

STATISCHE BERECHNUNG

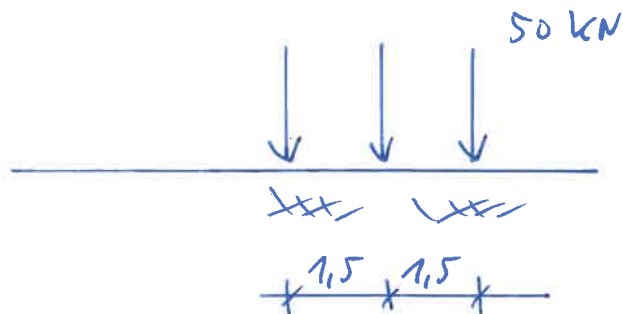
6. Nachtrag zur Hauptberechnung vom 27.04.2020

BauvorhabenNeubau Recycling Halle
Remise II**Bauherr**Loacker Saar Recycling GmbH
An der Remise 20
66424 Homburg**Planung**Christoph Arnold, Architekt
Volksgartenstr. 2
66953 PirmasensÄnderungen: -zusätzliche Berechnung der Bodenplatte im Spänelager nach
DAfStb-Richtlinie

Spänelayer Bodenplatte:

DAF Stb - Richtlinie: Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Laste: SLW30



Kombination (4.4):

$$\bar{E}_d = G_k + Q_k + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

vereinfachtes Verfahren nicht möglich, weil

nach S.1.2(1) $q_k \neq 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$!

Gefälle $\geq 2\%$

$w_k = 0,1 \text{ mm}$ Mindestdicke 20cm

Korngröße $\leq 16 \text{ mm}$

FD - Beton C30/37 $\frac{w}{z} \leq 950$

F3 Konsistenz

Eindringtiefe 4.2.2 (4) 40 mm = e42m

(1-9) S.1.4. (3) Druckzonenhöhe x_w

$$x_w \geq \gamma_c \cdot e_{wtk} = 1,5 \cdot 40 \text{ mm} = \underline{\underline{60 \text{ mm}}} \text{ möglich}$$

$$\geq 2 \cdot d_{\max} = 2 \cdot 16 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$$

$$\geq 50 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{S. 360ff Druckzone } x = 0,1 \cdot (20 - 4) = 1,6 \text{ cm}$$

$$\neq 6,0 \text{ cm}$$

Kann nicht eingehalten werden

\Rightarrow Rissbreite begrenzt Nachweis S.1.5.

$$\rightarrow \phi 12-11 \# \text{ otc} = 10,28 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}$$
$$\leq 9,63 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}^2}$$

POS. Bo100 Bodenplatte

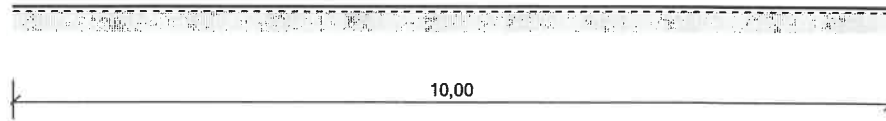
Programm: 080M, Vers: 01.00.010 04/2020

- Grundlagen: DIN EN 1990/NA: 2010-12
 DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12
 DIN EN 1992-1-1/NA: 2011-01
 DIN EN 1997-1/NA: 2010-12

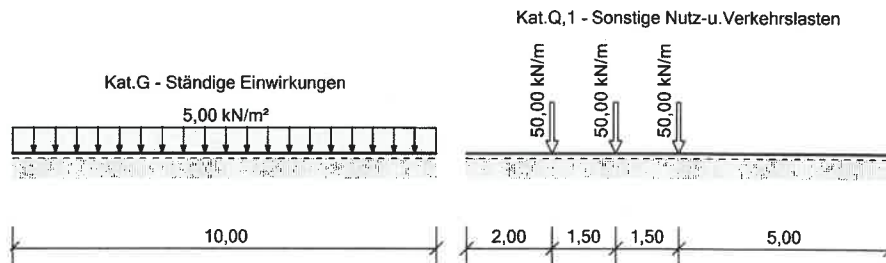
Systemparameter

- Elastisch gebettete Platte, Systemlänge l = 10.00 m
- iteratives Bettungsmodulverfahren (entspricht Steifemodulverfahren)
- Bodensteifigkeit: Es = 30 MN/m², Schichttiefe z = 1.50 m

System in z-Richtung



Einwirkungen



Erläuterungen zu den Einwirkungen

- Fz = Lokale Einzellast in z-Richtung
 qz = Lokale Streckenlast in z-Richtung
 a = horizontaler Abstand [m] vom Systemanfang
 c = horizontale Lastlänge [m]
 Flächeneinwirkungen [kN/m²]

Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a [m]	c [m]	Betrag, k	Faktor
Eigengewicht	qz	G	1	0.00	10.00	5.00	-
Linieneinwirkungen in Querrichtung [kN/m]				Einzugsbreite = 1.000 m			
Einwirkung aus	Typ	Kat.	EWG	a [m]	Betrag, k	Faktor	
LKW SLW30 Radlast	Fz	Q,1	1	2.00	50.00	-	
	Fz	Q,1	1	3.50	50.00	-	
	Fz	Q,1	1	5.00	50.00	-	

Kategorien und Kombinationsbeiwerte

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte
		Psi0 Psi1 Psi2
G	Ständige Einwirkungen	- - -
Q,1	Sonstige Nutz-u.Verkehrslasten 1	0.80 0.70 0.50

Nachweis	Situation	Teilsicherheitsbeiwerte				
		G,inf	G,sup	Q1	Qi	A
STR	Ständig und vorübergehend	1.00	1.35	1.50	1.50	-
GZG	Quasi ständig	1.00	1.00	1.00	1.00	-
	Charakteristisch	1.00	1.00	1.00	1.00	-

STR = Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks

GZG = Gebrauchstauglichkeit

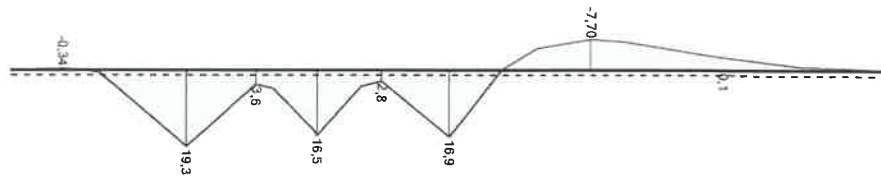
Schnittgrößen, Grenzzustand der Tragfähigkeit

Ort [m]	Mymax [kNm/m]	Mymin [kNm/m]	Vz [kN/m]	Sigma [kN/m]	Ort [m]	Mymax [kNm/m]	Mymin [kNm/m]	Vz [kN/m]	Sigma [kN/m]
0.000	-	-	-	6.7	4.000	4.1	0.0	11.6	58.2
0.048	0.0	0.0	0.2	7.3	4.230	2.8	0.0	0.0	56.5
0.564	0.0	-0.3	0.1	12.8	5.000	16.9	0.0	39.5	48.3
0.575	0.0	-0.3	0.1	13.0	5.592	0.0	0.0	18.6	35.9
0.844	0.0	0.0	2.5	18.8	6.000	0.0	-5.4	8.5	27.5

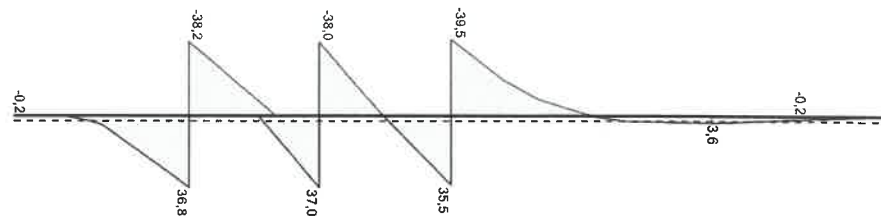
Ort [m]	Mymax [kNm/m]	Mymin [kNm/m]	Vz [kN/m]	Sigma [kN/m]	Ort [m]	Mymax [kNm/m]	Mymin [kNm/m]	Vz [kN/m]	Sigma [kN/m]
0.863	0.1	-	2.8	19.2	6.611	0.1	-7.7	0.0	16.0
1.000	0.5	0.0	4.6	26.6	6.613	0.1	-7.7	0.1	16.0
1.877	17.0	0.1	32.9	47.0	7.000	0.1	-7.1	2.7	11.6
2.000	19.3	0.1	38.2	49.9	8.000	0.1	-3.6	3.6	6.7
2.798	3.6	0.1	7.8	58.0	8.122	0.1	-3.2	3.4	6.7
3.000	4.7	0.1	10.5	59.2	8.123	0.1	-3.2	3.4	6.7
3.464	15.2	0.0	35.1	60.3	9.000	0.1	-0.8	1.7	7.1
3.465	15.2	0.0	35.1	60.3	9.398	0.0	-0.5	1.0	7.0
3.500	16.5	0.0	38.0	60.3	10.000	-	-	-	6.7

Mittlere Sohlspannung: Sigma,m (Design) = 31.81 kN/m²

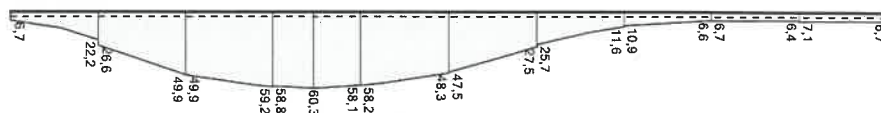
Momente My [kNm] (design)



Querkräfte Vz [kN] (design)



Sohlspannungen Sigma [kN/m²] (design)



Bemessung

Nachweisparameter:

- Bemessungsdiagramm: Parabel-Rechteck-Diagramm
- Betonzugfestigkeit wird angesetzt
- Mindestbewehrung (min.As):
 - aus Konstruktionsregeln für Biegeträger (Platten)
 - aus Rissmoment
- Lastangriffspunkt: Querschnittschwerpunkt
- Bewehrungsanordnung: manuell anordnen
- Nachweis der Rissbreitenbegrenzung
 - Mindestbewehrung gemäß Abs. 7.3.2
 - früher Zwang (z.B. aus Hydratation), $f_{ct,eff} = 0,50 * MAX(f_{ctm}, 3.0)$
 - später Zwang (z.B. aus Stützensenkung)
 - Berechnung der Rissbreiten gemäß Abs. 7.3.4

Baustoffe

Betonbez	Größtkorn	Herstellart	E _{cm}
C30/37	16 mm	Transportbeton	33000 N/mm ²

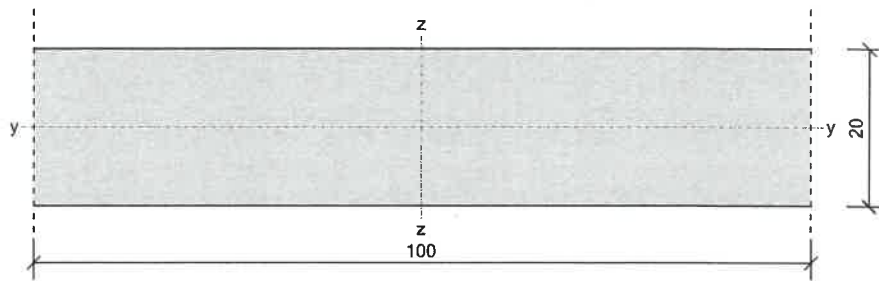
Betonstahl: B500A

Überdeckungen (der biegebeanspruchten Bewehrung)

Ort	Seite	Expositions-/ Feuchteklassen	c.min [mm]	delta.c [mm]	cv [mm]
Durchgehend	oben	XC3, XF1, WF	20	10	30
	unten	XC2, XF1, WF	20	10	30
	links	XC3, XF1, WF	20	10	30
	rechts	XC3, XF1, WF	20	10	30

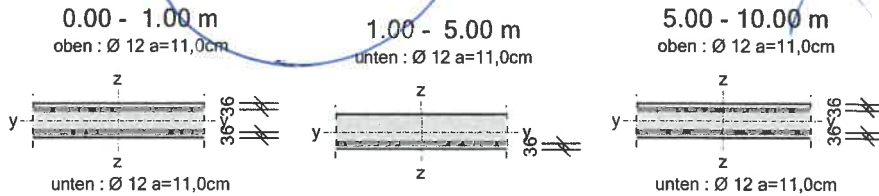
Querschnitt: Platte h = 20 cm

Querschnitt 1: 0.00 - 10.00 m



Längsbewehrung:

Ort	Seite	Bewehrung	As		d1	
			vorh. [cm ² /m]	erf. [cm ² /m]	vorh. [mm]	gew. [mm]
0.00 - 1.00 m	oben	Ø 12 a=11,0cm	10.28 >	9.63	36.0 <	54.5
5.00 - 10.00 m	oben	Ø 12 a=11,0cm	10.28 >	9.63	36.0 <	54.5
0.00 - 10.00 m	unten	Ø 12 a=11,0cm	10.28 >	9.63	36.0 <	54.5



Querkraftnachweis:

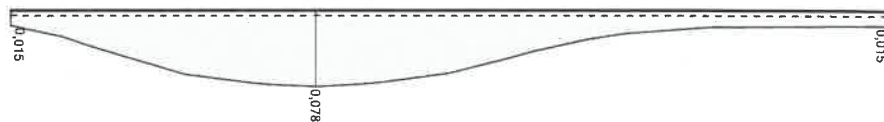
Bereich	x [m]	cotTheta [-]	VEd [kN/m]	VRd,max [kN/m]	VEd,red [kN/m]	VRd,c [kN/m]	VEd,F,red [kN/m]	erf.asw,90 [cm ² /m]
0.00 - 10.0	1.00	3.00	39.5	367.2	39.5	88.9	-	0.00

Schnittgrößen, quasi ständig

Setzungen in [cm]

Ort x [m]:	0.00	0.59	1.00	2.80	3.50	4.23	5.00	5.59	6.00	6.60	10.00
Setzung:	0.02	0.03	0.04	0.07	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02

Setzungen [cm] (quasiständig)



Nachweis der Rissbreitenbegrenzung

Gleichung Zwischenwerte und Details

Ausnutzung

7.1	Riss-Mindestbewehrung (früher Zwang)	As,min/As,vorh = 1.0 mit 9,63/10,28	0.937
7.1	Riss-Mindestbewehrung (später Zwang)	As,min/As,vorh = 1.0 mit 6,93/10,28	0.674
7.8	Rissbreite	wk/wk,zul < 1.0 mit 0,01/0,1	0.100

Schnittgrößen, charakteristisch

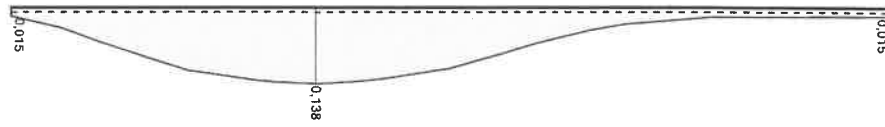
Setzungen und Sohlspannungen in [cm] bzw. [kN/m²]

Ort x [m]:	0.00	0.58	0.87	1.00	2.00	2.80	3.00	3.47	3.50	4.00	4.23
Setzung:	0.02	0.04	0.05	0.06	0.11	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13
Sohlsp.:	4.99	9.24	13.49	18.22	33.76	39.16	39.99	40.73	40.72	39.32	38.17
Ort x [m]:	5.00	5.59	6.00	6.61	7.00	8.00	8.12	9.00	10.00		
Setzung:	0.11	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02		
Sohlsp.:	32.71	24.46	18.82	11.18	8.24	4.96	4.94	5.26	4.99		

Sohlspannungen Sigma [kN/m²] (char)



Setzungen [cm] (char)



Position: Bo100 Druckzonenberechnung

Stahlbetonbemessung B2 02/21A (Frilo R-2021-2/P08)

BEMESSUNG nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 + EN 1992-1-1:2004/A1:2014

GZT: ständige/vorübergehende Bemessungssituation

Längsbewehrung B500A $\gamma_s = 1.150$ $f_{yd} = 434.8 \text{ N/mm}^2$
 $k = 1.050$ $\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ o/oo}$

Bügelbewehrung=Längsbewehrung

Beton C30/37 $\gamma_c = 1.50$ $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$
 $\alpha_{cc} = 0.85$ $E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	XF1/WF	XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC2
Mindestbetonklasse	C 25/30	C 25/30
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
reduziertes c_{min}	$\geq C 20/25$	$\geq C 16/20$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$	$c_{min,l} = 15 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$	$c_{nom,l} = 30 \text{ mm}$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$	$c_{v,b} = 30 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.10 \text{ mm} *3$	$w_{max} = 0.10 \text{ mm} *3$

Kriechzahl und Schwindmaß

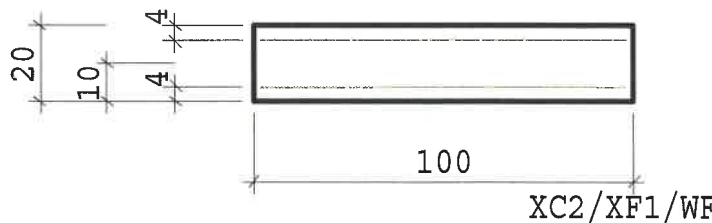
wirksame Bauteildicke	$h_o = 16.7 \text{ cm}$	
Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Normalbeton	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	
Belastungsalter	$t_o = 28 \text{ Tage}$	$t = \text{unendlich}$
Kriechzahl	$\phi(t_o,t) = 2.42$	
Schwindmaß	$\epsilon_{cs}(t) = -0.48 \text{ ‰}$	

QUERSCHNITT

Rechteck	$b = 100.0 \text{ cm}$	$h = 20.0 \text{ cm}$
Bewehrung	$d_{ob} = 4.0 \text{ cm}$	$d_{un} = 4.0 \text{ cm}$
Bruttoquerschnittswerte	$z_u = 10.0 \text{ cm}$	$A_c = 0.2000 \text{ m}^2$ $I_c = 0.00066667 \text{ m}^4$

Druckkräfte und Druckspannungen sind negativ soweit im Nachweis nicht anders definiert
Maßstab 1 : 20

XC3/XF1/WF



BIEGEBEMESSUNG		As2/As1 = 1	
Nxd =	0.00 kN	Myd =	20.00 kNm
ε1 =	-2.83 o/oo	ε2s =	25.00 o/oo
x/d =	0.10	z/d =	0.59
erforderlich:		Asu =	2.68 cm ²
		Aso =	2.68 cm ²
		μ =	0.27 % (MinBg)

Maßstab 1 : 20

XC3/XF1/WF



XC2/XF1/WF

Mindestbewehrung nach 9.2.1.1			
Ncr =	0.0 kN	Mcr =	19.3 kNm
		As =	2.68 cm ²

EFFEKTIVE STEIFIGKEIT im GZT :			
Kriechen und Schwinden nicht berücksichtigt			
gewählt:	Asu =	7.07 cm ²	Aso = 7.07 cm ²
Beanspruchung	Nxd =	0.00 kN	Myd = 20.00 kNm
Zustand II	ε1 =	-0.38 o/oo	ε2s = 0.98 o/oo
effektiv	1/rm =	0.008498 m ⁻¹	Eleff = 2353 kNm ²
	Eleff/EIb =	0.11	

Maßstab 1 : 20

XC3/XF1/WF



XC2/XF1/WF

SCHUBBEMESSUNG - QUERKRAFT Platte			
Schubbügel rechtwinklig zur Bauteilachse			
VEd =	70.00 kN	z/d =	0.593
CRd,c =	0.10	k1 =	0.12
kvmin =	0.035	vmin =	0.54
k =	2.00	VRd,c =	75.73 kN (6.2a)
Asz =	7.07 cm ²	VRd,c =	86.75 kN (6.2b)
VRd,cc =	70.72 kN	σcd =	-0.00 N/mm ²
cot Θ =	3.00 (18.43 Grd.)		
v1 =	0.750	αcw =	1.00
VRd,max =	362.74 kN	aswV =	0.00 cm ² /m
sl,max =	14.00 cm	aswMin =	0.00 cm ² /m maßgebend !!

BESCHRAENKUNG DER RISSBREITE

unten : maßgebende Expositionsklasse XC2 zul.wk = 0.10 mm (nutzerdefiniert)

Rissbreitenbeschränkung unter Lastbeanspruchung			
fcteff=	2.90 N/mm ² (nach 28 Tagen)		
q.-stä. LK	Nx =	0.0 kN	My = 20.0 kNm
Zustand I	σbz =	3.0 N/mm ²	
gewählt:	Asu =	7.07 cm ²	Aso = 7.07 cm ²
Dehn. φ = 2.42	ε1 =	-0.50 o/oo	ε2 = 1.39 o/oo
Wirkungszone As	bun =	100.0 cm	heff = 4.9 cm
	Aceff =	0.04911 m ²	peff = 1.4 %
	σs =	202.3 N/mm ²	Δε = 0.607 o/oo
	srmax =	164.7 mm (Erstriss)	
	Ds,max =	8.5 mm < Ds = 12 mm !	

Maßstab 1 : 20

XC3/XF1/WF



XC2/XF1/WF

SPANNUNGSNACHWEISE GZG			
q.-stä. LK	Nx =	0.0 kN	My = 20.0 kNm
gewählt:	Asu =	7.07 cm ²	Aso = 7.07 cm ²
Dehn. ohne φ	ε1 =	-0.25 o/oo	ε2 = 1.24 o/oo
	σc =	-8.30 N/mm ²	>=zul.σ = -13.50 N/mm ²
	σs =	188.34 N/mm ²	

Maßstab 1 : 20

XC3/XF1/WF

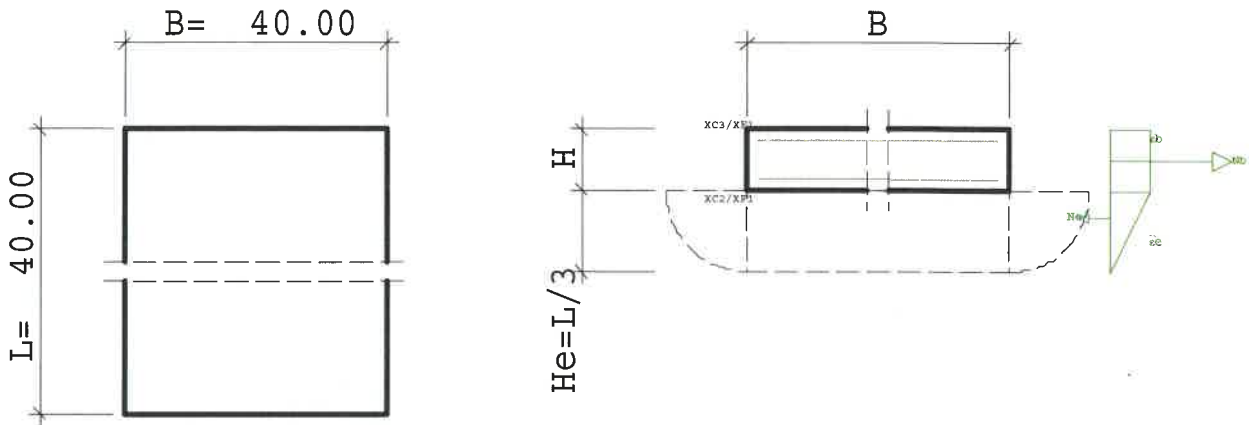


XC2/XF1/WF

Position: Bo100 Rissbewehrung Bodenplatte

Rissbreitennachweis B11 02/21A (Frilo R-2021-2/P08)

Maßstab 1 : 25



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	
Betonstahl	B500B
Beton	C 30/37
	t >= 28d (normale Erh.)
Betonzugfestigkeit	fcteff = 2.90 N/mm ²
E-Modul Beton	αE = 1.00 (Zuschlagstoffe)
	Ecm = 33000 N/mm ²

Kriechzahl

Luftfeuchte	LU = 50 %	Zement Typ N,R
Belastungsalter	to = 8 Tage	t = unendlich
Kriechzahl	φ(to,t) = 2.98	

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

	oben	unten
Betonangriff	XF1/WF	XF1/WF
Bewehrungskorrosion	XC3	XC2
Mindestbetonklasse	C 25/30	C 25/30
Längsbewehrung	ds,l = 12 mm	ds,l = 12 mm
Vorhaltemaß	ΔCdev = 15 mm	ΔCdev = 15 mm
reduziertes cmin	>= C 20/25	>= C 16/20
Längsbewehrung	cmin,l = 15 mm	cmin,l = 15 mm
Betondeckung	Cnom,l = 30 mm	Cnom,l = 30 mm
Verlegemaß Bügel	Cv,b = 30 mm	Cv,b = 30 mm
zul. Rissbreite	Wmax = 0.10 mm *3	Wmax = 0.10 mm *3

*3: nutzerdef.

BODENPLATTE			
Abmessungen	B = 40.00 m	H = 0.20 m	
	L = 40.00 m		
Bewehrung	dob = 4.0 cm	dun = 4.0 cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)	
Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.	
Verfahren nach DAfStb Heft	466
Bodenplatte:	
ΔT = -25.00 K	αT = 10.00*10 ⁻⁶ 1/K
εb = -0.250 o/oo	Cb = 6.6000e+04 kN/cm
Baugrund:	
Ee = 50.00 MN/m ²	Ce = 1.7988e+07 KN

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

kein Unterbeton

Nzw= 105.25 kN/m

Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):

$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$ $q = 0.00 \text{ kN/m}^2$

$\alpha = 32.5 \text{ Grd}$ $\mu = 0.56$

$\gamma_R = 1.35$ $\mu_d = 0.75$

Nzw= 75.25 kN/m

maßgebend: Nzw= 75.25 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

$w_{max} = 0.10 \text{ mm}$ (nutzerdef.) $d_s = 12.0 \text{ mm}$

Zwang aus Hydratation (Dauerlast $kt=0.4$)

Biegezwang $N_x = 75.25 \text{ kN/m}$ $M_y = 16.80 \text{ kNm/m}$

gewählt: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Dehnung mit $\phi=2.98$ $\epsilon_1 = -0.41 \text{ o/oo}$ $\epsilon_2 = 1.23 \text{ o/oo}$

Druckzonenhöhe $X = 50.3 \text{ mm}$

$\epsilon_{2s} = 0.90 \text{ o/oo}$ $F_s = 161.0 \text{ kN/m}$

$heff = 5.0 \text{ cm}$ $F_{cre} = 144.6 \text{ kN/m}$

erforderlich: $A_{su} = 8.96 \text{ cm}^2/\text{m}$

Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Aufgestellt:

Homburg/Saar, 08.02.2021

Weber Ingenieure
Richard-Wagner-Str. 42
66424 Homburg / Saar
Tel.: +49-6841-959-40-0
Fax : +49-6841-959-40-22
Email: info@weber-ingenieure.de

Dirk Weber

