

Statische Berechnung

Auftragsnummer	67.2980
Objekt	Sanierung des Arkadengangs an der Stadthalle Mühlheim an der Ruhr Theodor-Heuss-Platz 1, 45479 Mühlheim an der Ruhr
Bauherr	Mühlheimer Stadtmarketing und Tourismus GmbH Am Schloß Broich, 45479 Mühlheim an der Ruhr
Architekt	
Grundlagen	Entwurfspläne im Maßstab 1:100 vom 17.05.2024
Berechnungsgrundlagen	DIN EN 1991, DIN EN 1992-1, DIN EN 1993, DIN EN 1996
Baustoffe	
Stahlbeton	C25/30 XC3 oben, XC1 unten, WO für die Decke
Betonstahl	B 500 A
Stahl	Profil- und Formstahl S235 JR Schweißen nach DIN EN 1993 Schrauben nach DIN 7990 HV-Schrauben nach DIN 6914

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung.....		Seite: 3
Position: 1 - 2.....	Deckenplatten	Seite: 4
Position: 3.....	Stahlträger.....	Seite: 8
Position: 4.....	Stahlträger.....	Seite: 12
Schlussseite.....		Seite: 16

Vorbemerkung

Bei der Stadthalle in Mühlheim an der Ruhr ist die vorhandene Kellerdecke unter den Arkaden marode. Sie wird abschnittsweise durch eine Stahlbetondecke ersetzt, die auf den vorhandenen Wänden bzw. neuen Stahlträgern aufliegt.

Die Kelleraußenwände sind im Bauzustand abzustützen.

Pos. 1 - 2 Deckenplatten h = 18 cm

C25/30 XC3 oben, XC1 unten, WO

Die Decke wird abschnittsweise hergestellt.

Die einzelnen Betonierabschnitte werden durch Rückbiegebewehrung $\varnothing 8$, $s = 15$ cm oben und unten miteinander verbunden.

Belastung:

aus Eigengewicht	$0,18 \times 25$	=	4,50 kN/m ²
aus 4 cm Natursteinbelag	$0,04 \times 30$	=	1,20 kN/m ²
aus 6 cm Dämmung			0,05 kN/m ²
aus Mörtel und Gefälleestrich	$0,11 \times 22$		2,50 kN/m ²
		g =	8,25 kN/m²
aus Verkehrslast		q =	5,00 kN/m²

Randlasten für Pos. 2:

aus Kragplatte Pos. 1	$(8,25 + 5,00) \times 0,70$	$g_R / q_R =$	5,78 /	3,50 kNm/m
	$(8,25 + 5,00) \times 1,00^2 / 2$	$mg_R / mq_R =$	4,13 /	2,50 kNm/m

Bewehrung:

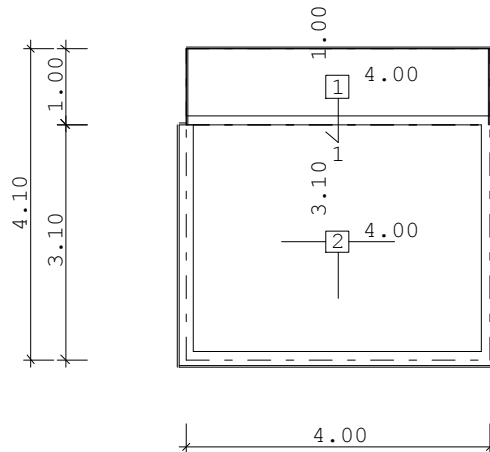
Pos. 1: Q335 oben

Pos. 2: Q424 unten + 3 $\varnothing 12$ am Rand unten

Position: 1 - 2 Deckenplatten

Durchlaufplatten (x64) PL5 02/2025 (FRILO R-2025-2/P02)

SYSTEM h = 18.0 cm C 25/30 B500A M 1 : 100



Momentenausgleich nach Pieper / Martens

Platten-Typ 1 : Kragplatte
 2 : 2-seitig gelagerte Platte (nur 2 Gegenseiten)
 3 : 3-seitig gelagerte Platte (Stiglat / Wippel)
 4 : 4-seitig gelagerte Platte (Pieper / Martens)
 mit reduzierter Drillsteifigkeit

Berechnung und Bemessung nach DIN EN 1992-1-1
 Grenze $k_x < 0.45$ wird berücksichtigt (8.2(3))

G - Lastanteile * 1.35 und Q - Lastanteile * 1.5 zur Ermittlung
 der Bemessungsmomente

Sturz- und Auflagerlasten werden 1.0-fach ausgegeben

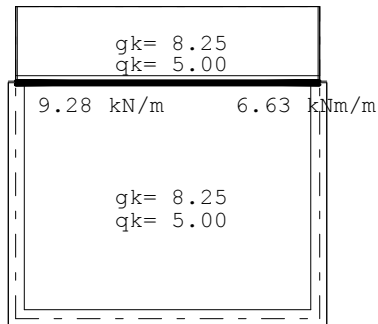
Drillbewehrung wird nicht ermittelt

Randbedingungen : Ziffer -1 = freier Rand
 Ziffer 0 = frei drehbar gelagert
 Ziffer >0 = eingespannter Rand zu Platte Nr.

SYSTEM				Belastung		Randbedingungen					
Platte Nr.	Lx [m]	Ly [m]	h [cm]	gk [kN/m ²]	qk [kN/m ²]	Randmitten			Randecken		
						li	re	un	ob li/un	re/ob	
1	4.00	1.00	18.0	8.25	5.00	-1	-1	1	-1		
2	4.00	3.10	18.0	8.25	5.00	0	0	0	-1	0	0

RANDLASTEN für 3-seitig gelagerte Platten und Kragplatten				
Platte Nr.	Randlast g [kN/m] p		Randmoment g [kNm/m] p	
2	5.78	3.50	4.13	2.50

Belastung [kN, m] M 1 : 100



FELDMOMENTE [kNm/m]			Biegebemessung				C 25/30
Platte Nr.	Typ	Richtung	md	d [cm]	kd	As [cm²/m] B500A	gew.
2	dreiseitig	Mitte x	22.28	15.5	3.28	3.27	*3
		y	3.03	14.5	8.33	2.12	
		Rand x	41.01	15.5	2.42	6.29	

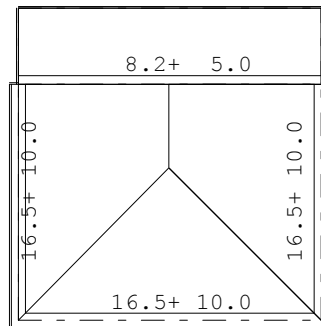
*3 Mindestbewehrung

STÜTZMOMENTE [kNm/m]				Mitten , r = freier Rand				
Platte Nr.	md +	Platte Nr.	md	md	d [cm]	kd	As [cm²/m] B500A	gew.
1	-9.32	1	-9.32	-9.32	14.0	4.59	2.20	*3

*3 Mindestbewehrung

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] ohne Berücksichtigung der Einzel-,Linien- und Randlasten								
Platte Nr.	links gk	links qk	rechts gk	rechts qk	unten gk	unten qk	oben gk	oben qk
1					8.25	5.00		
2	16.50	10.00	16.50	10.00	16.50	10.00		

AUFLAGER-GEOMETRIEORDINATEN aus Flächenlasten [m]				
Platte	x1	x2	y1	y2
1	0.00	4.00	0.00	0.00
2	2.00	2.00	0.00	1.10

AUFLAGER-LASTORDINATEN aus Flächenlasten [kN/m] M 1 : 100
 ohne Berücksichtigung der Einzel-,Linien- und Randlasten

AUFLAGER-LASTEN aus Flächenlasten [kN]
 ohne Berücksichtigung der Einzel-,Linien- und Randlasten

Platte Nr.	links Gk	Qk	rechts Gk	Qk	unten Gk	Qk	oben Gk	Qk
1					33.00	20.00		
2	34.65	21.00	34.65	21.00	33.00	20.00		
Summe : Gk = 135.30 kN, Qk = 82.00 kN								

AUFLAGER-LASTEN aus Einzel-(E),Linien-(L),Randlasten(R) [kN]

Pl. Nr.	Last Art	links Gk	Qk	rechts Gk	Qk	unten Gk	Qk	oben Gk	Qk
2	R	10.52	6.37	10.52	6.37	2.08	1.26		
Summe : Gk = 23.12 kN, Qk = 14.00 kN									

Pos. 3 Stahlträger unter der Stb.-Decke

$l = 3,50 \text{ m}$

Belastung:

aus Deckenplatten Pos. 2

$$(8,25 + 5,00) \times 3,50 / 2$$

$$g1 / q1 = 14,44 / 8,75 \text{ kN/m}$$

$$(8,25 + 5,00) \times 3,00 / 2$$

$$g2 / q2 = 12,38 / 7,50 \text{ kN/m}$$

aus Randlast Pos. 2

$$(5,78 + 3,50) \times (3,50 + 3,00) / (2 \times 0,50)$$

$$g3 / q3 = 37,57 / 22,75 \text{ kN/m}$$

feuerbeständige Brandschutzverkleidung (F90):

gew.: 25 mm Knauf-Fireboard (oder gleichwertig)

Auflager auf Mauerpfeiler innen:

gew.: Auflagerplatte 400 x 220 x 20 mm mit Zentrierleiste 70 x 15 mm, $l = 220 \text{ mm}$

$$\sigma = 102,42 / (40 \times 22) = 0,116 \text{ kN / cm}^2 < 0,120 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis der Auflagerplatte:

$$m_d = [144,01 / (40 \times 22)] \times 16,5^2 / 2 = 22,3 \text{ kNcm/cm}$$

$$m_{pl,d} = (1,0 \times 2,0^2 / 4) \times 23,5 = 23,5 \text{ kNcm/cm}$$

$$22,3 / 23,5 = 0,95 < 1,0$$

Auflager auf der Kelleraußenwand:

gew.: Auflagerplatte 240 x 220 x 12 mm mit Zentrierleiste 50 x 15 mm, $l = 220 \text{ mm}$

$$\sigma = 59,89 / (24 \times 22) = 0,113 \text{ kN / cm}^2 < 0,120 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis der Auflagerplatte:

$$m_d = [84,20 / (24 \times 22)] \times 9,5^2 / 2 = 7,2 \text{ kNcm/cm}$$

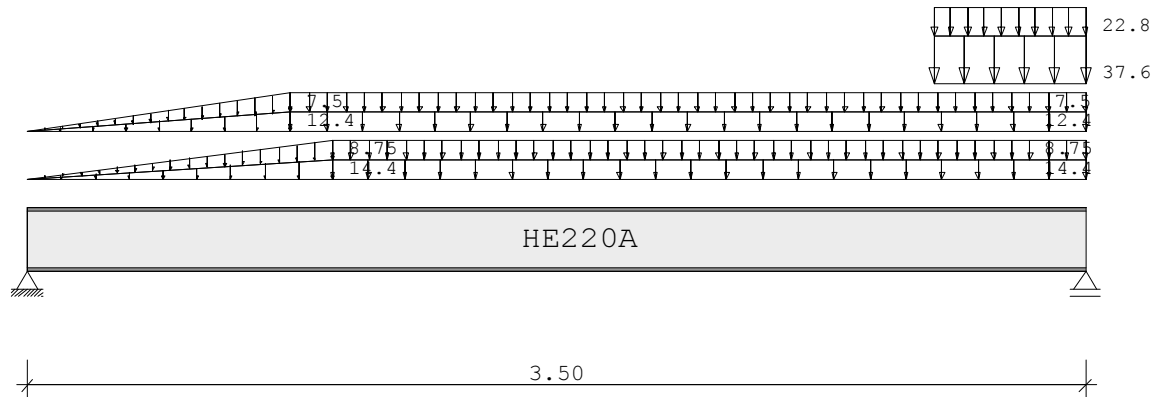
$$m_{pl,d} = (1,0 \times 1,2^2 / 4) \times 23,5 = 8,5 \text{ kNcm/cm}$$

$$7,2 / 8,5 = 0,85 < 1,0$$

Position: 3 Stahlträger

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2025-2/P02)

Maßstab 1 : 25



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul E = 210000 N/mm²

System	Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)
1	3.500	konstant	1	5410.0	515.0	515.0

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Feld	Typ	EG	Gr	g _l /r	q _l /r	Faktor	Abstand
1	6	C		14.440	8.750	1.000	1.010
				14.440	8.750		
	6	C		12.380	7.500	1.000	0.870
				12.380	7.500		
	4	C		37.570	22.750	1.000	3.000
				37.570	22.750		

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:				ψ0	ψ1	ψ2	γ
Nr	Kl	Bezeichnung					
C	1	Versammlungsräume		0.70	0.70	0.60	1.50

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

Ergebnisse für 1-fache Lasten						
Feldmomente Maximum				(kNm , kN)		
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 = 1.840	67.45	0.00	0.00	59.89	-102.42

Stützmomente Maximum					(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	59.89	59.89	37.63
2	0.00	0.00	-102.42	0.00	102.42	64.11

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	37.63	22.26	0.00	59.89	59.89	37.63
2	64.11	38.30	0.00	102.42	102.42	64.11
Summe:	101.74	60.57	0.00	162.31	162.31	101.74

Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g	37.6	37.6	64.1	64.1
C	22.3	0.0	38.3	0.0
Sum	59.9	37.6	102.4	64.1

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 1.840	94.83	0.00	0.00	84.20	-144.01

Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	84.20	84.20	37.63
2	0.00	0.00	-144.01	0.00	144.01	64.11

Querschnitte S235		$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$				
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
3	HE220A	1511	134	280	64	657

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)								$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	QNr.	$M_{y,ed}$ (kNm)	$V_{z,ed}$ (kN)	σ_v (N/mm ²)	τ	QKL	η
1	0.000	1	0.0	84.2	109	63	1	0.46
	1.840	1	94.8	0.1	184	0	1	0.78
	3.500	1	0.0	-144.0	187	108	1	0.79

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)							$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	$M_{y,ed}$ (kNm)	$V_{z,ed}$ (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M_{Rd} (kNm)	η
1	0.000	0.0	84.2	1	0.00	133.9	0.30
	1.840	94.8	0.1	1	0.00	133.9	0.71
	3.500	0.0	-144.0	1	0.00	133.9	0.51

Biegedrillknicken nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 Gl.6.54, Anhang B
Der Druckgurt ist nur an den Auflagern gehalten.
 Die Lasten sind OK Balken angesetzt.

Feld Nr.	ME _{d,y} ()	MR _{k,y} (kNm)	λ _{lt}	κ _{lt}	γ _M	Eta
1	94.49	133.93	0.64	0.90	1.10	0.86

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

Feld Nr.	x (m)	f _g (cm)	f _{tot} (cm)	f (cm)	zul f (cm)	η	
1	1.750	0.47	0.76	0.757	1.167	0.65	2

Pos. 4 Stahlträger unter der Stb.-Decke

$l = 4,00 \text{ m}$

Belastung:

aus Deckenplatten Pos. 2

$$(8,25 + 5,00) \times 3,10 / 2$$

$$g_1 / q_1 = 12,79 / 7,75 \text{ kN/m}$$

$$(8,25 + 5,00) \times 3,50 / 2$$

$$g_2 / q_2 = 14,44 / 8,75 \text{ kN/m}$$

aus Randlast Pos. 2

$$(5,78 + 3,50) \times 3,50 / (2 \times 0,50)$$

$$g_3 / q_3 = 20,23 / 12,25 \text{ kN/m}$$

feuerbeständige Brandschutzverkleidung (F90):

gew.: 25 mm Knauf-Fireboard (oder gleichwertig)

Auflager auf Innenwand:

gew.: Auflagerplatte 300 x 240 x 15 mm mit Zentrierleiste 50 x 15 mm, $l = 240 \text{ mm}$

$$\sigma = 80,05 / (30 \times 24) = 0,111 \text{ kN / cm}^2 < 0,120 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis der Auflagerplatte:

$$m_d = [112,53 / (30 \times 24)] \times 12,5^2 / 2 = 12,2 \text{ kNcm/cm}$$

$$m_{pl,d} = (1,0 \times 1,5^2 / 4) \times 23,5 = 13,2 \text{ kNcm/cm}$$

$$12,2 / 13,2 = 0,92 < 1,0$$

Auflager auf der Kelleraußenwand:

gew.: Auflagerplatte 260 x 240 x 15 mm mit Zentrierleiste 50 x 15 mm, $l = 240 \text{ mm}$

$$\sigma = 71,80 / (26 \times 24) = 0,116 \text{ kN / cm}^2 < 0,120 \text{ kN/cm}^2$$

Nachweis der Auflagerplatte:

$$m_d = [100,92 / (26 \times 24)] \times 10,5^2 / 2 = 8,9 \text{ kNcm/cm}$$

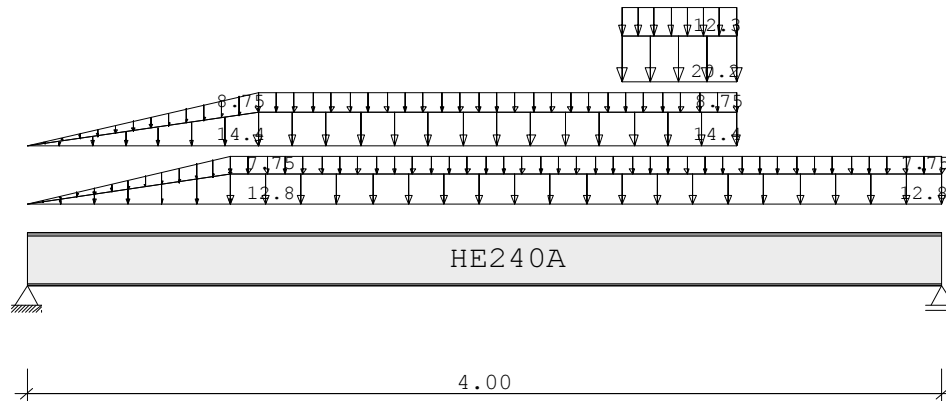
$$m_{pl,d} = (1,0 \times 1,5^2 / 4) \times 23,5 = 13,2 \text{ kNcm/cm}$$

$$8,9 / 13,2 = 0,67 < 1,0$$

Position: 4 Stahlträger

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2025-2/P02)

Maßstab 1 : 33



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

System	Länge		Querschnittswerte			
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)
1	4.000	konstant	1	7760.0	675.0	675.0

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L				2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L					
		Feld	Typ	EG	Gr	g_l/r	q_l/r	Faktor	Abstand	Länge	ausPOS
	1	6	C	12.790	7.750	1.000	0.890	3.110			
				12.790	7.750						
	4	C	0.000	0.000	1.000	0.000	1.010				
			14.440	8.750							
	4	C	14.440	8.750	1.000	1.010	2.090				
			14.440	8.750							
	4	C	20.230	12.250	1.000	2.600	0.500				
			20.230	12.250							

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:				ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
Nr	Kl	Bezeichnung					
C	1	Versammlungsräume		0.70	0.70	0.60	1.50

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

Ergebnisse für 1-fache Lasten						
Feldmomente Maximum					(kNm , kN)	
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 = 2.085	90.16	0.00	0.00	71.80	-80.05

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	71.80	71.80	45.16
2	0.00	0.00	-80.05	0.00	80.05	50.30

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min	
1	45.16	26.64	0.00	71.80	71.80	45.16	
2	50.30	29.75	0.00	80.05	80.05	50.30	
Summe:	95.47	56.38	0.00	151.85	151.85	95.47	

Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2			
	max	min	max	min		
g	45.2	45.2	50.3	50.3		
C	26.6	0.0	29.7	0.0		
Sum	71.8	45.2	80.1	50.3		

Ergebnisse für γ -fache Lasten
 Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	$x_0 = 2.085$	126.75	0.00	0.00	100.92	-112.53

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	
1	0.00	0.00	0.00	100.92	100.92	45.16	
2	0.00	0.00	-112.53	0.00	112.53	50.30	

Querschnitte S235		$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$				
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
3	HE240A	1805	175	341	83	782

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)								$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	QNr.	$M_{y,ed}$ (kNm)	$V_{z,ed}$ (kN)	σ_v (N/mm ²)	τ	QKL	η
1	0.000	1	0.0	100.9	111	64	1	0.47
	2.085	1	126.7	0.3	188	0	1	0.80
	4.000	1	0.0	-112.5	124	72	1	0.53

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)								$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	$M_{y,ed}$ (kNm)	$V_{z,ed}$ (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M_{Rd} (kNm)	η	
1	0.000	0.0	100.9	1	0.00	175.5	0.30	
	2.085	126.7	0.3	1	0.00	175.5	0.72	
	4.000	0.0	-112.5	1	0.00	175.5	0.33	

Biegedrillknicken nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 Gl.6.54, Anhang B
Der Druckgurt ist nur an den Auflagern gehalten.
 Die Lasten sind OK Balken angesetzt.

Feld Nr.	MEd,y ()	MRk,y ()	λ_{lt}	κ_{lt}	γ_M	Eta
1	126.38	175.49	0.67	0.88	1.10	0.90

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

Feld Nr.	x (m)	f _g (cm)	f _{tot} (cm)	f (cm)	zul f (cm)	η	
1	2.000	0.57	0.91	0.913	1.333	0.68	2

Statische Berechnung

Seiten 1 - 16

Bauherr

Architekt