spannbetondecke

$$= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 13,4 \text{ kN/m}$$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast

$$= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 10,0 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

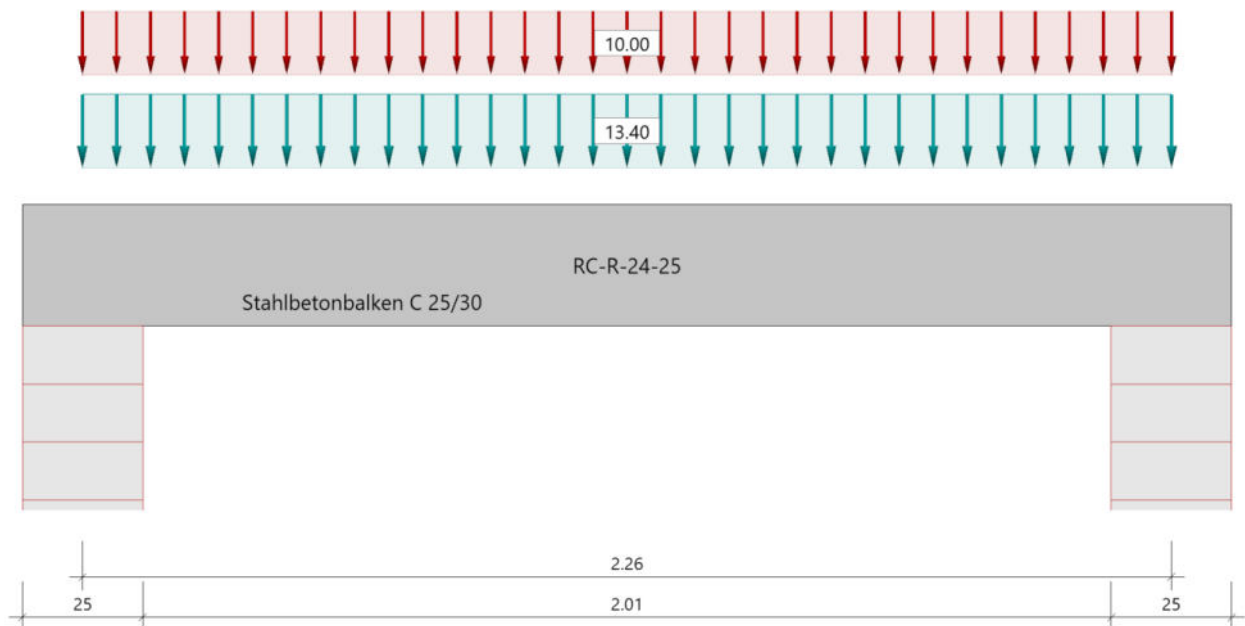
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	2.26	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		2.26		13.40		Nein	ständig Kat. A		
	2	GL		2.26		10.00		Ja			

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 339 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. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.5 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

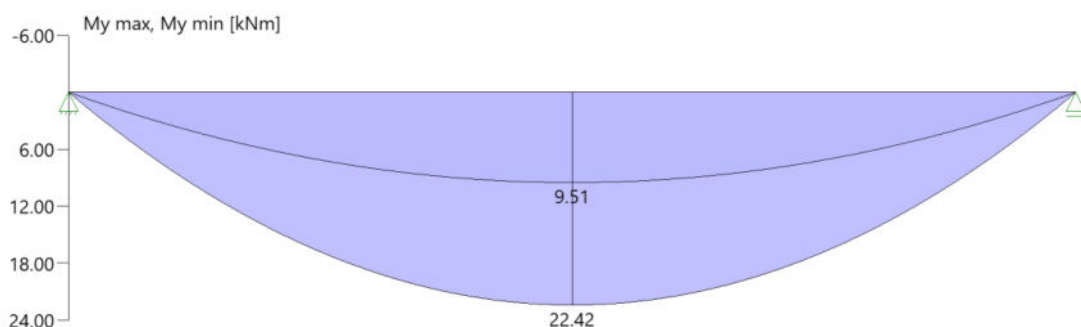
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

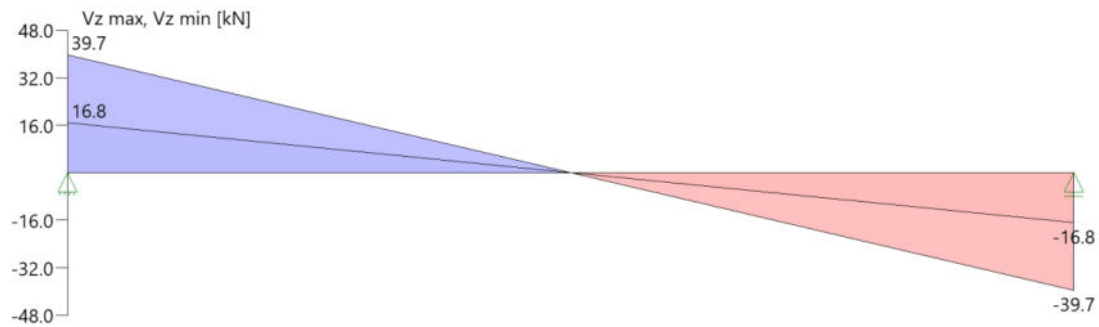
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	39.7	1
	0.00	0.00	0.00	16.8	2
	1.13	1.13	22.42	0.0	1
	2.26	2.26	0.00	-16.8	2
	2.26	2.26	0.00	-39.7	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7
Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 begrenzt.				

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	1.13	1.13	22.42	22.42	21.5	0.19	2.5	0.0	1
	2.03	2.03	8.20	8.20	21.5	0.08	0.9	0.0	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.

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	0.13	0.13	0.74	35.3	18.4	24.9	121.6	VRd,max > VEd		
	rechts	0.34	0.34	0.74	27.7	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.56	0.74	20.2	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	2.14	0.74	-35.3	18.4	24.9	121.6	VRd,max > VEd		
	links	0.34	1.92	0.74	-27.7	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	1.71	0.74	-20.2	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

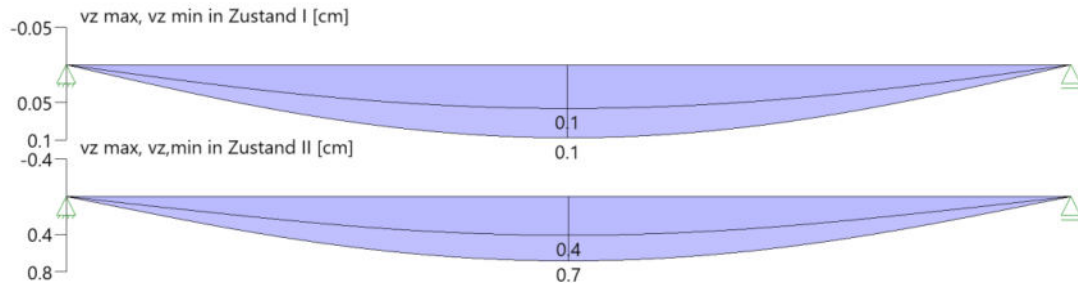
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.45$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.2	1/1065	0.7	1/315	0.7	0.95

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

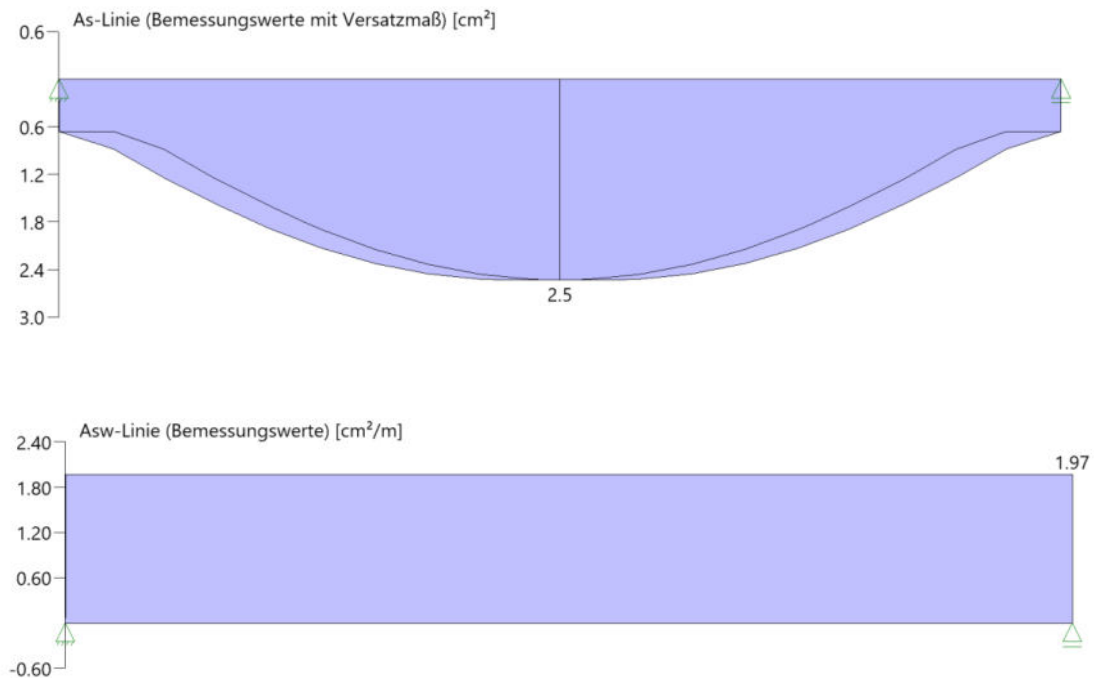
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

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	2.5		2.08	-0.09	14	100	4
	0.95	11.14	2.5		234.66	-9.77	14	35	4
	1.13	11.43	2.5		240.66	-10.00	14	34	4
	1.31	11.14	2.5		234.66	-9.77	14	35	4
	2.26	0.02	2.5		2.08	-0.09	14	100	4

As-Deckungslinien



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. A: Wohngebäude	16.8	16.8 11.3		
2	2.26	ständig Kat. A: Wohngebäude	16.8	16.8 11.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	39.7	
		Lk 2	16.8	
2	2.26	Lk 1	39.7	
		Lk 2	16.8	

Maßgebliche Kombinationen

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

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	13.40	13.40	0.00	2.26
L 2	1	Kat. A	2	10.00	10.00	0.00	2.26

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	0.30
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 178.1 – Stb.- Balken

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite L ≤ 2,26 m

Beton C25/30

XC1, WO

C_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten

Spannbetondecke

$$= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 13,4 \text{ kN/m}$$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast

$$= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$$

$$= 10,0 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

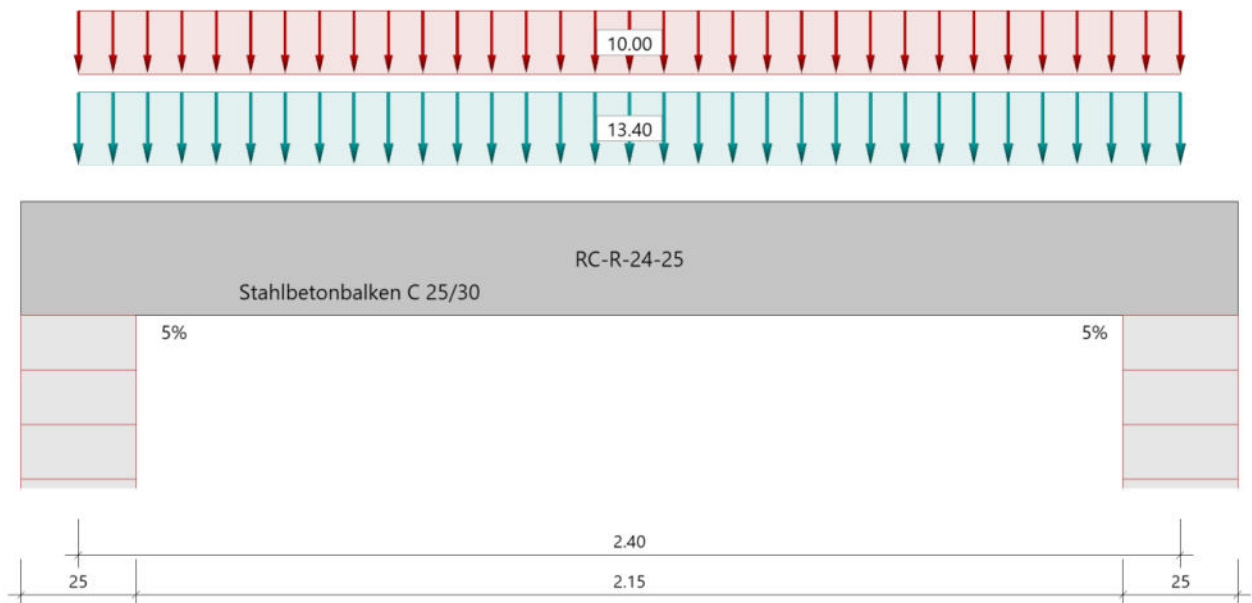
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	637.3	0.0
2	2.40	-1	-1	0.0	637.3	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 5.0 % rechts : 5.0 %

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		2.40		13.40		Nein	ständig Kat. A		
	2	GL		2.40		10.00		Ja			

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 360 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

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
 ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20

Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$		
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$	
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \cdot 5$	
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.5 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

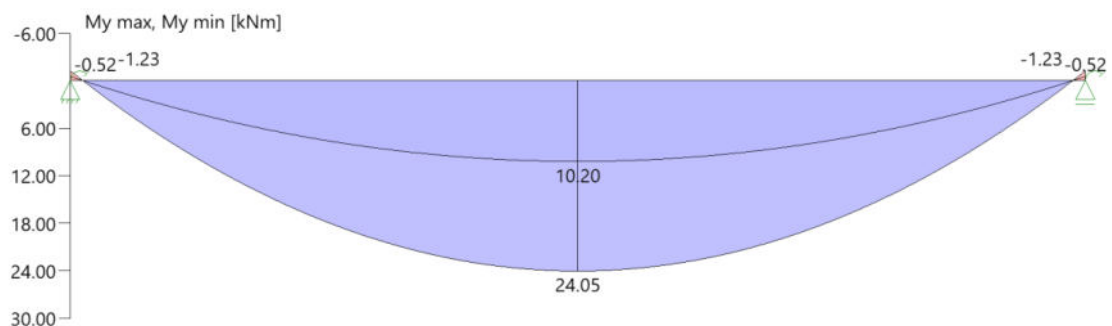
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

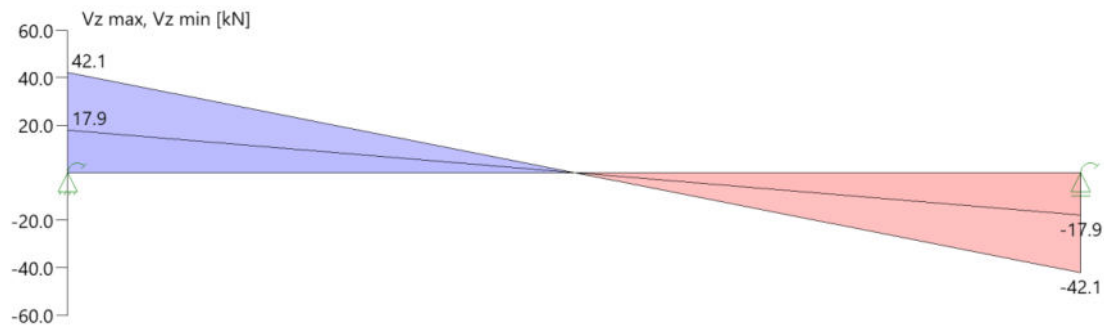
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

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	-0.52	17.9	1
	0.00	0.00	-1.23	42.1	2
	1.20	1.20	24.05	0.0	2
	2.40	2.40	-0.52	-17.9	1
	2.40	2.40	-1.23	-42.1	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	min Myd [kNm]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]	Lk
Feld 1	1.20	1.20	24.05	24.05	21.5	0.21	2.7	0.0	2
	2.17	2.17	7.70	7.70	21.5	0.08	0.8	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		Xrel [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm²]	Aso [cm²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-1.23	-0.23	-0.23		21.7	0.01		0.7	¹⁾	2
2	links	0.00	2.40	-1.23	-0.23	-0.23		21.7	0.01		0.7	¹⁾	2

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	37.7	18.4	24.9	121.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.74	30.2	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	0.56	0.74	22.6	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
2	links	0.13	2.28	0.74	-37.7	18.4	24.9	121.6	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	2.06	0.74	-30.2	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	1.85	0.74	-22.6	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2

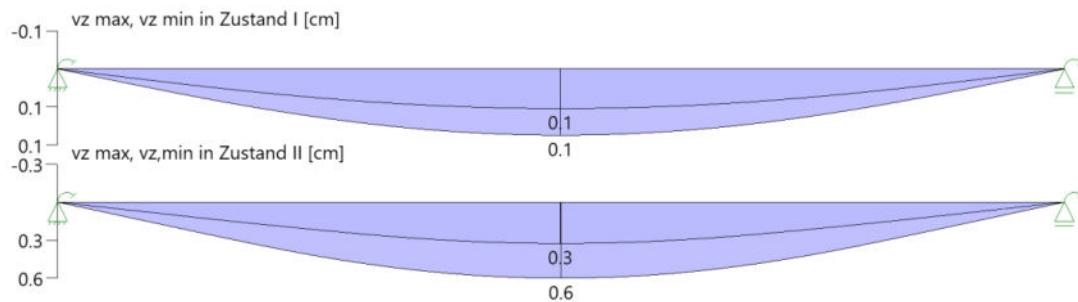
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.20	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.45$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.20	0.2	1/1216	0.6	1/400	0.6	0.75

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

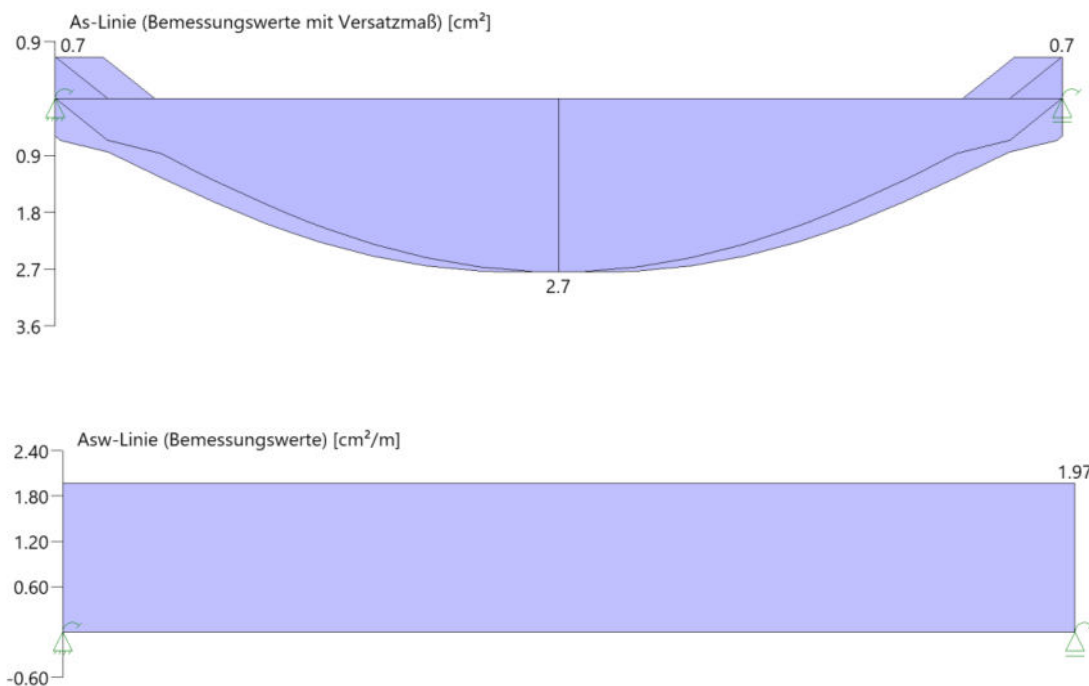
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [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	-0.61	2.7	0.7	46.57	-1.00	10	100	4
	1.01	11.94	2.7	0.7	232.47	-10.00	14	38	4
	1.20	12.26	2.7	0.7	238.73	-10.30	14	36	4
	1.39	11.94	2.7	0.7	232.47	-10.00	14	38	4
	2.40	-0.61	2.7	0.7	46.57	-1.00	10	100	4

As-Deckungslinien



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. A: Wohngebäude	17.9	17.9 12.0	-0.52 -0.35	-0.52
2	2.40	ständig Kat. A: Wohngebäude	17.9	17.9 12.0	0.52 0.35	0.52 0.35

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	42.1	-1.23
		Lk 1	17.9	-0.52
2	2.40	Lk 2	42.1	1.23
		Lk 1	17.9	0.52

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	13.40	13.40	0.00	2.40
L 2	1	Kat. A	2	10.00	10.00	0.00	2.40

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2		1.50	1.00	0.30
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 179 – Stb.- Balken

b / h = 17,5 / 25 cm

Stützweite L ≤ 2,26 m

Beton C25/30

XC1, WO

C_{nom} = 2,00 cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten

Ortbetondecke

$$= 7,10 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,75 \text{ m/2}$$

$$= 6,25 \text{ kN/m}$$

Spannbetondecke

$$= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$$

$$= 6,70 \text{ kN/m}$$

$$= 13,0 \text{ kN/m}$$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast

$$= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot (1,00 \text{ m} + 1,75 \text{ m/2})$$

$$= 9,40 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

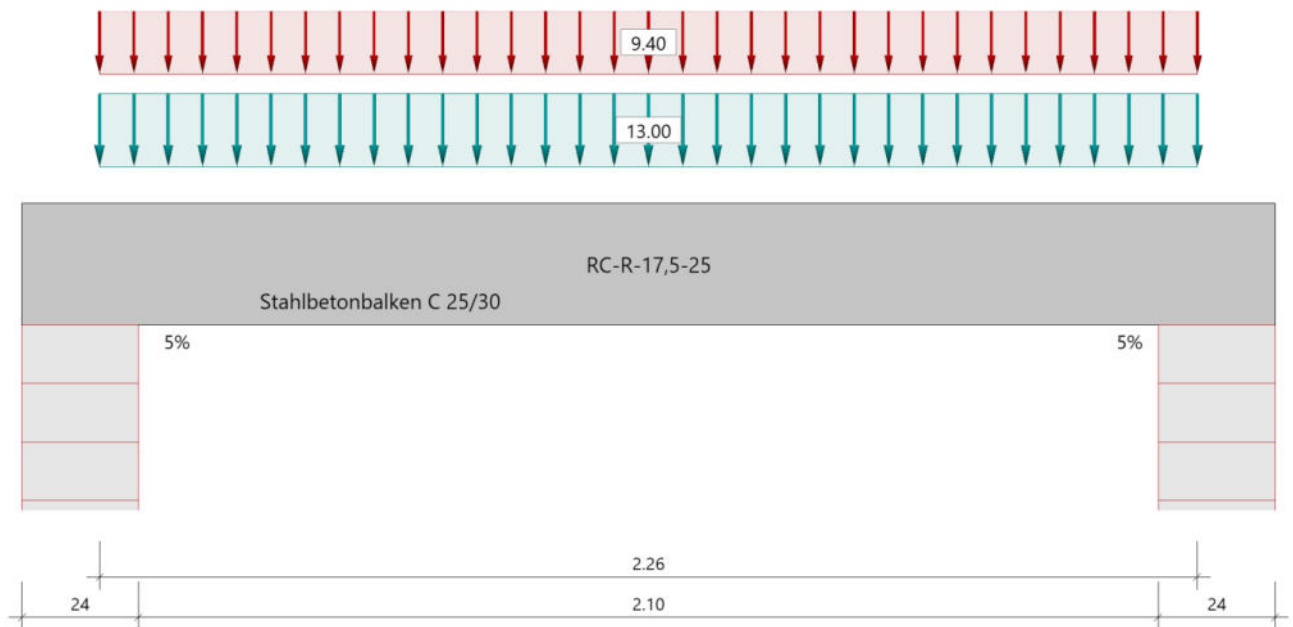
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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			17.5	25.0		

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	493.5	0.0
2	2.26	-1	-1	0.0	493.5	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 5.0 % rechts : 5.0 %

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		2.26		13.00		Nein	ständig		
	2	GL		2.26		9.40		Ja	Kat. A		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 247 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30	1.00	1.35 1.50

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
 ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20

Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$		
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 14 \text{ mm}$	
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \cdot 5$	
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.94$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.55 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.93$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.50$ und dem Erhöhungsfaktor 1.28

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.5 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

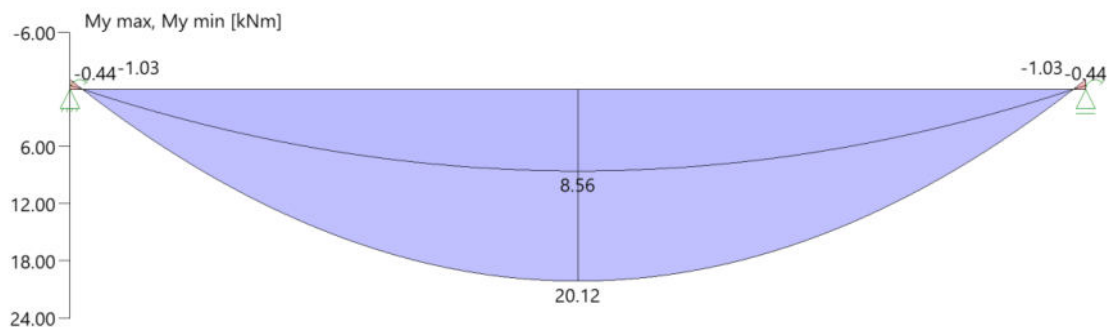
Auflagerbedingungen

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

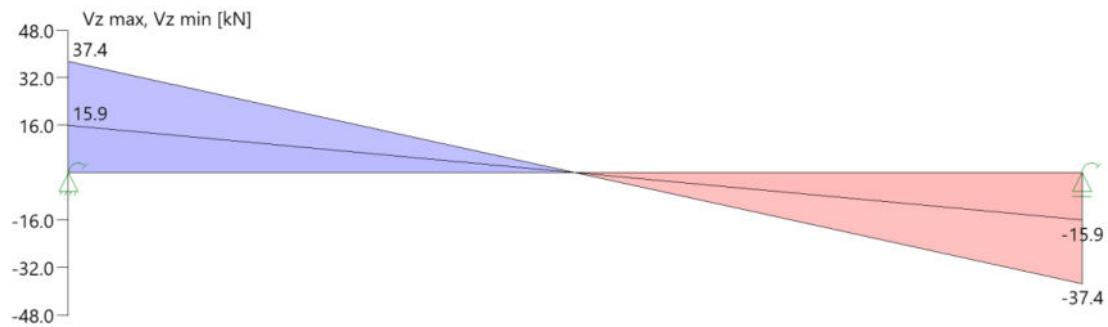
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-0.44	15.9	1
	0.00	0.00	-1.03	37.4	2
	1.13	1.13	20.12	0.0	2
	2.26	2.26	-0.44	-15.9	1
	2.26	2.26	-1.03	-37.4	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
17.5/25.0	4.68	0.5	-4.68	0.5

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	1.13	1.13	20.12	20.12	21.5	0.24	2.3	0.0	2
	2.07	2.07	5.48	5.48	21.5	0.07	0.6	0.0	2

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.

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-1.03	-0.18	-0.18		21.7	0.01		0.5	¹⁾	2
2	links	0.00	2.26	-1.03	-0.18	-0.18		21.7	0.01		0.5	¹⁾	2

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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]	Lk
1	rechts	0.08	0.08	0.74	34.8	20.1	18.1	95.3	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.30	0.30	0.74	27.7	18.4	18.1	88.7	17.5	1.44 ¹⁾	2
	*	0.51	0.51	0.74	20.5	18.4	18.1	88.7	17.5	1.44 ¹⁾	2
2	links	0.08	2.18	0.74	-34.8	20.1	18.1	95.3	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.30	1.97	0.74	-27.7	18.4	18.1	88.7	17.5	1.44 ¹⁾	2
	*	0.51	1.75	0.74	-20.5	18.4	18.1	88.7	17.5	1.44 ¹⁾	2

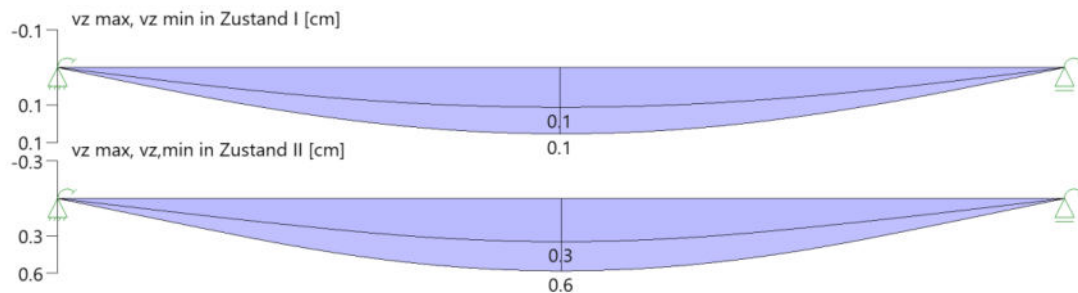
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 1.93$ $\epsilon_{cs} = -0.55 \text{ ‰}$ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.50$ und dem Erhöhungsfaktor 1.28 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.2	1/1104	0.6	1/389	0.6	0.77

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

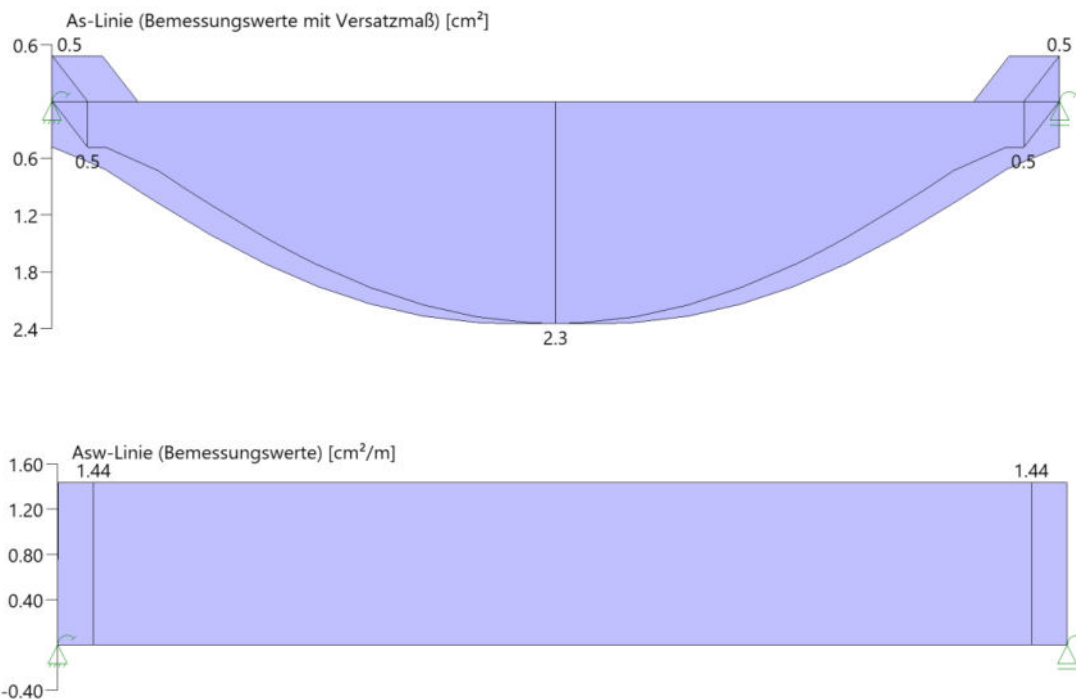
Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-0.51	2.3	0.5	54.03	1.93	10	100	4
	0.95	10.00	2.3	0.5	232.48	1.93	14	46	4
	1.13	10.27	2.3	0.5	238.74	1.93	14	44	4
	1.31	10.00	2.3	0.5	232.48	1.93	14	46	4
	2.26	-0.51	2.3	0.5	54.03	1.93	10	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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. A: Wohngebäude	15.9	15.9 10.6	-0.44 -0.29	-0.44
2	2.26	ständig Kat. A: Wohngebäude	15.9	15.9 10.6	0.44 0.29	0.44

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	37.4	-1.03
		Lk 1	15.9	-0.44
2	2.26	Lk 2	37.4	1.03
		Lk 1	15.9	0.44

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	13.00	13.00	0.00	2.26
L 2	1	Kat. A	2	9.40	9.40	0.00	2.26

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2		1.50	1.00	0.30
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)
 Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 180 – Stb.- Balken (vorhanden)

Altstatik Pos. E21

b / h = 24 / 74 cm

Beton C20/25

XC1, WO

Stützweite $L \leq 2,26$ m

$c_{nom} = 2,00$ cm

B 500 S/M

Belastung aus ständigen Lasten (Bestand)

Eigengewicht	$25,00 \text{ kN/m}^3 * 0,20 \text{ m}$	= 5,00 kN/m ²
Dämmung	$h = 11,0 \text{ cm}$	= 0,11 kN/m ²
Estrich	$0,065 \text{ m} * 20,00 \text{ kN/m}^3$	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	$0,05 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3$	= 0,90 kN/m ²
Abgehängte Decke		= 0,25 kN/m ²
		$\Sigma g_k = 7,60 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus ständigen Lasten

Ortbetondecke	$= 7,10 \text{ kN/m}^2 * 1,90 \text{ m/2}$	= 6,65 kN/m
Betondecke (Bestand)	$= 6,70 \text{ kN/m}^2 * 4,90 \text{ m/2}$	= 16,4 kN/m
		= 19,7 kN/m

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast	$= 5,00 \text{ kN/m}^2 * (4,90 \text{ m/2} + 1,90 \text{ m/2})$	= 17,0 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

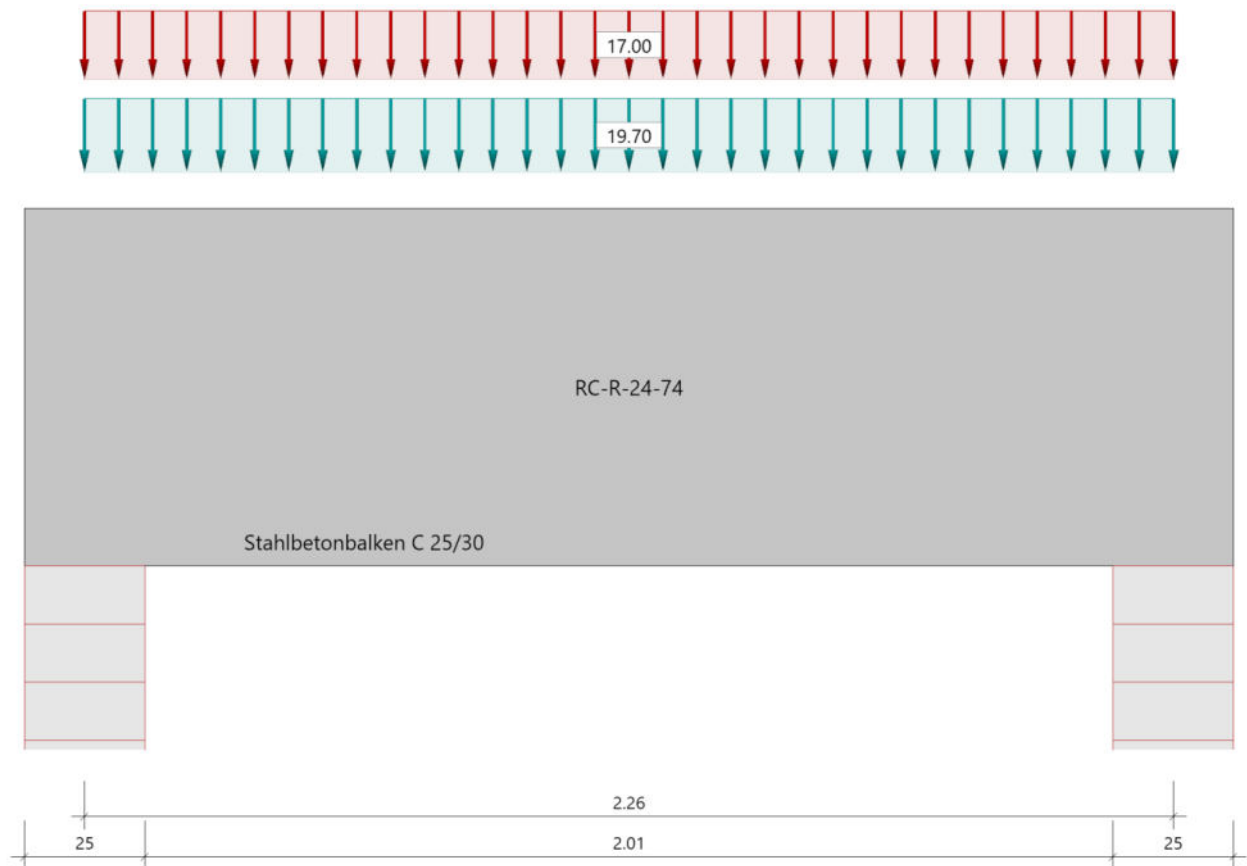
Grundparameter

Stahlbetonbalken E = 24870 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

Querschnitt

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	74.0		

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	2.26	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		2.26		19.70		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		2.26		17.00		Ja			
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL) A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe											

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1003 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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
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	$\epsilon_{cs}(t) = -0.49 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung unten = 3.0 cm oben = 3.0 cm

links = 3.0 cm rechts = 3.0 cm

Bewehrungslagen unten = 4.5 cm oben = 4.5 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 $\cot(\Theta)/2$.

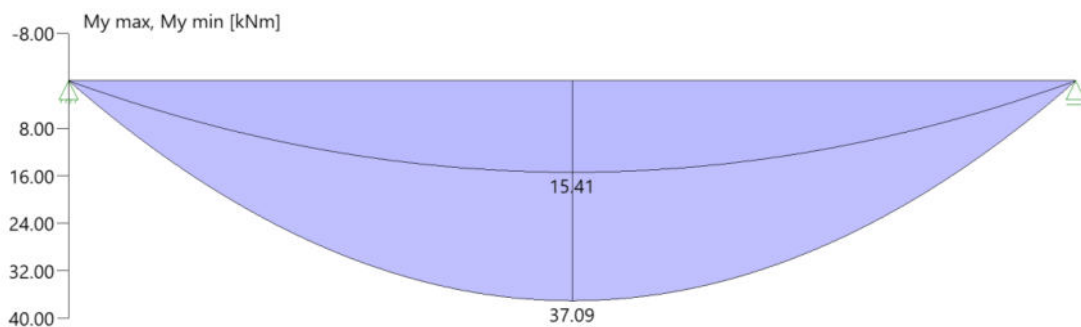
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

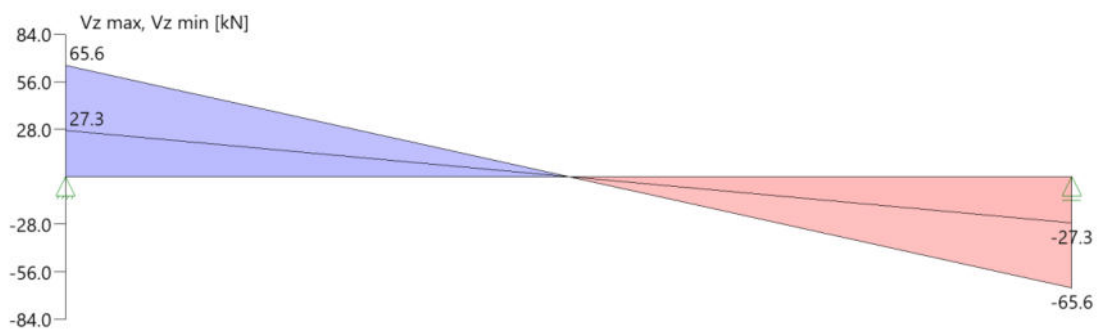
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	65.6	1
	0.00	0.00	0.00	27.3	2
	1.13	1.13	37.09	0.0	1
	2.26	2.26	0.00	-27.3	2
	2.26	2.26	0.00	-65.6	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/74.0	56.18	1.8	-56.18	1.8

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	0.13	0.13	8.04	8.04	69.5	0.02	1.8	0.0	1)	1
	1.13	1.13	37.09	37.09	69.5	0.05	1.8	0.0	1)	1
	2.03	2.03	13.56	13.56	69.5	0.03	1.8	0.0	1)	1

Am ersten Auflager sind mindestens 2.0 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.0 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]		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	0.13	0.13	0.90	58.4	18.4	48.0	479.7	VRd,max > VEd		
	rechts	0.82	0.82	0.90	18.0	18.4	48.0	479.7	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.13	1.13	0.90	0.0	18.4	48.0	479.7	30.0	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	2.14	0.90	-58.4	18.4	48.0	479.7	VRd,max > VEd		
	links	0.82	1.44	0.90	-18.0	18.4	48.0	479.7	30.0	1.97 ¹⁾	1
	*	1.13	1.13	0.90	0.0	18.4	48.0	479.7	30.0	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

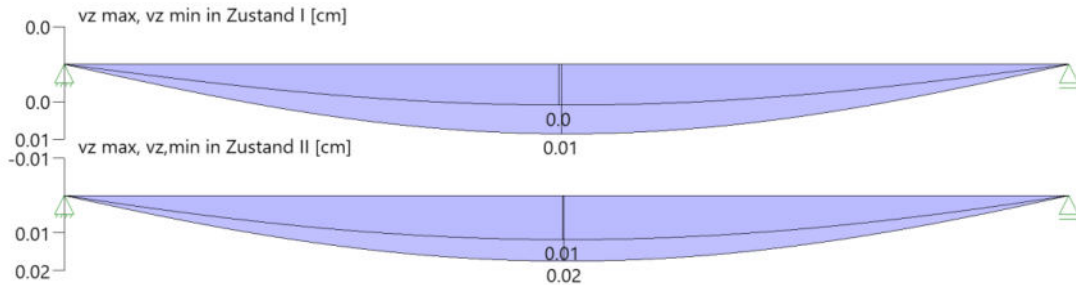
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	1.13	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.58$ $\epsilon_{cs} = -0.49$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.0	1/69961	0.02	1/12913	0.02	0.02

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-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [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	0.04	1.8		2.81	0.00	12	100	4
	0.95	21.38	1.8		183.54	-3.45	12	37	4
	1.13	21.92	1.8		188.24	-3.54	12	35	4
	1.31	21.38	1.8		183.54	-3.45	12	37	4
	2.26	0.04	1.8		2.81	0.00	12	100	4

As-Deckungslinien



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	27.3	27.3 19.2		
2	2.26	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	27.3	27.3 19.2		

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	19.70	19.70	0.00	2.26
L 2	1	Kat. C	2	17.00	17.00	0.00	2.26

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	0.60
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00

Vorh. Bewehrung

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
 unten: 4 Ø 14 (6,16 cm²)
 Bügelmatte R188

Position 180 bis 183 - Reservepositionen

Position 184 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 2 DF mit Stützweite 1,01 m

Belastung aus ständigen Lasten

11,5er KS-MW

0,115 m * 18,00 kN/m³ * 0,80 m

= 1,60 kN/m

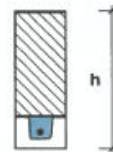
Schnittgrößen und Bemessung

$q_d = 1,35 * 1,60 \text{ kN/m} = 2,24 \text{ kN/m}$

KS-Flachstürze *)

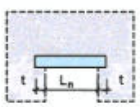
Anlage Nr.: ...12... zum Bescheid
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 9.09.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinformat : 2 DF (Breite B = 11,5 cm)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 1 Ø 10 – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Vollsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Druckzone aus Mauerwerk



		Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)										
		Sturzhöhe h [cm]										
		23,8	36,3	48,8	61,3	73,8						
lichte Weite L_n [m]	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5
0,635	–	14,75	–	47,96	–	56,71	–	56,71	–	56,71	–	56,71
0,760	12,87	11,50	34,50	32,91	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50	49,13
0,885	10,30	9,38	28,12	24,72	30,18	43,33	30,18	43,33	30,18	43,33	30,18	43,33
1,010	8,55	7,90	21,81	19,63	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83	38,76	26,83	38,76
1,135	7,29	6,81	17,70	16,20	24,15	33,57	24,15	35,06	24,15	35,06	24,15	35,06
1,260	6,35	5,97	14,82	13,74	21,95	27,14	21,95	32,01	21,95	32,01	21,95	32,01
1,385	5,61	5,32	12,72	11,89	20,12	22,66	20,12	29,44	20,12	29,44	20,12	29,44
1,510	5,03	4,79	11,11	10,47	18,57	19,38	18,57	27,26	18,57	27,26	18,57	27,26
1,635	4,55	4,35	9,85	9,33	17,25	16,88	17,25	25,38	17,25	25,38	17,25	25,38
1,760	4,15	3,98	8,83	8,41	15,81	14,92	16,10	23,74	16,10	23,74	16,10	23,74
1,885	3,82	3,68	8,00	7,65	14,07	13,35	15,09	21,66	15,09	22,30	15,09	22,30
2,010	3,53	3,37	7,31	7,01	12,65	12,07	14,20	19,24	14,20	21,02	14,20	21,02
2,135	3,18	3,02	6,72	6,47	11,48	10,99	13,42	17,28	13,42	19,88	13,42	19,88
2,260	2,85	2,71	6,22	6,00	10,50	10,09	12,71	15,66	12,71	18,86	12,71	18,86
2,385	2,58	2,46	5,78	5,59	9,67	9,32	12,07	14,30	12,07	17,94	12,07	17,94
2,510	2,34	2,23	5,40	5,24	8,96	8,65	11,50	13,15	11,50	17,11	11,50	17,11
2,635	2,13	2,04	5,07	4,92	8,34	8,07	10,98	12,16	10,98	16,35	10,98	16,35
2,760	1,95	–	4,77	–	7,79	–	10,50	–	10,50	–	–	–

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 9.4.2024 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge l ≥ 11,5 cm je Auflager

Position 184.1 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 2 DF mit Stützweite 0,885 m

Belastung aus ständigen Lasten

$$11,5\text{er KS-MW} \quad 0,115\text{ m} \cdot 18,00\text{ kN/m}^3 \cdot 0,80\text{ m} = 1,65\text{ kN/m}$$

Belastung aus Pos. 116 – Stb.-Decke

$$\text{Stb.-Decke} = 7,10\text{ kN/m}^2 \cdot 5,20\text{ m/2} = 18,5\text{ kN/m}$$

$$\text{Nutzlast} = 5,00\text{ kN/m}^2 \cdot 2,10\text{ m/2} = 5,25\text{ kN/m}$$

$$\text{Nutzlast} = 3,00\text{ kN/m}^2 \cdot 3,10\text{ m/2} = 4,65\text{ kN/m}$$

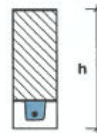
Schnittgrößen und Bemessung

$$q_d = 1,35 \cdot (1,65\text{ kN/m} + 18,5\text{ kN/m}) + 1,50 \cdot (5,25\text{ kN/m} + 4,65\text{ kN/m}) = 42,1\text{ kN/m}$$

KS-Flachstürze *)

Anlage Nr.: 12... zum Bescheid
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 9.09.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinform : 2 DF (Breite B = 11,5 cm)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 1 Ø 10 – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Vollsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Druckzone aus Mauerwerk

Als Typenprüfung
instaltischer Hinsicht geprüft
Hannover, den 9.09.2019
Landeshauptstadt Hannover
Prüfamt für Baustatik
Leiter: [Signaturen]

lichte Weite L_n [m]	Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)									
	23,8		36,3		48,8		61,3		73,8	
	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5
0,635	–	14,75	–	47,96	–	56,71	–	56,71	–	56,71
0,760	12,87	11,50	34,50	32,91	34,50	49,13	34,50	49,13	34,50	49,13
0,885	10,30	9,38	28,12	24,72	30,18	43,33	30,18	43,33	30,18	43,33
1,010	8,55	7,50	21,61	19,63	20,63	26,83	20,63	26,83	20,63	26,83
1,135	7,29	6,81	17,70	16,20	24,15	33,57	24,15	35,06	24,15	35,06
1,260	6,35	5,97	14,82	13,74	21,95	27,14	21,95	32,01	21,95	32,01
1,385	5,61	5,32	12,72	11,89	20,12	22,66	20,12	29,44	20,12	29,44
1,510	5,03	4,79	11,11	10,47	18,57	19,38	18,57	27,26	18,57	27,26
1,635	4,55	4,35	9,85	9,33	17,25	16,88	17,25	25,38	17,25	25,38
1,760	4,15	3,98	8,83	8,41	15,81	14,92	16,10	23,74	16,10	23,74
1,885	3,82	3,68	8,00	7,65	14,07	13,35	15,09	21,66	15,09	22,30
2,010	3,53	3,37	7,31	7,01	12,65	12,07	14,20	19,24	14,20	21,02
2,135	3,18	3,02	6,72	6,47	11,48	10,99	13,42	17,28	13,42	19,88
2,260	2,85	2,71	6,22	6,00	10,50	10,09	12,71	15,66	12,71	18,86
2,385	2,58	2,46	5,78	5,59	9,67	9,32	12,07	14,30	12,07	17,94
2,510	2,34	2,23	5,40	5,24	8,96	8,65	11,50	13,15	11,50	17,11
2,635	2,13	2,04	5,07	4,92	8,34	8,07	10,98	12,16	10,98	16,35
2,760	1,95	–	4,77	–	7,79	–	10,50	–	10,50	–

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 9.9.2024 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge $l \geq 11,5\text{ cm}$ je Auflager

Position 185 – Türsturz

KS-Flachsturz, Format 4 DF mit Stützweite 1,01 m

Alternativ: 2 x KS- Flachsturz 2DF mit Stützweite 1,01 m (Auflagerlänge 11,5 cm)

Belastung aus ständigen Lasten

24er KS-MW = $0,24 \text{ m} \cdot 18,00 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,70 \text{ m} = 3,05 \text{ kN/m}$

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast = $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m} = 3,00 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

$q_d = 1,35 \cdot 3,05 \text{ kN/m} + 1,50 \cdot 3,00 \text{ kN/m} = 8,62 \text{ kN/m}$

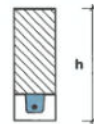
Anlage 13 zur Typenstatik für KS-Flachstürze,
Formate NF, NF17,5, 2DF, 3DF, 4DF, 150, 200, 214

KS-STURZ
Sicherheit mit System

KS-Flachstürze *)

Anlage Nr.: 14 zum Bescheid
Prüf.-Nr.: 04/18 vom 2.04.2019

Antragsteller : Werbegemeinschaft KS-Sturz, Remsfeld
Steinform : 4 DF (Breite B = 24,0 cm)
Auflagertiefe : 11,5 bzw. 17,5 cm
Bewehrung : 2 Ø 10 – B500A oder B500B
Druckzone : Übermauerung mit Vollsteinen nach DIN EN 771-2:2015-11
in Verb. mit DIN 20000-402:2017-01
ausschließlich mit vermörtelten Stoß- und Lagerfugen !!
(auch bei Plansteinmauerwerk)
Mörtel : Normalmörtel (mind. MG IIa) oder Dünnbettmörtel



Druckzone aus Mauerwerk

Als Typenprüfung
in statischer Hinsicht geprüft
Hannover, den 2.04.2019
Landeshauptstadt Hannover
Prüfamt für Baustatik
Unters. Sachverständiger:
Johann Licht

Bemessungswert der Beanspruchungen $e_d = g_d + q_d$ [kN/m] (Bemessungsgrößen)										
lichte Weite L_n [m]	Sturzhöhe h [cm]									
	Auflagertiefe t [cm]									
	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5	11,5	17,5
0,635	–	30,78	–	100,09	–	113,41	–	113,41	–	113,41
0,760	26,86	24,00	68,99	68,68	68,99	98,25	68,99	98,25	68,99	98,25
0,885	21,49	19,58	58,68	51,59	60,37	86,66	60,37	86,66	60,37	86,66
1,010	17,84	16,48	45,51	40,98	53,66	77,52	53,66	77,52	53,66	77,52
1,135	14,20	14,20	36,93	33,61	46,29	70,05	46,29	70,13	46,29	70,13
1,260	13,24	12,46	30,94	28,67	43,90	56,63	43,90	64,02	43,90	64,02
1,385	11,71	11,09	26,54	24,82	40,25	47,29	40,25	58,89	40,25	58,89
1,510	10,49	9,99	23,19	21,85	37,15	40,44	37,15	54,52	37,15	54,52
1,635	9,49	9,08	20,55	19,48	34,50	35,23	34,50	50,75	34,50	50,75
1,760	8,66	8,32	18,43	17,56	32,20	31,15	32,20	47,48	32,20	47,48
1,885	7,97	7,67	16,70	15,97	29,36	27,87	30,18	44,59	30,18	44,59
2,010	7,37	6,99	15,25	14,63	26,41	25,18	28,41	40,16	28,41	42,04
2,135	6,59	6,25	14,02	13,50	23,97	22,94	26,83	36,06	26,83	39,77
2,260	5,91	5,63	12,97	12,52	21,92	21,05	25,42	32,68	25,42	37,73
2,385	5,34	5,09	12,06	11,67	20,19	19,44	24,15	29,85	24,15	35,88
2,510	4,84	4,63	11,27	10,93	18,69	18,05	23,00	27,45	23,00	34,21
2,635	4,41	4,23	10,57	10,27	17,39	16,83	21,95	25,38	21,95	32,69
2,760	4,04	–	9,96	–	16,26	–	21,00	–	21,00	–

*) nach der "Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-17.1-978"

Nächster Sichtvermerk durch das
Prüfamt für Baustatik der
Landeshauptstadt Hannover ist
spätestens am 2.4.2024 erforderlich

Konstruktive Hinweise

- Auflagerlänge $l \geq 11,5 \text{ cm}$ je Auflager
- Keine Lasten aus neuer Stb.-Decke Pos. 164

Position 186 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm

Stützweite $l \leq 1,635$ m

Beton C25/30

XC1, WO

$c_{nom} = 2,0$ cm

B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

Ortbetondecke	$= 7,10 \text{ kN/m}^2 * 4,20 \text{ m/2}$	$= 15,5 \text{ kN/m}$
Spannbetondecke	$= 6,70 \text{ kN/m}^2 * 2,30 \text{ m/2}$	$= 7,70 \text{ kN/m}$
		<u>$= 23,2 \text{ kN/m}$</u>

Belastung aus veränderlichen Lasten

Nutzlast	$= 5,00 \text{ kN/m}^2 * (4,20 \text{ m/2} + 2,30 \text{ m/2})$	$= 16,3 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

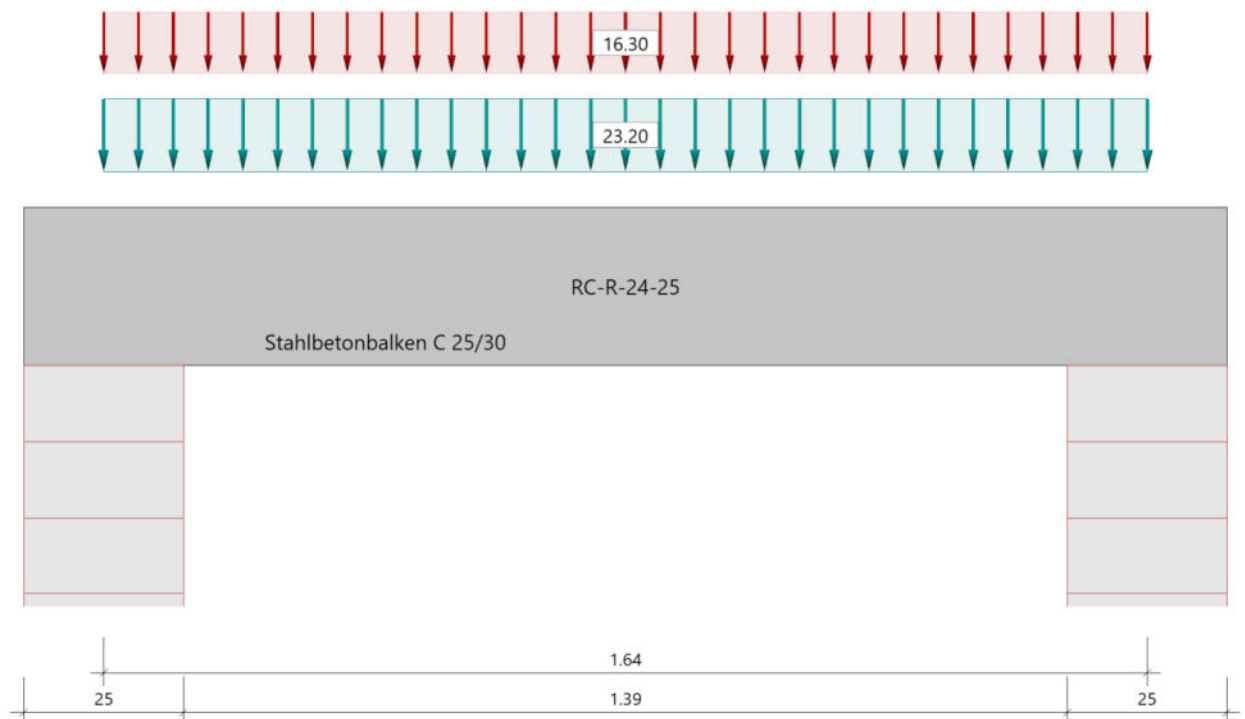
Grundparameter

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

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

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.64	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.64		23.20		Nein	ständig		
	2	GL		1.64		16.30		Ja	Kat. C		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 245 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. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.4 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

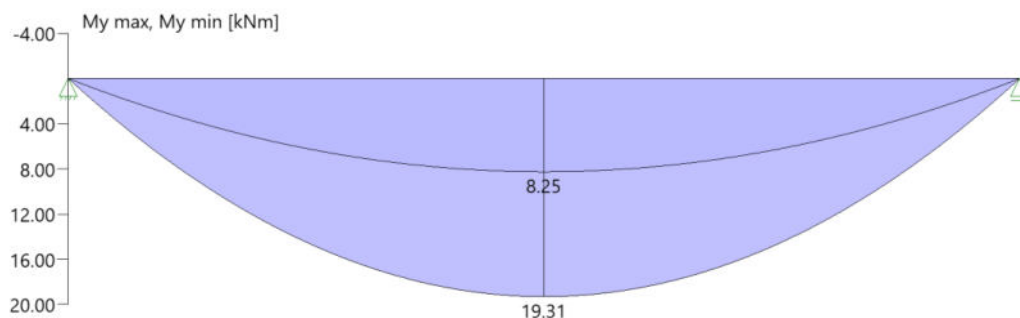
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

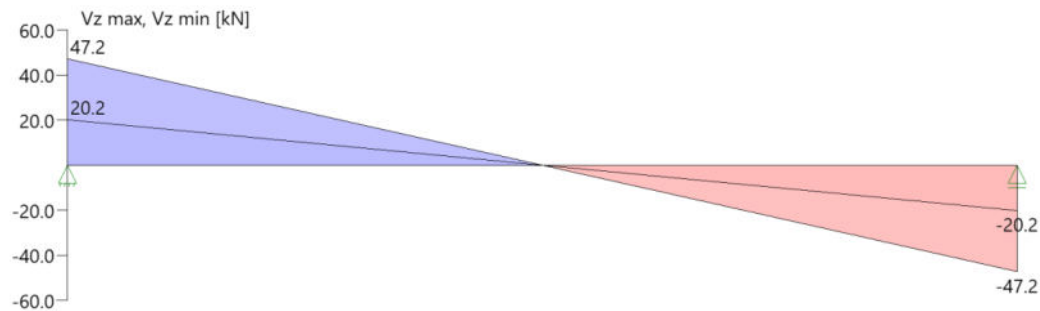
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	47.2	1
	0.00	0.00	0.00	20.2	2
	0.82	0.82	19.31	0.0	1
	1.64	1.64	0.00	-20.2	2
	1.64	1.64	0.00	-47.2	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{yd} [kNm]	min M _{yd} [kNm]	d [cm]	k _x	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	Lk
Feld 1	0.82	0.82	19.31	19.31	21.6	0.16	2.1	0.0	1
	1.44	1.44	8.11	8.11	21.6	0.08	0.8	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.4 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.4 cm² 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	0.13	0.13	0.74	40.0	18.4	24.9	122.4	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	*	0.34	0.34	0.74	27.5	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.56	0.56	0.74	15.1	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.51	0.74	-40.0	18.4	24.9	122.4	VR _{d,max} > V _{Ed}		
	*	0.34	1.29	0.74	-27.5	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.56	1.08	0.74	-15.1	18.4	24.9	122.4	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

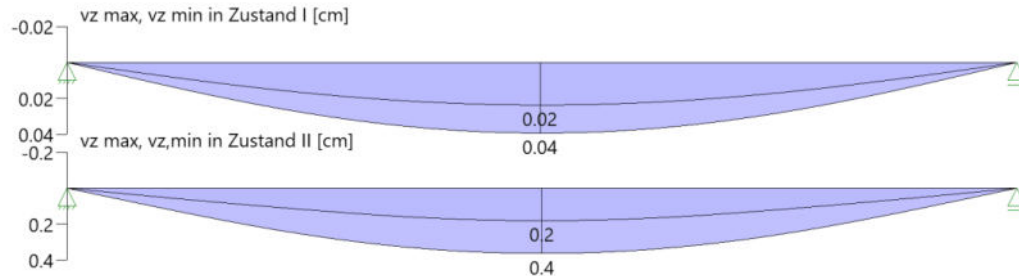
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

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	0.82	0.0	0.04	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.70$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.82	0.1	1/2089	0.4	1/449	0.4	0.67

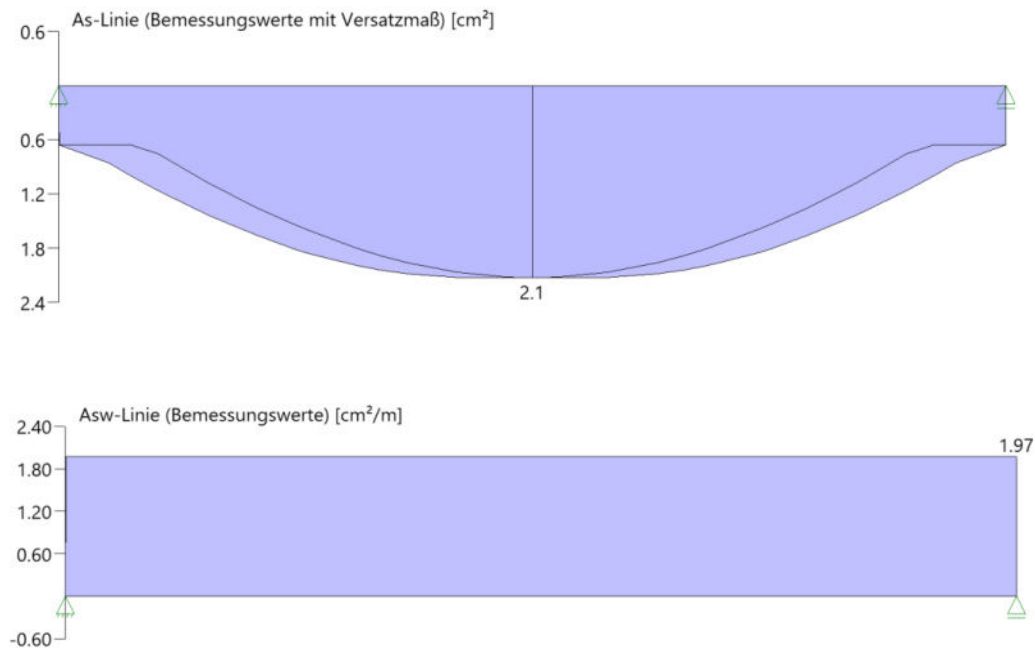
x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$ 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	0.03	2.1		2.43	-0.09	12	100	4
	0.60	10.72	2.1		265.06	-10.00	12	26	4
	0.82	11.52	2.1		284.78	-10.80	12	23	4
	1.03	10.72	2.1		265.06	-10.00	12	26	4
	1.63	0.03	2.1		2.43	-0.09	12	100	4

As-Deckungslinien



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	20.2	20.2 13.3		
2	1.64	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	20.2	20.2 13.3		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	47.2	
		Lk 2	20.2	
2	1.64	Lk 1	47.2	
		Lk 2	20.2	

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	23.20	23.20	0.00	1.64
L 2	1	Kat. C	2	16.30	16.30	0.00	1.64
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		0.60	
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00		1.00	

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 12 (2,26 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 187 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite l ≤ 1,885 m
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke Lasten

Spannbetondecke	= $6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot (2,30 \text{ m} + 6,60 \text{ m})/2$	= 29,8 kN/m
Nutzlast	= $5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,30 \text{ m}/2$	= 5,75 kN/m
Nutzlast	= $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 6,60 \text{ m}/2$	= 9,90 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

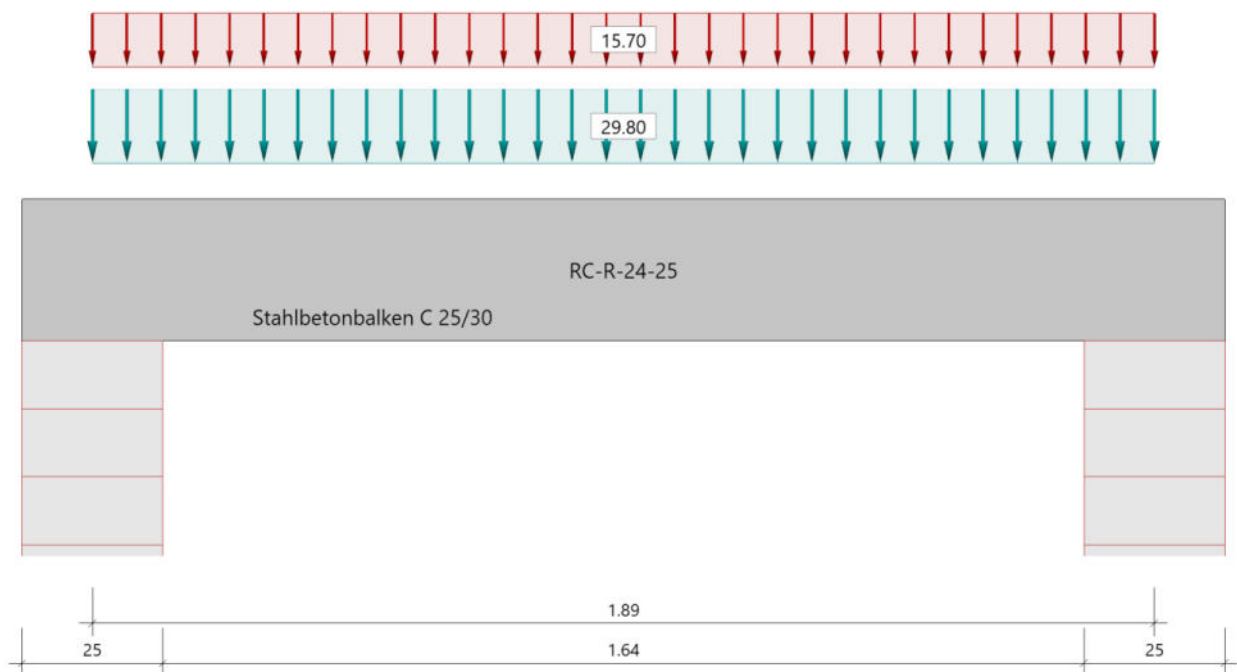
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	1.89	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.89		29.80		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		1.89		15.70		Ja			

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 283 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50

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
 Ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	d _{s,b} = 8 mm	
Längsbewehrung	d _{s,l} = 10 mm	d _{s,l} = 16 mm
Vorhaltemaß	ΔC _{dev} = 10 mm	ΔC _{dev} = 10 mm

Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.39$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.77$ und dem Erhöhungsfaktor 1.35

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.6 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

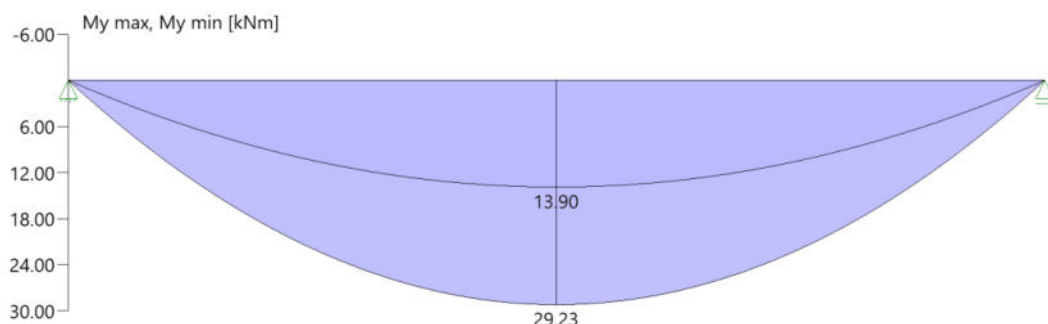
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

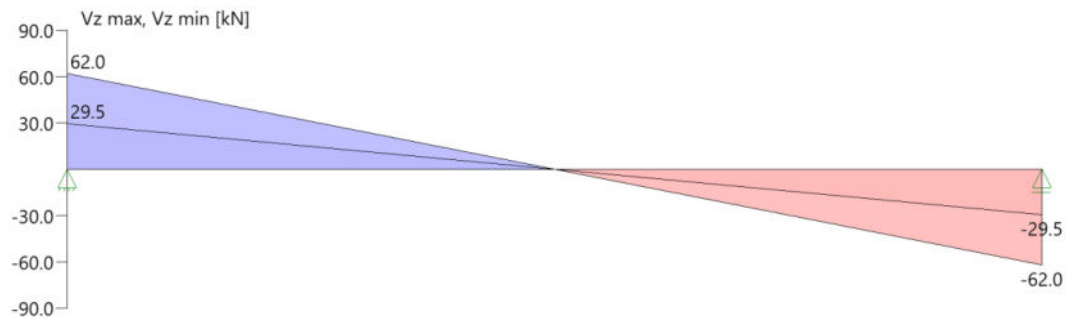
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{v,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	62.0	1
	0.00	0.00	0.00	29.5	2
	0.94	0.94	29.23	0.0	1
	1.89	1.89	0.00	-29.5	2
	1.89	1.89	0.00	-62.0	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von W_y auf 3 * b₀ 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	0.94	0.94	29.23	29.23	21.4	0.26	3.5	0.0	1
	1.68	1.68	11.57	11.57	21.4	0.10	1.2	0.0	1

Am ersten Auflager sind mindestens 1.9 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.9 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	VE _d [kN]	θ [°]	VR _{d,c} [kN]	VR _{d,max} [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	53.8	22.8	24.8	144.1	VR _{d,max} > VE _d		
	rechts *	0.34	0.34	0.74	39.7	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.55	0.55	0.74	25.6	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.76	0.74	-53.8	22.8	24.8	144.1	VR _{d,max} > VE _d		
	links *	0.34	1.55	0.74	-39.7	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1
		0.55	1.33	0.74	-25.6	18.4	24.8	120.9	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

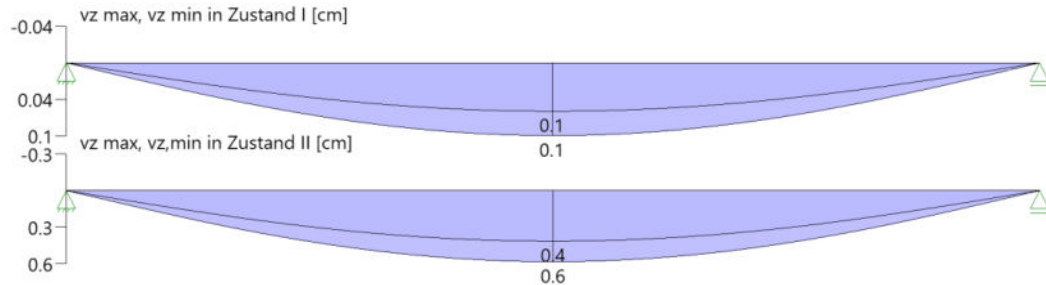
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.94	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.39$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.77$ und dem Erhöhungsfaktor 1.35 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.94	0.2	1/921	0.6	1/322	0.6	0.93

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

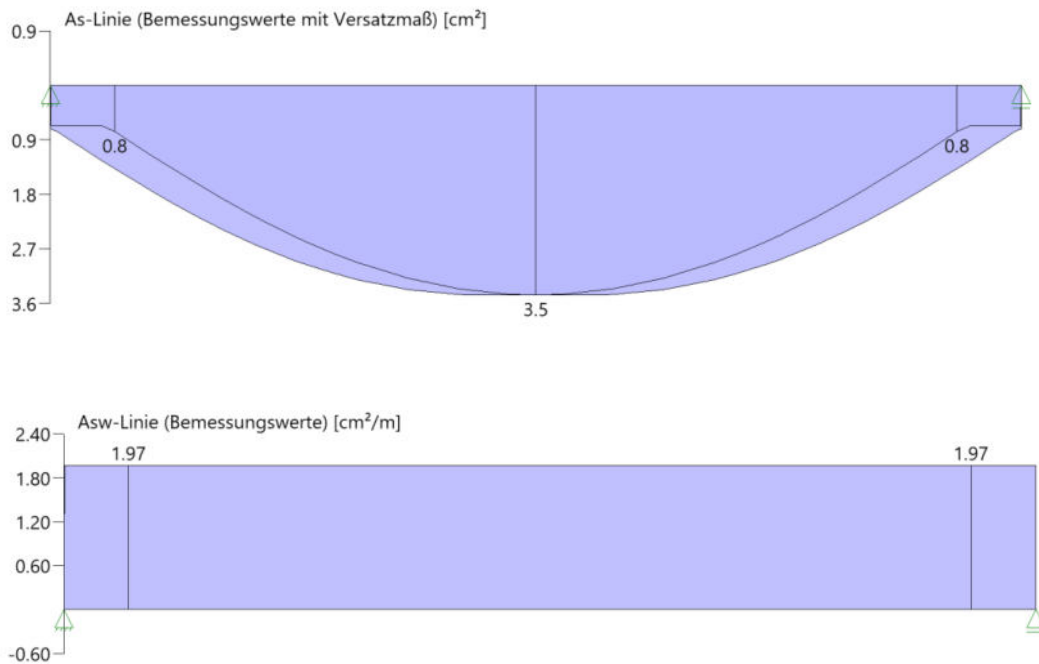
Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.04	3.5		1.54	2.39	16	100	4
	0.69	16.83	3.5		269.61	2.39	16	41	4
	0.94	18.09	3.5		289.67	2.39	16	38	4
	1.19	16.83	3.5		269.61	2.39	16	41	4
	1.88	0.04	3.5		1.54	2.39	16	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	29.5	29.5 14.8		
2	1.89	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	29.5	29.5 14.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_v [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	62.0 29.5	
2	1.89	Lk 1 Lk 2	62.0 29.5	

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	29.80	29.80	0.00	1.89
L 2	1	Kat. C	2	15.70	15.70	0.00	1.89
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			
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00	1.00		

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 16 (4,02 cm²)

Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 188 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 1,885$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	$= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,20 \text{ m} + 7,75 \text{ m})/2$	$= 53,4 \text{ kN/m}$
Nutzlast	$= 3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,20 \text{ m}/2 - 2,40 \text{ m} + 7,75 \text{ m}/2)$	$= 16,7 \text{ kN/m}$
Nutzlast	$= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,40 \text{ m}$	$= 12,0 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

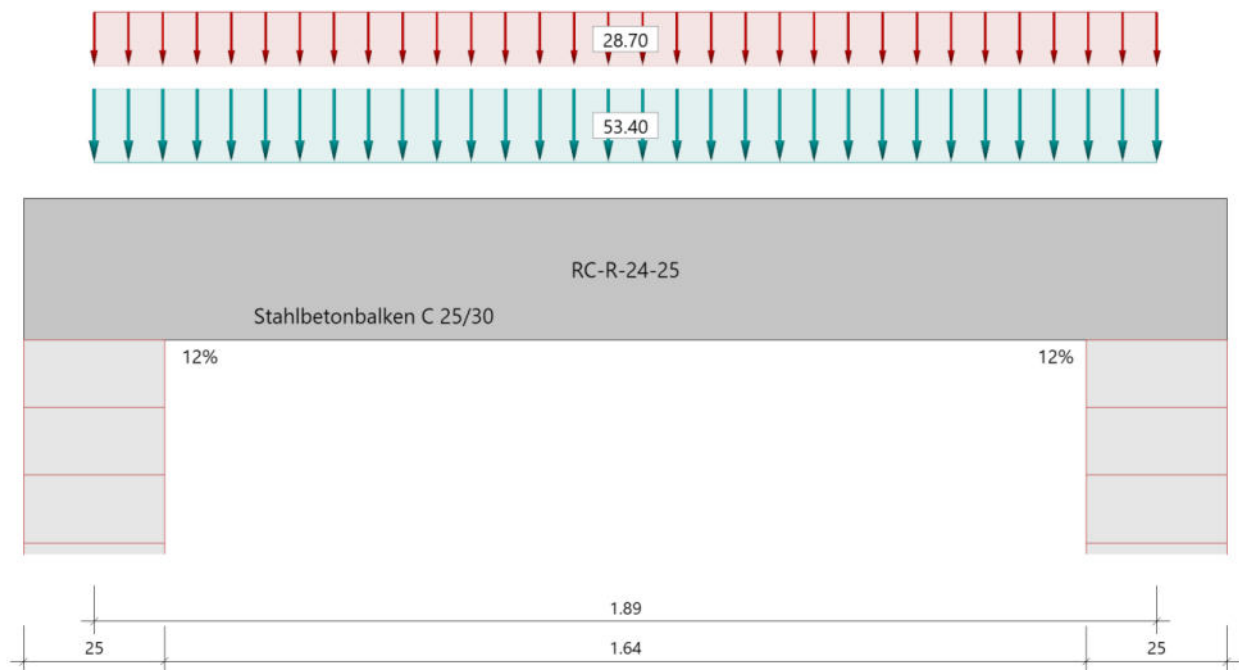
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	2096.9	0.0
2	1.89	-1	-1	0.0	2096.9	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 12.0 % rechts : 12.0 %

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		1.89		53.40		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		1.89		28.70		Ja			

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 284 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50

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
 ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20

Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$		
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$	
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$	
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.18$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.76$ und dem Erhöhungsfaktor 1.81

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.0 cm	oben = 3.5 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 $\cot(\Theta)/2$.

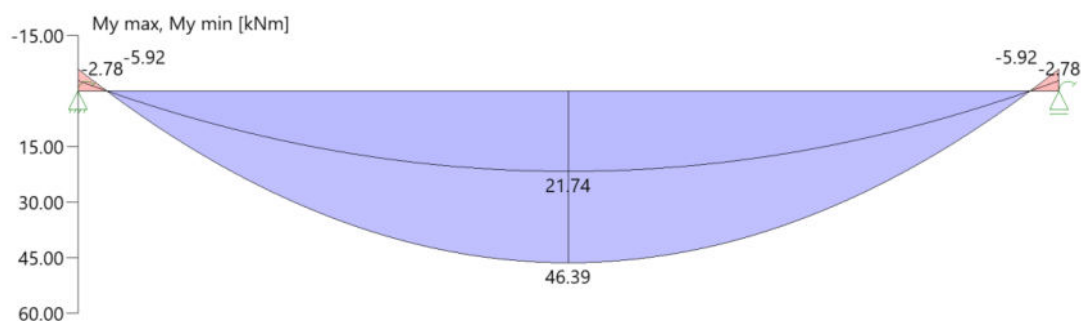
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

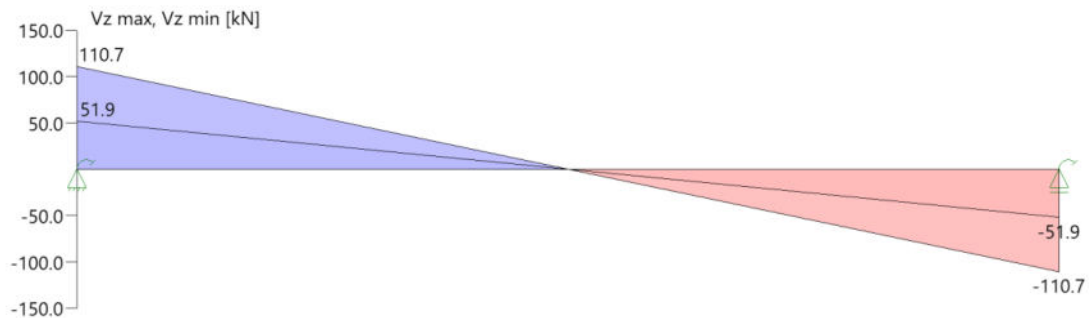
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{V,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-2.78	51.9	1
	0.00	0.00	-5.92	110.7	2
	0.95	0.95	46.39	0.0	2
	1.89	1.89	-2.78	-51.9	1
	1.89	1.89	-5.92	-110.7	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	0.95	0.95	46.39	46.39	21.0	0.45	6.2	0.3	2
	1.68	1.68	14.75	14.75	21.0	0.13	1.6	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.1 cm² zu verankern.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-5.92	-3.11	-3.11		21.5	0.04		0.7	¹⁾	2
2	links	0.00	1.89	-5.92	-3.11	-3.11		21.5	0.04		0.7	¹⁾	2

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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

Querkraftbewehrung

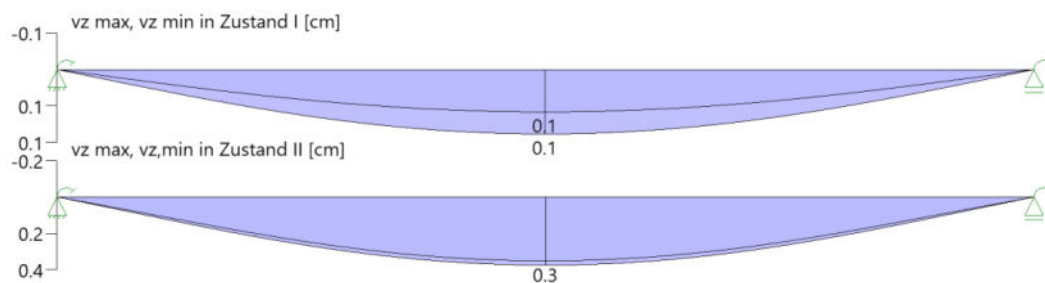
Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	a_{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.71	96.1	31.6	24.5	170.6	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.71	71.5	28.3	24.5	159.7	12.5	5.90	2
	*	0.55	0.55	0.71	46.9	28.3	28.5	159.7	17.5	3.87	2
2	links	0.13	1.77	0.71	-96.1	31.6	24.5	170.6	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.56	0.71	-71.5	28.3	24.5	159.7	12.5	5.90	2
	*	0.55	1.35	0.71	-46.9	28.3	28.5	159.7	17.5	3.87	2

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

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.95	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 3.18$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.76$ und dem Erhöhungsfaktor 1.81 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.95	0.2	1/1045	0.3	1/561	0.3	0.53

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

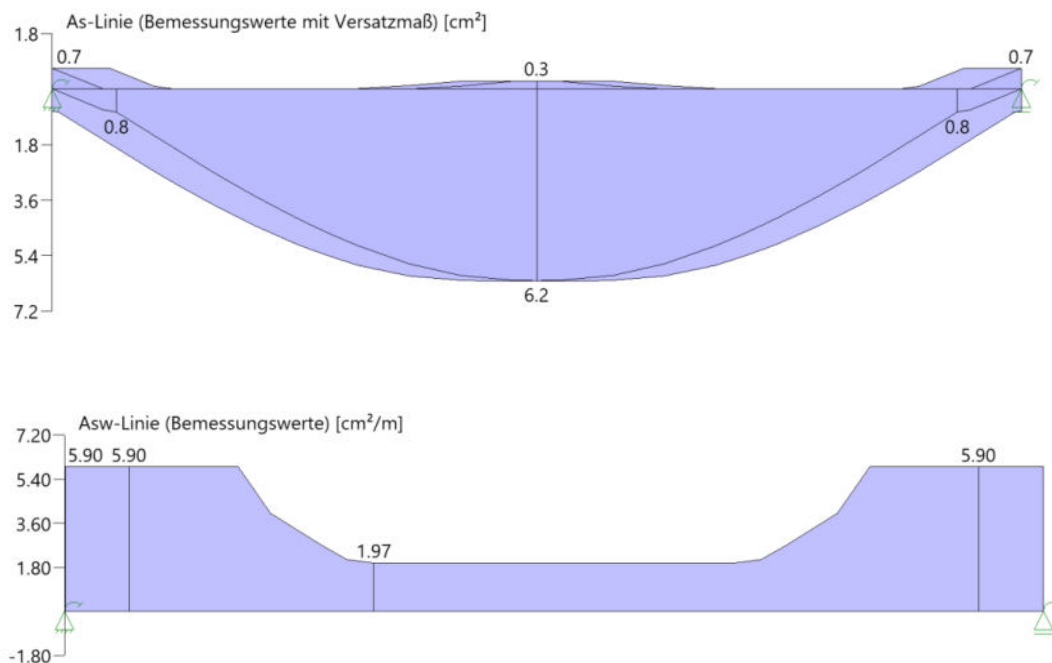
Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-3.65	6.2	0.7	290.05	3.18	10	15	4
	0.70	26.33	6.2	0.7	250.42	3.18	20	93	4
	0.95	28.56	6.2	0.7	271.63	3.18	20	83	4
	1.19	26.33	6.2	0.7	250.42	3.18	20	93	4
	1.89	-3.65	6.2	0.7	290.05	3.18	10	15	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{v,min}$ [kNm]	$M_{v,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	51.9	51.9	-2.78	-2.78
		Kat. C: Versammlungsbereiche		27.1	-1.45	
2	1.89	ständig	51.9	51.9	2.78	2.78
		Kat. C: Versammlungsbereiche		27.1	1.45	

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	110.7	-5.92
		Lk 1	51.9	-2.78
2	1.89	Lk 2	110.7	5.92
		Lk 1	51.9	2.78

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	53.40	53.40	0.00	1.89
L 2	1	Kat. C	2	28.70	28.70	0.00	1.89

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2		1.50	1.00	0.60
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 20 (6,28 cm²)
 Bügel Ø 10 / 20 cm (zweischnittig)

Position 189 – Stb.-Fenstersturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 2,26$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24,0er KS-Wand $0,24 \text{ m} \cdot 18,00 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,20 \text{ m} = 5,20 \text{ kN/m}$

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke $= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,20 \text{ m} + 7,75 \text{ m})/2 = 53,4 \text{ kN/m}$

Nutzlast $= 3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot (8,20 \text{ m}/2 - 2,40 \text{ m} + 7,75 \text{ m}/2) = 16,7 \text{ kN/m}$

Nutzlast $= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,40 \text{ m} = 12,0 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

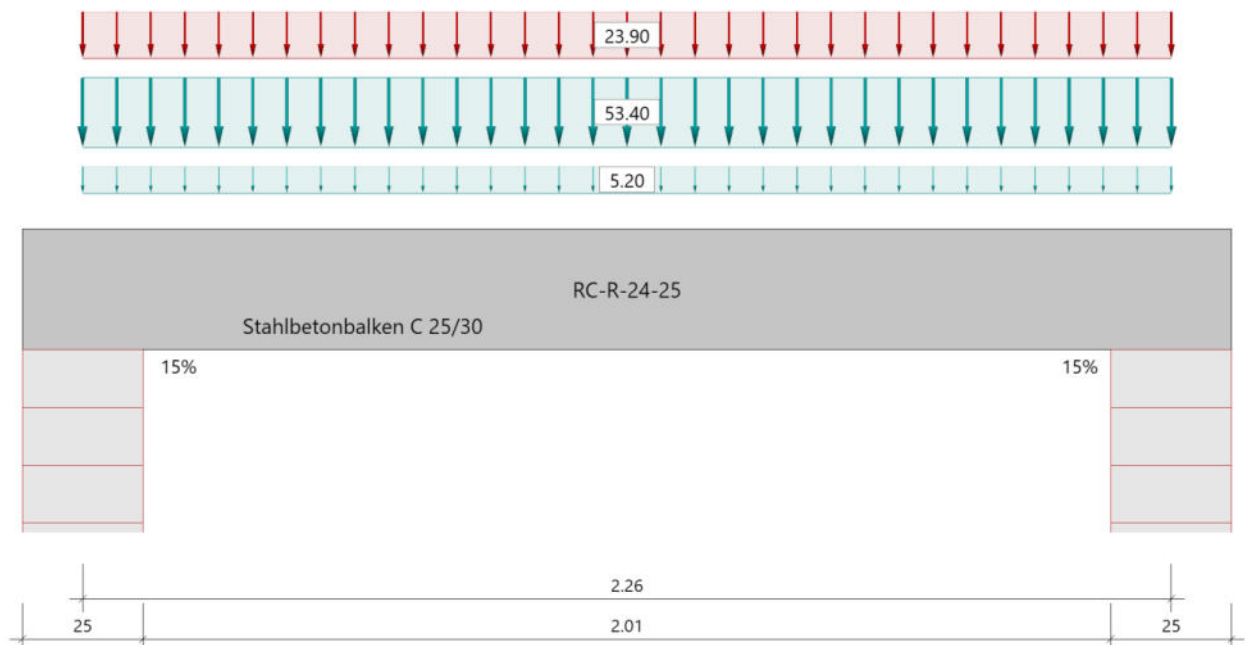
Grundparameter

Stahlbetonbalken 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	25.0		

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	2269.3	0.0
2	2.26	-1	-1	0.0	2269.3	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 15.0 % rechts : 15.0 %

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		2.26		53.40		Nein	ständig		
	2	GL		2.26		23.90		Ja	Kat. C		
	3	GL		2.26		5.20		Nein	ständig		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 339 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 10 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 20 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,b} = 10 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$	$C_{nom,b} = 20 \text{ mm} \cdot 5 \cdot 5$
Längsbewehrung	$C_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$C_{min,l} = 20 \text{ mm} \cdot 5$
Betondeckung	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm} \cdot 1$	$C_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$C_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 4.22$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.82$ und dem Erhöhungsfaktor 2.32

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 4.0 cm	oben = 3.5 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 $\cot(\Theta)/2$.

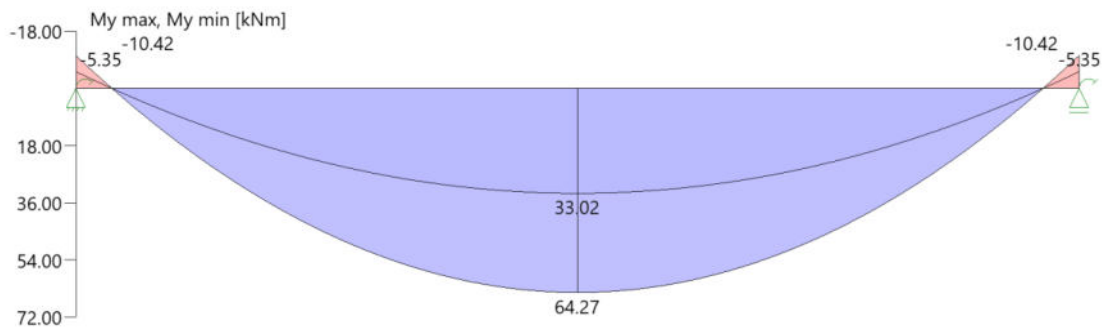
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

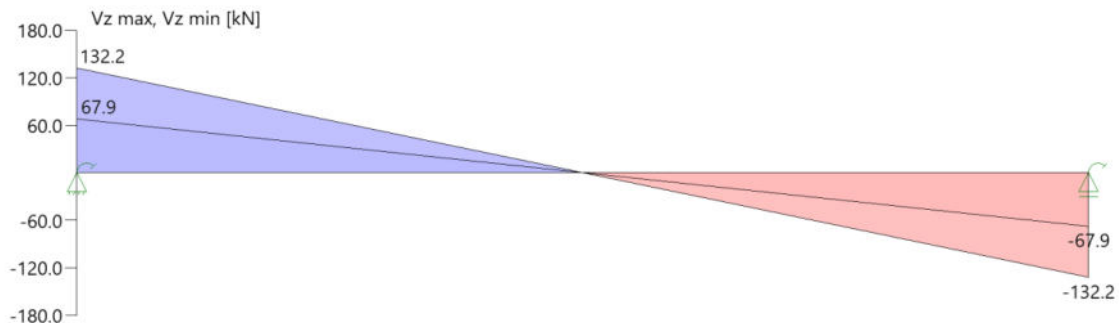
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-5.35	67.9	1
	0.00	0.00	-10.42	132.2	2
	1.13	1.13	64.27	0.0	2
	2.26	2.26	-5.35	-67.9	1
	2.26	2.26	-10.42	-132.2	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	min M_{yd} [kNm]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
Feld 1	1.13	1.13	64.27	64.27	21.0	0.45	8.6	2.6	2
	2.03	2.03	16.89	16.89	21.0	0.15	1.9	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.2 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	M_{yd} [kNm]	M_{ydx} [kNm]	Bem. M_{yd} [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	k_x	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	Lk
1	rechts	0.00	0.00	-10.42	-6.65	-6.65		21.5	0.07		0.7	2
2	links	0.00	2.26	-10.42	-6.65	-6.65		21.5	0.07		0.7	2

M_{ydx} : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

Querkraftbewehrung

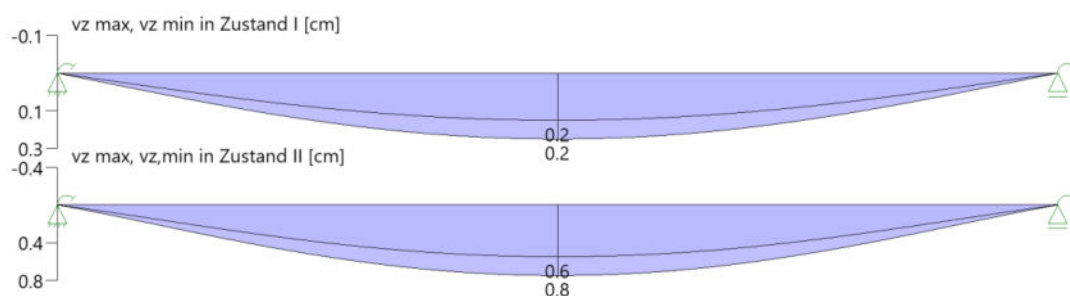
Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	k_z	V_{Ed} [kN]	θ [°]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	a_{max} [cm]	a_{sw} [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.71	117.6	33.2	24.5	175.2	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.71	93.0	31.3	25.2	169.7	12.5	8.66	2
	*	0.55	0.55	0.71	68.4	31.3	30.7	169.7	12.5	6.37	2
2	links	0.13	2.14	0.71	-117.6	33.2	24.5	175.2	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.93	0.71	-93.0	31.3	25.2	169.7	12.5	8.66	2
	*	0.55	1.72	0.71	-68.4	31.3	30.7	169.7	12.5	6.37	2

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

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	1.13	0.0	0.2	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 4.22$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.82$ und dem Erhöhungsfaktor 2.32 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt Mit Nachweis der relativen Grenzverformung ($l_{eff} / 300$)

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	1.13	0.3	1/696	0.8	1/301	0.8	1.00

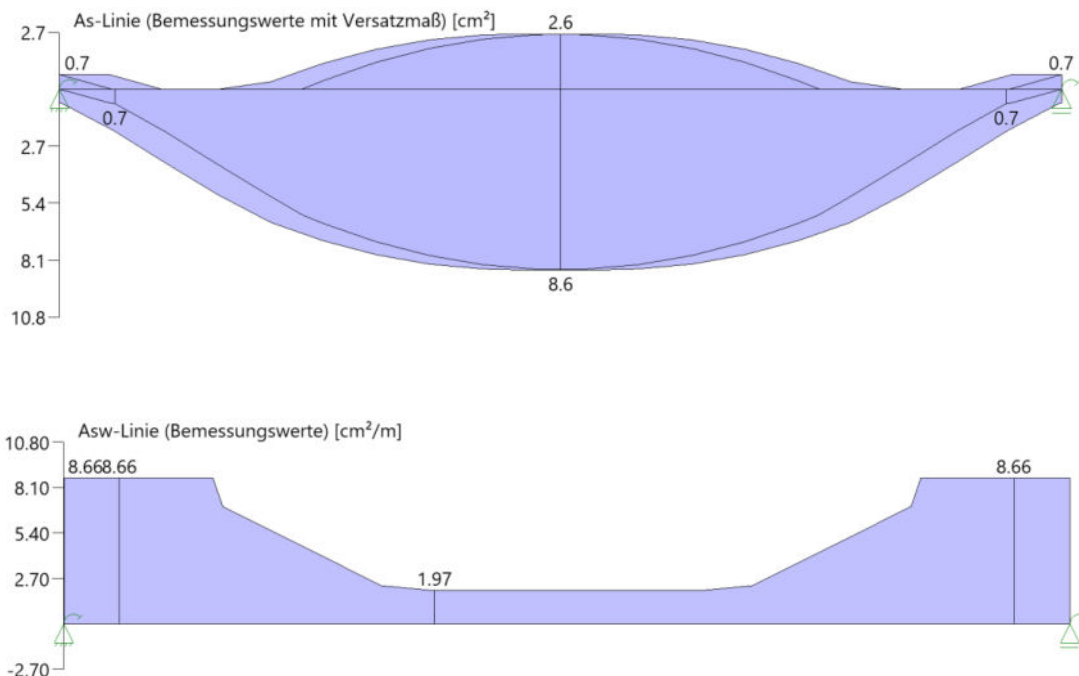
x : Stelle x
f_{Ellz,g} : Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
f_{Ellz,ϕε} : Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
f_{Ell,ϕε} : maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm									
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f _{ck} = 11.25 N/mm ²									
Feld	x [m]	My [kNm]	As _u [cm ²]	As _o [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	ϕ _{nl} (t ₀ , t)	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-6.55	8.6	2.6	139.07	4.22	10	64	4
	0.95	39.71	8.6	2.6	273.90	4.22	20	80	4
	1.13	40.89	8.6	2.6	282.07	4.22	20	77	4
	1.31	39.71	8.6	2.6	273.90	4.22	20	80	4
	2.26	-6.55	8.6	2.6	139.07	4.22	10	64	4
In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.									

As-Deckungslinien



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	67.9	67.9 27.0	-5.35 -2.13	-5.35
2	2.26	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	67.9	67.9 27.0	5.35	5.35 2.13

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2 Lk 1	132.2 67.9	-10.42 -5.35
2	2.26	Lk 2 Lk 1	132.2 67.9	10.42 5.35

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	53.40	53.40	0.00	2.26
L 2	*	ständig	3	5.20	5.20	0.00	2.26
L 3	1	Kat. C	2	23.90	23.90	0.00	2.26
gen. Last	Lk 1		Lk 2	Lk 3	Lk 4		
L 1	1.00		1.35	1.00	1.00		
L 2	1.00		1.35	1.00	1.00		
L 3			1.50	1.00	0.60		
Eigengewicht	1.00		1.35	1.00	1.00		

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 12 (2,26 cm²)

unten: 3 Ø 20 (9,42 cm²)

Bügel Ø 10 / 15 cm (zweischnittig)

Position 190 – Stb.-Fenstersturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 2,26$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $C_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus ständigen Lasten

24,0er KS-Wand $0,24 \text{ m} \cdot 18,00 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,20 \text{ m}$ = 5,20 kN/m

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke = $6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$ = 13,4 kN/m
 Nutzlast = $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$ = 6,00 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

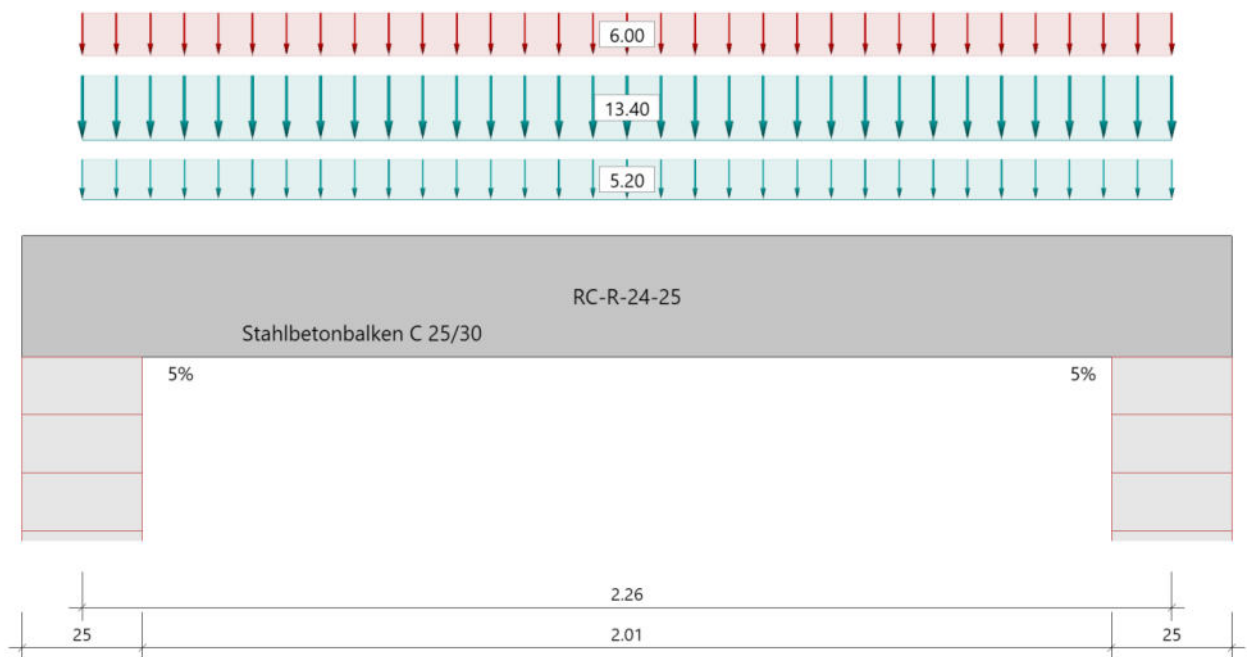
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	676.8	0.0
2	2.26	-1	-1	0.0	676.8	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 5.0 % rechts : 5.0 %

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		2.26		13.40		Nein	ständig		
	2	GL		2.26		6.00		Ja	Kat. C		
	3	GL		2.26		5.20		Nein	ständig		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 339 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	V _{F,inf}	V _{F,sup}
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

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
ψ ₂ = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ _F (γ _{G,sup} oder γ _{G,inf})
Zugversteifung GZG	:	wird angesetzt
Nachweis Spannungsbegrenzung	:	wird geführt
Überprüfung des lin. Kriechansatzes	:	wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

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

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.03$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.87$ und dem Erhöhungsfaktor 1.08

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.5 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

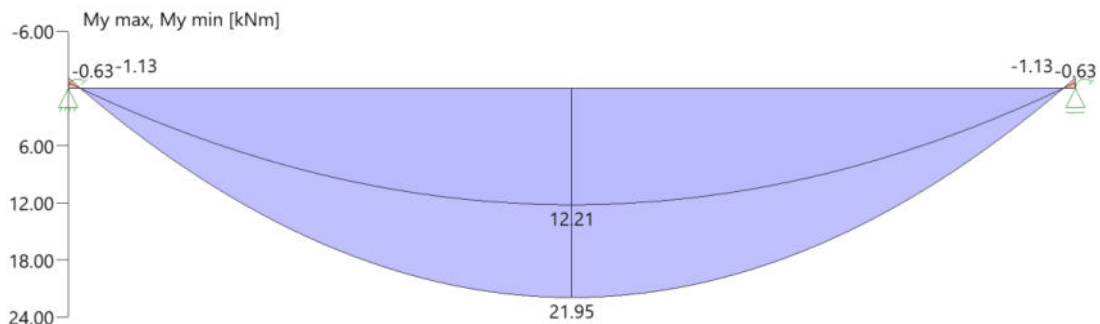
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

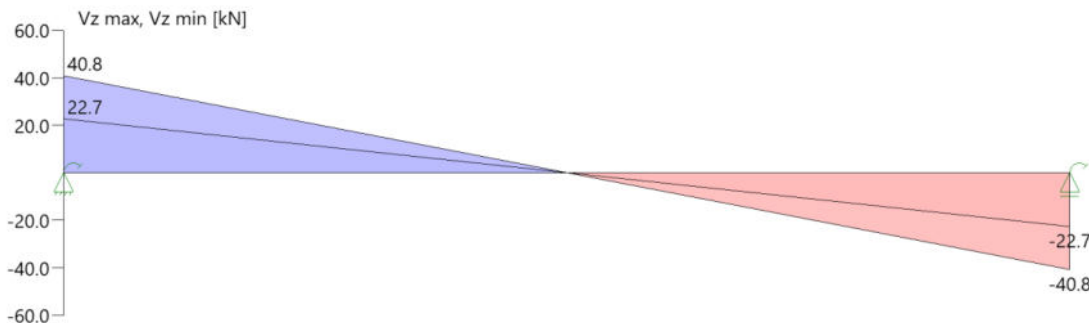
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-0.63	22.7	1
	0.00	0.00	-1.13	40.8	2
	1.13	1.13	21.95	0.0	2
	2.26	2.26	-0.63	-22.7	1
	2.26	2.26	-1.13	-40.8	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min M_u [kNm]	erf A_{su} [cm ²]	min M_o [kNm]	erf A_{so} [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

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

Feldbewehrung

Feld	x_{rel} [m]	x [m]	$M_{y,d}$ [kNm]	min $M_{y,d}$ [kNm]	d [cm]	k_x	$A_{s,u}$ [cm ²]	$A_{s,o}$ [cm ²]	Lk
Feld 1	1.13	1.13	21.95	21.95	21.5	0.19	2.5	0.0	2
	2.03	2.03	7.31	7.31	21.5	0.07	0.8	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 1.3 cm² zu verankern.

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

Querkraftbewehrung

Stütze [Nr]		x_{rel} [m]	x [m]	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	0.13	0.13	0.74	36.3	18.4	24.9	121.6	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.74	28.5	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	0.56	0.74	20.8	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
2	links	0.13	2.14	0.74	-36.3	18.4	24.9	121.6	$V_{Rd,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.92	0.74	-28.5	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2
	*	0.56	1.71	0.74	-20.8	18.4	24.9	121.6	17.5	1.97 ¹⁾	2

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

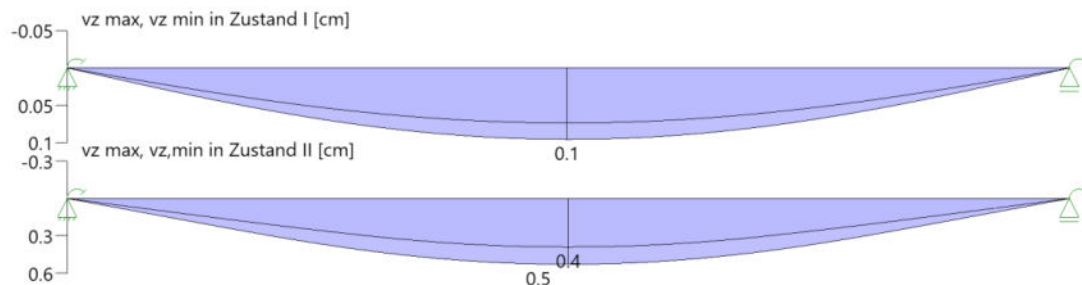
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

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	1.13	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.03$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.87$ und dem Erhöhungsfaktor 1.08 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	1.13	0.3	1/889	0.5	1/427	0.5	0.70

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

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
f _{Ell,φ_ε} : maßgebende Durchbiegung							

Spannungsbegrenzung

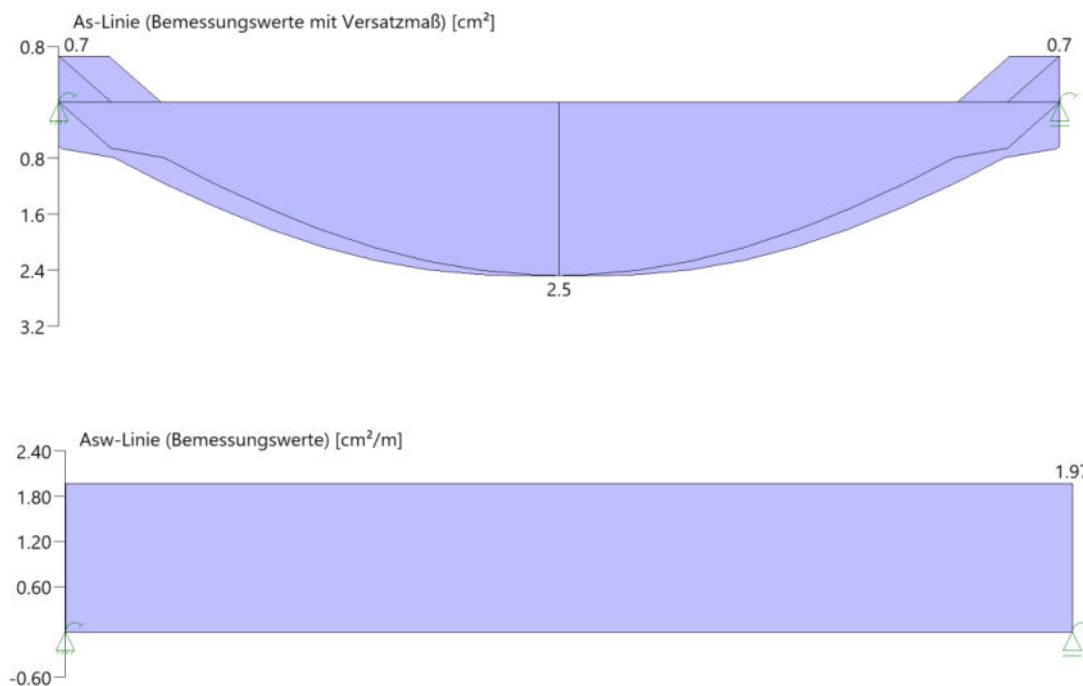
Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm
nach EN2 7.2(3) sC = 0.45 * f_{ck} = 11.25 N/mm²

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	σ _S (t=∞) [N/mm ²]	φ _{nl} (t ₀ ,t)	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-0.71	2.5	0.7	54.70	2.03	10	100	4
	0.95	14.02	2.5	0.7	302.24	2.03	14	24	4
	1.13	14.39	2.5	0.7	310.38	2.03	14	23	4
	1.31	14.02	2.5	0.7	302.24	2.03	14	24	4
	2.26	-0.71	2.5	0.7	54.70	2.03	10	100	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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	22.7	22.7 6.8	-0.63 -0.19	-0.63
2	2.26	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	22.7	22.7 6.8	0.63 0.19	0.63 0.19

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	40.8	-1.13
		Lk 1	22.7	-0.63
2	2.26	Lk 2	40.8	1.13
		Lk 1	22.7	0.63

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	13.40	13.40	0.00	2.26
L 2	*	ständig	3	5.20	5.20	0.00	2.26
L 3	1	Kat. C	2	6.00	6.00	0.00	2.26

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2	1.00	1.35	1.00	1.00
L 3		1.50	1.00	0.60
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)

unten: 2 Ø 14 (3,08 cm²)

Bügel Ø 8/15 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 191 – Stb.-Türsturz

$b / h = 24 / 25 \text{ cm}$ Stützweite $l \leq 1,885 \text{ m}$
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$ B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke Lasten

Spannbetondecke	$= 6,70 \text{ kN/m}^2 * (7,75 \text{ m/2} + 2,40 \text{ m/2})$	$= 34,0 \text{ kN/m}$
Nutzlast	$= 3,00 \text{ kN/m}^2 * 7,75 \text{ m/2}$	$= 11,6 \text{ kN/m}$
Nutzlast	$= 5,00 \text{ kN/m}^2 * 2,40 \text{ m/2}$	$= 6,0 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

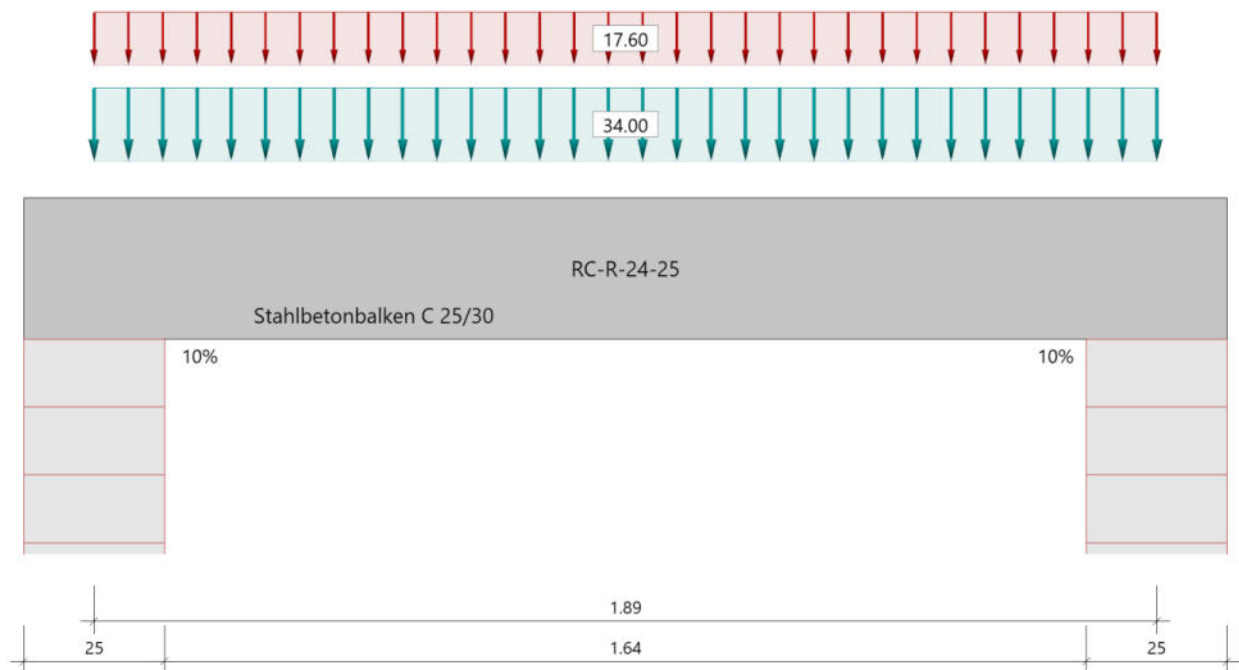
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1708.6	0.0
2	1.89	-1	-1	0.0	1708.6	0.0

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

Stützeinspannung an den Endauflagern

links : 10.0 % rechts : 10.0 %

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		1.89		34.00		Nein	ständig Kat. C		
	2	GL		1.89		17.60		Ja			

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 284 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	V _{F,inf}	V _{F,sup}
ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.00	1.35 1.50

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
 ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	X0	X0
Bewehrungskorrosion	XC1	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20	C 16/20

Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$		
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 10 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 16 \text{ mm}$	
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$	
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$	
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$	
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 10 \text{ mm} \cdot 5$	$c_{min,l} = 16 \text{ mm} \cdot 5$	
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \cdot 1$	
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$	
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$	

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

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl und Schwindmaß

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_0 = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_0, t) = 2.85$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.53 \text{ ‰}$	

Die Kriechzahl wurde in Folge nichtlineares Kriechens erhöht!

Kriechzahl, nichtlinear $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.40$; resultiert aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.77$ und dem Erhöhungsfaktor 1.36

Betondeckung

Betondeckung	unten = 2.0 cm	oben = 2.0 cm
	links = 2.0 cm	rechts = 2.0 cm
Bewehrungslagen	unten = 3.6 cm	oben = 3.3 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 $\cot(\Theta)/2$.

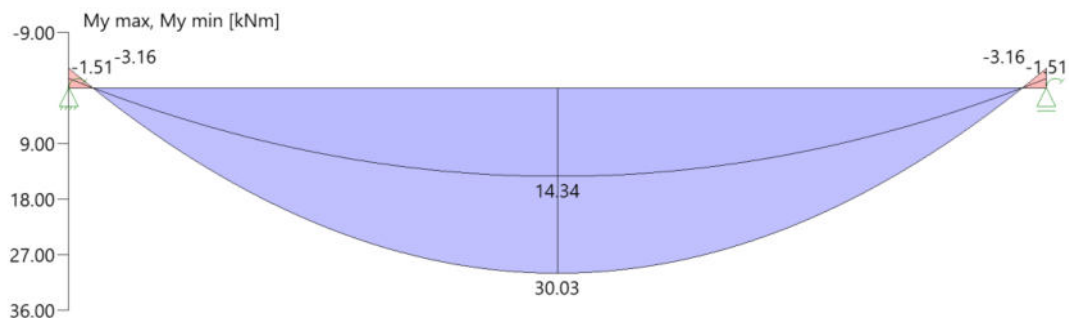
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0 \text{ cm}$

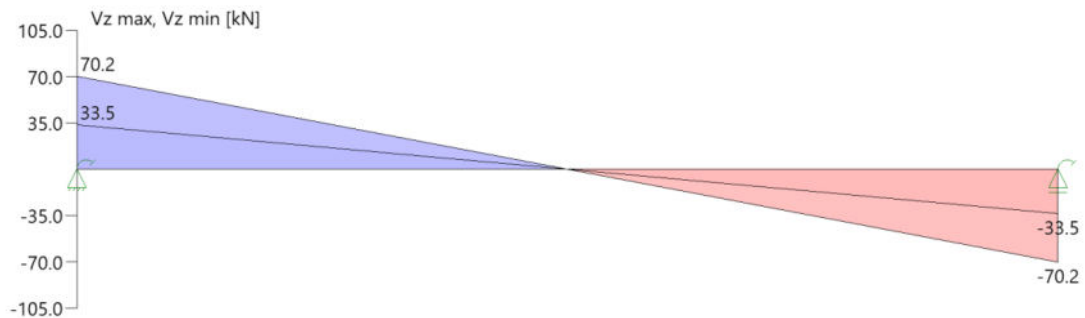
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{V,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	-1.51	33.5	1
	0.00	0.00	-3.16	70.2	2
	0.95	0.95	30.03	0.0	2
	1.89	1.89	-1.51	-33.5	1
	1.89	1.89	-3.16	-70.2	2

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	0.95	0.95	30.03	30.03	21.4	0.27	3.6	0.0	2
	1.68	1.68	9.95	9.95	21.4	0.09	1.1	0.0	2

Am ersten Auflager sind mindestens 2.1 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 2.1 cm² zu verankern.

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

Stützbewehrung

Stütze [Nr]		X _{rel} [m]	x [m]	Myd [kNm]	Mydx [kNm]	Bem. Myd [kNm]	Umlag. [%]	d [cm]	kx	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
1	rechts	0.00	0.00	-3.16	-1.34	-1.34		21.7	0.03		0.7	¹⁾	2
2	links	0.00	1.89	-3.16	-1.34	-1.34		21.7	0.03		0.7	¹⁾	2

Mydx : Moment an Stelle x ohne Umlagerung (für gelenkige Auflager bereits über die Stützenbreite ausgerundet).

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]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	60.9	25.1	24.8	155.0	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	rechts	0.34	0.34	0.74	45.0	18.8	24.8	123.1	17.5	2.24	2
	*	0.55	0.55	0.74	29.1	18.8	24.8	123.1	17.5	1.97 ¹⁾	2
2	links	0.13	1.77	0.74	-60.9	25.1	24.8	155.0	$VR_{d,max} > V_{Ed}$		
	links	0.34	1.55	0.74	-45.0	18.8	24.8	123.1	17.5	2.24	2
	*	0.55	1.34	0.74	-29.1	18.8	24.8	123.1	17.5	1.97 ¹⁾	2

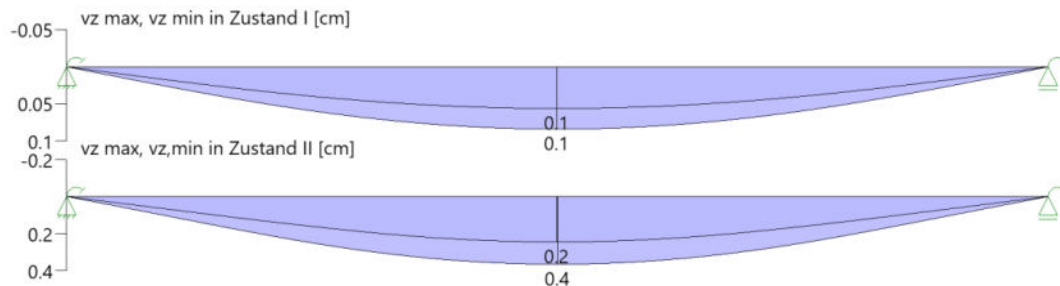
* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.95	0.0	0.1	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und nichtlinearer Kriechzahl: $\phi_{nl}(t_0, t) = 2.40$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Resultierend aus effektiver Kriechzahl $\phi_{eff} = 1.77$ und dem Erhöhungsfaktor 1.36 Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.95	0.2	1/1226	0.4	1/517	0.4	0.58

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

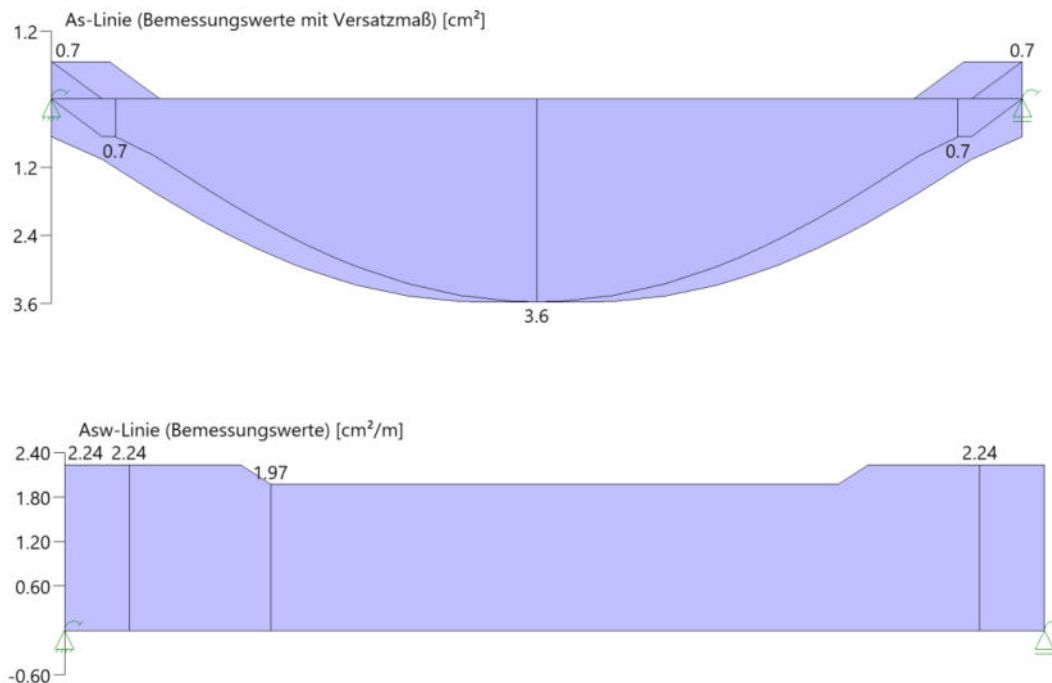
Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $sC = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [m]	My [kNm]	Asu [cm ²]	Aso [cm ²]	$\sigma S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\phi_{nl}(t_0, t)$	vorh ds [mm]	zul ds [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	-1.92	3.6	0.7	149.08	2.40	10	55	4
	0.70	17.18	3.6	0.7	265.36	2.40	16	43	4
	0.95	18.61	3.6	0.7	287.35	2.40	16	39	4
	1.19	17.18	3.6	0.7	265.36	2.40	16	43	4
	1.89	-1.92	3.6	0.7	149.08	2.40	10	55	4

In Folge nichtlinearen Kriechen wurde nach EN1992-1-1, 3.1.4(4), Gl. 3.7 die Kriechzahl erhöht.

As-Deckungslinien



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	33.5	33.5 16.6	-1.51 -0.75	-1.51
2	1.89	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	33.5	33.5 16.6	1.51 0.75	1.51 0.75

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 2	70.2	-3.16
		Lk 1	33.5	-1.51
2	1.89	Lk 2	70.2	3.16
		Lk 1	33.5	1.51

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	34.00	34.00	0.00	1.89
L 2	1	Kat. C	2	17.60	17.60	0.00	1.89

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4
L 1	1.00	1.35	1.00	1.00
L 2		1.50	1.00	0.60
Eigengewicht	1.00	1.35	1.00	1.00

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
 unten: 2 Ø 16 (4,02 cm²)
 Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 192 – Stb.-Türsturz

b / h = 24 / 25 cm Stützweite $l \leq 1,325$ m
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= $6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$	= 13,4 kN/m
Nutzlast	= $3,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,00 \text{ m}$	= 6,00 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

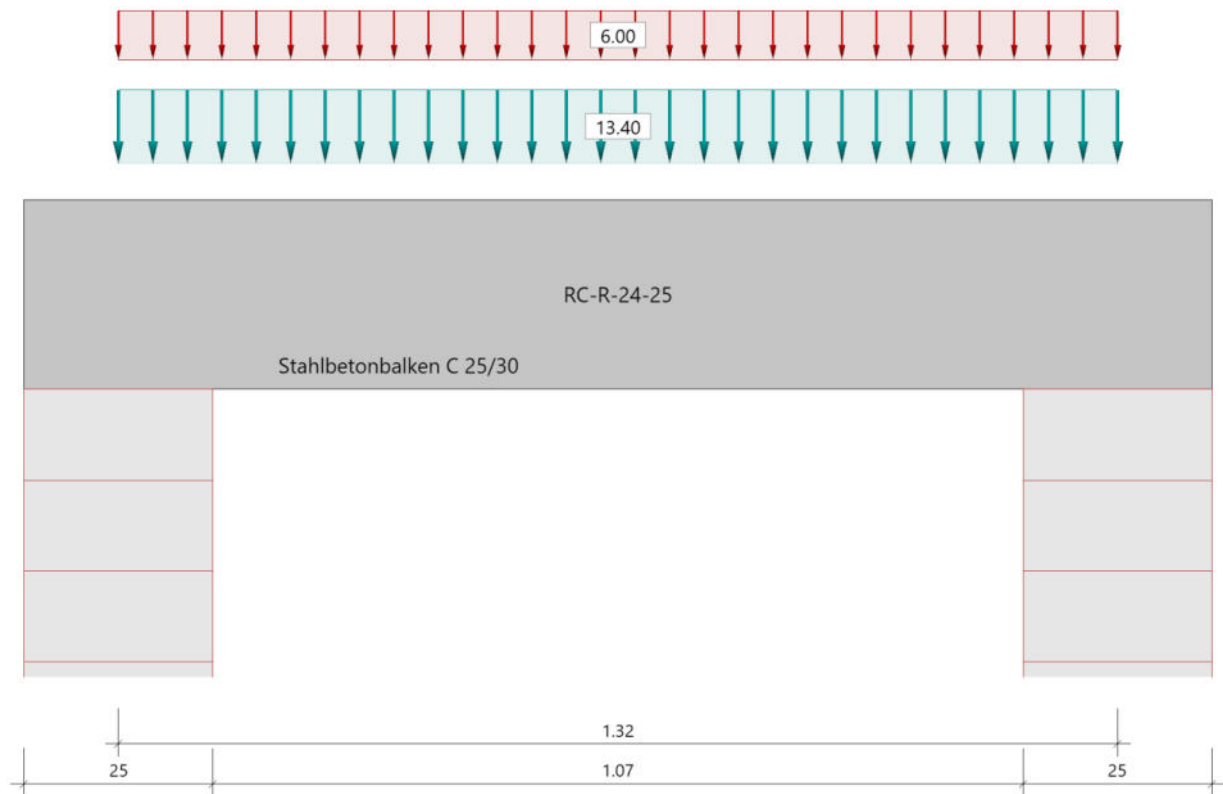
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b_o [cm]	h_o [cm]	b [cm]	h [cm]	b_u [cm]	h_u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.32	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.32		13.40		Nein	ständig		
	2	GL		1.32		6.00		Ja	Kat. C		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 198 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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

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

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff X0
 Bewehrungskorrosion XC1
 Mindestbetonklasse C 16/20
 Bügel $d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
 Längsbewehrung $d_{s,l} = 10 \text{ mm}$
 Vorhaltemaß $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
 Bügel $c_{min,b} = 10 \text{ mm}$

Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20	mm
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	10	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	$\phi(t_0,t)$	=	2.85		
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$	=	-0.53	%	

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	2.0	cm	oben	=	2.0	cm
	links	=	2.0	cm	rechts	=	2.0	cm
Bewehrungslagen	unten	=	3.3	cm	oben	=	3.3	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 $\cot(\Theta)/2$.

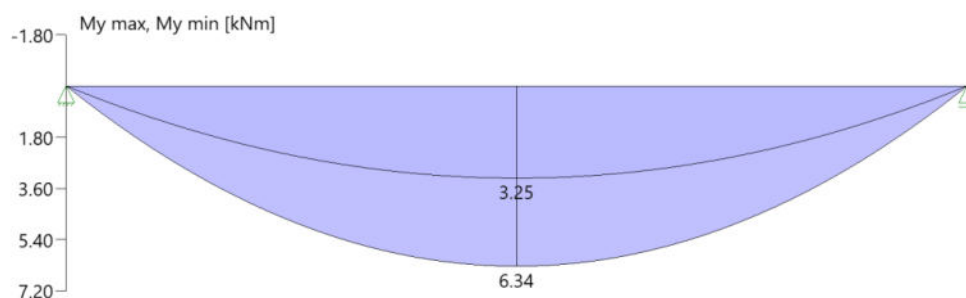
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

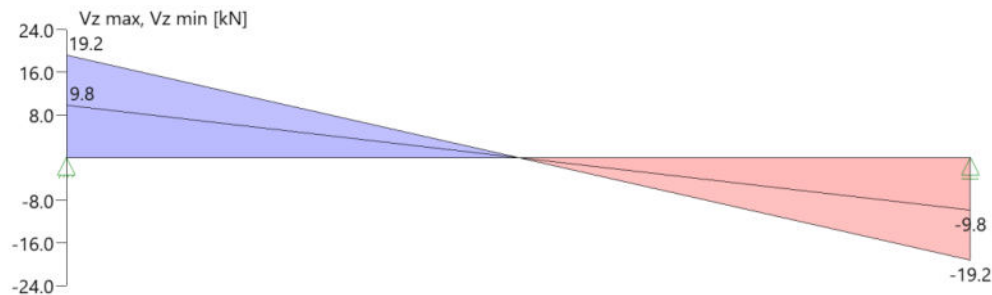
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	Xrel [m]	x [m]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	19.2	1
	0.00	0.00	0.00	9.8	2
	0.66	0.66	6.34	0.0	1
	1.32	1.32	0.00	-9.8	2
	1.32	1.32	0.00	-19.2	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	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 [cm ²]	Aso [cm ²]		Lk
Feld 1	0.13	0.13	2.25	2.25	21.7	0.04	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	0.66	0.66	6.34	6.34	21.7	0.07	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	1.14	1.14	2.99	2.99	21.7	0.04	0.7	0.0	1 ¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 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	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	15.6	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.34	0.34	0.74	9.3	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.56	0.74	2.9	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.20	0.74	-15.6	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.34	0.98	0.74	-9.3	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.76	0.74	-2.9	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

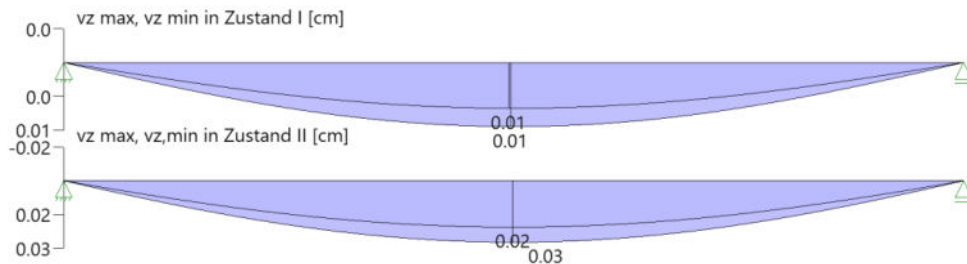
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

Grafik Verformungen

Umhüllende der Verformungen - Gebrauchstauglichkeit



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Durchbiegungen Zustand I

Baugruppe	x [m]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	Lfk
Feld 1	0.66	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.81$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.66	0.01	1/21917	0.03	1/4837	0.03	0.06

x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: XC1/X0-- > zul wk = 0.40 mm

nach EN2 7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$

Feld	x [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	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4
	0.49	3.75	0.7		284.11	-5.78	10	15	4
	0.66	4.03	0.7		305.24	-6.21	10	13	4
	0.83	3.75	0.7		284.11	-5.78	10	15	4
	1.32	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4

As-Deckungslinien



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	9.8	9.8 4.0		
2	1.32	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	9.8	9.8 4.0		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	19.2 9.8	
2	1.32	Lk 1 Lk 2	19.2 9.8	

Maßgebliche Kombinationen

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

generierte Last	Feld	Ewg	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	1	13.40	13.40	0.00	1.32
L 2	1	Kat. C	2	6.00	6.00	0.00	1.32
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			
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00	1.00		

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)unten: 2 Ø 12 (1,57 cm²)

Bügel Ø 8/15 cm (zweischnittig) oder Bügelmatte R188A

Position 193 – Fenstersturz

$b / h = 24 / 25 \text{ cm}$ Stützweite $l \leq 1,51 \text{ m}$
 Beton C25/30 XC1, WO $c_{nom} = 2,0 \text{ cm}$ B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastung aus Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	$= 6,70 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$	$= 6,70 \text{ kN/m}$
Nutzlast	$= 5,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m}$	$= 5,00 \text{ kN/m}$

Schnittgrößen und Bemessung

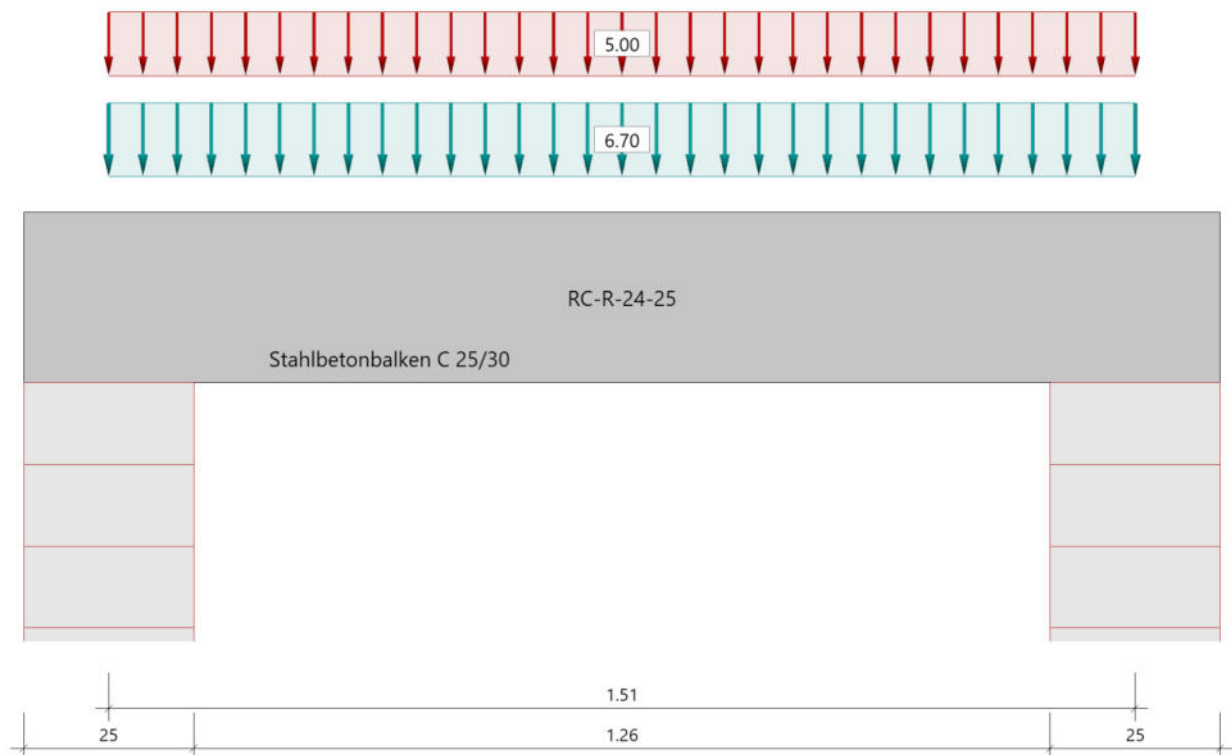
Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Stahlbetonbalken $E = 31000 \text{ N/mm}^2$
 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System

Systembild



Material

Materialauswahl

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

Geometrie

Querschnitte

Nr	Art	b _o [cm]	h _o [cm]	b [cm]	h [cm]	b _u [cm]	h _u [cm]
1	Rechteck			24.0	25.0		

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	1.51	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

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		1.51		6.70		Nein	ständig		
	2	GL		1.51		5.00		Ja	Kat. C		

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

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 227 kg mit Gamma = 25.00 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50

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
 Ψ₂= 0.5 für Schnee (AE) : nicht angesetzt
 Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F(γ_{G,sup} oder γ_{G,inf})
 Zugversteifung GZG : wird angesetzt
 Nachweis Spannungsbegrenzung : wird geführt
 Überprüfung des lin. Kriechansatzes : wird geführt

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff X0
 Bewehrungskorrosion XC1
 Mindestbetonklasse C 16/20
 Bügel d_{s,b} = 8 mm
 Längsbewehrung d_{s,l} = 10 mm
 Vorhaltemaß ΔC_{dev} = 10 mm
 Bügel C_{min,b} = 10 mm

Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	20 mm
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	10 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	$\phi(t_0,t)$	=	2.85	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t)$	=	-0.53 ‰	

Betondeckung

Betondeckung	unten	=	2.0 cm	oben	=	2.0 cm
	links	=	2.0 cm	rechts	=	2.0 cm
Bewehrungslagen	unten	=	3.3 cm	oben	=	3.3 cm
Abminderung der Stützmomente $\leq 15 \%$						

Bemessungseinstellungen

- Die Feldbewehrung ist gestaffelt.
- Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.
- Grenze $k_x < .45$ wird eingehalten.
- 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 $\cot(\Theta)/2$.

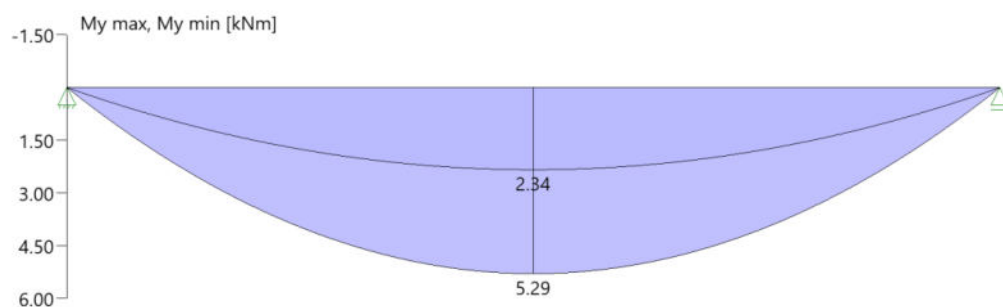
Auflagerbedingungen

Alle Auflager gleich : Mauerwerk $b = 25.0$ cm

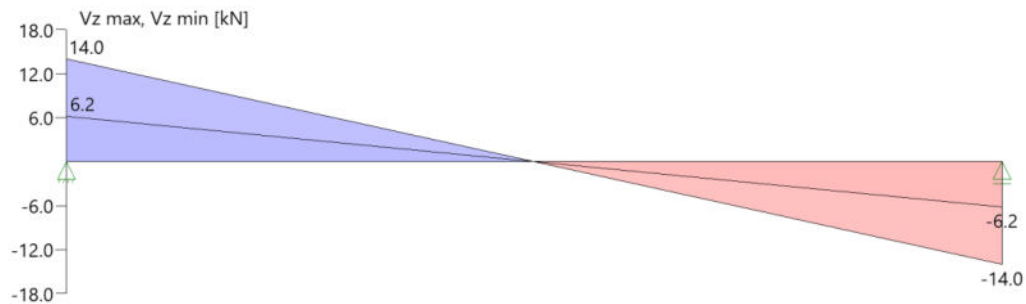
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Schnittgrößen

Feld	X _{rel} [m]	x [m]	M _{v,Ed} [kNm]	V _{z,Ed} [kN]	Lk
Feld 1	0.00	0.00	0.00	14.0	1
	0.00	0.00	0.00	6.2	2
	0.76	0.76	5.29	0.0	1
	1.51	1.51	0.00	-6.2	2
	1.51	1.51	0.00	-14.0	1

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1)

Querschnitt	min Mu [kNm]	erf Asu [cm ²]	min Mo [kNm]	erf Aso [cm ²]
24.0/25.0	6.41	0.7	-6.41	0.7

Plattenbreite wurde für die Berechnung von Wy auf 3 * b0 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	0.13	0.13	1.67	1.67	21.7	0.03	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	0.76	0.76	5.29	5.29	21.7	0.06	0.7	0.0	1 ¹⁾	1
	1.32	1.32	2.33	2.33	21.7	0.04	0.7	0.0	1 ¹⁾	1

Am ersten Auflager sind mindestens 0.7 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 0.7 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]		X _{rel} [m]	x [m]	kz	V _{Ed} [kN]	θ [°]	VRd,c [kN]	VRd,max [kN]	a max [cm]	asw [cm ² /m]	Lk
1	rechts	0.13	0.13	0.74	11.7	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	rechts	0.34	0.34	0.74	7.7	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.56	0.74	3.6	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
2	links	0.13	1.39	0.74	-11.7	18.4	25.0	123.2	VRd,max > V _{Ed}		
	links	0.34	1.17	0.74	-7.7	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1
	*	0.56	0.95	0.74	-3.6	18.4	25.0	123.2	17.5	1.97 ¹⁾	1

* Flächengleicher Einschnitt der Schublinie

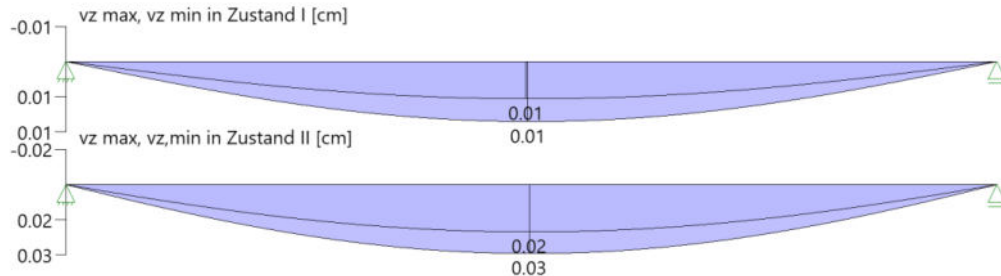
Der max. Bügelabstand wird mit $\theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft 525 DAfStb).

1 : Mindestbügelbewehrung

Gebrauchstauglichkeit

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	0.76	0.0	0.01	3

Durchbiegungen Zustand II

Berechnung mit effektiven Steifigkeiten und effektiver Kriechzahl: $\phi_{eff} = 1.72$ $\epsilon_{cs} = -0.53$ ‰ Kombination charakteristisch, Zugversteifung wird angesetzt 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	0.76	0.01	1/26579	0.03	1/5127	0.03	0.06

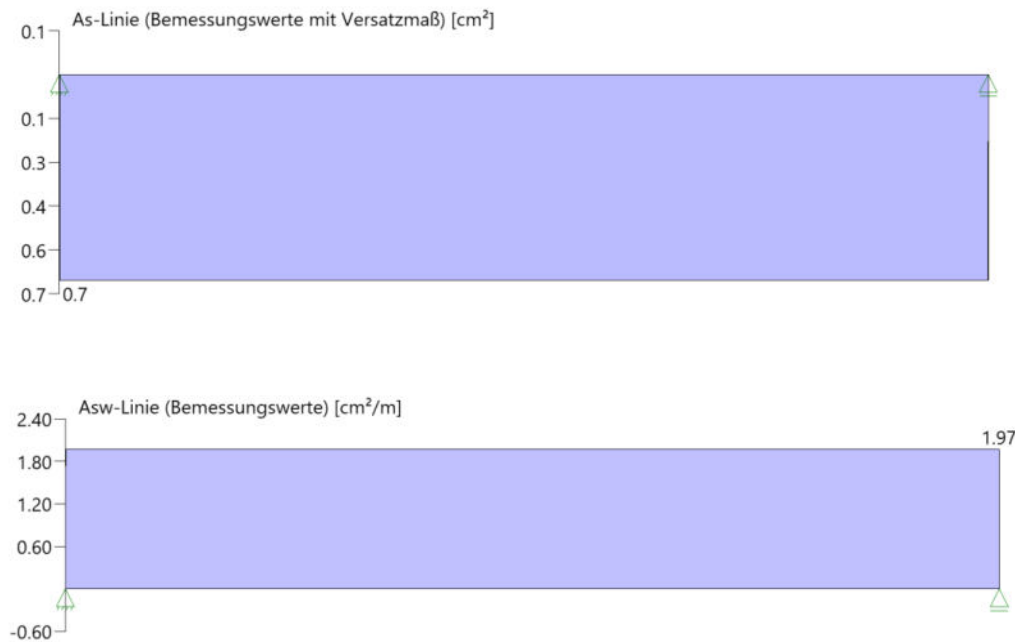
x : Stelle x
 $f_{Ellz,g}$: Vertikale Durchbiegung im Zustand II infolge ständiger Lasten
 $f_{Ellz,\phi\epsilon}$: Maßgebende vertikale Durchbiegung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden
 $f_{Ell,\phi\epsilon}$: maßgebende Durchbiegung

Spannungsbegrenzung

Nachweis Gebrauchstauglichkeit: quasi ständ. Kombination

Nachweis der Rissbreite: $XC1/X0 \rightarrow \text{zul } w_k = 0.40 \text{ mm}$									
nach EN 2.7.2(3) $s_C = 0.45 \cdot f_{ck} = 11.25 \text{ N/mm}^2$									
Feld	x [m]	M_y [kNm]	A_{su} [cm ²]	A_{so} [cm ²]	$\sigma_S(t=\infty)$ [N/mm ²]	$\sigma_C(t=0)$ [N/mm ²]	vorh d_s [mm]	zul d_s [mm]	Lfk
Feld 1	0.00	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4
	0.56	2.98	0.7		225.53	-4.59	10	24	4
	0.76	3.19	0.7		241.82	-4.92	10	21	4
	0.95	2.98	0.7		225.53	-4.59	10	24	4
	1.51	0.01	0.7		7.56	-0.16	10	100	4

As-Deckungslinien



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	6.2	6.2 3.8		
2	1.51	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche	6.2	6.2 3.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.00	Lk 1 Lk 2	14.0 6.2	
2	1.51	Lk 1 Lk 2	14.0 6.2	

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	6.70	6.70	0.00	1.51
L 2	1	Kat. C	2	5.00	5.00	0.00	1.51
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	0.60		
Eigengewicht	1.35		1.00	1.00	1.00		

gewählte Bewehrung

oben: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
unten: 2 Ø 10 (1,57 cm²)
Bügel Ø 8 / 20 cm (zweischnittig)

Position 194 bis 195 - Reservepositionen

Position 196 – Mauerwerkspfeiler Außenwand

$$b / d = 41 / 24 \text{ cm}$$
$$h = 3,25 \text{ m}$$

KSP-20-1,8-DM

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastungen aus Position 166 – Stb.-Überzug (Auflager 2)

$$G_k$$
$$= 196,3 \text{ kN}$$
 Q_N
$$= 57,6 \text{ kN}$$

Belastung aus Wind

 q_k
$$= 0,55 \text{ kN/m}^2 * 2,90 \text{ m} = 1,60 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Mauerwerk Pfeiler MWP+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

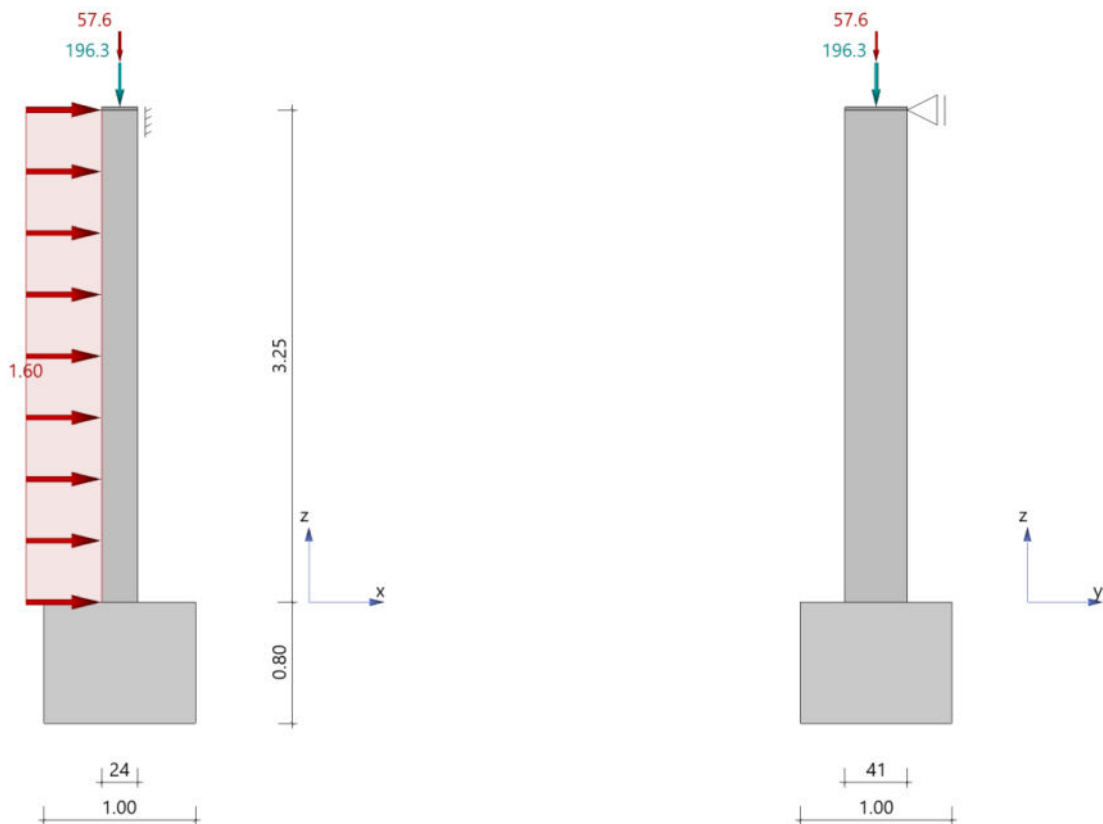
Allgemeines

- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D
Maßstab 1 : 50



Materialkennwerte

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
KS	20	DM	1.8	KSP-20-1,8-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	18.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
 Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
 MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
 RDK : Rohdichteklasse
 ϕ_∞ : Endkriechzahl

Pfeiler

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
3.25	24.0	41.0	5.8	eingespannt	Pendelstütze	0.0	0.0	0.0	0.0

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
G_0 : Pfeilereigengewicht Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche									

Lasten

Vertikallasten

Nr.	G [kN]	Q [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	Einwirkung
1	196.3	57.6	0.0	0.0	Kat. A: Wohngebäude
G : ständiger Lastanteil Q : veränderlicher Lastanteil e_x : Ausmitte in x-Richtung e_y : Ausmitte in y-Richtung Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Horizontallasten

Nr.	Typ	Richtung	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
2	Gleichlast	x	0.00	1.60	Windlasten
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Gh	1.00	1.00	1.00	Gh (Last 2)
3	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 1
4	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 2
Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten Gh: ständige Anteile horizontaler Lasten Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten Typ : Lastfallart K_0 : Drucknachweis K_2 : Schubnachweis K_5 : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität)					

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

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

z	e_x [m]	e_y [cm]	E_x [cm]	E_y	vorh E	zul E	η
3.25	0.7	0.0	0.03	0.00	0.03	0.33	0.09
1.63	0.4	0.0	0.01	0.00	0.01	0.33	0.04
0.00	0.7	0.0	0.03	0.00	0.03	0.33	0.09
z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt e_x : Exzentrizität in x-Richtung e_y : Exzentrizität in y-Richtung E_x : bezogene Exzentrizität in x-Richtung(e_x/t_x) E_y : bezogene Exzentrizität in y-Richtung(e_y/t_y) vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität η : Auslastung							

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung	$h_{ef,x} = 2.44 \text{ m}$
Knicklänge in y-Richtung	$h_{ef,y} = 3.25 \text{ m}$
Pfeilerquerschnitt (brutto)	$A_w = 984.0 \text{ cm}^2$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = 5.92 \text{ N/mm}^2$ (abgemindert infolge $A_w < 0.1 \text{ m}^2$)

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	$\Phi_{s,x}$	$\Phi_{s,y}$	f_x [cm]	f_y [cm]	Φ	N_{Rd} [kN]	η
3.25	351.4	0.0	0.0					0.87	505.8	0.69
1.63	355.3	0.0	0.0	0.78	0.84	2.6	3.4	0.72	421.4	0.84
0.00	359.2	0.0	0.0					0.87	505.8	0.71

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
 e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
 e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
 $\Phi_{s,x}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung
 $\Phi_{s,y}$: Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung
 f_x : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus $\Phi_{s,x}$ -Faktor bestimmt)
 f_y : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus $\Phi_{s,y}$ -Faktor bestimmt)
 Φ : Abminderungsfaktor ($=A_c/A$ auf Grundlage Spannungsblock)
 N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

N_{Edc} [kN]	a_1 [cm]	A_{efm} [cm ²]	β	A_b [cm ²]	N_{Rdc} [kN]	η
351.4	0.0	984.0	1.00	984.0	585.5	0.60

N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
 a_1 : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
 A_{efm} : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe
 β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung
 A_b : Übertragungsfläche
 N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

Schubnachweis

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Pfeilerquerschnitt (brutto)	$A_w = 984.0 \text{ cm}^2$
Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen)	$f_{vk0} = 0.22 \text{ N/mm}^2$

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	V_{Edx} [kN]	V_{Edy} [kN]	V_{Ed} [kN]	A_c [cm ²]	f_{vk} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN]	η
3.25	196.3	1.1	0.0	-3.9	0.0	3.9	984.0	0.63	62.0	0.06
0.00	202.1	1.0	0.0	3.9	0.0	3.9	984.0	0.65	63.5	0.06

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
 e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
 e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
 V_{Edx} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in x-Richtung
 V_{Edy} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in y-Richtung
 V_{Ed} : resultierende Querkraft (Bemessungswert)
 A_c : Schubfläche (überdrückte Querschnittsfläche)
 f_{vk} : charakteristische Schubfestigkeit
 V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft

Position 197 - Mauerwerkspfeiler Außenwand

b / d = 60 / 24 cm

h = 3,25 m

KSP-20-1,8-DM

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.**Belastungen aus Position 144 – Stb.-Fenstersturz (Auflager 2)**

G_k	= 161,4 kN
$Q_{Pv,k}$	= 2,80 kN
$Q_{N,k}$	= 39,8 kN
$Q_{w,k}$	= 8,80 kN
$Q_{s,k}$	= 3,10 kN

Belastung aus Wind

$$q_k = 0,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,95 \text{ m} = 1,65 \text{ kN/m}$$

Schnittgrößen und Bemessung

Mauerwerk Pfeiler MWP+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

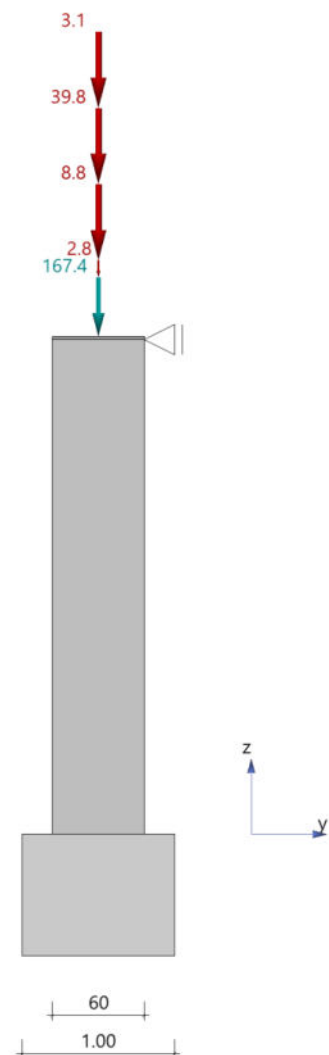
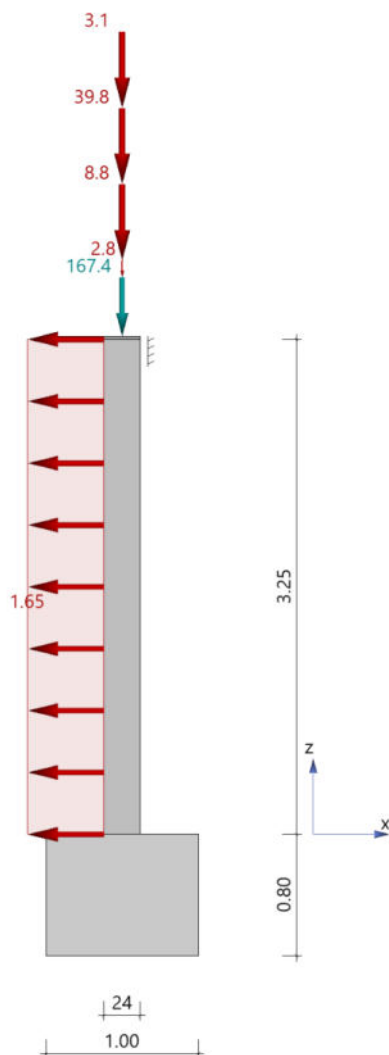
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 50



Materialkennwerte

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
KS	20	DM	1.8	KSP-20-1,8-DM	10.50	20.00	10.00	0.22	18.00	1.5
Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412										

Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_∞
RDK : Rohdichteklasse ϕ_∞ : Endkriechzahl										

Pfeiler

Abmessungen			G_0	Lagerung		Lasteinleitungsfläche			
h_s [m]	t_x [cm]	t_y [cm]	[kN]	in x-Richtung	in y-Richtung	a_{x1} [cm]	a_{x2} [cm]	a_{y1} [cm]	a_{y2} [cm]
3.25	24.0	60.0	8.4	eingespannt	Pendelstütze	0.0	0.0	0.0	0.0
G_0 : Pfeilereigengewicht Lasteinleitungsfläche : Randabstände der Lasteinleitungsfläche									

Lasten

Vertikallasten

Nr.	G [kN]	Q [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	Einwirkung
1	167.4	2.8	0.0	0.0	ständig, demontierbar (PV)
2	0.0	8.8	0.0	0.0	Windlasten
3	0.0	39.8	0.0	0.0	Kat. C: Versammlungsbereiche
4	0.0	3.1	0.0	0.0	Schnee H < 1000 m
G : ständiger Lastanteil Q : veränderlicher Lastanteil e_x : Ausmitte in x-Richtung e_y : Ausmitte in y-Richtung Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Horizontallasten

Nr.	Typ	Richtung	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
5	Gleichlast	x	0.00	-1.65	Windlasten
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang) Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils					

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10)

Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Gh	1.00	1.00	1.00	Gh (Last 5)
3	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 3
4	Qv	0.90	0.00	0.00	Last 2
5	Qv	0.00	0.00	0.00	Last 4
6	Qv	1.35	0.00	0.00	Last 1
7	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 5
Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten Gh: ständige Anteile horizontaler Lasten Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten Typ : Lastfallart K_0 : Drucknachweis K_2 : Schubnachweis K_5 : Nachweis klaffende Fuge (Begrenzung der Exzentrizität)					

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

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

z	e _x [cm]	e _y [cm]	E _x [cm]	E _y	vorh E	zul E	η
3.25	0.9	0.0	0.04	0.00	0.04	0.33	0.11
1.63	0.4	0.0	0.02	0.00	0.02	0.33	0.05
0.00	0.8	0.0	0.03	0.00	0.03	0.33	0.10

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_x : Exzentrizität in x-Richtung
e_y : Exzentrizität in y-Richtung
E_x : bezogene Exzentrizität in x-Richtung (e_x/t_x)
E_y : bezogene Exzentrizität in y-Richtung (e_y/t_y)
vorh E : resultierende bezogene Exzentrizität
zul E : zulässige resultierende bezogene Exzentrizität
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge in x-Richtung	$h_{ef,x}$	=	2.44 m
Knicklänge in y-Richtung	$h_{ef,y}$	=	3.25 m
Pfeilerquerschnitt (brutto)	A_w	=	1440.0 cm ²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d	=	5.95 N/mm ²

z [m]	N _{Ed} [kN]	e _x [cm]	e _y [cm]	Φ _{s,x}	Φ _{s,y}	f _x [cm]	f _y [cm]	Φ	N _{Rd} [kN]	η
3.25	297.4	0.0	0.0					0.87	743.7	0.40
1.63	303.1	0.0	0.0	0.78	0.90	2.6	3.1	0.76	649.4	0.47
0.00	308.8	0.0	0.0					0.87	743.7	0.42

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung
e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung
Φ_{s,x} : Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in x-Richtung
Φ_{s,y} : Abminderungsfaktor infolge Schlankheit in y-Richtung
f_x : Gesamtausmitte in x-Richtung (aus Φ_{s,x}-Faktor bestimmt)
f_y : Gesamtausmitte in y-Richtung (aus Φ_{s,y}-Faktor bestimmt)
Φ : Abminderungsfaktor (=A_c/A auf Grundlage Spannungsblock)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

Nachweis Lasteinleitung

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.1.3

N _{Edc} [kN]	a ₁ [cm]	A _{efm} [cm ²]	β	A _b [cm ²]	N _{Rdc} [kN]	η
297.4	0.0	1440.0	1.00	1440.0	856.8	0.35

N_{Edc} : Bemessungswert der Auflagerkraft in der Lagerfuge
a₁ : maßgebender Randabstand der Lastaufstandsfläche
A_{efm} : Lastausbreitungsfläche in halber Lastangriffshöhe
β : Erhöhungsfaktor für Lasteinleitung
A_b : Übertragungsfläche
N_{Rdc} : Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft in der Lagerfuge

Schubnachweis

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Pfeilerquerschnitt (brutto)	A_w	=	1440.0 cm ²
Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen)	f_{vk0}	=	0.22 N/mm ²

z [m]	N _{Ed} [kN]	e _x [cm]	e _y [cm]	V _{Edx} [kN]	V _{Edy} [kN]	V _{Ed} [kN]	A _c [cm ²]	f _{vk} [N/mm ²]	V _{Rd} [kN]	η
3.25	167.4	-1.3	0.0	4.0	0.0	4.0	1440.0	0.41	58.7	0.07
0.00	175.8	-1.2	0.0	-4.0	0.0	4.0	1440.0	0.42	61.0	0.07

N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft
e_x : planmäßige Ausmitte in x-Richtung

z [m]	N_{Ed} [kN]	e_x [cm]	e_y [cm]	V_{Edx} [kN]	V_{Edy} [kN]	V_{Ed} [kN]	A_c [cm ²]	f_{vk} [N/mm ²]	V_{Rd} [kN]	η
e_y : planmäßige Ausmitte in y-Richtung V_{Edx} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in x-Richtung V_{Edy} : Bemessungswert der einwirkenden Querkraft in y-Richtung V_{Ed} : resultierende Querkraft (Bemessungswert) A_c : Schubfläche (überdrückte Querschnittsfläche) f_{vk} : charakteristische Schubfestigkeit V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft										

Position 201 - Stb.-Stütze

d = 20 cm h = 3,50 m
Beton C25/30 XC1, WO $C_{nom} = 2,0$ cm B 500 S/M

Belastung aus Eigengewicht wird vom EDV-Programm berücksichtigt.

Belastungen aus Position 164 – Stb.-Decke

$G_k = 29,1$ kN
 $Q_k = 15,6$ kN

Schnittgrößen und Bemessung

Stahlbetonstütze B5+ (FRILO 2026-0-14)

Grundparameter**Berechnungsgrundlagen**

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

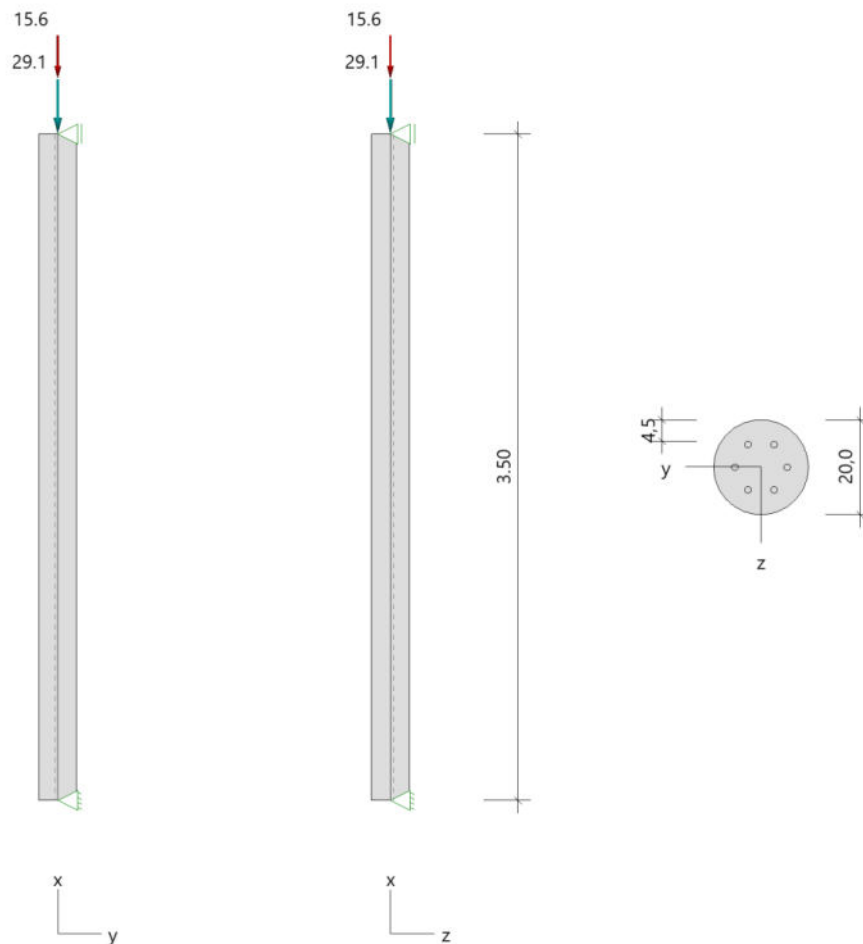
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
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 : 40



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	$c_{min,l} = 14 \text{ mm} \text{ *5}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \text{ *1}$
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 t₀ = 28 Tage
 Endkriechzahl $\phi(t_0, \infty) = 2.95$

Materialauswahl

Beton C 25/30 f_{ck} = 25.00 N/mm² E_{cm} = 31000 N/mm²
 Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
 k(f_t/f_y) = 1.05 $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85 \alpha_{ct} = 0.85$					
	γ_c	f _{cd} [N/mm ²]	f _{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f _{yd} [N/mm ²]	f _{td} = f _{tk,cal} /γ _s [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung
 Stützhöhe l = 3.50 m
 Querschnitt d = 20.0 cm
 d₁ = 4.5 cm
 Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u _y [kN/m]	φ _z [kNm/rad]	u _z [kN/m]	φ _y [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt			starr	

Lasten

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

Bezeichnung	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	γ _{F,inf}	γ _{F,sup}
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60	1.000	1.500
ständig					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		29.1							ständig Kat. C		
2	Stützenkopf		15.6									

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		2.7							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
- 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

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 29,55$ in y- / 29,55 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	1.00	1.35
V = 29,1 kN (ständig)	1.35	1.00	1.00	1.35
V = 15,6 kN (Kat. C)	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	3.50	3.50	70.0	70.0	41.4	41.4	0.9	0.9	2.954	1.000

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	3.50	-66.4	0.00	0.00	2.94	9.2	9.2	Querschnitt
	2.92	-66.4	0.30	-0.30	2.94	9.2	9.2	
	2.33	-66.4	0.52	-0.52	2.94	9.2	9.2	
	1.75	-66.4	0.61	-0.61	2.94	9.2	9.2	
	1.17	-66.4	0.52	-0.52	2.94	9.2	9.2	
	0.58	-66.4	0.30	-0.30	2.94	9.2	9.2	
	0.00	-66.4	0.00	0.00	2.94	9.2	9.2	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	3.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	31.8	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		66.4	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		43.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte
Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A _v [kN]	H _v [kN]	M _z [kNm]	H _z [kN]	M _y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	2.7	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeigengewicht	ständig
		29.1	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 1	ständig
		15.6	0.0	0.00	0.0	0.00	Last 2	Kat. C

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

Abschnitt	angenommen A _s [cm ²]
1	9.2

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 29,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 15,6 kN (Kat. C)	1.00	

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

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	3.50	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.92	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.33	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.75	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.17	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.58	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-47.4	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	3.50	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.92	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.33	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.75	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.17	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.58	-47.4	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-47.4	0.00	0.00	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	3.50	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	2.92	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	2.33	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	1.75	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	1.17	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	0.58	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	0.00	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00

1 : σ_{s,lim} = 0,80 * 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]	$M_{V,d}$ [kNm]	$M_{Z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ϵ_s [‰]	σ_s [N/mm ²]	$\sigma_{s,lim}^{1)}$ [N/mm ²]	η
1	3.50	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	2.92	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	2.33	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	1.75	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	1.17	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	0.58	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	400.00	0.00
1	0.00	-47.4	0.00	0.00	0.00	-0.056	-11.26	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
V = 29,1 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 15,6 kN (Kat. C)	0.60	

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{V,d}$ [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	3.50	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	2.92	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	2.33	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	1.75	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	1.17	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	0.58	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1	0.00	-41.2	0.00	0.00	-0.049	-1.51	-11.25	1.00		0.13
1 : $\sigma_{c,lim} = 0,45 \cdot f_{ck}(EN\ 1992-1-1, 7.2\ (2))$										

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung: 6 Ø 14 (9,20 cm²)
Bügel Ø 8 / 15 cm (oder Bügelmatte R188A)

Konstruktive Details:

- Aus dem Streifenfundament sind 4 Ø 14 als Anschlussbewehrung für die Stütze vorzusehen.

7. Gründung

Position 210 – Stb.-Sohlplatte

h = 20 cm

Beton C25/30

XC2, WF

XC1, WO

C_{nom,unten} = 2,00 cm

C_{nom,oben} = 2,00 cm

B 500 S/M

Belastung

Belastung aus ständigen Lasten

Eigengewicht	$0,20 \text{ kN/m}^2 * 25,00 \text{ kN/m}^3$	= 5,00 kN/m ²
Dämmung	h = 13 cm	= 0,13 kN/m ²
Estrich	$0,065 \text{ m} * 20,00 \text{ kN/m}^3$	= 1,30 kN/m ²
Bodenbelag	$0,05 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3$	= 0,90 kN/m ²
		$\sum g_k = 7,33 \text{ kN/m}^2$

Belastung aus veränderliche Lasten

Schule	= 3,00 kN/m ²
Rettungsweg	= 5,00 kN/m ²

Stb.-Ringbalken

b/h = 24 / 25 cm	$0,24 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$	= 1,50 kN/m

Innenwände

11,5cm	$0,115 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 3,50 \text{ m}$	= 7,25 kN/m
17,5cm	$0,175 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 3,50 \text{ m}$	= 11,0 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 0,65 \text{ m}$	= 12,0 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,25 \text{ m}$	= 5,40 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 1,60 \text{ m}$	= 6,95 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 2,00 \text{ m}$	= 8,65 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 2,20 \text{ m}$	= 9,50 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 3,50 \text{ m}$	= 15,1 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 7,00 \text{ m}$	= 30,2 kN/m
24,0cm	$0,24 \text{ m} * 18,00 \text{ kN/m}^3 * 9,80 \text{ m}$	= 42,3 kN/m

Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 1)

g _k	= 2,20 kN/m
q _{wk}	= 0,15 kN/m
q _{sk}	= 1,20 kN/m
q _{Pvk}	= 0,40 kN/m

Belastung aus Pos 101 – Sparren (Auflager 3)

g _k	= 3,30 kN/m
q _{wk}	= 0,65 kN/m
q _{sk}	= 1,80 kN/m
q _{Pvk}	= 0,60 kN/m

Belastung aus Pos 3 – Mittelfette

G_k	= 29,6 kN
$Q_{PV,k}$	= 4,90 kN
Q_{wk}	= 15,2 kN
Q_{sk}	= 5,30 kN

Belastung aus Pos. 115 – Spannbetondecke + Pos. 163 – Spannbetondecke

Spannbetondecke	= 6,10 kN/m ² * 1,00 m	= 6,10 kN/m
Spannbetondecke	= 6,10 kN/m ² * 1,20 m	= 7,35 kN/m
Spannbetondecke	= 6,10 kN/m ² * 8,20 m/2	= 25,0 kN/m
Spannbetondecke	= 6,10 kN/m ² * 3,30 m	= 20,1 kN/m
Spannbetondecke	= 6,70 kN/m ² * 1,00 m	= 6,70 kN/m
Spannbetondecke	= 6,70 kN/m ² * 1,20 m	= 8,05 kN/m
Spannbetondecke	= 6,70 kN/m ² * 3,30 m	= 22,1 kN/m
Spannbetondecke	= 6,70 kN/m ² * 8,20 m/2	= 27,5 kN/m
Spannbetondecke	= 6,70 kN/m ² * 7,75 m/2	= 26,0 kN/m
Nutzlast	= 1,20 kN/m ² * 1,00 m	= 1,20 kN/m
Nutzlast	= 2,30 kN/m ² * 1,00 m	= 2,30 kN/m
Nutzlast	= 3,00 kN/m ² * 3,30 m	= 10,0 kN/m
Nutzlast	= 3,00 kN/m ² * (8,20 m/2 - 2,40m + 7,75 m/2)	= 16,7 kN/m
Nutzlast	= 5,00 kN/m ² * 1,20 m	= 6,00 kN/m
Nutzlast	= 5,00 kN/m ² * 2,30 m/2	= 5,75 kN/m
Nutzlast	= 3,00 kN/m ² * 6,60 m/2	= 9,90 kN/m

Belastung aus Pos. 131 – Stb.-Balken + 178 – Stb.-Balken

G_k (Auflager 1/2)	= 16,8 kN + 18,5 kN	= 35,3 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 11,3 kN + 7,50 kN	= 18,8 kN

Belastung aus Pos. 132 – Stb.-Balken + 178.1 – Stb.-Balken

G_k (Auflager 1/2)	= 17,9 kN + 15,4 kN	= 33,3 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 5,20 kN + 12,0 kN	= 17,2 kN

Belastung aus Pos 179 – Stb.-Balken

G_k (Auflager 1/2)	= 15,9 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 10,6 kN

Belastung aus Pos 186 – Stb.-Türsturz

G_k (Auflager 1/2)	= 20,2 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 13,3 kN

Belastung aus Pos 187 – Stb.-Türsturz

G_k (Auflager 1/2)	= 29,5 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 14,8 kN

Belastung aus Pos. 144 – Stb.- Türsturz + Pos. 188 – Stb.- Türsturz

G_k (Auflager 1/2)	= 36,9 kN + 51,9 kN	= 88,8 kN
$Q_{N,k}$ (Auflager 1/2)	= 8,90 kN + 27,1 kN	= 36,0 kN

Belastung aus Pos. 145 – Stb.- Türsturz + Pos. 189 – Stb.- Türsturz

G_k (Auflager 1/2)	= 67,9 kN + 103,7 kN	= 171,6 kN

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 1/2}) = 27,0 \text{ kN} + 55,0 \text{ kN} = 82,0 \text{ kN}$$

Belastung aus Pos. 146 – Stb.-Fenstersturz + Pos. 190 – Stb.-Fenstersturz

$$G_k (\text{Auflager 1/2}) = 26,1 \text{ kN} + 22,7 \text{ kN} = 48,8 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 1/2}) = 6,80 \text{ kN} + 6,80 \text{ kN} = 13,6 \text{ kN}$$

Belastung aus Pos. 144.1 – Stb.-Fenstersturz + Pos. 191 – Stb.-Fenstersturz

$$G_k (\text{Auflager 1/2}) = 27,4 \text{ kN} + 33,5 \text{ kN} = 60,9 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 1/2}) = 9,80 \text{ kN} + 16,6 \text{ kN} = 26,4 \text{ kN}$$

Belastung aus Pos. 141 – Stb.-Türsturz + Pos. 192 – Stb.-Türsturz

$$G_k (\text{Auflager 1/2}) = 6,50 \text{ kN} + 9,80 \text{ kN} = 16,3 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 1/2}) = 2,70 \text{ kN} + 4,00 \text{ kN} = 6,70 \text{ kN}$$

Belastung aus Pos 167 – Stb.-Fenstersturz

$$G_k (\text{Auflager 1}) = 50,1 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 1}) = 14,6 \text{ kN}$$

$$G_k (\text{Auflager 2}) = 161,4 \text{ kN}$$

$$Q_{Pv,k} (\text{Auflager 2/3}) = 2,80 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 2/3}) = 39,8 \text{ kN}$$

$$Q_{w,k} (\text{Auflager 2/3}) = 8,80 \text{ kN}$$

$$Q_{s,k} (\text{Auflager 2/3}) = 3,10 \text{ kN}$$

$$G_k (\text{Auflager 3}) = 144,9 \text{ kN}$$

$$G_k (\text{Auflager 4}) = 39,1 \text{ kN}$$

$$Q_{N,k} (\text{Auflager 4}) = 14,6 \text{ kN}$$

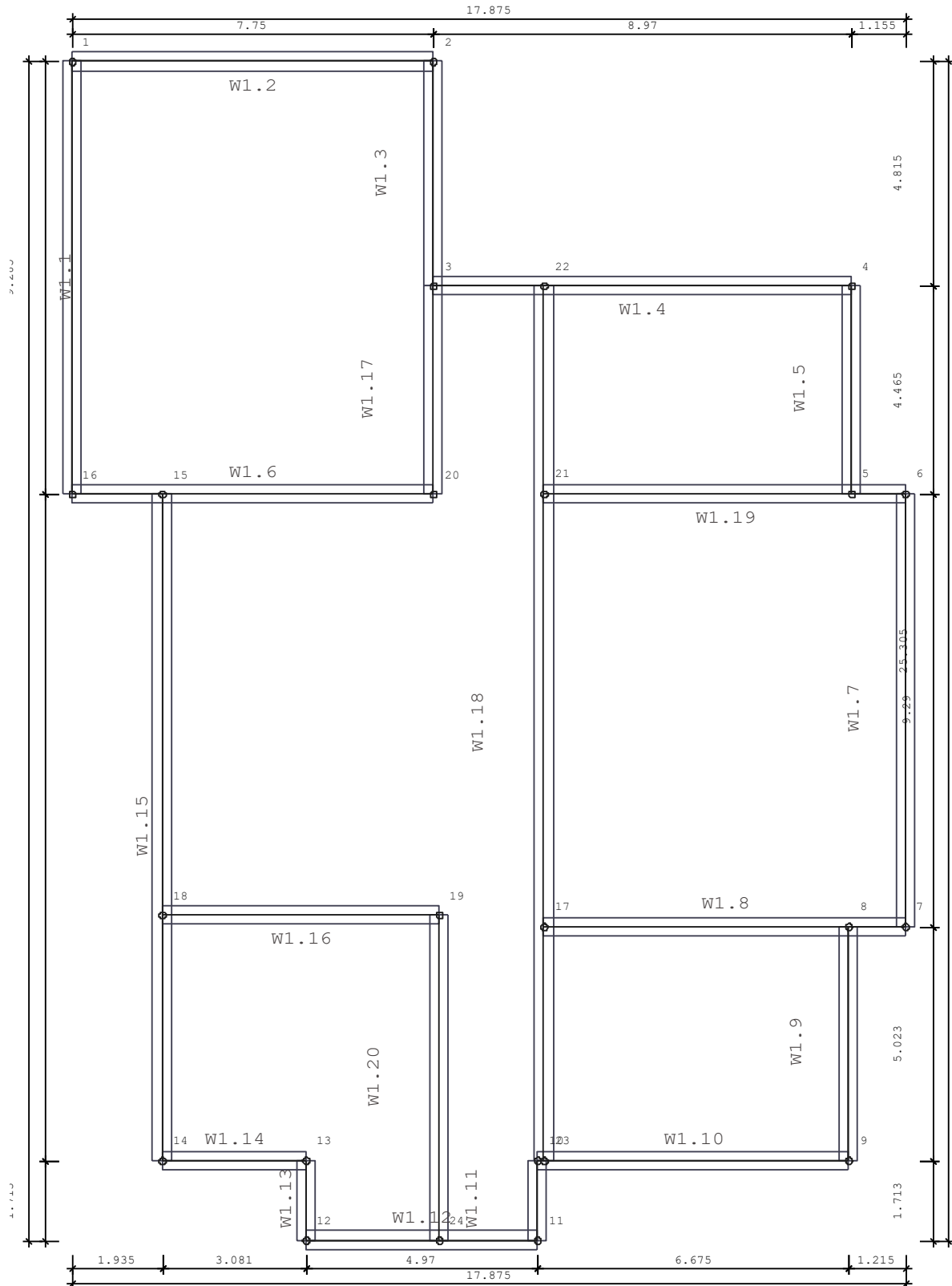
Schnittgrößen und Bemessung**Position: 210 - Sohle**

Platten mit finiten Elementen PLT (FRILO 2026-0-14)

System

Grundriss

Maßstab 1 : 130



Übersicht

Plattendicke	20.0 [cm]
Bettungsmodul	20 [kN/m ³]
Systempunkte	24
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 Berichtigung 1:2012-06

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]	

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

- Platte	
Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1)	NEIN
- Unter-/Überzüge	
Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1)	NEIN

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung

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

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus		
- der global vorgegebenen Bewehrung		
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung		
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel	18.4 [Grad]
	Cotangens	3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten	NEIN	
Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und der Betondeckung (ab Version 01/2007)	JA	

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

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus		
- der global vorgegebenen Bewehrung		
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung		
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel	18.4 [Grad]
	Cotangens	3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten	NEIN	
Berücksichtigung von Torsion	JA	

FE-Eigenschaften

FE-Netz

Anzahl der Knoten	2221
Anzahl der Elemente	2118
Durchschnittliche Elementgröße	40 [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

Viereck-Elemente

mit dreieckigen Übergangselementen

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	53.212	-32.026	2	60.962	-32.026
3	60.962	-36.841	4	69.932	-36.841
5	69.932	-41.306	6	71.087	-41.306
7	71.087	-50.596	8	69.872	-50.596
9	69.872	-55.618	10	63.197	-55.618
11	63.197	-57.331	12	58.227	-57.331
13	58.227	-55.618	14	55.147	-55.618
15	55.147	-41.311	16	53.212	-41.311
17	63.337	-50.596	18	55.147	-50.346
19	61.087	-50.346	20	60.962	-41.311
21	63.337	-41.306	22	63.337	-36.841
23	63.337	-55.618	24	61.087	-57.331

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			

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.1	40.0	9.285	16	1				C 25/30
1.2	40.0	7.750	1	2				C 25/30
1.3	40.0	4.815	2	3				C 25/30
1.4	40.0	8.970	3	4				C 25/30
1.5	40.0	4.465	4	5				C 25/30
1.6	40.0	7.750	20	16				C 25/30
1.7	40.0	9.290	6	7				C 25/30

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.8	40.0	7.750	7	17				C 25/30
1.9	40.0	5.023	8	9				C 25/30
1.10	40.0	6.675	9	10				C 25/30
1.11	40.0	1.713	10	11				C 25/30
1.12	40.0	4.970	11	12				C 25/30
1.13	40.0	1.713	12	13				C 25/30
1.14	40.0	3.081	13	14				C 25/30
1.15	40.0	14.308	14	15				C 25/30
1.16	40.0	5.940	18	19				C 25/30
1.17	40.0	4.470	3	20				C 25/30
1.18	40.0	18.778	22	23				C 25/30
1.19	40.0	7.750	21	6				C 25/30
1.20	40.0	6.985	19	24				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	15500000	frei	frei
1.2	NEIN	15500000	frei	frei
1.3	NEIN	15500000	frei	frei
1.4	NEIN	15500000	frei	frei
1.5	NEIN	15500000	frei	frei
1.6	NEIN	15500000	frei	frei
1.7	NEIN	15500000	frei	frei
1.8	NEIN	15500000	frei	frei
1.9	NEIN	15500000	frei	frei
1.10	NEIN	15500000	frei	frei
1.11	NEIN	15500000	frei	frei
1.12	NEIN	15500000	frei	frei
1.13	NEIN	15500000	frei	frei
1.14	NEIN	15500000	frei	frei
1.15	NEIN	15500000	frei	frei
1.16	NEIN	15500000	frei	frei
1.17	NEIN	15500000	frei	frei
1.18	NEIN	15500000	frei	frei
1.19	NEIN	15500000	frei	frei
1.20	NEIN	15500000	frei	frei

Lastfall 1 "Ständig"

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	69
Punktlasten	43
Linienlasten	36
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	6833 [kN]
Anteil auf der Platte	

Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1713 [kN]
Summe aller Lasten	8545 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	8539 [kN]
Summe des Sohldrucks	6 [kN]
Summe aller Reaktionen	8545 [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.

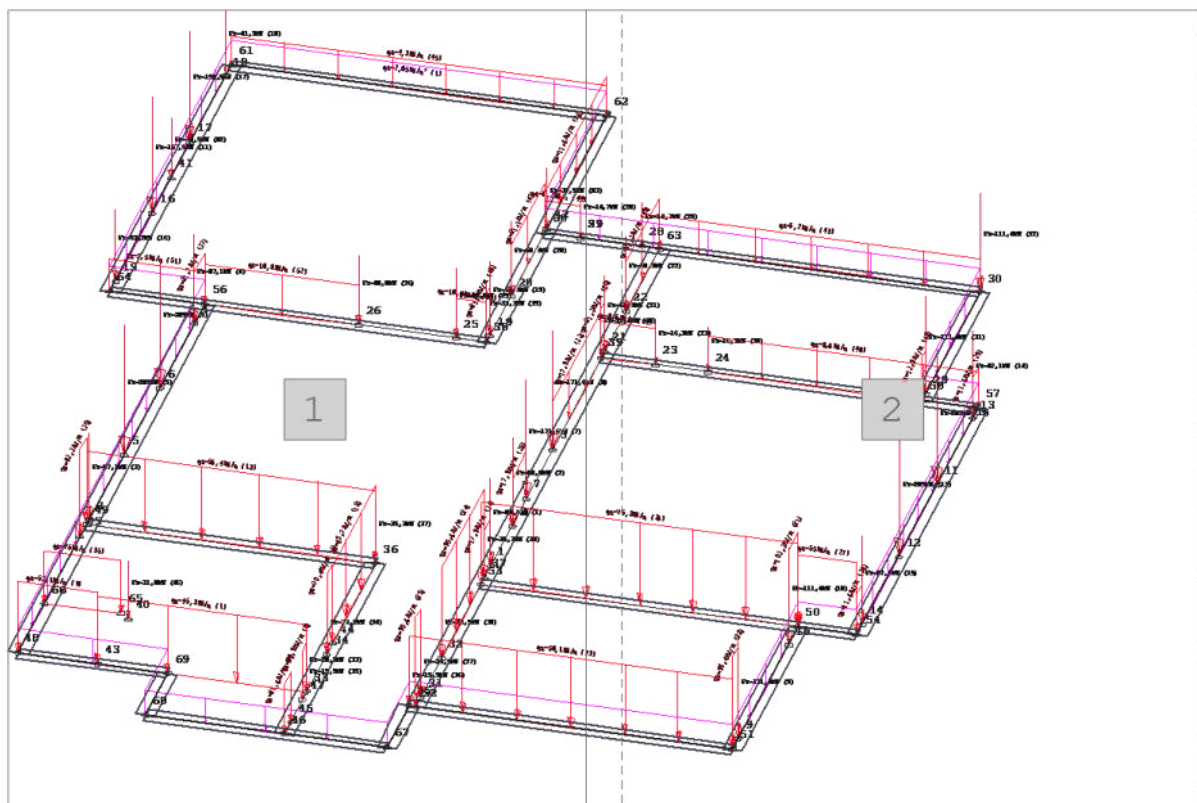
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 1 "Ständig"

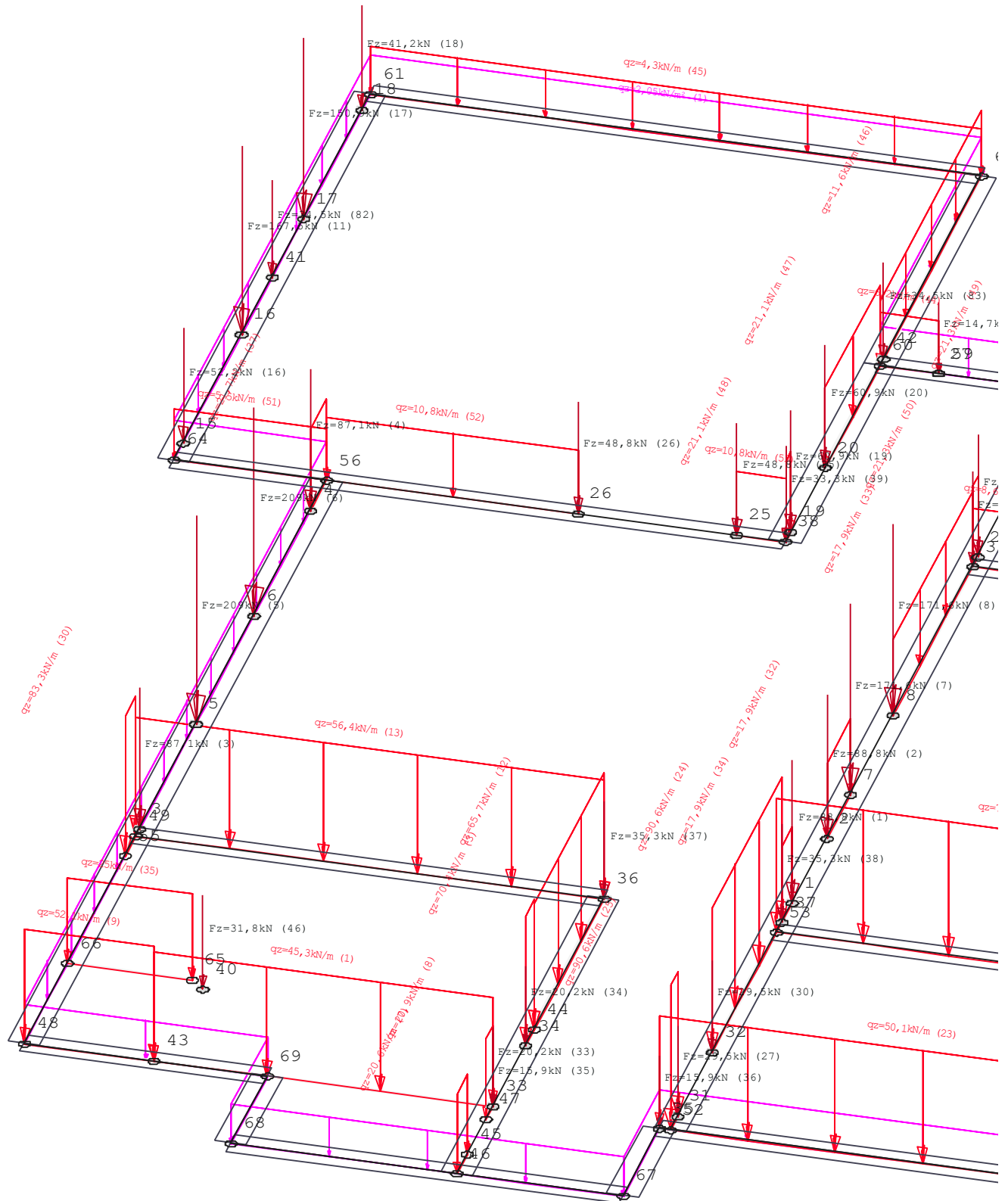
Lasten

2 Abschnitte

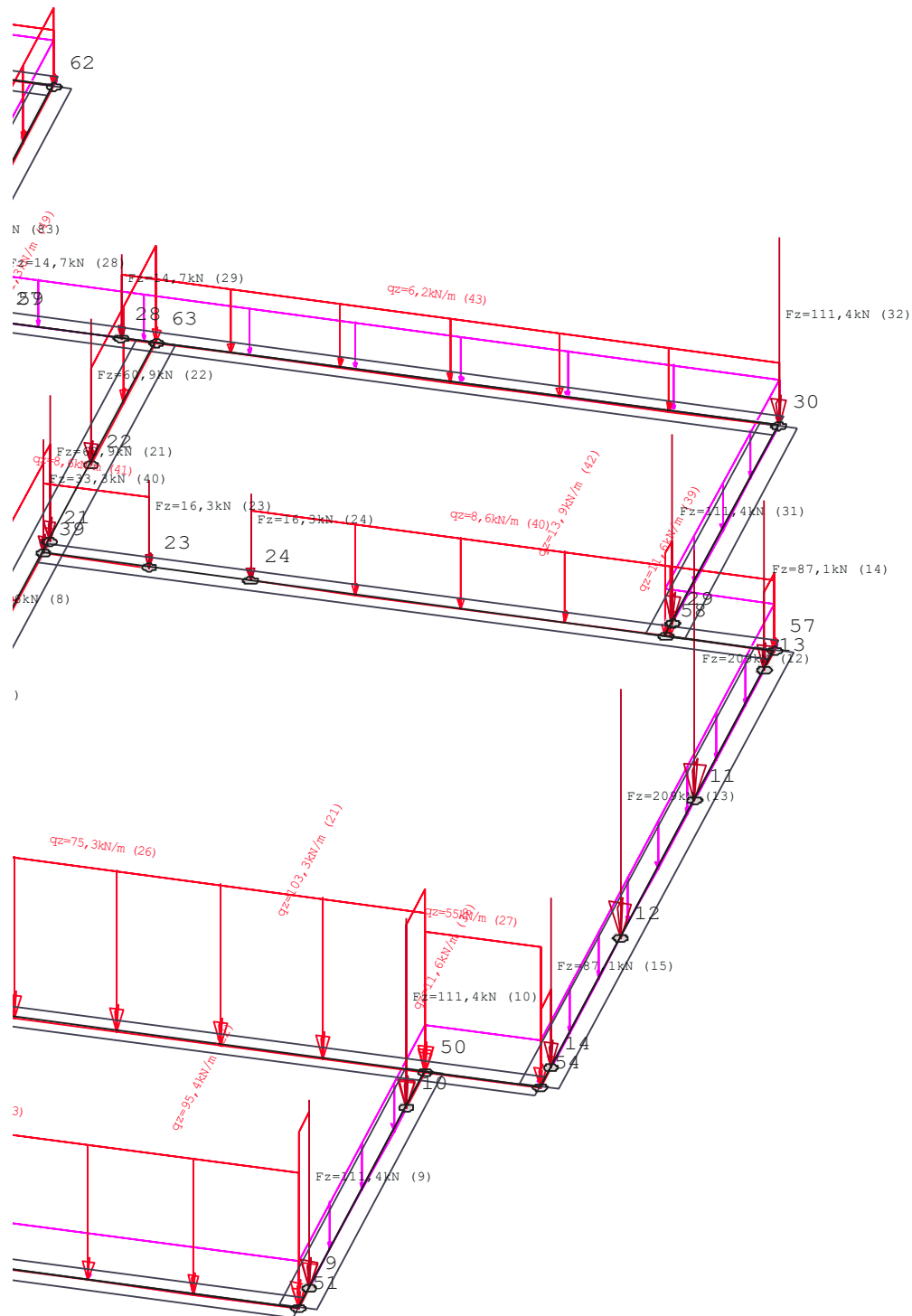
Maßstab 1 : 150



Lasten
Abschnitt 1 ($x = 3867.956 - 5087.636$ / $y = -3639.176 - 2057.176$)
Maßstab 1 : 70



Lasten
Abschnitt 2 ($x= 5017.636-6237.316$ / $y= -3639.176--2057.176$)
Maßstab 1 : 70



Lastfall 2 "Nutzlast 1"

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	67
Punktlasten	42
Linienlasten	36
Flächenlasten	0
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	4549 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	4549 [kN]
Summe des Sohldrucks	0 [kN]
Summe aller Reaktionen	4549 [kN]

HINWEIS

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

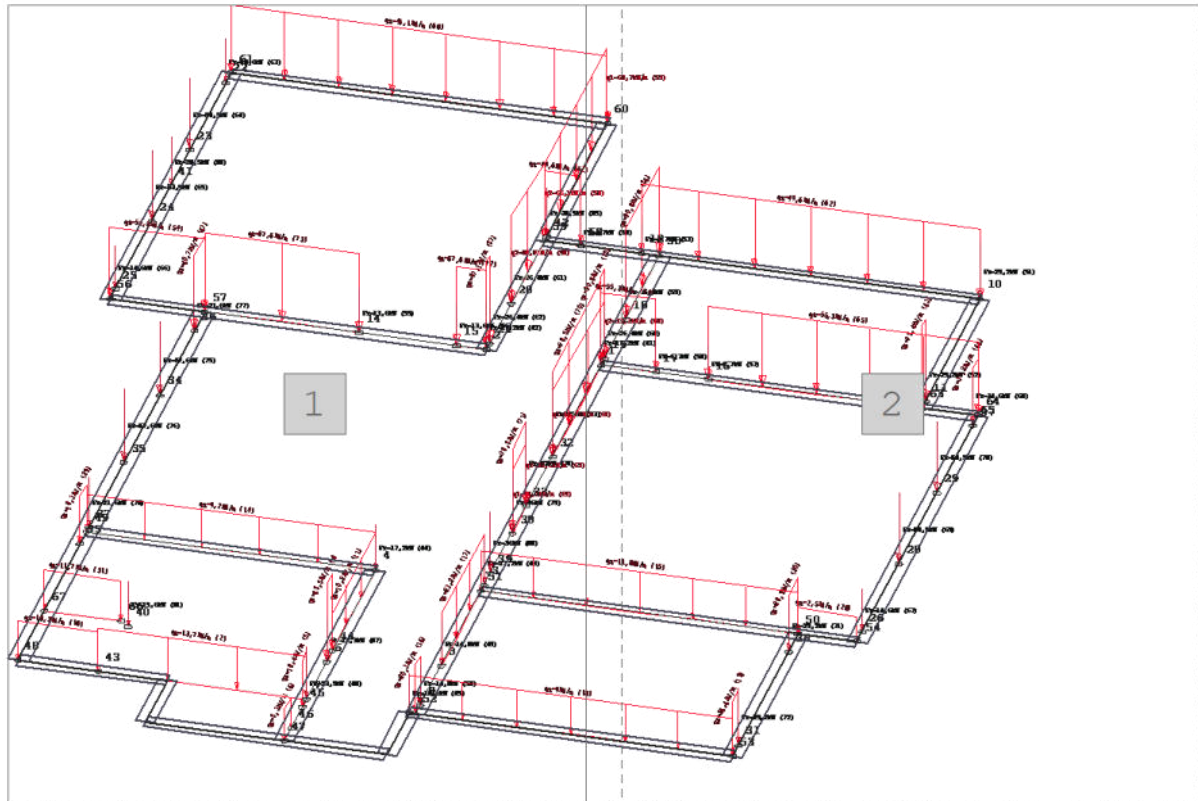
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 2 "Nutzlast 1"

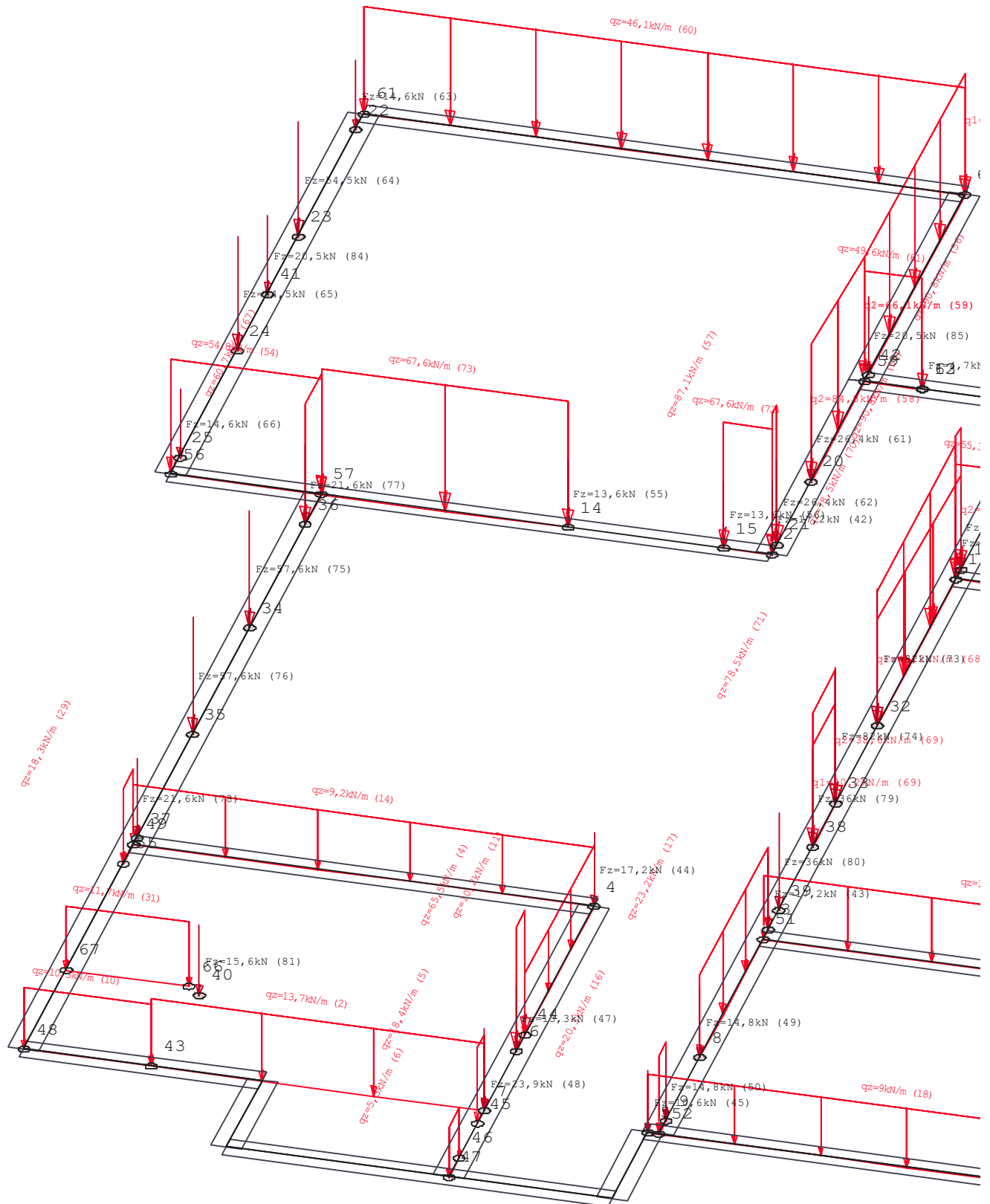
Lasten

2 Abschnitte

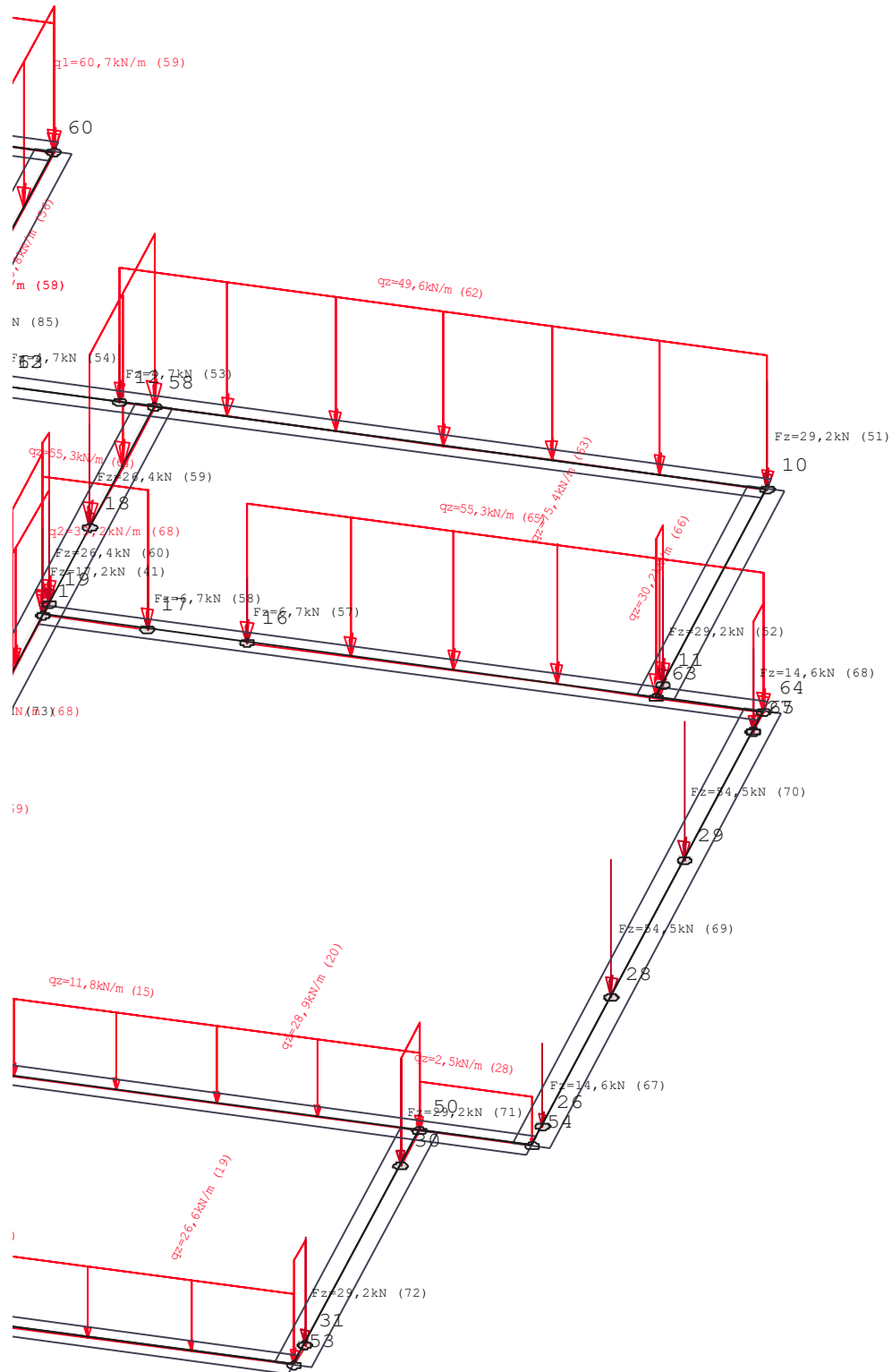
Maßstab 1 : 150



Lasten
Abschnitt 1 (x= 3867.956-5087.636 / y= -3613.805--2031.805)
Maßstab 1 : 70



Lasten
Abschnitt 2 ($x= 5017.636-6237.316$ / $y= -3613.805--2031.805$)
Maßstab 1 : 70



Lastfall 3 "Nutzlast 2"**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	19
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	5
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	515 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	514 [kN]
Summe des Sohldrucks	1 [kN]
Summe aller Reaktionen	515 [kN]

HINWEIS

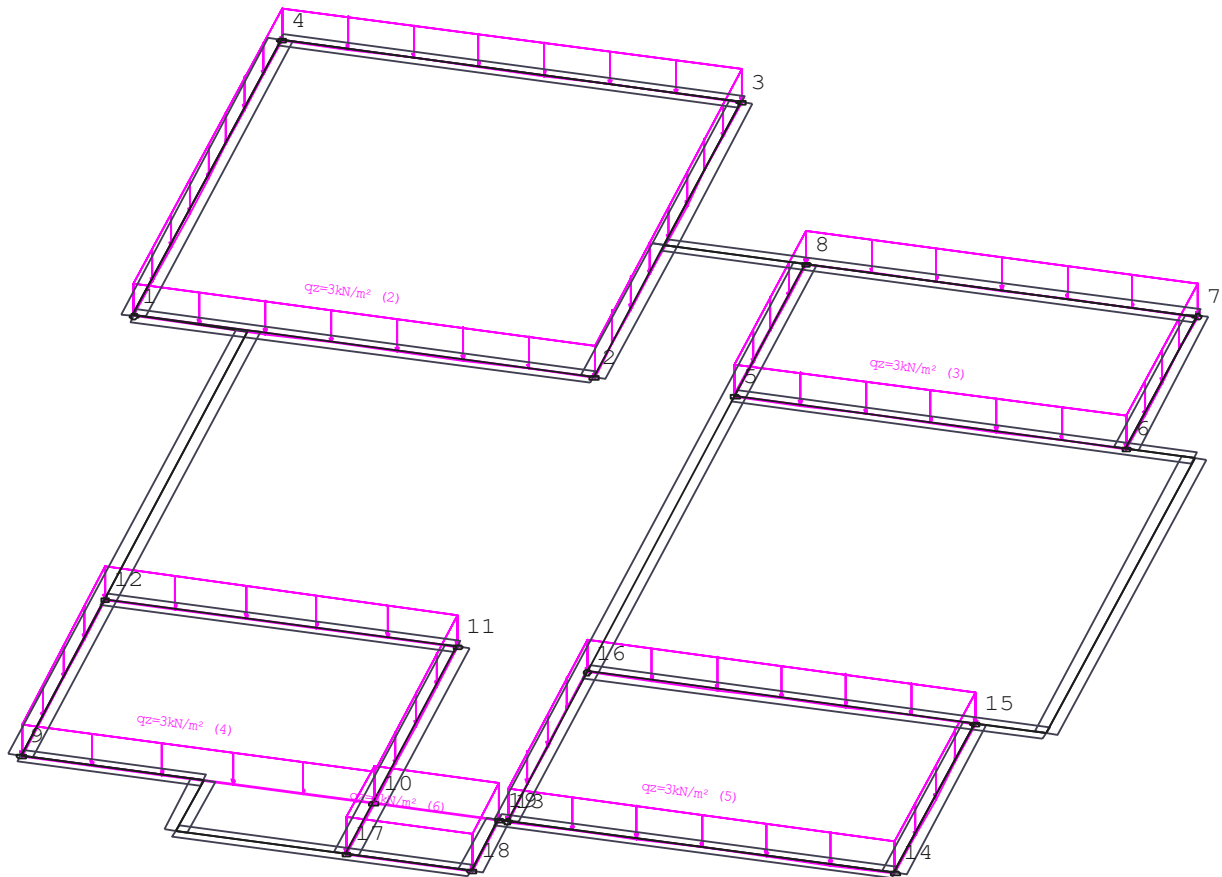
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

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

Lastfall 3 "Nutzlast 2"

Lasten

Maßstab 1 : 123



Lastfall 4 "Nutzlast 3"

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. C: Versammlungsbereiche
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	17
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	5
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	504 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	502 [kN]
Summe des Sohldrucks	1 [kN]
Summe aller Reaktionen	503 [kN]

HINWEIS

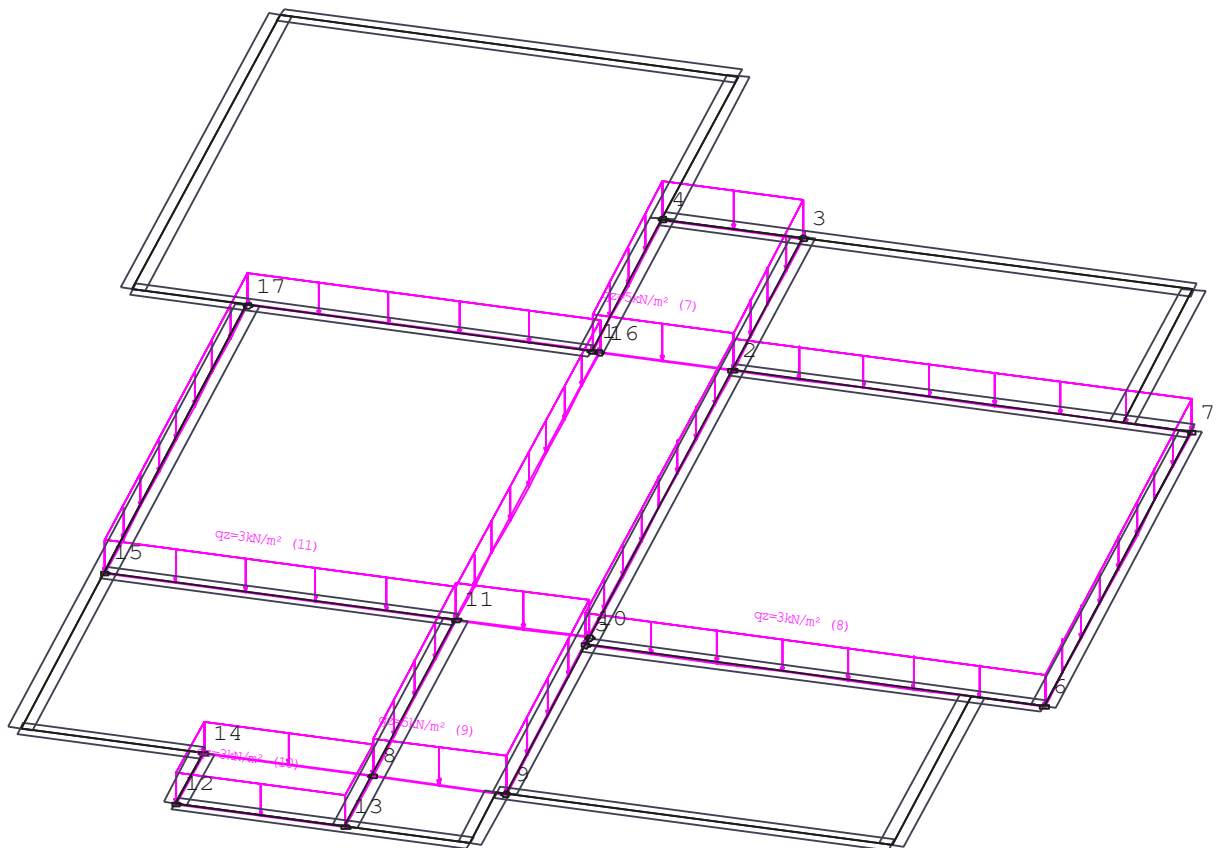
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls

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 "Nutzlast 3"

Lasten

Maßstab 1 : 123



Lastfall 5 "Nutzlast 4"

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	Kat. C: Versammlungsbereiche
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15
Lastpunkte	4
Punktlasten	0
Linienlasten	0
Flächenlasten	1
Temperaturlasten	0
Summe der eingegebenen Lasten	102 [kN]
Anteil auf der Platte	
Summe der Auflagerkräfte	102 [kN]
Summe des Sohldrucks	0 [kN]
Summe aller Reaktionen	102 [kN]

HINWEIS

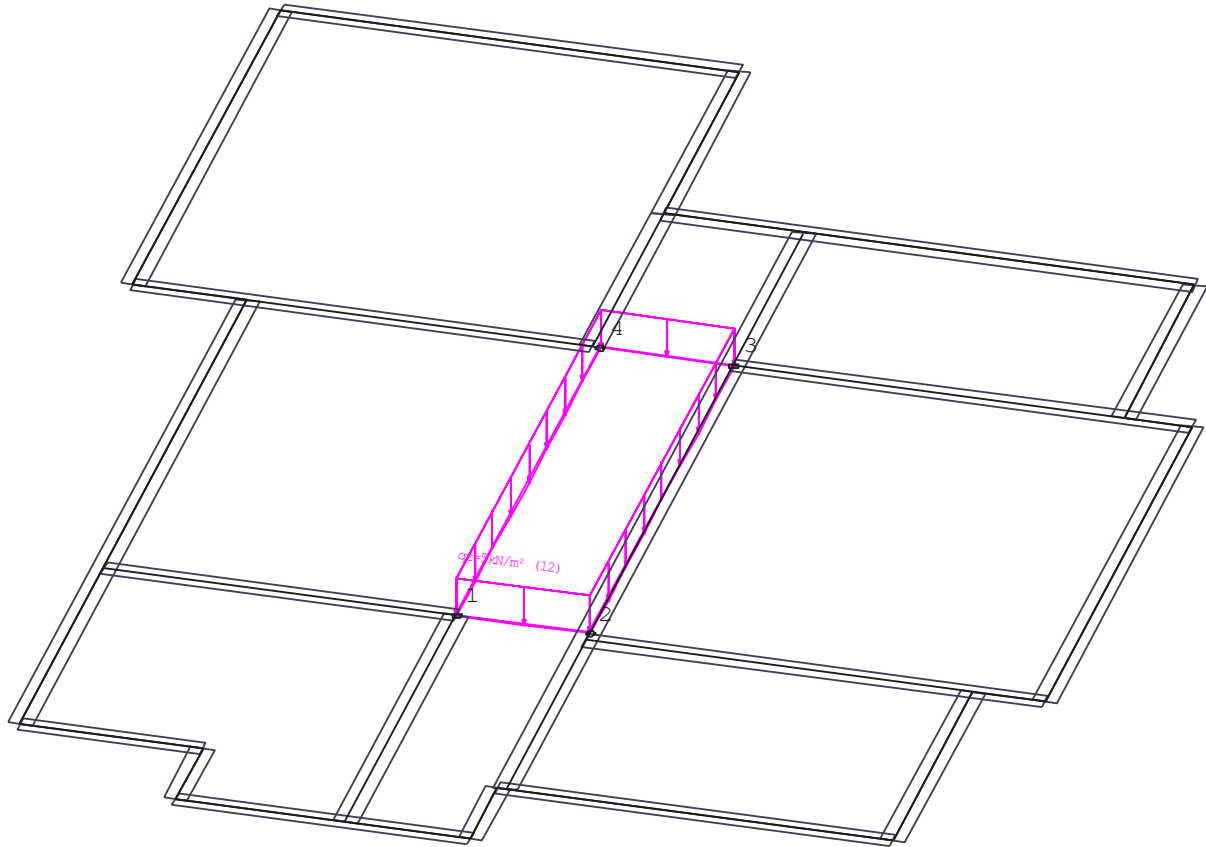
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

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

Lastfall 5 "Nutzlast 4"

Lasten

Maßstab 1 : 123



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Nutzlast 3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Nutzlast 4	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig

Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen- gewicht	Einwirkung		Alter- nativ- gruppe
				Kurz Bezeichnung	Name	
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Nutzlast 3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Nutzlast 4	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

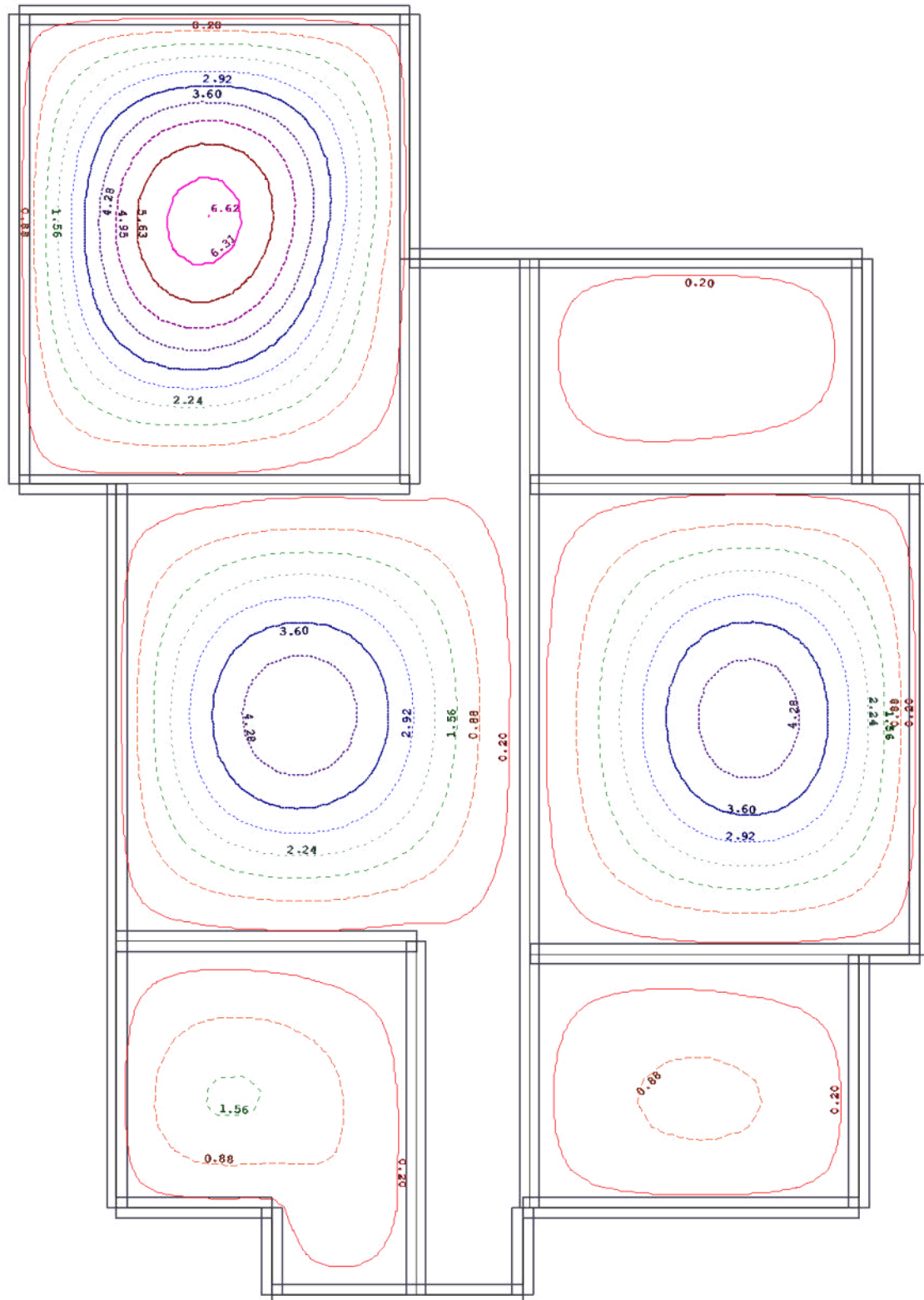
Beteiligte Einwirkungen

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

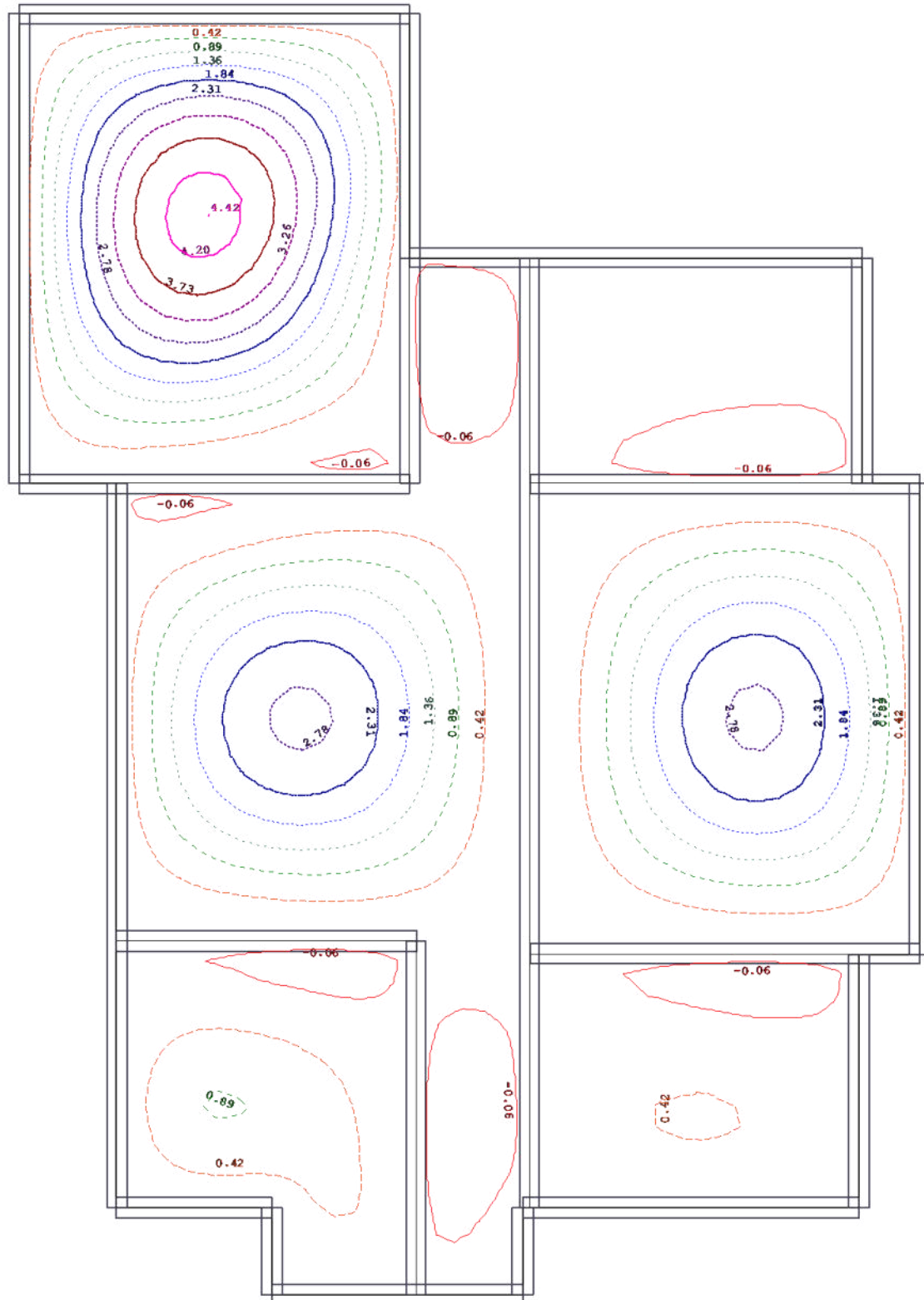
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Durchbiegung [mm] - MAX

Maßstab 1 : 119



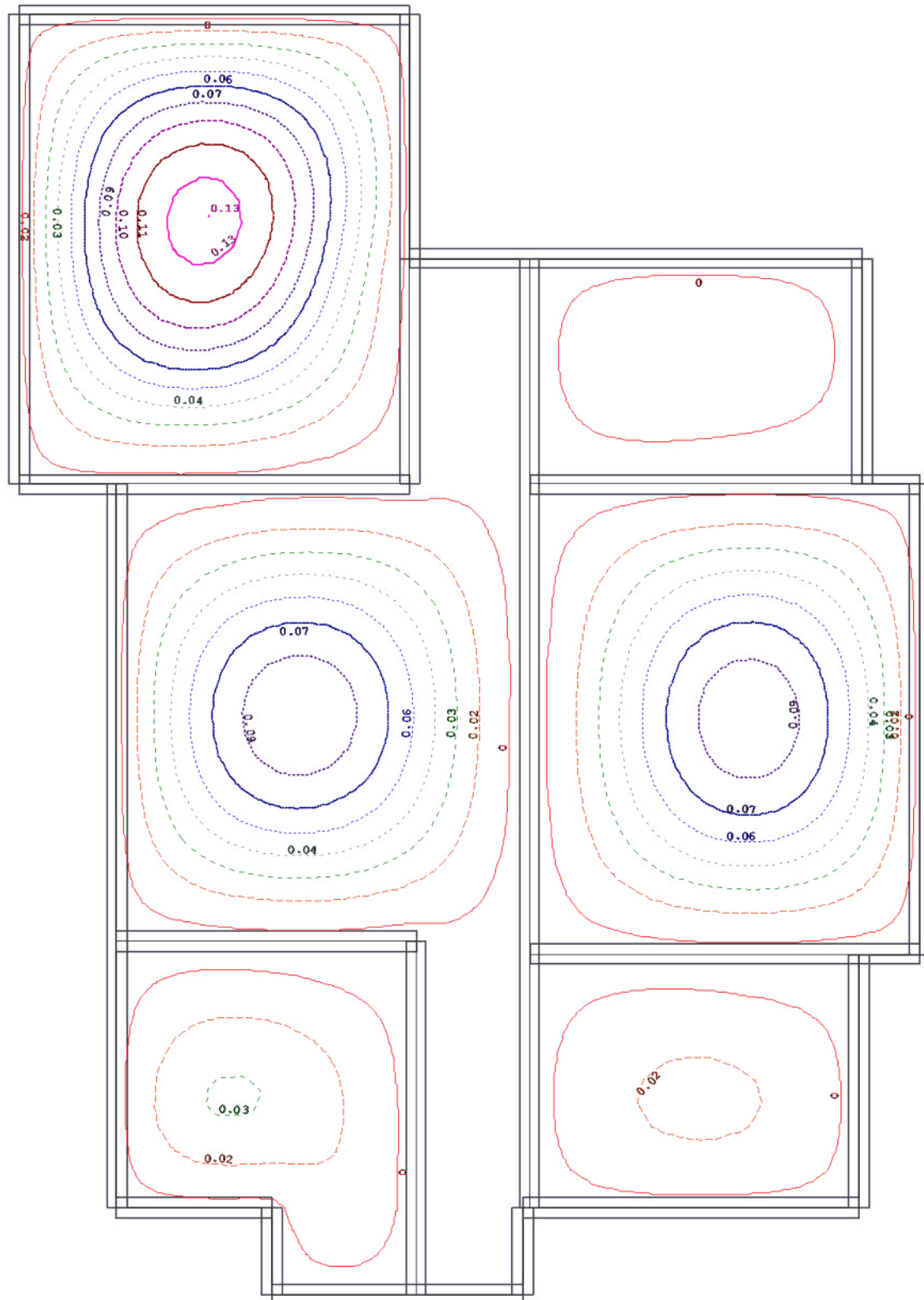
Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegung [mm] - MIN
Maßstab 1 : 119



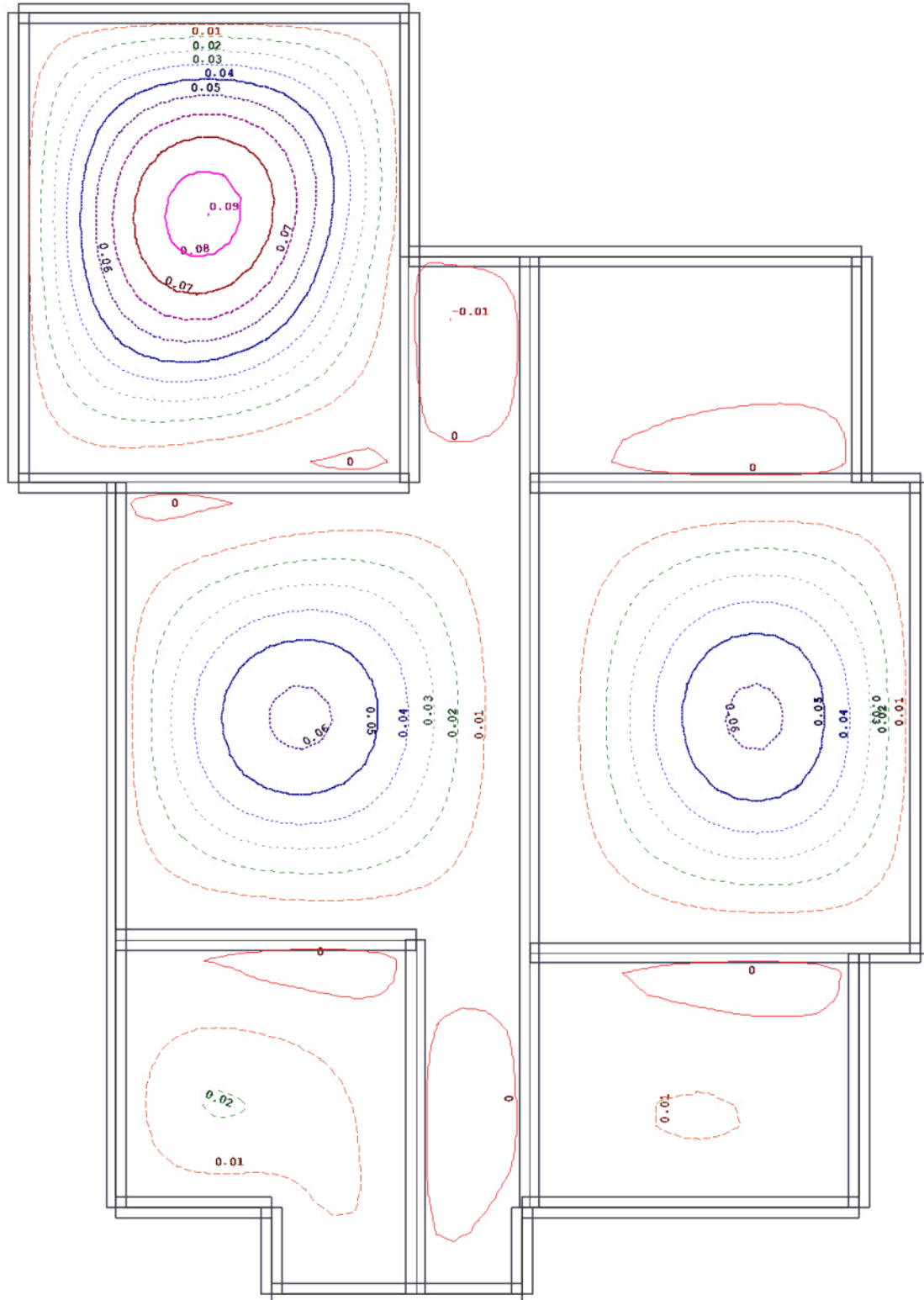
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Sohldruck [kN/m²] - MAX

Maßstab 1 : 119



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Sohldruck [kN/m²] - MIN
Maßstab 1 : 119



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Alter-
			Eigen- gewicht	Kurz Bezeichnung	Name	nativ- gruppe
1	Ständig	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast 1	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
3	Nutzlast 2	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
4	Nutzlast 3	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0
5	Nutzlast 4	nicht ständig	nein	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
	Bezeichnung			sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	3	Kat. C: Versammlungsbereiche	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.70

Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15

HINWEIS: Bemessungswerte

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

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte

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

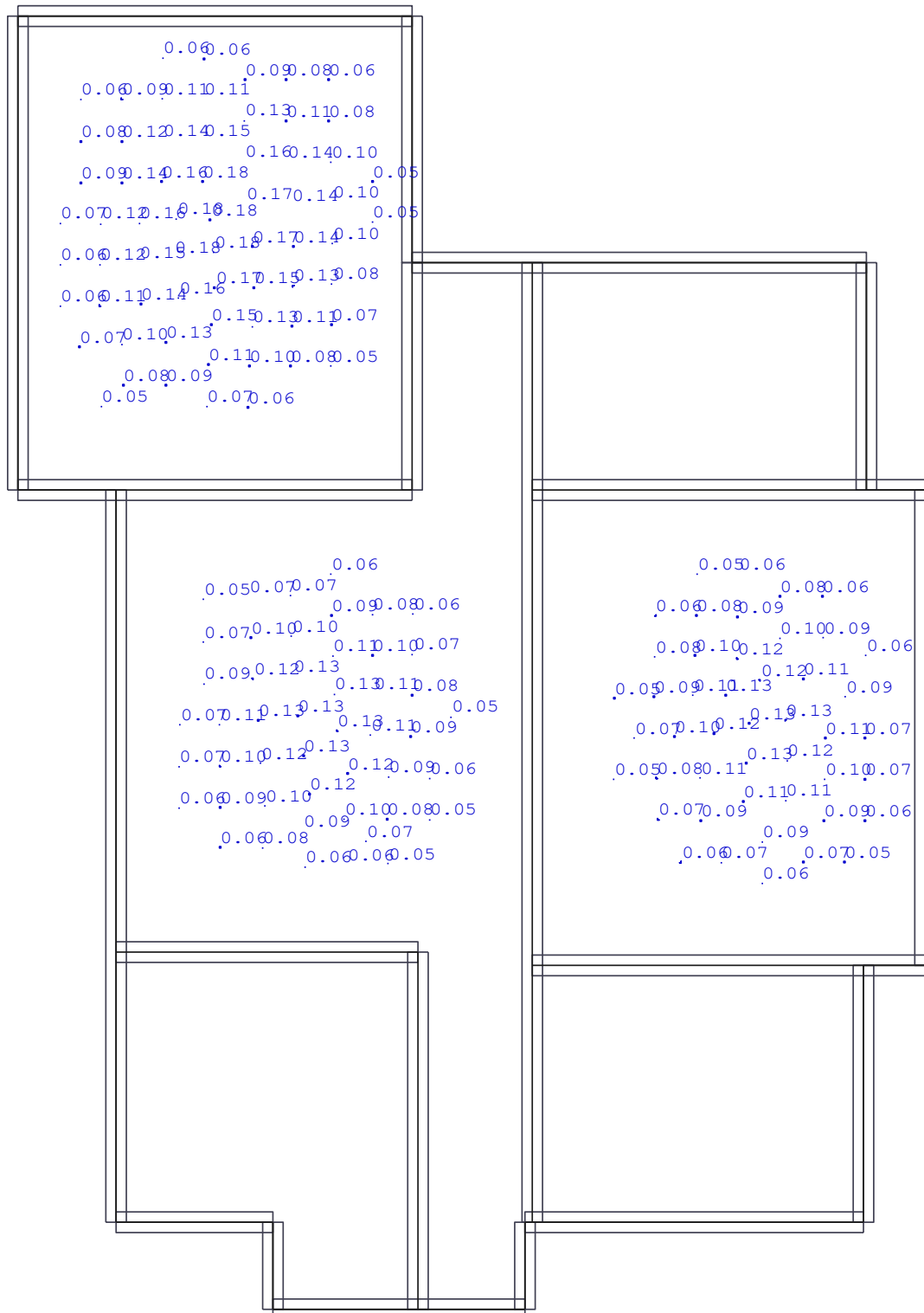
Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Sohldruck [kN/m²] - MAX

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 116

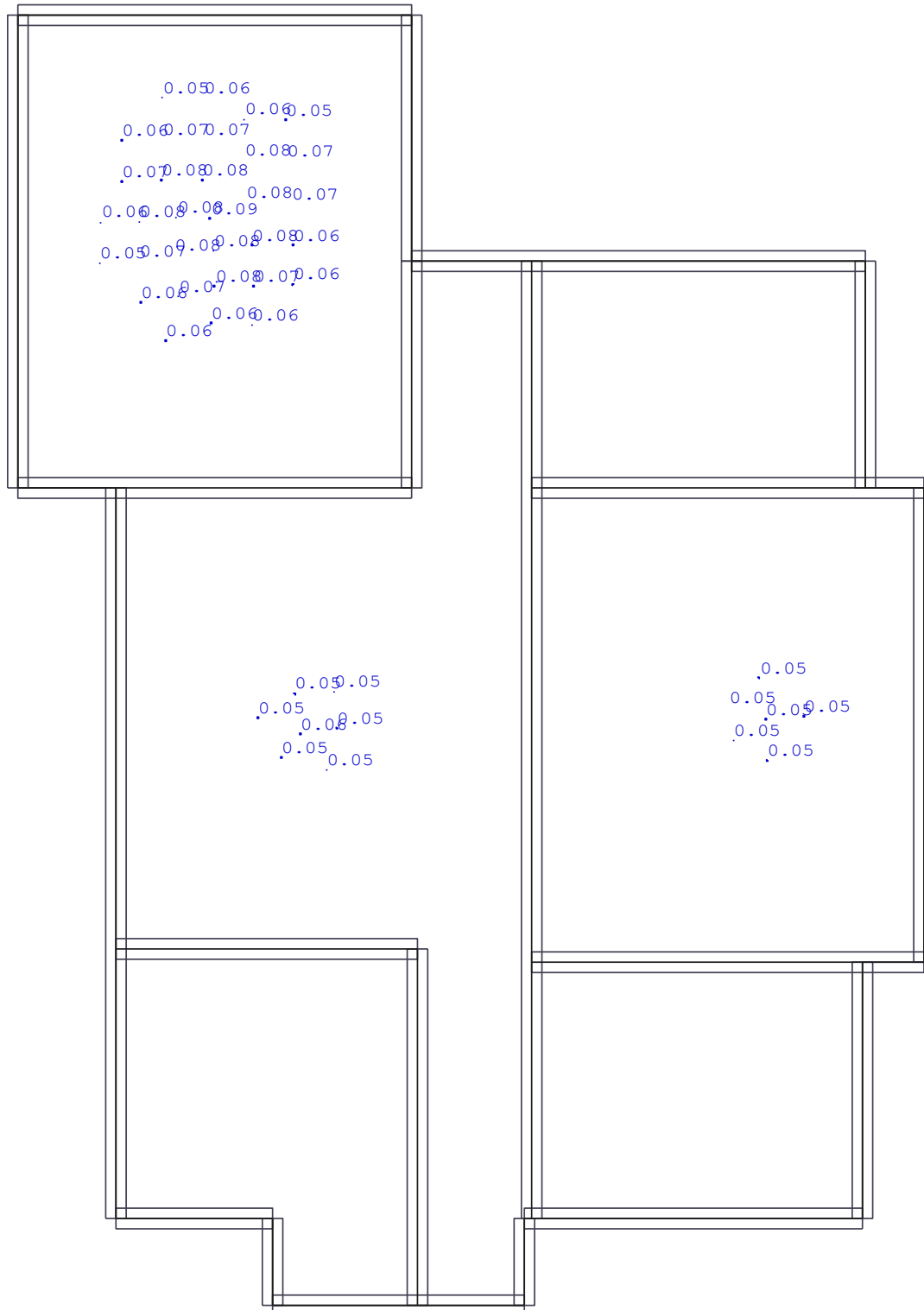


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Sohldruck [kN/m²] - MIN

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 116



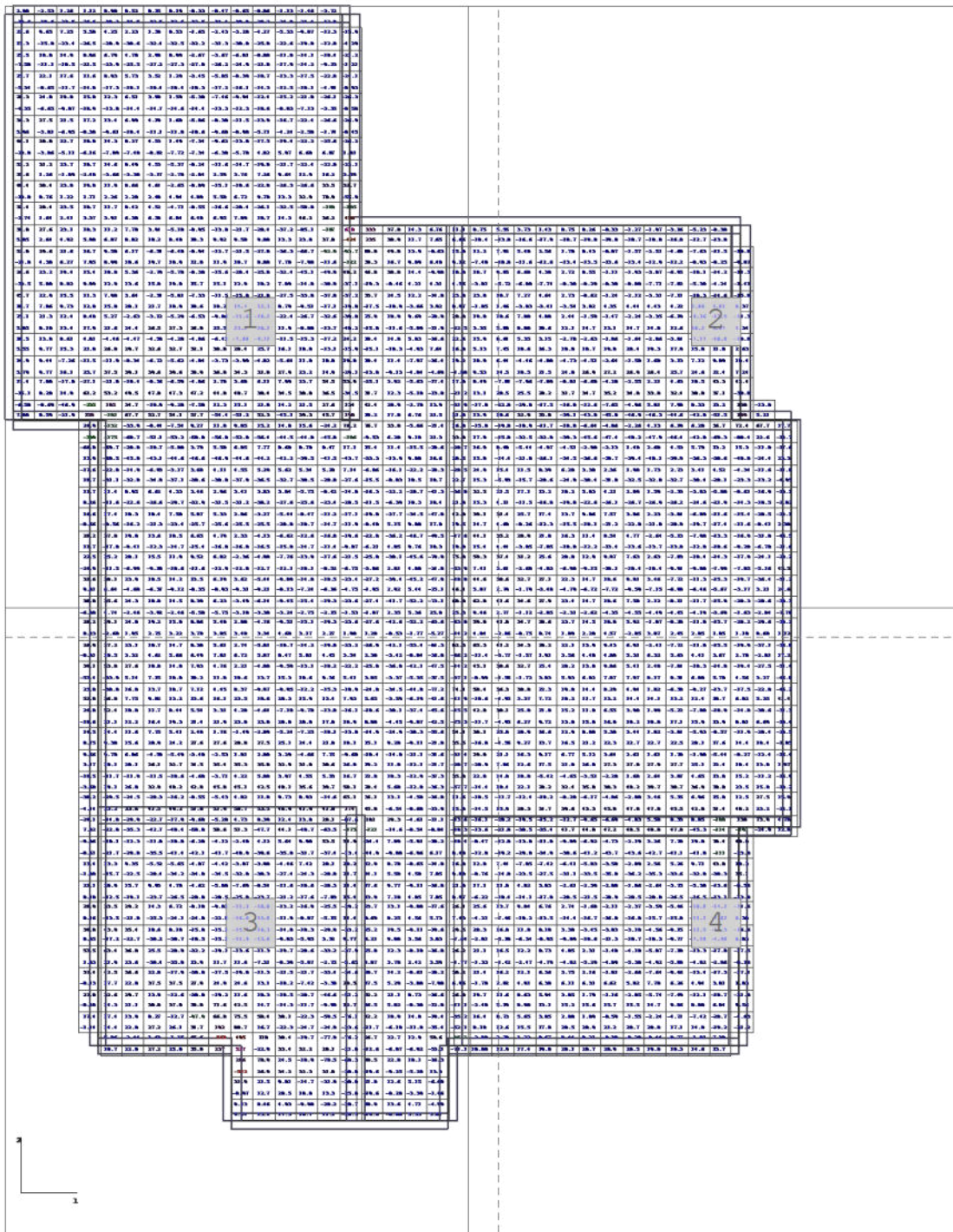
Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkräfte - α -1z, α -2z [kN/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

4 Abschnitte

Maßstab 1 : 150



Querkräfte - α -1z, α -2z [kN/m]
 Bemessungswerte (Gamma-fach)
 Abschnitt 1 ($x=5301.239-6433.799$ / $v=-4625.578--3182.578$)
 Maßstab 1 : 65

2.88	-2.53	1.26	1.12	0.90	0.52	0.35	0.19	-0.33	-0.47	-0.65	-0.86	-1.13	-1.46	-3.72	
-10.6	-18.6	-23.5	-26.6	-30.2	-31.5	-32.5	-32.6	-32.5	-31.4	-30.0	-28.2	-24.9	-21.4	-12.8	
22.6	9.65	7.25	5.58	4.25	2.23	1.39	0.53	-1.65	-2.43	-3.28	-4.27	-5.33	-9.07	-12.3	-13.9
13.3	-15.0	-23.4	-26.5	-28.9	-30.6	-32.4	-32.5	-32.2	-31.3	-30.0	-25.8	-22.6	-19.0	-12.8	-4.29
23.5	18.8	14.9	8.96	6.79	4.70	2.90	0.99	-2.67	-3.67	-6.81	-8.80	-11.0	-14.1	-18.4	-21.2
-7.50	-11.1	-18.5	-21.5	-23.9	-25.5	-27.2	-27.3	-27.0	-26.2	-24.9	-21.0	-17.9	-14.2	-9.23	-1.21
25.7	22.1	17.6	11.6	8.93	5.73	3.52	1.29	-3.45	-5.05	-8.39	-10.7	-13.3	-17.5	-22.0	-24.1
-5.34	-8.65	-11.7	-14.0	-17.3	-18.1	-18.4	-18.4	-18.3	-17.2	-16.1	-14.3	-12.5	-10.1	-4.91	-0.93
29.3	24.8	19.8	15.8	12.3	6.51	3.98	1.59	-5.38	-7.46	-9.94	-12.4	-15.2	-21.8	-26.1	-24.3
-4.35	-6.65	-9.07	-10.9	-13.8	-14.4	-14.7	-14.6	-14.4	-13.3	-12.3	-10.6	-8.83	-7.13	-3.35	-0.58
36.3	27.5	21.5	17.2	13.4	6.99	4.19	1.60	-5.86	-8.38	-11.5	-13.9	-16.7	-22.4	-26.6	-24.9
5.96	-3.81	-6.95	-8.38	-9.61	-10.4	-11.1	-11.0	-10.6	-9.60	-8.98	-5.71	-4.24	-2.58	-1.74	-0.45
46.1	28.0	22.7	18.0	14.3	8.27	4.53	1.49	-7.34	-9.62	-13.0	-17.5	-19.4	-22.2	-25.6	-24.2
-29.0	-3.06	-5.11	-6.16	-7.09	-7.48	-8.02	-7.72	-7.34	-6.30	-5.78	4.02	5.97	6.68	6.87	1.81
52.2	31.2	23.7	18.7	14.6	8.49	4.53	-5.37	-8.24	-11.6	-14.7	-19.8	-21.7	-22.4	-22.0	-21.1
38.6	1.26	-1.89	-2.40	-3.66	-3.30	-3.17	-2.70	-2.84	2.59	3.76	7.26	9.64	12.9	16.2	3.59
40.4	30.4	23.8	19.0	11.9	8.66	4.61	-2.65	-8.89	-15.1	-18.6	-22.8	-26.3	-26.6	33.5	32.7
-10.8	0.76	1.22	1.71	2.26	2.28	2.40	4.94	4.89	5.50	6.72	9.78	13.3	32.9	78.9	-53.9
32.4	28.4	23.5	18.7	11.7	8.42	4.52	-4.71	-8.55	-16.6	-20.4	-26.1	-32.5	-50.0	-108	-105
-2.74	1.64	2.31	3.37	3.91	6.30	6.39	6.04	6.48	6.95	7.89	10.7	14.3	46.2	36.2	4.76
31.8	27.6	23.1	18.3	11.2	7.78	3.94	-5.18	-8.95	-13.0	-21.7	-28.4	-37.2	-85.1	-107	6.18
5.85	2.64	4.92	5.98	6.87	8.02	10.2	8.48	10.3	9.92	9.50	9.88	13.3	23.0	37.0	-424
52.0	29.6	21.6	16.7	9.58	6.17	-6.54	-6.40	-8.94	-12.7	-21.5	-27.8	-36.3	-66.7	-92.9	80.8
-21.8	4.30	6.27	7.95	8.99	10.6	19.7	10.9	12.8	11.9	10.7	8.88	7.78	-7.98	-11.6	49.0
26.6	23.2	19.4	15.4	10.0	5.36	-2.79	-5.78	-8.30	-15.6	-20.4	-25.8	-32.4	-45.1	-49.9	13.9
-39.5	5.80	8.02	9.99	12.9	13.6	15.0	19.8	15.7	15.1	12.9	10.2	7.09	-14.0	-30.9	-8.63
45.7	22.9	15.5	11.3	7.98	3.64	-2.31	-5.81	-7.33	-11.5	-15.0	-21.8	-27.5	-33.0	-37.8	4.21
18.7	7.06	9.73	12.0	15.8	20.1	21.7	18.9	18.6	18.2	15.4	12.3	8.79	-9.51	-17.1	4.31
23.1	21.3	12.4	8.48	5.27	-2.63	-3.12	-5.29	-6.53	-9.06	-11.6	-18.2	-22.4	-26.7	-32.6	-14.8
5.85	8.18	13.4	17.9	21.6	24.4	26.5	27.3	26.8	25.5	23.2	20.2	11.9	-8.00	-13.7	23.8
18.5	13.8	8.61	4.81	-4.46	-4.47	-4.58	-4.20	-4.86	-6.41	-7.88	-9.72	-11.5	-15.3	-17.2	3.92
5.55	9.77	15.3	21.8	26.8	29.7	32.6	32.7	32.1	30.8	28.4	25.7	16.1	10.8	-13.1	3.92
14.9	9.44	-7.26	-11.5	-11.9	-8.34	-6.72	-5.62	-4.04	-3.73	-3.99	-4.82	-5.64	11.8	18.8	16.9
5.79	9.77	16.1	25.7	37.5	39.1	39.6	38.9	38.9	36.8	34.3	31.8	27.9	23.2	14.9	11.4
17.4	7.08	-17.0	-27.1	-21.0	-10.4	-8.36	-6.59	-4.86	2.78	3.60	6.11	7.99	23.7	54.5	-9.13
-15.1	8.28	14.9	61.2	53.2	49.5	47.0	47.3	47.2	44.0	40.7	38.4	34.5	30.8	36.5	-4.84
-6.50	-8.69	-46.9	-235	185	34.7	-10.9	-9.28	-7.58	12.3	15.1	21.8	14.2	21.5	27.6	17.0
7.88	8.59	-21.9	150	-181	67.7	52.7	54.1	57.7	-54.4	-51.2	52.3	-45.1	39.3	45.7	42.4
			24.9	-132	-33.9	-8.44	-7.54	9.27	11.0	9.85	15.2	14.8	15.6	-24.2	76.7
			-309	-175	-60.7	-51.1	-53.2	-58.0	-56.0	-52.0	-56.4	-44.5	-44.8	-45.8	-106
			-66.8	-69.7	-28.0	-10.7	-5.80	3.79	5.58	6.05	7.77	8.60	8.70	8.47	15.4
			13.9	-60.5	-45.0	-43.1	-44.6	-46.6	-46.9	-44.6	-44.2	-42.2	-39.5	-41.5	11.4
			-17.6	-22.0	-14.9	-6.93	-3.17	3.60	4.11	4.55	5.29	5.62	5.34	5.29	-15.5
			18.7	-31.1	-32.0	-34.9	-37.1	-38.6	-38.8	-37.9	-36.5	-32.7	-30.5	-28.8	10.5
			11.7	11.4	8.95	6.62	4.33	3.46	2.96	3.41	3.83	3.84	-5.75	-8.42	18.7
			0.26	-11.6	-22.6	-26.6	-29.7	-32.9	-31.5	-31.2	-30.2	-27.6	-25.6	-23.4	-16.3
			16.6	17.4	18.3	10.4	7.50	5.07	5.33	2.86	-3.27	-5.44	-8.47	-11.2	-22.2
			-0.56	-9.56	-16.2	-21.3	-23.4	-25.7	-25.6	-25.5	-25.5	-20.0	-18.7	-14.7	-28.7
			28.2	17.8	19.8	13.6	10.5	6.65	4.79	2.33	-4.13	-6.62	-12.6	-16.0	-16.3
			11.7	-17.8	-9.41	-12.3	-14.7	-15.4	-16.8	-16.8	-16.5	-15.8	-14.7	-11.4	-22.8
			22.5	25.2	20.1	15.5	11.9	9.52	6.02	-2.36	-4.98	-7.76	-13.9	-17.6	-36.2
			-24.9	-11.5	-6.99	-9.10	-10.6	-11.6	-12.9	-12.8	-12.7	-12.1	-10.1	-8.52	-46.7
			31.6	30.1	23.9	18.5	14.2	13.5	6.19	3.62	-5.44	-9.09	-14.8	-18.5	-44.5
			9.01	6.64	-4.68	-6.37	-9.12	-8.35	-8.93	-9.31	-9.21	-8.13	-7.24	-6.16	-47.9
			30.0	35.6	24.3	18.8	14.5	8.39	6.23	-3.49	-6.14	-9.45	-15.4	-19.3	-48.0
			-6.90	4.74	-2.46	-3.92	-2.46	-5.58	-5.75	-3.10	-3.30	-3.24	-2.75	-2.15	-47.4
			28.2	29.1	24.0	19.2	15.0	8.86	5.48	2.88	-4.76	-9.51	-15.1	-19.3	-52.2
			0.23	-2.68	1.95	2.75	3.22	3.70	3.85	3.48	3.34	4.60	3.17	2.27	-63.6

Querkräfte - α -1z, α -2z [kN/m]
 Bemessungswerte (Gamma-fach)
 Abschnitt 2 ($x = 6368.799-7501.359 / v = -4625.578--3182.578$)
 Maßstab 1 : 65

8.75	5.55	3.73	1.43	0.75	0.26	-0.33	-1.27	-1.97	-3.16	-5.23	-8.30		
-10.4	-13.8	-16.6	-17.9	-18.7	-19.0	-19.0	-18.7	-18.0	-16.8	-12.7	-13.8		
12.2	7.92	5.40	2.56	1.70	0.43	-0.87	-1.57	-2.51	-4.69	-7.63	-11.5	-10.8	
-7.48	-10.0	-11.6	-12.6	-13.4	-13.5	-13.6	-13.4	-12.9	-12.2	-8.93	-8.25	-9.07	
18.7	9.85	6.68	4.38	2.72	0.55	-1.11	-1.93	-3.07	-6.95	-10.1	-14.2	-14.3	
-3.81	-5.72	-6.88	-7.74	-8.30	-8.29	-8.30	-8.08	-7.71	-7.02	-5.30	-4.24	-1.41	
23.8	10.7	7.27	4.64	2.73	-0.62	-1.24	-2.12	-3.31	-7.11	-10.3	-14.6	-15.0	
-1.85	1.46	-3.03	-3.41	-3.54	3.82	4.35	4.44	4.43	4.22	2.86	1.81	0.37	
19.8	10.6	7.08	4.08	2.44	-1.59	-1.47	-2.24	-3.35	-6.19	-9.36	-13.5	-14.3	
3.35	5.09	8.80	10.6	12.1	14.7	13.1	14.7	14.0	12.6	10.2	6.87	1.34	
15.9	8.64	5.35	3.15	-2.78	-2.63	-1.86	-1.64	-2.06	-3.04	-7.17	-10.8	-10.8	
5.13	7.45	10.6	16.3	18.0	18.7	19.8	20.4	19.3	17.9	15.0	11.0	2.63	
18.9	6.44	-4.46	-4.80	-4.73	-4.51	-2.64	-1.58	1.68	3.13	7.12	9.89	10.4	
9.53	14.5	18.5	21.5	24.0	26.9	27.2	26.9	26.4	25.7	24.6	22.4	7.24	
8.49	-7.01	-7.96	-7.89	-8.01	-6.68	-4.20	-2.55	2.21	4.63	18.5	43.3	42.4	
13.1	20.5	25.5	28.2	31.7	34.7	35.2	34.8	33.8	32.4	30.8	37.1	-30.6	
-17.8	-22.0	-29.0	-17.5	-16.8	-12.6	-7.65	-4.96	5.81	7.99	8.33	23.2	130	-13.0
13.9	18.6	32.9	33.8	-39.1	-43.0	-45.0	-46.9	-46.3	-44.6	-42.0	-51.5	189	5.21
-15.0	-19.0	-18.9	-11.7	-10.8	-6.64	-4.06	-2.26	4.13	6.19	6.20	36.7	72.4	67.7
17.9	-15.0	-32.5	-32.0	-39.3	-45.6	-47.4	-48.2	-47.9	-46.4	-42.0	-69.3	-80.4	22.6
16.9	8.48	-5.44	-4.97	-4.51	-2.98	-2.13	1.48	2.60	4.53	5.79	13.2	15.3	-11.0
15.0	-14.4	-21.8	-26.1	-34.5	-36.6	-38.7	-39.4	-40.1	-39.9	-36.3	-38.6	-40.8	-24.4
24.9	15.4	11.5	8.39	6.20	3.30	2.36	1.90	1.73	2.73	3.41	4.52	-4.34	-11.6
15.3	-5.93	-15.7	-20.6	-24.9	-30.4	-31.8	-32.5	-32.8	-32.7	-30.4	-28.1	-23.3	-13.2
32.5	21.5	17.1	13.2	10.2	5.83	4.21	2.89	1.59	-2.33	-3.83	-5.88	-8.61	-16.9
15.3	4.11	-11.5	-16.0	-19.8	-22.6	-26.1	-26.7	-26.9	-26.2	-24.6	-21.9	-14.3	-10.5
39.1	31.4	25.7	17.4	13.7	9.86	7.57	3.86	2.23	-3.84	-6.09	-11.6	-15.4	-20.5
14.7	4.69	-8.26	-12.3	-15.5	-18.1	-21.2	-22.0	-21.8	-20.9	-19.7	-17.4	-11.6	-8.41
44.1	35.2	28.9	21.0	16.3	11.4	8.54	4.77	-2.64	-5.13	-7.90	-13.3	-16.9	-31.0
15.4	4.44	-3.85	-7.05	-10.8	-12.2	-13.4	-13.6	-13.7	-13.0	-12.0	-10.6	-9.28	-6.70
59.3	37.4	31.2	25.6	20.8	12.9	9.97	7.63	2.63	-7.03	-10.4	-14.3	-17.9	-24.1
7.41	3.61	-2.68	-4.83	-6.98	-9.15	-10.1	-10.4	-10.4	-9.94	-9.00	-7.99	-7.05	-5.16
44.6	38.6	32.7	27.1	22.3	14.7	10.6	9.81	3.46	-7.72	-11.3	-15.3	-19.7	-36.4
5.87	2.79	-1.79	-3.40	-4.79	-6.72	-7.72	-9.59	-7.15	-6.98	-6.46	-5.67	-3.17	3.21
62.8	41.6	34.6	27.9	23.4	14.7	10.6	7.58	2.12	-8.11	-11.7	-15.9	-20.3	-28.6
9.46	2.77	-1.12	-2.05	-2.31	-2.62	-4.35	-4.55	-4.49	-4.45	-4.19	-3.69	-1.63	-2.84
59.8	41.8	34.7	28.6	23.7	14.5	10.8	5.92	-1.87	-8.29	-11.8	-15.7	-20.2	-29.6
4.04	-2.06	-0.75	0.74	1.89	2.20	4.57	-2.05	3.07	2.45	2.05	1.85	1.10	0.60

Querkräfte - q -1z, q -2z [kN/m]
 Bemessungswerte (Gamma-fach)
 Abschnitt 3 ($x = 5301.239\text{--}6433.799$ / $v = -6003.578\text{--}4560.578$)
 Maßstab 1 : 65

-6.90	4.74	-2.46	-3.92	-2.46	-5.58	-5.75	-3.10	-3.30	-3.24	-2.75	-2.15	-1.53	-1.07	2.35	5.36	25.0	25.3	9.46
28.2	29.1	24.0	19.2	15.0	8.86	5.48	2.88	-4.76	-9.51	-15.1	-19.3	-23.6	-27.6	-42.6	-52.2	-63.6	-63.8	59.8
0.23	-2.68	1.95	2.75	3.22	3.70	3.85	3.48	3.34	4.60	3.17	2.27	1.98	1.20	-0.53	-1.77	-5.27	-14.2	4.04
26.9	27.2	23.1	18.7	14.7	8.38	5.61	2.74	-5.01	-10.7	-14.2	-19.0	-23.2	-26.9	-42.1	-53.4	-84.3	-82.3	65.3
-0.91	10.5	3.32	4.62	5.66	6.49	7.01	6.72	5.87	8.47	5.01	4.45	3.54	2.38	-3.42	-8.04	-36.8	-66.2	-11.4
39.1	33.8	27.6	18.0	14.0	7.93	4.76	2.21	-4.80	-9.59	-13.1	-18.2	-22.2	-25.8	-36.8	-42.1	-47.5	-44.2	45.1
-53.4	-33.9	5.14	7.15	10.0	10.2	11.0	10.6	13.7	15.3	10.6	9.36	5.41	3.85	-3.37	-5.35	-37.5	-37.1	-8.99
23.8	-30.8	16.8	13.7	10.7	7.12	4.45	8.37	-9.97	-9.95	-12.2	-15.3	-18.9	-24.0	-34.5	-44.8	-77.2	-74.4	58.4
52.8	36.0	7.75	9.82	13.2	13.6	16.1	23.5	18.6	20.3	15.9	13.4	7.93	5.65	-3.59	-6.19	-41.6	-41.9	-10.6
24.8	32.4	18.8	11.7	8.44	5.54	3.31	4.20	-4.64	-7.18	-9.70	-13.0	-16.1	-18.6	-30.1	-37.4	-45.6	-45.5	42.8
-18.6	21.1	12.2	16.4	19.3	21.4	21.9	23.8	23.0	20.8	20.0	17.8	10.9	8.00	-4.45	-9.87	-42.5	-75.3	-11.7
14.5	14.4	11.6	7.75	5.41	2.40	1.76	-1.49	-2.09	-5.24	-7.25	-10.1	-13.0	-14.9	-24.9	-30.3	-55.6	-54.4	38.1
0.75	9.30	15.6	20.9	24.2	27.6	27.6	28.8	27.5	25.1	24.4	21.8	18.1	15.1	9.20	-9.11	-21.0	-35.5	-16.8
9.56	9.78	6.06	-4.50	-5.49	-3.40	-2.53	1.81	2.08	3.29	-4.66	7.75	-9.68	-10.4	-14.0	-21.1	-31.6	-31.4	29.0
3.17	-11.1	20.1	26.1	32.7	34.5	35.4	35.3	35.0	32.9	31.0	30.6	26.0	19.2	11.8	-12.1	-21.7	-20.7	-20.9
-10.5	-11.7	-11.9	-11.5	-10.6	-4.60	-3.71	4.22	5.08	3.97	4.55	5.33	16.7	22.0	10.3	-12.9	-37.3	-35.0	22.0
-3.60	19.1	26.0	32.9	40.2	42.0	45.0	45.1	42.5	40.1	35.6	39.7	50.1	28.4	5.60	-12.0	-36.3	-57.7	-14.4
-30.2	-29.5	-24.5	-20.3	-16.2	-8.55	-5.43	4.82	11.0	9.73	8.93	-14.6	65.1	36.1	13.1	-4.50	-16.8	-11.6	-10.5
-4.14	23.2	33.6	41.5	49.2	51.0	51.9	50.7	53.5	46.9	41.9	41.8	174	45.8	-6.54	-8.60	-13.9	-15.9	-14.5
-29.1	-44.8	-29.9	-22.7	-17.9	-9.68	-5.28	4.73	8.39	12.4	13.0	28.1	-87.8	101	29.3	-4.61	-11.1	-13.6	-16.1
7.92	-22.8	-35.3	-42.7	-48.4	-50.0	50.6	51.3	-47.7	44.1	-40.7	-63.5	-175	-121	-14.6	-8.54	-8.84	-10.3	-13.6
-9.36	-10.1	-12.3	-11.0	-10.0	-6.20	-4.12	-2.40	4.12	5.64	9.98	53.5	54.9	34.4	7.89	-5.91	-10.2	-10.4	-8.47
-0.51	-21.7	-29.0	-35.5	-41.4	-42.1	-41.7	-40.9	-39.6	-35.0	-31.7	-37.4	-13.4	44.9	-9.88	-6.96	6.17	8.49	-12.8
13.4	13.3	9.35	-5.52	-5.65	-4.87	-4.42	-3.87	-3.98	-4.46	7.42	20.1	20.2	12.9	8.70	-8.65	-14.0	-16.9	12.0
-1.80	-15.7	-22.5	-28.4	-34.2	-34.8	-34.5	-32.8	-30.3	-27.4	-24.3	-20.0	24.7	14.1	5.58	4.58	7.85	9.88	-8.76
21.1	20.9	15.7	9.93	4.78	-4.62	-5.88	-7.69	-8.54	-11.6	-10.6	-20.3	21.4	17.6	9.77	-9.11	-16.0	-21.8	17.1
0.10	-12.5	-19.1	-23.7	-26.5	-28.0	-28.5	-25.9	-23.7	-21.2	-17.6	-7.83	15.4	13.9	7.10	4.85	7.05	8.97	-6.22
28.9	33.5	29.2	14.3	6.72	-8.10	-9.01	-11.3	-10.0	-13.2	-16.9	-25.5	-29.2	23.7	13.1	-9.08	-17.6	-26.4	25.6
0.16	-13.5	-21.0	-25.3	-24.1	-24.0	-22.8	-16.6	-15.8	-11.9	-8.87	-5.15	11.4	8.69	8.25	4.56	5.73	7.43	-4.21
39.0	43.9	35.4	18.6	8.10	-15.0	-15.1	-15.7	-16.3	-14.8	-18.3	-29.9	-33.2	25.2	19.5	-9.11	-19.6	-29.5	20.3
0.35	-17.2	-22.7	-30.2	-30.7	-18.5	-15.1	-11.9	-13.6	-9.03	-5.95	3.32	9.77	6.21	9.00	3.56	3.83	-7.64	-2.01
53.5	63.4	36.0	25.5	-28.9	-32.2	-19.1	-13.6	-11.3	-19.7	-20.6	-33.2	-37.9	25.8	12.3	-8.10	-16.8	-26.2	21.1
1.03	21.9	23.6	-30.4	-35.8	13.9	11.7	11.6	-7.31	-8.39	-5.87	-2.75	-5.65	4.07	3.78	2.42	3.59	-4.77	-1.33
37.4	42.5	36.6	22.8	-17.9	-30.0	-17.5	-19.0	-11.3	-21.5	-21.7	-33.4	-34.5	20.7	14.2	-8.61	-20.2	-30.2	21.4
-0.13	17.7	22.8	37.5	37.5	27.9	24.9	24.6	13.1	-10.2	-7.42	-3.38	23.5	17.5	5.29	-3.00	-7.90	6.96	-1.70
27.0	32.6	29.7	13.9	-12.6	-30.8	-19.2	11.6	18.3	-10.5	-20.7	-46.6	-51.2	32.2	21.1	8.73	-16.6	-26.8	19.7
-0.20	14.3	21.1	30.8	37.0	30.0	71.6	42.5	14.7	-14.3	-11.7	-9.98	12.7	16.5	5.02	-8.30	-12.8	-11.1	-2.48
17.4	17.4	13.9	8.27	-12.7	-97.9	66.0	75.5	58.4	30.1	-22.3	-59.5	-76.1	42.2	18.9	14.0	-19.4	-35.2	16.4
-1.14	14.4	22.8	27.2	26.1	31.7	192	80.7	16.7	-22.3	-24.7	-24.9	-23.5	-11.7	-6.10	-11.8	-35.4	-52.1	8.18
	3.86	-2.44	-1.43	-1.15	45.6	-568	495	110	30.4	-19.7	-77.9	-76.2	26.7	22.7	12.9	59.6	-55.1	-2.89
	10.7	22.8	27.2	25.8	35.8	237	517	-22.9	33.4	32.2	28.1	-21.8	12.6	-6.87	-6.92	-53.1	-14.1	10.00
							206	70.9	24.5	-18.9	-70.5	-68.8	40.5	22.0	10.1	-16.3		
							-342	26.9	34.2	32.3	31.8	-30.8	19.6	-9.25	-5.20	13.3		
							31.9	21.5	9.01	-14.7	-31.9	-38.8	21.0	12.6	5.15	-6.68		
							-8.97	12.7	20.5	18.8	13.3	-25.8	-19.6	-8.20	-3.39	-1.46		
							9.13	8.46	4.93	-9.90	-20.2	-20.7	10.9	13.6	4.71	-4.99		
							9.24	15.2	17.5	16.7	11.2	-20.5	19.6	-6.80	5.55	5.87		

2
1

Querkräfte - q_{1z} , q_{2z} [kN/m]
 Bemessungswerte (Gamma-fach)
 Abschnitt 4 ($x = 6368.799\text{--}7501.359$ / $v = -6003.578\text{--}4560.578$)
 Maßstab 1 : 65

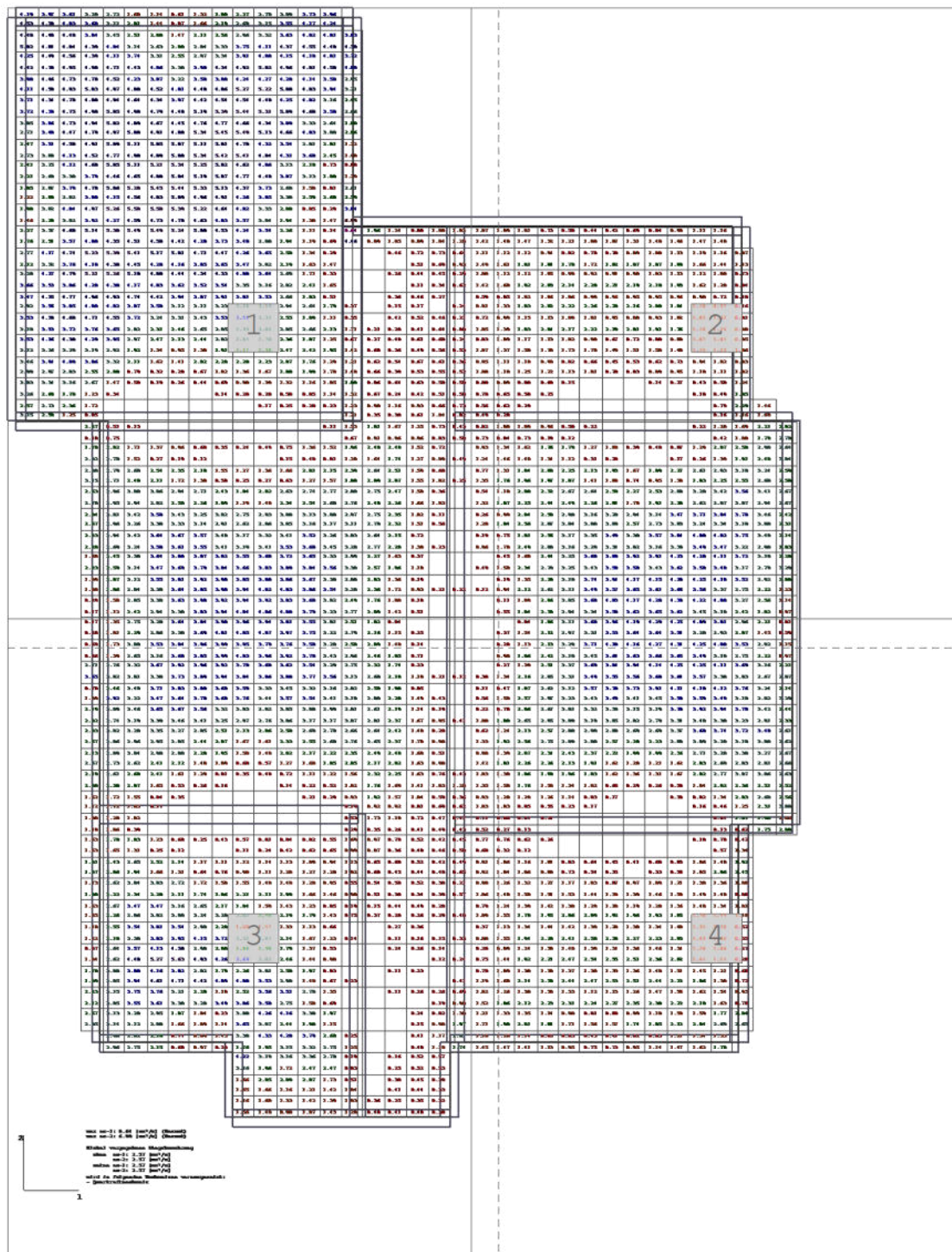
9.46	2.77	-1.12	-2.05	-2.31	-2.62	-4.35	-4.55	-4.49	-4.45	-4.19	-3.69	-1.63	-2.84	-7.78
59.8	41.8	34.7	28.6	23.7	14.5	10.8	5.92	-1.87	-8.29	-11.8	-15.7	-20.2	-29.6	-30.2
4.04	-2.06	-0.75	0.74	1.89	2.20	4.57	-2.05	3.07	2.45	2.05	1.85	1.10	0.60	1.12
65.3	41.2	34.3	28.2	22.1	13.9	9.43	6.91	-2.41	-7.72	-11.8	-15.5	-19.9	-37.1	-36.0
-11.4	-3.77	-1.57	1.91	3.56	4.40	4.88	5.31	6.32	5.63	4.41	3.67	2.78	-2.81	17.2
45.1	38.6	32.7	25.4	20.2	13.0	9.06	5.41	2.48	-7.04	-10.3	-14.8	-19.4	-27.5	-54.4
-8.99	-4.56	-1.72	3.83	5.93	6.82	7.87	7.97	8.17	8.31	6.88	5.70	4.56	3.27	-45.8
58.4	36.3	30.8	22.3	19.8	14.4	8.29	4.94	1.82	-6.30	-9.27	-13.7	-17.5	-22.0	-46.2
-10.6	-4.95	3.37	7.72	10.2	11.7	13.2	14.4	14.1	13.2	12.4	10.7	6.82	5.35	41.4
42.8	30.1	25.0	21.0	15.2	11.8	6.55	3.98	1.99	-5.22	-7.80	-10.9	-14.8	-30.6	-31.8
-11.7	-4.95	6.27	9.72	13.8	15.0	16.8	18.2	18.0	17.1	15.9	13.9	8.81	6.69	-10.4
38.1	25.8	20.9	16.6	12.9	8.88	5.30	3.44	1.82	-3.84	-5.93	-8.57	-11.9	-20.4	-20.5
-16.8	-4.56	9.27	13.7	16.5	21.2	22.3	22.7	22.7	22.5	20.1	17.6	14.4	10.4	-1.85
29.0	21.1	16.3	9.17	6.77	5.12	3.64	2.61	1.61	1.78	-1.98	-5.44	-8.27	-12.4	-15.4
-20.9	7.06	12.6	17.5	21.0	26.0	27.3	27.8	27.9	27.7	25.1	22.4	18.4	13.0	1.97
22.0	14.8	10.8	-5.42	-4.65	-3.51	-2.20	1.68	2.64	3.87	4.65	13.8	15.2	-11.2	-16.9
-14.4	10.4	22.1	28.2	32.4	35.8	38.3	40.2	39.7	38.7	36.9	38.0	23.5	15.0	-10.2
-10.5	-11.7	-12.4	-10.2	-8.28	-6.17	-4.06	-2.08	3.46	5.35	6.96	15.8	12.5	27.5	15.9
-14.5	15.9	28.3	34.7	39.6	43.3	45.8	47.8	47.0	45.5	42.8	51.4	40.2	23.2	-22.1
-16.1	-20.2	-19.5	-15.2	-12.7	-9.65	-6.69	-4.03	5.50	8.33	8.85	-100	138	73.9	4.70
-13.6	-21.8	-30.5	-35.4	41.7	44.8	47.2	48.5	48.8	47.8	-45.3	-114	-191	-24.9	12.0
-8.47	-12.0	-13.0	-11.0	-9.09	-6.92	-4.73	-2.19	3.26	7.78	19.0	78.4	48.8		
-12.8	-19.2	-29.8	-34.9	-38.6	-41.2	-43.7	-43.6	-42.7	-41.1	-41.0	-111	-13.9		
12.0	7.44	-7.85	-7.42	-6.41	-5.03	-3.50	-2.09	2.56	5.26	9.71	43.0	10.3		
-8.76	-14.0	-23.5	-27.5	-31.1	-33.5	-35.8	-36.2	-35.3	-33.6	-32.8	-30.3	35.1		
17.1	11.0	4.82	3.03	-2.61	-2.39	-2.08	-1.86	-2.64	-3.75	-5.30	-13.6	-8.56		
-6.22	-10.4	-14.1	-17.0	-20.5	-21.5	-28.9	-28.5	-28.0	-26.5	-16.5	-13.1	-13.0		
25.6	13.7	9.84	6.76	2.74	-1.68	-2.11	-2.37	-3.59	-5.46	-10.8	-14.2	-14.6		
-4.21	-7.46	-10.2	-13.5	-14.4	-16.7	-16.8	-16.0	-15.7	-15.0	-11.2	-7.82	0.30		
20.3	16.0	11.0	8.10	3.38	-3.45	-3.03	-3.18	-4.56	-9.15	-12.5	-17.5	-16.6		
-2.01	-5.10	-6.34	-8.95	-9.09	-10.6	-11.3	-10.7	-10.3	-9.77	-7.18	-4.98	0.03		
21.1	16.5	12.2	8.73	4.85	2.31	-1.48	-4.10	-5.87	-7.18	-13.3	-17.8	-17.5		
-1.33	-1.42	-2.47	-4.79	-4.02	-5.29	-4.09	-5.30	-4.92	-5.00	-4.02	-2.86	-0.10		
21.4	16.2	12.1	6.36	3.75	2.16	-1.81	-2.66	-7.64	-9.46	-13.4	-17.3	-17.1		
-1.70	2.82	4.91	6.30	6.11	6.31	6.62	5.82	7.78	6.26	4.94	3.01	1.03		
19.7	11.6	8.63	5.94	3.85	1.79	-1.16	-2.05	-5.74	-7.49	-12.1	-18.7	-21.9		
-2.48	5.19	8.90	13.1	15.2	15.6	15.7	15.5	14.7	9.06	8.88	6.04	9.56		
16.4	8.73	5.65	3.05	2.00	1.09	-0.59	-1.55	-2.24	-4.71	-7.42	-28.7	-4.63		
8.18	12.6	15.5	17.8	20.5	20.9	21.2	20.7	20.0	17.1	14.8	-19.2	-11.2		
-2.09	2.28	1.22	6.67	6.44	6.21	-6.36	-6.29	-6.44	-6.77	-1.61	7.39			
10.00	12.9	17.4	19.0	20.1	20.7	20.9	20.5	19.8	18.3	14.6	13.7			

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

4 Abschnitte

Maßstab 1 : 150



Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Abschnitt 1 (x= 5301.239-6433.799 / y= -4651.578--3182.578)
Maßstab 1 : 65

[illegible]

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 2 (x= 6368.799-7501.359 / y= -4651.578--3182.578)
 Maßstab 1 : 65

1.07	1.09	1.01	0.73	0.58	0.44	0.42	0.69	0.84	0.99	1.11	1.16	
1.42	1.48	1.47	1.32	1.21	1.08	1.07	1.31	1.40	1.46	1.47	1.48	
1.11	1.12	1.12	0.94	0.82	0.70	0.78	0.89	1.00	1.13	1.19	1.16	0.97
1.49	1.61	1.81	1.81	1.78	1.72	1.82	1.87	1.87	1.80	1.66	1.44	1.13
1.00	1.12	1.12	1.05	0.99	0.92	0.91	0.98	1.03	1.13	1.12	1.00	0.73
1.42	1.68	1.92	2.03	2.14	2.20	2.21	2.19	2.10	1.93	1.62	1.28	0.84
0.59	0.85	1.02	1.06	1.06	0.99	0.96	0.95	0.95	0.96	0.90	0.72	0.40
0.91	1.33	1.83	2.02	2.22	2.26	2.28	2.16	2.00	1.84	1.40	0.97	0.46
0.72	0.99	1.15	1.13	1.09	1.01	0.95	0.88	0.93	1.02	1.05	1.02	0.81
1.05	1.39	1.83	2.04	2.17	2.22	2.19	2.01	1.91	1.76	1.48	1.26	0.90
0.83	1.09	1.17	1.13	1.02	0.90	0.67	0.72	0.80	0.89	1.07	1.04	0.95
1.07	1.37	1.58	1.70	1.73	1.70	1.49	1.51	1.50	1.48	1.45	1.23	1.06
0.95	1.11	1.10	0.98	0.82	0.66	0.45	0.53	0.62	0.73	0.94	1.02	0.93
1.00	1.18	1.25	1.22	1.13	1.01	0.78	0.83	0.89	0.95	1.10	1.11	1.02
0.80	0.89	0.80	0.60	0.15				0.14	0.27	0.43	0.58	1.24
0.70	0.65	0.50	0.25							0.10	0.49	1.85
0.56	0.62	0.29									0.79	2.29
0.49	0.20										0.16	1.46
0.82	1.00	1.09	0.96	0.58	0.22					0.22	1.28	1.69
0.73	0.84	0.73	0.19	0.12							0.42	1.00
0.93	1.34	1.62	1.76	1.79	1.27	1.00	0.39	0.48	0.87	1.29	2.07	2.58
1.24	1.46	1.48	1.34	1.12	0.31	0.20			0.17	0.26	1.39	1.91
0.77	1.31	1.84	2.09	2.25	2.13	1.93	1.67	1.89	2.27	2.61	2.93	3.18
1.35	1.76	1.96	1.97	1.87	1.41	1.09	0.74	0.95	1.39	1.83	2.25	2.55
0.54	1.18	2.00	2.32	2.67	2.64	2.50	2.27	2.53	2.89	3.20	3.42	3.56
1.32	1.87	2.25	2.44	2.49	2.26	2.01	1.70	1.91	2.29	2.62	2.87	3.07
0.26	0.99	2.04	2.59	2.98	3.16	3.20	2.94	3.14	3.47	3.71	3.84	3.70
1.20	1.84	2.56	2.87	3.04	3.08	3.00	2.57	2.73	3.03	3.24	3.34	3.18
0.19	0.75	1.81	2.56	3.17	3.35	3.49	3.38	3.57	3.84	4.00	4.02	3.75
0.96	1.70	2.49	2.89	3.16	3.29	3.31	3.02	3.16	3.38	3.49	3.47	3.22
	0.45	1.60	2.44	3.25	3.60	3.80	3.92	3.91	4.23	4.20	4.11	3.72
0.49	1.50	2.34	2.79	3.25	3.43	3.50	3.50	3.43	3.62	3.58	3.48	3.17
	0.19	1.35	2.28	3.18	3.74	3.94	4.17	4.15	4.29	4.25	4.10	3.52
0.12	0.94	2.12	2.62	3.11	3.49	3.57	3.65	3.61	3.66	3.56	3.37	2.75
	0.11	1.09	2.06	3.05	3.68	4.03	4.17	4.28	4.30	4.22	4.00	3.27
	0.55	1.84	2.38	2.94	3.34	3.59	3.62	3.65	3.62	3.45	3.18	2.42
		0.84	1.86	3.11	3.60	3.96	4.19	4.29	4.25	4.09	3.81	2.96
	0.37	1.54	2.12	2.97	3.31	3.53	3.64	3.64	3.54	3.28	2.93	2.07
	0.20	1.13	2.13	3.29	3.71	4.10	4.16	4.27	4.31	4.25	4.00	3.53

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Abschnitt 3 (x= 5301.239-6433.799 / y= -6055.578--4586.578)
Maßstab 1 : 65

0.17	1.35	2.75	3.28	3.64	3.84	3.98	3.96	3.94	3.81	3.55	3.01	2.51	1.82	0.84					
0.20	1.01	2.29	2.86	3.38	3.69	4.01	4.05	4.07	3.97	3.75	3.22	2.79	2.16	1.15	0.25				
0.59	1.73	3.08	3.53	3.84	3.96	3.99	3.95	3.79	3.76	3.50	3.20	2.58	2.09	1.48	0.14				
0.66	1.39	2.65	3.16	3.60	3.85	3.99	4.03	3.96	3.92	3.70	3.43	2.96	2.46	1.85	0.71				
2.71	2.76	3.32	3.67	3.92	3.96	3.92	3.78	3.68	3.62	3.54	3.29	2.75	2.32	1.74	0.23				
3.65	3.02	3.01	3.38	3.73	3.89	3.94	3.84	3.86	3.80	3.77	3.56	3.13	2.68	2.10	1.10	0.21	0.12	0.30	
0.78	2.46	3.40	3.71	3.83	3.80	3.68	3.59	3.33	3.45	3.32	3.16	2.82	2.50	1.98	0.85				0.11
1.39	3.92	3.22	3.47	3.64	3.70	3.68	3.76	3.44	3.57	3.54	3.41	3.18	2.80	2.28	1.49	0.43			0.56
2.49	3.09	3.46	3.65	3.67	3.56	3.32	3.03	2.82	3.05	3.08	2.99	2.81	2.61	2.19	1.14	0.19			0.22
2.32	2.74	3.19	3.39	3.46	3.41	3.25	2.97	2.76	3.06	3.17	3.17	3.07	2.81	2.37	1.67	0.95	0.41	1.08	
2.33	3.02	3.28	3.35	3.27	2.85	2.51	2.13	2.06	2.58	2.69	2.70	2.66	2.64	2.42	1.40	0.20			0.62
2.57	2.86	2.96	2.95	2.85	2.44	2.07	1.67	1.61	2.33	2.55	2.68	2.76	2.65	2.37	1.70	0.98			1.33
2.43	2.89	3.04	2.98	2.80	2.28	1.95	1.58	1.48	2.02	2.17	2.22	2.35	2.49	2.40	1.60	0.51			0.90
2.67	2.73	2.62	2.41	2.12	1.48	1.09	0.68	0.57	1.27	1.60	1.85	2.05	2.17	2.02	1.63	0.98			1.42
2.19	2.61	2.60	2.41	1.61	1.29	0.81	0.35	0.40	0.72	1.11	1.22	1.56	2.32	2.25	1.63	0.76	0.43	1.03	
2.38	2.38	2.07	1.65	0.53	0.26	0.16			0.14	0.22	0.52	1.02	1.76	1.69	1.41	1.03	1.20	1.35	
1.52	1.72	1.55	0.84	0.35						0.21	0.29	0.93	1.92	1.57	1.04	0.59	0.36	0.93	
1.72	1.72	1.05	0.17									0.19	0.92	0.92	0.81	0.69	0.62	1.03	
1.00	1.20	1.02										0.53	1.73	1.10	0.72	0.47	0.41	0.71	
1.10	1.06	0.39										0.29	0.35	0.26	0.41	0.49	0.43	0.52	
1.53	1.78	1.83	1.23	0.60	0.25	0.43	0.57	0.81	0.84	0.82	0.55	1.69	0.97	0.70	0.52	0.42	0.45	0.77	
1.63	1.65	1.31	0.25	0.12			0.11	0.24	0.42	0.62	0.65	0.99	0.87	0.36	0.40	0.46	0.50	0.60	
1.81	2.43	2.65	2.52	2.14	1.17	1.11	1.12	1.14	1.13	1.09	0.94	1.13	0.65	0.60	0.52	0.42	0.49	0.91	
1.97	2.06	1.94	1.66	1.31	0.64	0.76	0.90	1.11	1.20	1.27	1.28	1.02	0.60	0.45	0.44	0.48	0.65	0.92	
1.73	2.62	3.04	3.03	2.72	1.72	1.58	1.55	1.48	1.40	1.20	0.95	0.53	0.54	0.50	0.52	0.38	0.21	0.90	
1.88	2.22	2.34	2.28	2.11	1.74	1.86	2.21	2.11	1.99	1.66	1.46	0.90	0.51	0.30	0.34	0.39	0.57	1.06	
1.53	2.67	3.47	3.47	3.16	2.65	2.17	1.84	1.59	1.43	1.23	0.85	0.19	0.15	0.44	0.49	0.28		0.79	
1.65	2.26	2.86	3.02	3.00	3.24	3.28	3.02	2.46	2.19	1.79	1.43	0.75	0.37	0.20	0.26	0.29	0.40	1.09	
1.18	2.55	3.54	3.81	3.54	2.90	2.28	1.68	1.57	1.33	1.13	0.66			0.27	0.36			0.37	
1.22	2.18	3.38	3.83	3.95	4.15	3.72	3.32	2.67	2.14	1.67	1.23	0.14		0.11	0.16	0.15	0.33	0.88	
0.87	2.64	3.57	4.13	4.38	2.98	2.00	1.86	1.90	1.79	1.37	0.53			0.24	0.26	0.14		0.20	
1.04	2.62	4.40	5.27	5.63	4.93	4.26	3.69	3.02	2.46	1.44	0.98					0.12	0.24	0.75	
1.78	3.00	3.80	4.16	3.82	2.82	1.79	2.26	3.01	2.58	1.97	0.83			0.11	0.23			0.70	
1.89	2.85	3.94	4.61	4.71	4.42	4.09	4.00	3.53	2.98	1.48	0.67	0.23					0.41	1.19	
2.23	3.15	3.75	3.76	3.21	2.20	1.18	2.52	3.56	3.51	2.70	1.35			0.11	0.26	0.26	0.69	1.02	
2.42	3.05	3.55	3.61	3.30	3.20	3.49	3.86	3.50	2.75	1.50	0.69					0.19	0.98	1.52	
2.57	3.13	3.20	2.95	1.87	1.04	0.23	3.00	4.26	4.16	3.38	1.97				0.24	0.82	3.38	1.21	
2.85	3.14	3.12	2.80	1.66	1.09	1.14	3.65	3.07	2.44	1.98	1.15				0.15	0.98	1.97	1.71	
	4.96	2.62	2.10	0.77	0.89	1.43	3.38	4.33	4.28	3.79	2.60	0.25			0.41	1.17	4.61	1.16	
	2.96	2.75	2.15	0.68	0.97	0.29	1.76	1.95	3.15	3.32	2.75	1.25			0.48	1.10	1.74	1.45	
							4.22	3.19	3.16	3.36	2.70	0.19			0.16	0.52	0.57		
							3.46	1.96	1.72	2.47	2.47	0.83			0.25	0.52	0.53		
							1.66	2.05	2.09	2.07	1.73	0.53			0.30	0.45	0.39		
							1.65	1.66	1.16	1.21	1.42	1.04			0.41	0.44	0.33		
							1.46	1.60	1.33	1.42	1.39	1.03	0.36	0.25	0.35	0.32			
							1.56	1.48	0.98	1.07	1.43	1.20	0.48	0.41	0.40	0.30			

max as-1: 8.64 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 6.99 [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

2

1

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 4 (x= 6368.799-7501.359 / y= -6055.578--4586.578)
 Maßstab 1 : 65

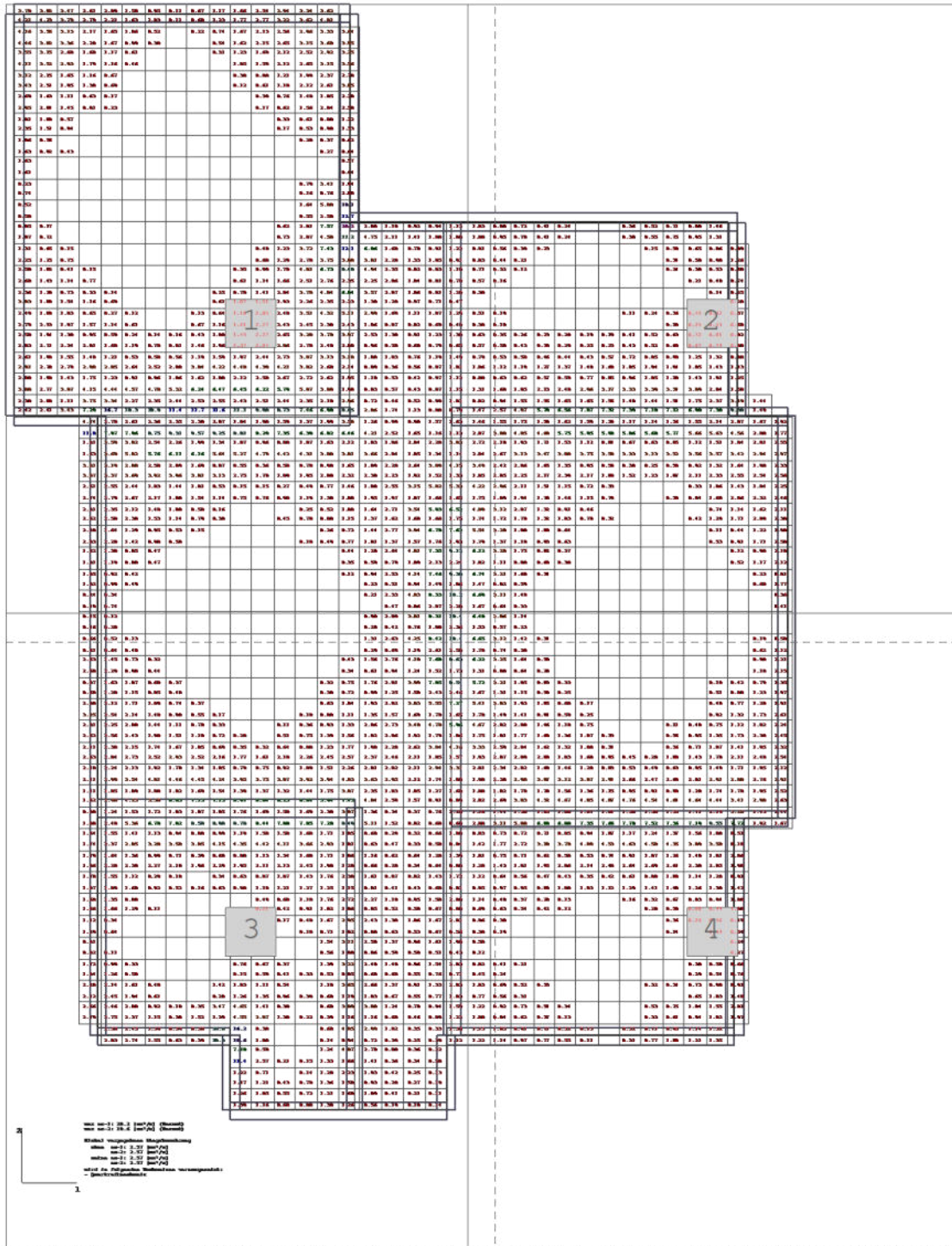
		0.84	1.86	3.11	3.60	3.96	4.19	4.29	4.25	4.09	3.81	2.96	2.21	0.81
	0.37	1.54	2.12	2.97	3.31	3.53	3.64	3.64	3.54	3.28	2.93	2.07	1.45	0.59
	0.20	1.13	2.13	3.29	3.71	4.10	4.16	4.27	4.31	4.25	4.00	3.53	2.92	1.15
	0.98	1.86	2.42	3.18	3.45	3.64	3.63	3.66	3.65	3.49	3.18	2.75	2.22	0.97
	0.27	1.39	2.51	3.37	3.69	3.84	3.94	4.14	4.25	4.25	4.11	3.69	3.16	2.23
0.30	1.34	2.16	2.85	3.31	3.49	3.55	3.56	3.60	3.64	3.57	3.38	3.03	2.67	2.87
0.11	0.47	1.87	2.62	3.12	3.57	3.70	3.73	3.91	4.11	4.18	4.12	3.76	3.24	2.14
0.56	1.58	2.57	2.97	3.23	3.43	3.49	3.41	3.45	3.58	3.59	3.49	3.18	2.82	3.29
0.22	0.78	2.06	2.67	3.01	3.32	3.30	3.15	3.19	3.78	3.92	3.94	3.78	3.42	2.44
1.08	1.80	2.65	2.95	3.09	3.19	3.05	2.82	2.79	3.31	3.40	3.38	3.23	2.91	2.33
0.62	1.24	2.13	2.57	2.80	2.99	2.89	2.69	2.69	3.37	3.60	3.74	3.72	3.48	2.63
1.33	1.92	2.56	2.75	2.89	2.88	2.57	2.28	2.23	2.89	3.09	3.20	3.18	3.00	2.62
0.90	1.39	2.07	2.34	2.43	2.37	2.22	1.99	1.99	2.36	2.71	3.28	3.38	3.27	2.67
1.42	1.81	2.26	2.26	2.13	1.91	1.62	1.28	1.21	1.62	2.03	2.69	2.83	2.81	2.66
1.03	1.38	1.86	1.98	1.96	1.83	1.62	1.36	1.31	1.67	2.02	2.77	3.07	3.06	2.63
1.35	1.58	1.76	1.58	1.34	1.02	0.66	0.29	0.26	0.58	1.04	2.02	2.36	2.51	2.52
0.93	1.20	1.29	1.26	1.14	0.83	0.17			0.39	0.82	1.34	2.03	2.60	2.56
1.03	1.03	0.85	0.55	0.23	0.17					0.16	0.46	1.25	2.31	3.00
0.71	0.80	0.67	0.34								0.67	1.87	1.96	1.68
0.52	0.27	0.13									0.13	0.61	1.75	2.08
0.77	0.76	0.62	0.26							0.18	0.70	0.42		
0.60	0.32	0.12									0.57	1.34		
0.91	1.06	1.16	1.01	0.83	0.64	0.45	0.41	0.68	0.83	1.06	1.48	1.92		
0.92	1.04	1.06	0.89	0.73	0.54	0.35		0.33	0.56	1.05	2.06	2.45		
0.90	1.26	1.32	1.27	1.17	1.03	0.87	0.97	1.09	1.21	1.30	1.36	1.00		
1.06	1.40	1.50	1.54	1.53	1.44	1.30	1.39	1.46	1.50	1.49	1.40	0.80		
0.79	1.24	1.39	1.42	1.38	1.29	1.10	1.19	1.28	1.36	1.40	1.34	1.01		
1.09	1.55	1.78	1.95	2.06	2.09	1.92	1.96	1.93	1.85	1.70	1.49	1.10		
0.37	1.13	1.34	1.44	1.42	1.39	1.29	1.30	1.34	1.40	1.35	1.20	0.52		
0.88	1.55	1.94	2.20	2.41	2.50	2.39	2.27	2.23	2.03	1.69	1.36	0.55		
0.20	0.89	1.24	1.39	1.40	1.39	1.34	1.36	1.46	1.34	1.20	1.00	0.27		
0.75	1.44	1.92	2.21	2.47	2.54	2.55	2.51	2.36	2.02	1.64	1.14	0.28		
0.70	1.09	1.38	1.39	1.37	1.30	1.33	1.36	1.48	1.51	1.45	1.21	0.68		
1.19	1.68	2.14	2.30	2.44	2.47	2.53	2.51	2.44	2.22	1.86	1.38	0.72		
1.02	1.26	1.38	1.39	1.33	1.12	1.13	1.26	1.47	1.56	1.62	1.54	0.93		
1.52	1.86	2.12	2.23	2.31	2.24	2.27	2.35	2.38	2.22	2.10	1.63	0.78		
1.21	1.33	1.35	1.14	0.98	0.81	0.80	0.99	1.18	1.50	1.59	1.77	2.04		
1.71	1.90	2.01	1.81	1.71	1.56	1.57	1.74	1.85	2.12	2.04	2.69	2.65		
1.16	1.20	1.14	0.83	0.63	0.43	0.41	0.62	0.83	1.21	1.34	1.35			
1.45	1.47	1.41	1.13	0.95	0.75	0.73	0.95	1.14	1.47	1.62	1.78			

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

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

4 Abschnitte

Maßstab 1 : 150



Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Abschnitt 1 (x= 5301.239-6433.799 / y= -4651.578--3182.578)
Maßstab 1 : 65

3.78	3.82	3.47	2.61	2.09	1.50	0.95	0.11	0.67	1.17	1.66	2.54	2.94	3.34	3.62	
4.21	4.23	3.79	2.79	2.21	1.63	1.03	0.11	0.68	1.23	1.77	2.77	3.22	3.62	4.01	
4.16	3.56	3.13	2.17	1.65	1.06	0.52		0.22	0.74	1.67	2.13	2.56	2.96	3.33	3.64
4.46	3.82	3.36	2.28	1.67	0.99	0.38			0.54	1.62	2.15	2.65	3.15	3.60	3.95
3.55	3.15	2.68	1.68	1.17	0.61				0.31	1.23	1.69	2.12	2.52	2.92	3.25
4.11	3.52	2.93	1.79	1.16	0.46					1.05	1.59	2.12	2.65	3.15	3.56
3.12	2.15	1.65	1.16	0.67						0.38	0.80	1.21	1.99	2.37	2.78
3.43	2.51	1.95	1.30	0.69						0.12	0.61	1.10	2.12	2.61	3.05
2.69	1.63	1.11	0.63	0.17							0.39	0.76	1.48	1.85	2.28
2.95	2.01	1.45	0.81	0.23							0.17	0.62	1.56	2.04	2.50
1.81	1.09	0.57										0.33	0.61	0.88	1.22
2.35	1.51	0.94										0.17	0.53	0.90	1.33
1.06	0.56												0.20	0.37	0.62
1.63	0.92	0.43												0.27	0.64
1.63															0.57
1.61															0.44
0.23													0.79	3.41	1.94
0.74													0.16	0.76	2.08
0.52													1.64	5.08	18.1
0.50													0.55	2.50	12.7
0.85	0.17											0.62	2.81	7.57	28.2
1.07	0.72											0.73	2.07	4.50	11.2
1.31	0.65	0.15									0.48	1.23	3.72	7.43	12.1
2.25	1.25	0.75									0.68	1.29	2.70	3.75	3.00
2.58	1.02	0.41	0.15							0.35	0.99	1.70	4.01	6.73	8.48
2.60	1.43	1.14	0.77							0.61	1.14	1.66	2.51	2.76	2.35
2.36	1.20	0.73	0.33	0.14					0.25	0.78	1.41	2.04	3.70	4.84	6.04
3.03	1.88	1.54	1.16	0.69					0.61	1.07	1.51	1.93	2.26	2.35	2.23
2.49	1.80	1.03	0.65	0.27	0.12			0.13	0.64	1.16	2.05	2.48	3.51	4.32	5.11
2.79	2.53	1.97	1.57	1.14	0.61			0.67	1.16	1.61	2.27	2.43	2.45	2.38	2.43
2.58	1.94	1.30	0.95	0.59	0.24	0.14	0.16	0.43	1.00	1.49	2.27	2.65	3.28	3.70	3.97
2.83	2.71	2.34	2.01	1.60	1.19	0.70	0.81	1.46	1.96	2.37	2.84	2.86	2.70	2.40	2.08
2.61	1.99	1.55	1.40	1.21	0.53	0.50	0.56	1.19	1.59	1.97	2.44	2.73	3.07	3.13	3.18
2.91	2.78	2.79	2.90	2.85	2.64	2.52	2.80	3.84	4.22	4.40	4.39	4.21	3.82	2.68	2.14
2.80	1.99	1.43	1.75	1.23	0.91	0.96	1.06	1.62	1.88	2.12	2.50	2.67	2.72	2.62	1.95
3.08	2.77	3.07	4.15	4.44	4.57	4.78	5.32	6.24	6.47	6.45	6.22	5.79	5.07	3.00	1.90
2.38	2.08	1.11	3.75	3.34	2.27	2.35	2.44	2.53	2.55	2.43	2.51	2.44	2.35	2.10	2.96
2.42	2.41	3.43	7.29	16.7	10.3	10.9	11.4	11.7	11.6	11.1	9.90	8.73	7.46	6.98	8.65
	4.74	4.70	2.61	2.36	2.35	2.30	2.07	1.84	1.98	1.59	1.37	1.99	3.50	1.26	0.99
	11.8	7.97	7.96	8.75	9.31	9.57	9.25	8.81	8.29	7.35	6.39	6.02	6.46	4.21	2.52
	1.81	3.59	3.02	2.54	2.26	1.99	1.34	1.07	0.96	0.88	1.07	1.63	2.12	1.83	1.86
	1.53	3.69	5.02	5.76	6.11	6.16	5.64	5.27	4.79	4.42	4.31	3.88	3.81	3.66	2.84
	3.01	3.19	2.88	2.50	2.09	1.69	0.87	0.55	0.36	0.50	0.70	0.98	1.65	1.89	2.28
	3.07	3.37	3.69	3.92	3.96	3.81	3.13	2.75	1.78	1.89	1.95	2.00	2.32	2.38	2.23
	2.51	2.55	2.44	1.83	1.44	1.01	0.53	0.15	0.15	0.27	0.49	0.77	1.46	1.88	2.55
	2.74	2.79	2.67	2.17	1.88	1.54	1.14	0.75	0.76	0.98	1.19	1.38	1.80	1.95	1.97
	2.31	2.35	2.12	1.40	1.00	0.58	0.16				0.25	0.52	1.00	1.64	2.71
	2.52	2.58	2.30	1.53	1.14	0.79	0.38				0.45	0.70	0.88	1.15	1.37
	2.20	1.64	1.29	0.95	0.53	0.15						0.26	0.72	1.44	2.77
	2.83	2.20	1.42	0.98	0.50										
	1.52	1.30	0.85	0.47										0.44	1.20
	1.31	1.19	0.88	0.47										0.35	0.59
	1.05	0.92	0.42											0.12	0.94
	1.32	0.99	0.49											0.23	0.51
	0.24	0.34												0.21	2.33
	0.49	0.74													0.47
	0.15	0.12													0.98
	0.16	0.20													0.20
	0.56	0.52	0.13												1.31
															2.63
															4.75
															8.42
															10.4
															6.65

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 2 (x= 6368.799-7501.359 / y= -4651.578--3182.578)
 Maßstab 1 : 65

1.03	0.88	0.72	0.41	0.24			0.36	0.52	0.71	0.88	1.46		
1.08	0.95	0.78	0.41	0.24			0.38	0.55	0.75	0.95	1.31		
0.91	0.56	0.39	0.23					0.15	0.50	0.65	0.86	0.89	
0.83	0.44	0.21							0.31	0.58	0.90	1.26	
0.71	0.32	0.12							0.24	0.38	0.53	0.68	
0.57	0.16									0.21	0.48	0.74	
0.30											0.14	0.25	
												0.28	
0.51	0.19						0.11	0.24	0.36	0.45	0.52	0.57	
0.30	0.18								0.10	0.25	0.43	0.60	
0.63	0.35	0.26	0.23	0.20	0.19	0.19	0.41	0.52	0.63	0.72	0.81	0.82	
0.57	0.50	0.43	0.38	0.29	0.25	0.23	0.43	0.52	0.60	0.67	0.79	0.88	
0.79	0.53	0.50	0.46	0.44	0.43	0.57	0.72	0.85	0.98	1.25	1.32	0.98	
1.06	1.12	1.19	1.27	1.37	1.48	1.69	1.85	1.94	1.94	1.85	1.43	1.13	
0.80	0.63	0.62	0.57	0.59	0.77	0.85	0.96	1.05	1.18	1.43	1.91	1.25	
1.31	1.60	1.85	2.13	2.40	2.96	3.17	3.33	3.39	3.31	3.09	2.04	1.58	
0.82	0.94	1.55	1.55	1.65	1.65	1.56	1.48	1.44	1.54	1.75	2.37	3.49	1.44
1.47	2.57	4.97	5.79	6.56	7.07	7.32	7.39	7.18	7.12	6.98	7.38	9.38	1.49
1.46	1.55	1.75	1.59	1.62	1.59	1.29	1.17	1.14	1.36	1.55	2.14	2.07	1.67
2.07	3.08	4.05	4.69	5.75	5.95	5.99	5.86	5.68	5.77	5.66	5.63	4.56	2.80
2.72	2.10	1.93	1.71	1.53	1.12	0.81	0.67	0.63	0.85	1.12	1.51	1.84	2.01
2.04	2.67	3.13	3.47	3.80	3.75	3.59	3.33	3.13	3.52	3.56	3.57	3.42	2.94
3.49	2.42	2.06	1.65	1.35	0.95	0.59	0.30	0.25	0.58	0.92	1.32	1.64	1.98
1.85	2.05	2.25	2.17	2.39	2.17	1.88	1.52	1.23	1.87	2.11	2.33	2.55	2.54
4.22	2.96	2.11	1.51	1.15	0.72	0.33				0.33	1.06	1.43	1.84
1.75	1.89	1.94	1.70	1.46	1.15	0.79			0.38	0.84	1.68	2.06	2.32
4.89	3.12	2.07	1.32	0.91	0.46						0.74	1.14	1.62
1.74	1.72	1.70	1.32	1.03	0.70	0.32				0.42	1.29	1.71	2.09
5.54	3.20	1.88	1.08	0.64							0.11	0.44	1.22
1.79	1.37	1.18	0.93	0.63							0.53	0.91	1.71
6.12	3.20	1.75	0.82	0.37								0.12	0.98
1.82	1.11	0.88	0.60	0.30								0.52	1.17
6.74	3.21	1.60	0.31										0.23
1.47	0.82	0.59											0.68
6.69	3.11	1.40											0.36
1.67	0.64	0.33											0.43
6.48	2.86	1.14											
1.53	0.57	0.23											
6.65	3.12	1.42	0.31										0.19

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 3 (x= 5301.239-6433.799 / y= -6055.578--4586.578)
 Maßstab 1 : 65

0.15	0.12																0.98	2.09	3.81	8.31	10.4	6.48
0.16	0.20																0.20	0.42	0.76	1.80	2.36	1.53
0.56	0.52	0.13															1.31	2.63	4.25	8.42	10.4	6.65
0.61	0.64	0.40															0.29	0.69	1.19	2.61	2.58	1.70
2.63	1.45	0.73	0.32										0.43	1.56	2.76	4.18	7.60	8.63	6.22			
2.50	2.29	0.98	0.44										0.34	0.61	0.94	1.24	1.52	1.73	1.31			
0.87	1.63	1.07	0.68	0.37								0.32	0.75	1.76	2.81	3.99	7.05	8.54	5.72			
0.60	1.28	1.15	0.85	0.48								0.38	0.72	0.99	1.25	1.50	2.43	2.46	1.67			
2.38	2.12	1.71	1.09	0.74	0.37							0.63	1.04	1.93	2.82	3.83	5.55	7.27	5.41			
3.25	2.54	2.14	1.40	0.98	0.55	0.17					0.18	0.80	1.11	1.35	1.57	1.69	1.78	1.65	1.78			
2.31	2.25	2.00	1.44	1.11	0.70	0.33			0.11	0.36	0.93	1.33	2.06	2.73	3.48	4.78	3.96	4.67				
2.52	2.56	2.43	1.90	1.51	1.10	0.72	0.28		0.51	0.75	1.39	1.56	1.82	2.06	1.92	1.79	1.86	1.75				
2.41	2.30	2.15	1.74	1.67	1.05	0.69	0.35	0.32	0.64	0.88	1.23	1.77	1.98	2.28	2.62	3.84	4.16	3.33				
2.63	2.84	2.73	2.52	2.93	2.52	2.16	1.77	1.61	2.10	2.26	2.45	2.57	2.37	2.46	2.11	1.85	1.57	1.93				
2.18	2.24	2.13	1.92	1.78	1.34	1.05	0.79	0.75	0.92	1.09	1.51	2.26	2.01	2.02	2.11	2.94	3.31	2.81				
2.41	2.99	3.54	4.01	4.46	4.45	4.24	3.95	3.75	3.87	3.92	3.94	4.03	3.63	2.95	2.12	1.74	1.80	1.98				
1.41	1.85	1.89	1.80	1.82	1.69	1.54	1.39	1.37	1.32	1.44	1.75	3.87	2.35	1.03	1.05	1.27	1.60	1.80				
1.52	1.96	4.25	5.38	6.85	7.13	7.15	6.97	6.84	6.23	6.04	5.94	7.43	4.84	2.59	1.57	0.91	0.89	2.02				
0.90	1.24	1.53	1.72	1.83	1.87	1.85	1.76	1.69	1.58	1.69	2.30	3.07	1.36	0.34	0.37	0.76	1.20	1.18				
1.00	2.40	5.36	6.78	7.82	8.50	8.90	8.78	8.44	7.88	7.05	7.20	8.45	5.11	1.52	0.82	0.60	0.68	2.08				
1.54	1.55	1.41	1.13	0.94	0.80	0.99	1.19	1.50	1.58	1.68	1.71	1.03	0.68	0.29	0.32	0.66	1.08	0.83				
1.74	2.37	2.85	3.20	3.58	3.85	4.15	4.35	4.42	4.11	3.66	2.93	1.03	0.63	0.47	0.33	0.50	0.84	1.42				
1.79	1.64	1.36	0.99	0.71	0.39	0.60	0.88	1.13	1.34	1.68	1.71	1.86	1.16	0.62	0.64	1.20	1.39	1.01				
1.96	2.20	2.30	2.27	2.18	1.96	2.29	1.95	2.11	2.13	2.45	1.98	1.20	0.66	0.28	0.34	0.64	0.88	1.20				
1.70	1.55	1.12	0.29	0.10		0.34	0.63	0.87	1.07	1.43	1.76	2.38	1.61	0.87	0.82	1.43	1.72	1.12				
1.87	1.89	1.68	0.92	0.52	0.16	0.63	0.90	1.10	1.21	1.27	1.25	1.13	0.81	0.41	0.43	0.68	0.81	0.95				
1.50	1.35	0.80						0.49	0.68	1.18	1.76	2.72	2.27	1.10	0.95	1.58	2.08	1.14				
1.66	1.66	1.29	0.11					0.21	0.42	0.91	1.02	1.06	0.85	0.52	0.50	0.67	0.80	0.69				
1.12	0.34									0.17	0.48	1.67	2.93	2.43	1.30	1.06	1.67	2.01	0.96			
1.29	0.64										0.18	0.71	1.02	0.88	0.63	0.53	0.67	0.56	0.30			
0.91													1.54	3.11	2.50	1.37	0.96	1.61	1.90	0.58		
0.92	0.11												0.56	1.00	0.86	0.59	0.50	0.51	0.43	0.12		
1.72	0.99	0.33					0.76	0.67	0.37		1.39	3.22	2.40	1.40	0.96	1.54	2.03	0.82				
1.94	1.26	0.50					0.15	0.59	0.41	0.33	0.53	0.85	0.68	0.60	0.55	0.76	0.71	0.45				
2.20	2.14	1.61	0.40			1.42	1.83	1.11	0.54		1.10	3.63	2.66	1.37	0.91	1.33	2.03	1.03				
2.42	2.45	1.94	0.61			0.28	1.26	1.35	0.96	0.39	0.60	1.19	1.03	0.67	0.55	0.77	1.03	0.77				
2.56	2.46	2.08	0.92	0.18	0.35	3.47	4.65	1.41	0.38		0.68	3.89	3.08	1.24	0.78	0.94	1.59	1.22				
2.79	2.75	2.37	1.15	0.30	1.52	1.39	4.55	2.87	1.30	0.22	0.39	1.16	1.16	0.60	0.46	0.89	1.22	1.08				
	4.56	2.45	1.39	0.59	0.30	10.6	16.2	0.38				0.60	4.03	2.99	1.02	0.35	0.33	1.36	1.15			
	2.83	2.74	1.55	0.63	0.39	10.3	18.6	1.88				0.14	0.94	0.72	0.39	0.25	0.59	1.12	1.22			
							7.10	0.59			1.24	4.07	2.78	0.88	0.36	0.22						
							11.4	2.57	0.21	0.15	1.33	1.66	1.41	0.36	0.34	0.50						
							1.22	0.71		0.14	1.28	2.23	1.93	0.42	0.25	0.13						
							1.17	1.21	0.43	0.70	1.36	1.58	0.93	0.28	0.27	0.19						
							1.26	1.05	0.55	0.72	1.21	1.60	1.09	0.41	0.21	0.11						
							1.39	1.16	0.60	0.80	1.30	1.24	0.56	0.19	0.18	0.14						

max as-1: 28.2 [cm²/m] (Gesamt)
 max as-2: 18.6 [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

2
1

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
 Abschnitt 4 (x= 6368.799-7501.359 / y= -6055.578--4586.578)
 Maßstab 1 : 65

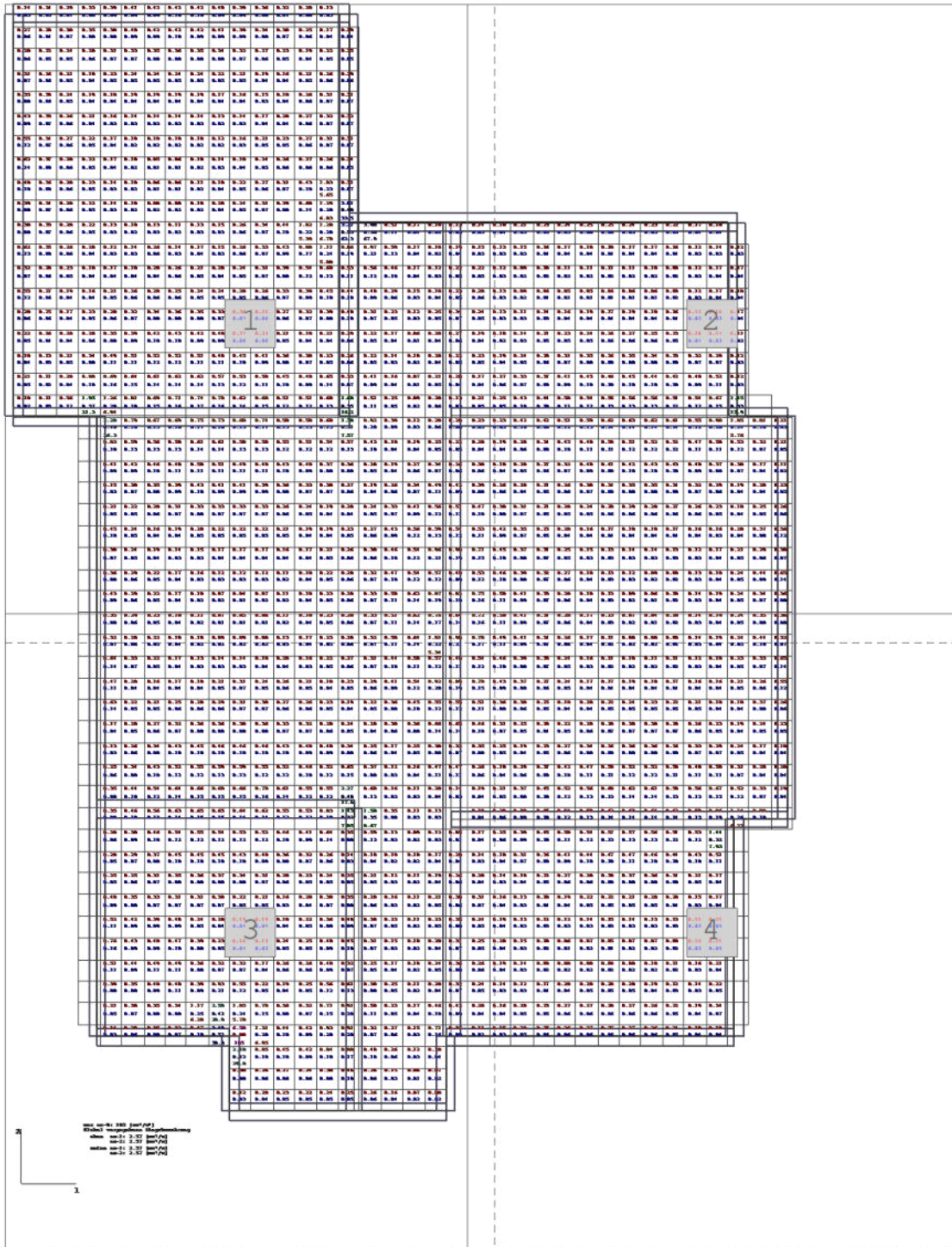
6.48	2.86	1.14															
1.53	0.57	0.23															
6.65	3.12	1.42	0.31											0.19	0.50		
1.70	0.74	0.38												0.62	1.12		
6.22	3.25	1.64	0.58											0.98	2.23		
1.31	0.88	0.64	0.29											1.18	2.19		
5.72	3.21	1.85	0.83	0.33									0.10	0.42	0.79	1.35	
1.67	1.31	1.15	0.59	0.25									0.51	0.88	1.23	1.97	
5.41	3.03	1.93	1.05	0.60	0.17								0.40	0.77	1.20	1.93	
1.78	1.49	1.41	0.91	0.59	0.25								0.92	1.32	1.73	2.63	
4.67	2.82	2.00	1.46	1.10	0.75					0.11	0.40	0.75	1.12	1.82	2.24		
1.75	1.81	1.77	1.60	1.36	1.07	0.33				0.56	0.95	1.35	1.73	2.30	2.49		
3.33	2.59	2.04	1.62	1.32	1.00	0.31				0.36	0.71	1.07	1.41	1.95	2.32		
1.93	2.07	2.09	2.00	1.83	1.60	0.95	0.45	0.28	1.08	1.43	1.78	2.11	2.48	2.54			
2.81	2.34	2.02	1.69	1.46	1.20	0.83	0.53	0.49	0.63	0.95	1.49	1.71	1.95	2.12			
1.98	2.30	2.90	3.07	3.12	3.07	2.91	2.66	2.47	2.69	2.81	2.91	2.88	2.76	2.93			
1.80	1.82	1.78	1.70	1.56	1.36	1.15	0.95	0.91	0.98	1.20	1.74	1.78	1.95	2.52			
2.02	2.69	3.83	4.32	4.67	4.85	4.87	4.76	4.54	4.64	4.64	4.44	3.41	2.90	2.63			
1.18	1.44	1.58	1.65	1.66	1.67	1.61	1.56	1.50	1.53	1.71	2.19	3.26	1.43	1.44			
2.08	3.11	5.00	6.00	6.80	7.35	7.66	7.78	7.52	7.36	7.19	9.55	7.72	1.92	1.67			
0.83	0.73	0.72	0.71	0.85	0.94	1.07	1.17	1.24	1.37	1.56	1.88	0.51					
1.42	1.77	2.72	3.18	3.70	4.09	4.53	4.63	4.58	4.35	3.89	3.50	0.10					
1.01	0.75	0.71	0.62	0.58	0.53	0.74	0.91	1.07	1.26	1.48	1.81	2.06					
1.20	1.43	1.81	1.95	2.06	2.14	2.48	2.64	2.69	2.61	2.38	2.05	1.98					
1.12	0.64	0.56	0.47	0.43	0.35	0.42	0.61	0.80	1.00	1.14	1.20	0.91					
0.95	0.97	0.95	0.88	1.08	1.03	1.12	1.29	1.41	1.48	1.26	1.38	1.42					
1.14	0.48	0.37	0.29	0.13			0.16	0.32	0.67	0.83	0.94	1.00					
0.69	0.63	0.54	0.42	0.12				0.20	0.58	0.80	0.99	1.08					
0.96	0.30								0.36	0.26	0.56	0.49					
0.30	0.19								0.14		0.59	0.54					
0.58												0.24					
0.12												0.27					
0.82	0.41	0.21								0.38	0.50	0.66					
0.45	0.24									0.29	0.54	0.76					
1.03	0.69	0.52	0.33						0.32	0.34	0.73	0.90	0.91				
0.77	0.56	0.31								0.65	1.03	1.40					
1.22	0.92	0.73	0.54	0.34					0.53	0.75	1.04	1.55	2.01				
1.08	0.84	0.62	0.37	0.13					0.33	0.61	0.94	1.82	1.97				
1.15	1.05	0.91	0.71	0.52	0.13				0.32	0.71	0.95	1.14	1.32				
1.22	1.14	0.97	0.77	0.55	0.11				0.31	0.77	1.00	1.21	1.35				

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd.c, VEd / VRd.max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

4 Abschnitte

Maßstab 1 : 150



Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd.c. VEd / VRd.max. Schub-Bewehrung [cm²/m²]
Abschnitt 1 (x= 5301.239-6433.799 / y= -4651.578--3182.578)
Maßstab 1 : 65

0.14	0.24	0.29	0.33	0.39	0.41	0.42	0.42	0.42	0.40	0.39	0.36	0.32	0.28	0.13	
0.03	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.03	
0.27	0.20	0.30	0.35	0.38	0.40	0.42	0.42	0.42	0.41	0.39	0.34	0.30	0.25	0.17	0.19
0.06	0.04	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.04	0.04
0.28	0.22	0.24	0.28	0.31	0.33	0.35	0.36	0.35	0.34	0.32	0.27	0.23	0.19	0.22	0.25
0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05
0.31	0.26	0.21	0.18	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.22	0.21	0.19	0.16	0.21	0.26	0.29
0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
0.35	0.30	0.24	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.17	0.16	0.15	0.18	0.26	0.31	0.31
0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.06	0.07	0.07
0.43	0.33	0.28	0.21	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.17	0.20	0.27	0.32	0.32
0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.07
0.55	0.34	0.27	0.22	0.17	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12	0.16	0.21	0.23	0.27	0.31	0.31
0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
0.62	0.37	0.28	0.22	0.17	0.10	0.05	0.06	0.10	0.14	0.18	0.24	0.26	0.27	0.26	0.24
0.14	0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
0.48	0.36	0.28	0.23	0.14	0.10	0.06	0.06	0.11	0.18	0.22	0.27	0.31	0.43	1.03	0.31
0.10	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.23	0.07
0.39	0.34	0.28	0.22	0.14	0.10	0.08	0.08	0.10	0.20	0.24	0.31	0.39	0.60	1.29	3.01
0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.14	0.28	0.48
														6.83	33.5
0.38	0.33	0.28	0.22	0.13	0.10	0.13	0.11	0.13	0.15	0.26	0.34	0.44	1.02	1.28	3.21
0.08	0.07	0.06	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.06	0.07	0.10	0.22	0.28	0.53
													5.39	6.78	62.3
0.62	0.35	0.26	0.20	0.12	0.14	0.26	0.14	0.17	0.15	0.26	0.33	0.43	0.80	1.11	0.56
0.13	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.06	0.03	0.04	0.03	0.06	0.07	0.09	0.17	0.24	0.19
													5.88		
0.32	0.28	0.23	0.18	0.17	0.18	0.20	0.26	0.21	0.20	0.24	0.31	0.39	0.54	0.60	0.53
0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.07	0.08	0.12	0.13	0.11
													0.12	0.13	0.12
0.55	0.27	0.19	0.16	0.21	0.26	0.28	0.25	0.24	0.24	0.20	0.26	0.33	0.39	0.45	0.44
0.12	0.06	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.10
													0.09	0.09	0.09
0.28	0.25	0.17	0.23	0.28	0.32	0.34	0.36	0.35	0.33	0.30	0.26	0.27	0.32	0.39	0.48
0.06	0.06	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10
													0.07	0.07	0.07
0.22	0.16	0.20	0.28	0.35	0.39	0.42	0.43	0.42	0.40	0.37	0.33	0.21	0.18	0.21	0.29
0.05	0.04	0.04	0.06	0.08	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.05	0.04	0.04	0.06
													0.04	0.04	0.05
0.18	0.13	0.21	0.34	0.49	0.51	0.52	0.52	0.51	0.48	0.45	0.41	0.36	0.30	0.23	0.26
0.04	0.03	0.05	0.08	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.05	0.06
													0.07	0.05	0.05
0.21	0.11	0.20	0.80	0.69	0.64	0.61	0.62	0.57	0.53	0.50	0.45	0.40	0.65	0.93	0.41
0.05	0.02	0.04	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.14	0.07
													0.09	0.09	0.09
0.10	0.11	0.56	1.95	1.26	0.81	0.69	0.71	0.74	0.70	0.62	0.68	0.51	0.51	0.60	1.60
0.02	0.03	0.12	0.37	0.28	0.18	0.15	0.16	0.17	0.16	0.14	0.15	0.12	0.12	0.13	0.35
			21.3	6.94											16.2
			1.28	0.79	0.67	0.69	0.75	0.73	0.68	0.74	0.58	0.58	0.60	1.38	0.92
			0.40	0.18	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15	0.17	0.13	0.13	0.31	0.20	0.09
			16.3										7.57		
			0.83	0.59	0.56	0.58	0.61	0.61	0.58	0.58	0.55	0.51	0.54	0.57	0.43
			0.18	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.10
													0.04	0.04	0.05
			0.41	0.42	0.46	0.48	0.50	0.51	0.49	0.48	0.43	0.40	0.37	0.36	0.20
			0.09	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.05
													0.09	0.08	0.05
			0.15	0.30	0.35	0.39	0.43	0.41	0.41	0.39	0.36	0.33	0.30	0.27	0.19
			0.03	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.04
													0.06	0.06	0.06
			0.21	0.22	0.28	0.31	0.33	0.33	0.33	0.33	0.26	0.24	0.19	0.20	0.24
			0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05
													0.07	0.09	0.12
													0.04	0.05	0.07
			0.45	0.24	0.16	0.19	0.20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.19	0.19	0.23
			0.10	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05
													0.06	0.06	0.06
			0.30	0.24	0.19	0.14	0.15	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.21	0.26
			0.07	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06
													0.06	0.06	0.06
			0.36	0.29	0.22	0.17	0.16	0.12	0.12	0.12	0.11	0.18	0.22	0.28	0.32
			0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07
													0.10	0.12	0.12
													0.12	0.12	0.12
			0.43	0.29	0.22	0.17	0.10	0.07	0.04	0.07	0.11	0.18	0.23	0.28	0.33
			0.09	0.06	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07
													0.11	0.14	0.19
													0.06	0.07	0.11
			0.35	0.29	0.23	0.18	0.11	0.07	0.05	0.06	0.11	0.18	0.23	0.28	0.33
			0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07
													0.11	0.14	0.17
													0.50	0.64	1.01
			0.32	0.28	0.22	0.18	0.10	0.09	0.09	0.08	0.13	0.17	0.23	0.28	0.32

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd.c, VEd / VRd.max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]
Abschnitt 2 (x= 6368.799-7501.359 / y= -4651.578--3182.578)
Maßstab 1 : 65

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - $V_{Ed} / V_{Rd,c}$ $V_{Ed} / V_{Rd,max}$ Schub-Bewehrung [cm^2/m^2]
 Abschnitt 3 ($x = 5301.239-6433.799 / y = -6055.578-4586.578$)
 Maßstab 1 : 65

		0.35	0.29	0.23	0.18	0.11	0.07	0.05	0.06	0.11	0.18	0.23	0.28	0.33	0.51	0.62	0.76	0.64	0.72
		0.08	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.11	0.14	0.17	0.14	0.16
		0.32	0.28	0.22	0.18	0.10	0.09	0.09	0.08	0.13	0.17	0.23	0.28	0.32	0.50	0.64	1.01	0.98	0.78
		0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.11	0.14	0.22	0.21	0.17
		0.64	0.33	0.22	0.17	0.13	0.14	0.14	0.18	0.20	0.16	0.22	0.27	0.31	0.44	0.50	0.57	0.48	0.54
		0.14	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06	0.07	0.10	0.11	0.12	0.11	0.12
		0.47	0.20	0.16	0.17	0.18	0.21	0.31	0.24	0.26	0.21	0.18	0.23	0.29	0.41	0.54	0.92	0.89	0.70
		0.11	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.09	0.12	0.20	0.19	0.15
		0.63	0.22	0.21	0.25	0.28	0.29	0.31	0.30	0.27	0.26	0.23	0.19	0.22	0.36	0.45	0.55	0.55	0.51
		0.14	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.05	0.08	0.10	0.12	0.12	0.11
		0.17	0.20	0.27	0.32	0.36	0.36	0.38	0.36	0.33	0.32	0.28	0.24	0.20	0.30	0.36	0.66	0.65	0.46
		0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.06	0.08	0.14	0.14	0.10
		0.13	0.26	0.34	0.43	0.45	0.46	0.46	0.46	0.43	0.40	0.40	0.34	0.25	0.17	0.25	0.38	0.32	0.35
		0.03	0.06	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.06	0.04	0.05	0.08	0.07	0.08
		0.25	0.34	0.43	0.52	0.55	0.59	0.59	0.55	0.52	0.46	0.52	0.65	0.37	0.12	0.16	0.47	0.47	0.26
		0.06	0.08	0.10	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10	0.12	0.15	0.08	0.03	0.04	0.11	0.11	0.06
		0.35	0.44	0.54	0.64	0.66	0.68	0.66	0.70	0.61	0.55	0.55	2.27	0.60	0.16	0.11	0.20	0.14	0.19
		0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.14	0.12	0.12	0.40	0.13	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
													17.8						
		0.35	0.46	0.56	0.63	0.65	0.65	0.64	0.62	0.55	0.53	0.83	1.41	1.58	0.35	0.11	0.13		0.19
		0.08	0.10	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12	0.12	0.19	0.32	0.35	0.08	0.03	0.03		0.04
													7.85	8.67					
		0.28	0.38	0.46	0.54	0.55	0.54	0.53	0.52	0.46	0.41	0.64	0.35	0.59	0.13	0.09	0.12	0.05	0.17
		0.06	0.09	0.10	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.10	0.09	0.14	0.08	0.13	0.03	0.02	0.03	0.01	0.04
		0.20	0.29	0.37	0.45	0.45	0.45	0.43	0.40	0.36	0.32	0.26	0.14	0.18	0.10	0.10	0.17	0.20	0.14
		0.05	0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.03	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03
		0.25	0.25	0.31	0.35	0.36	0.37	0.34	0.31	0.28	0.23	0.24	0.23	0.21	0.12	0.11	0.19	0.28	0.20
		0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.03	0.05	0.03	0.02	0.04	0.06	0.04
		0.40	0.35	0.33	0.31	0.31	0.30	0.22	0.21	0.16	0.20	0.30	0.33	0.28	0.16	0.11	0.21	0.30	0.31
		0.09	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.04	0.07	0.08	0.06	0.03	0.02	0.05	0.06	0.07
		0.52	0.42	0.39	0.40	0.24	0.20	0.19	0.19	0.18	0.22	0.36	0.40	0.30	0.23	0.11	0.23	0.35	0.24
		0.11	0.09	0.09	0.09	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.08	0.09	0.07	0.05	0.02	0.05	0.08	0.05
		0.76	0.43	0.40	0.47	0.39	0.23	0.16	0.13	0.24	0.25	0.40	0.43	0.31	0.15	0.10	0.20	0.31	0.25
		0.16	0.09	0.09	0.10	0.08	0.05	0.04	0.03	0.05	0.05	0.09	0.10	0.07	0.03	0.02	0.04	0.07	0.05
		0.51	0.44	0.49	0.49	0.36	0.32	0.32	0.17	0.26	0.26	0.40	0.32	0.25	0.17	0.10	0.24	0.36	0.26
		0.11	0.09	0.11	0.11	0.08	0.07	0.07	0.04	0.06	0.06	0.09	0.07	0.05	0.04	0.02	0.05	0.08	0.06
		0.39	0.35	0.40	0.48	0.39	0.93	0.55	0.22	0.19	0.25	0.56	0.61	0.38	0.25	0.11	0.20	0.32	0.24
		0.08	0.08	0.09	0.11	0.09	0.21	0.12	0.05	0.04	0.05	0.12	0.13	0.08	0.05	0.02	0.04	0.07	0.05
		0.21	0.30	0.35	0.34	1.17	2.50	1.05	0.70	0.36	0.32	0.71	0.93	0.50	0.23	0.17	0.46	0.42	0.20
		0.05	0.07	0.08	0.08	0.25	0.42	0.24	0.15	0.08	0.07	0.15	0.20	0.11	0.05	0.04	0.10	0.09	0.04
						6.20	20.9	5.78											
		0.14	0.28	0.35	0.32	0.47	3.49	6.58	1.31	0.44	0.42	0.93	0.93	0.32	0.27	0.15	0.71	0.37	0.11
		0.03	0.06	0.08	0.07	0.10	0.52	0.98	0.28	0.10	0.09	0.20	0.20	0.07	0.06	0.03	0.16	0.08	0.02
							39.8	105	6.95										
								2.48	0.85	0.45	0.42	0.84	0.80	0.48	0.26	0.12	0.20		
								0.42	0.18	0.10	0.09	0.18	0.17	0.10	0.06	0.03	0.04		
								24.0											
								0.38	0.26	0.27	0.24	0.38	0.44	0.26	0.15	0.06	0.07		
								0.08	0.06	0.06	0.06	0.08	0.10	0.06	0.03	0.01	0.02		
								0.12	0.20	0.23	0.22	0.24	0.23	0.26	0.16	0.07	0.08		
								0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	0.02		

max as-B: 105 [cm^2/m^2]
 Global vorgegebene Längsbewehrung
 oben as-1: 2.57 [cm^2/m]
 as-2: 2.57 [cm^2/m]
 unten as-1: 2.57 [cm^2/m]
 as-2: 2.57 [cm^2/m]

2
1

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd.c. VEd / VRd.max. Schub-Bewehrung [cm²/m²]
Abschnitt 4 (x= 6368.799-7501.359 / y= -6055.578--4586.578)
Maßstab 1 : 65

0.72	0.50	0.41	0.34	0.28	0.17	0.13	0.07	0.04	0.10	0.14	0.19	0.24	0.35	0.39	
0.16	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.08	0.08	
0.78	0.49	0.41	0.34	0.26	0.17	0.11	0.08	0.08	0.09	0.14	0.19	0.24	0.44	0.32	
0.17	0.11	0.09	0.07	0.06	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.10	0.07	
0.54	0.46	0.39	0.30	0.24	0.16	0.11	0.10	0.11	0.11	0.12	0.18	0.23	0.33	0.63	
0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.14	
0.70	0.43	0.37	0.27	0.24	0.17	0.17	0.19	0.18	0.17	0.16	0.16	0.21	0.26	0.53	
0.15	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.12	
0.51	0.36	0.30	0.25	0.18	0.20	0.22	0.24	0.23	0.22	0.21	0.18	0.18	0.37	0.24	
0.11	0.08	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.04	
0.46	0.31	0.25	0.20	0.22	0.28	0.29	0.30	0.30	0.29	0.26	0.23	0.19	0.24	0.23	
0.10	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.05	0.03	
0.35	0.25	0.19	0.23	0.27	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.33	0.29	0.24	0.17	0.18	
0.08	0.05	0.04	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.05	0.04	0.04	
0.26	0.18	0.29	0.37	0.42	0.47	0.50	0.52	0.52	0.50	0.48	0.50	0.31	0.20	0.20	
0.06	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.07	0.04	0.04	
0.19	0.21	0.37	0.45	0.52	0.56	0.60	0.62	0.61	0.59	0.56	0.67	0.52	0.33	0.19	
0.04	0.05	0.08	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.15	0.12	0.07	0.04	
0.19	0.28	0.38	0.45	0.54	0.58	0.62	0.63	0.64	0.62	0.59	0.66	1.14	0.88		
0.04	0.06	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.19	0.26	0.19		
												6.27			
0.17	0.25	0.39	0.45	0.50	0.54	0.57	0.57	0.56	0.54	0.53	1.44				
0.04	0.06	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.32				
											7.93				
0.14	0.18	0.31	0.36	0.41	0.44	0.47	0.47	0.46	0.44	0.43	0.51				
0.03	0.04	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11				
0.20	0.14	0.18	0.22	0.27	0.28	0.38	0.37	0.36	0.34	0.21	0.17				
0.04	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.05	0.04				
0.31	0.16	0.13	0.18	0.19	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20	0.15	0.17				
0.07	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04				
0.24	0.19	0.13	0.12	0.12	0.14	0.15	0.14	0.13	0.13	0.15	0.21				
0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05				
0.25	0.20	0.15	0.10	0.06	0.07	0.05	0.07	0.07	0.09	0.16	0.21				
0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.05				
0.26	0.19	0.14	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.10	0.11	0.16	0.21				
0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04				
0.24	0.14	0.12	0.17	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.12	0.14	0.22				
0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.05				
0.20	0.16	0.20	0.23	0.27	0.27	0.28	0.27	0.26	0.22	0.19	0.34				
0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.07				
0.11	0.15	0.23	0.25	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.24	0.18	0.18				
0.02	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04				

Position 211 – Streifenfundament

b / h = 40 / 60 cm

Beton C25/30

XC2, WF

 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Pos. 210 – Stb.-Sohlplatte q_d

= 105 kN/m

Eigengewicht Fundament $g_k = 0,40 \text{ m} * 0,60 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$

= 6,00 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Zul. Bodenpressungen gemäß Bodengutachten vom 23.04.2026

 $\sigma_{R,d}(b = 40 \text{ cm}) = 330,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d}(b = 50 \text{ cm}) = 350,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d}(b = 60 \text{ cm}) = 371,00 \text{ kN/m}^2$

$$\sigma_d = (105 \text{ kN} + 1,35 * 6,00 \text{ kN/m}) / (0,40 \text{ m} * 1,00 \text{ m}) = 282,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\eta = 282,8 / 330,0 = 0,85 < 1,00 \quad \text{OK!}$$

erf. Bewehrung

gewählte Bewehrung:

1 Ø 12 je Ecke

Bügelmatte R 188 A

Eckzulagen der anschließenden Fundamente mit Schlaufen 2 Ø 12 ausbilden

Konstruktiver Hinweis:

- Das Fundament ist frostfrei, mindestens 80 cm unter OK-Gelände zu gründen.

Position 212 – Streifenfundament

b / h = 40 / 60 cm

Beton C25/30

XC2, WF

 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Pos. 210 – Stb.-Sohlplatte q_d

= 121 kN/m

Eigengewicht Fundament $g_k = 0,40 \text{ m} * 0,60 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$

= 6,00 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Zul. Bodenpressungen gemäß Bodengutachten vom 23.04.2026

 $\sigma_{R,d}(b = 40 \text{ cm}) = 330,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d}(b = 50 \text{ cm}) = 350,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d}(b = 60 \text{ cm}) = 371,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_d = (121 \text{ kN} + 1,35 * 6,00 \text{ kN/m}) / (0,40 \text{ m} * 1,00 \text{ m}) = 322,8 \text{ kN/m}^2$ $\eta = 322,8 / 330,0 = 0,98 < 1,00 \quad \text{OK!}$ **erf. Bewehrung**

gewählte Bewehrung:

1 Ø 12 je Ecke

Bügelmatte R 188 A

Eckzulagen der anschließenden Fundamente mit Schlaufen 2 Ø 12 ausbilden

Konstruktiver Hinweis:

- Das Fundament ist frostfrei, mindestens 80 cm unter OK-Gelände zu gründen.

Position 213– Streifenfundament

b / h = 50 / 60 cm

Beton C25/30

XC2, WF

 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Pos. 210 – Stb.-Sohlplatte q_d $= 149 \text{ kN/m}$ **Eigengewicht Fundament** $g_k = 0,50 \text{ m} * 0,60 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$ $= 7,50 \text{ kN/m}$ **Schnittgrößen und Bemessung**

Zul. Bodenpressungen gemäß Bodengutachten vom 23.04.2026

 $\sigma_{R,d} (b = 40 \text{ cm}) = 330,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d} (b = 50 \text{ cm}) = 350,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d} (b = 60 \text{ cm}) = 371,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_d = (149 \text{ kN} + 1,35 * 7,50 \text{ kN/m}) / (0,50 \text{ m} * 1,00 \text{ m}) = 319 \text{ kN/m}^2$ $\eta = 319 / 350,0 = 0,91 < 1,00 \quad \text{OK!}$ **erf. Bewehrung**

gewählte Bewehrung:

1 Ø 12 je Ecke

Bügelmatte R 188 A

Eckzulagen der anschließenden Fundamente mit Schlaufen 2 Ø 12 ausbilden

Konstruktiver Hinweis:

- Das Fundament ist frostfrei, mindestens 80 cm unter OK-Gelände zu gründen.

Position 214 – Streifenfundament

b / h = 70 / 60 cm

Beton C25/30

XC2, WF

 $c_{nom} = 3,5 \text{ cm}$

B 500 S/M

Belastung aus Pos. 210 – Stb.-Sohlplatte q_d

= 149 kN/m

Eigengewicht Fundament $g_k = 0,70 \text{ m} * 0,60 \text{ m} * 25,00 \text{ kN/m}^3$

= 10,5 kN/m

Schnittgrößen und Bemessung

Zul. Bodenpressungen gemäß Bodengutachten vom 23.04.2026

 $\sigma_{R,d}(b = 60 \text{ cm}) = 371,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_{R,d}(b = 70 \text{ cm}) = 387,00 \text{ kN/m}^2$ $\sigma_d = (242 \text{ kN} + 1,35 * 10,5 \text{ kN/m}) / (0,70 \text{ m} * 1,00 \text{ m}) = 366,0 \text{ kN/m}^2$ $\eta = 366,0 / 387,0 = 0,95 < 1,00 \quad \text{OK!}$ **erf. Bewehrung**

gewählte Bewehrung:

1 Ø 12 je Ecke

Bügelmatte R 188 A

Eckzulagen der anschließenden Fundamente mit Schlaufen 2 Ø 12 ausbilden

Konstruktiver Hinweis:

- Das Fundament ist frostfrei, mindestens 80 cm unter OK-Gelände zu gründen.

Glandorf, den 26.08.2026

Paraphe der Sachbearbeiterin:
B.Eng., M.Sc Andrea Walgern

M. Sc., Dipl.-Ing. Mathias Ossege

Ossege GmbH

Glandorf, den 26.08.2026

AW

Paraphe der Sachbearbeiterin:
B.Eng., M.Sc Andrea Walgern



M. Sc., Dipl.-Ing. Mathias Ossege

Ossege GmbH