

Entwurfsstatik

Bauvorhaben: **WV Denklingen
Brunnengebäude**

Bauherr: Gemeinde Denklingen

Hauptstraße 23
86920 Denklingen
Tel.: +49 8243 96010, Fax: +49 8243 960110

Entwurfsverfasser: Dr. Blasy - Dr. Overland
Moosstraße 3
82279 Eching am Ammersee
Tel.: 08143 / 997 - 100

Tragwerksplanung: m4 Ingenieure GmbH
Münchener Straße 35
83022 Rosenheim
Tel.: 08031 90 88 04 0, Fax: 08031 90 88 04 9

Bearbeiter: Susanna Haibach
Datum: 03.08.2018
Projekt-Nr. : IB 2636/18
Seiten: siehe Inhaltsverzeichnis



Dipl.-Ing. Franz Gstettner



Dipl.-Ing. Susanna Haibach



Inhaltsverzeichnis

Position	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
00	Vorbemerkung Brunnengebäude	3
L00	Wind- und Schneelastzonen	7
SP01	Sparren	8
D01	Decke Brunnengebäude	13
D02	Rissbreitennachweis Decke	19
W01	Stb.-Kellerwand	20
W02	Rissbreitennachweis Wand	25
BP01	Elastisch gebetteter Balken	26
BP02	Rissbreitennachweis Bodenplatte	29

Pos. 00

Vorbemerkung Brunnengebäude

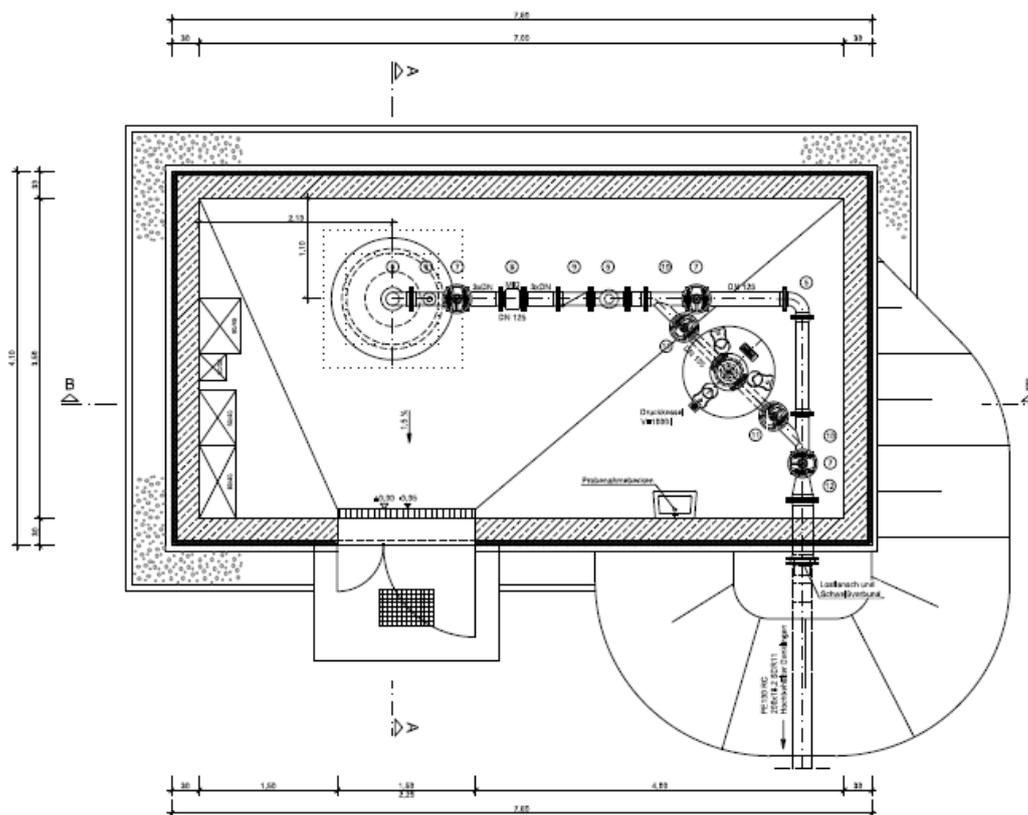
1. Allgemeines

Im Auftrag der Gemeinde Denklingen des Landkreises Landsberg am Lech wird zur Wasserversorgung ein Brunnen sowie ein Hochbehälter geplant. Vom Brunnengebäude wird das Wasser zum Hochbehälter geleitet. Im vorliegenden Bericht wird die Vorbemessung des Brunnengebäudes beschrieben.

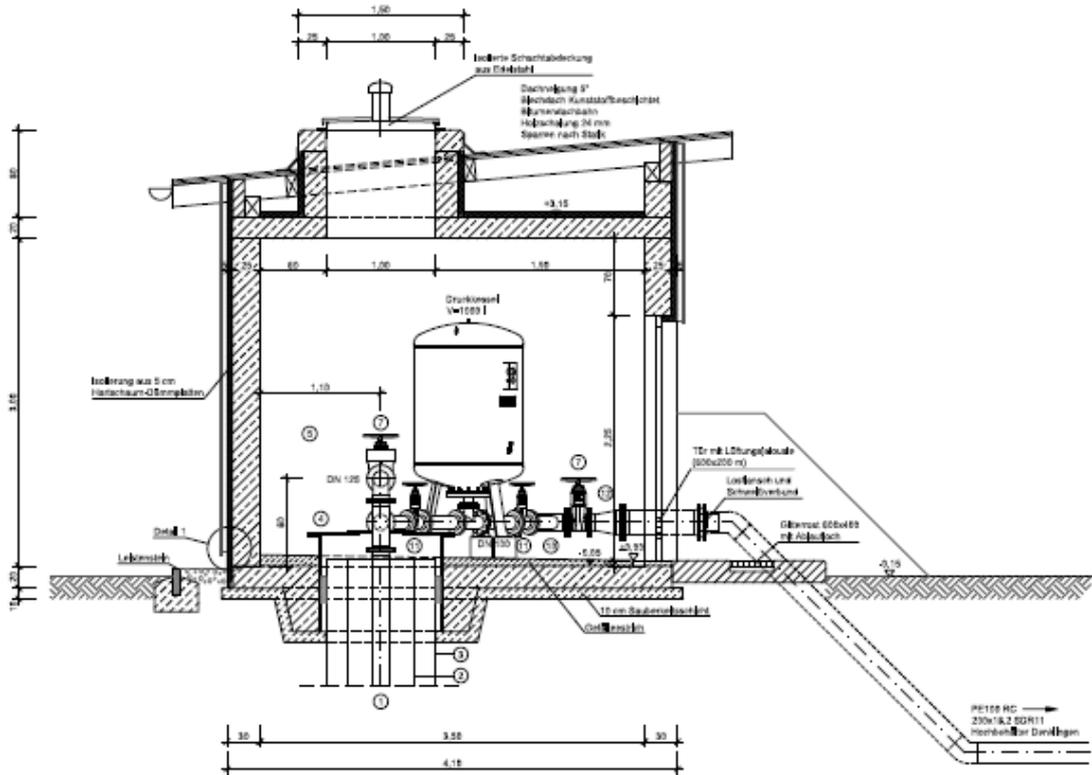
2. Bauwerksbeschreibung

Die Wände, Bodenplatte sowie Decke werden in Beton ausgeführt. Als Abdeckung wird ein Pultdach aus Holz vorgesehen. Die Dachneigung beträgt 5°. Folgende Abbildungen zeigen den Grundriss und Schnitte aus dem Vorabzug des Brunnengebäudes.

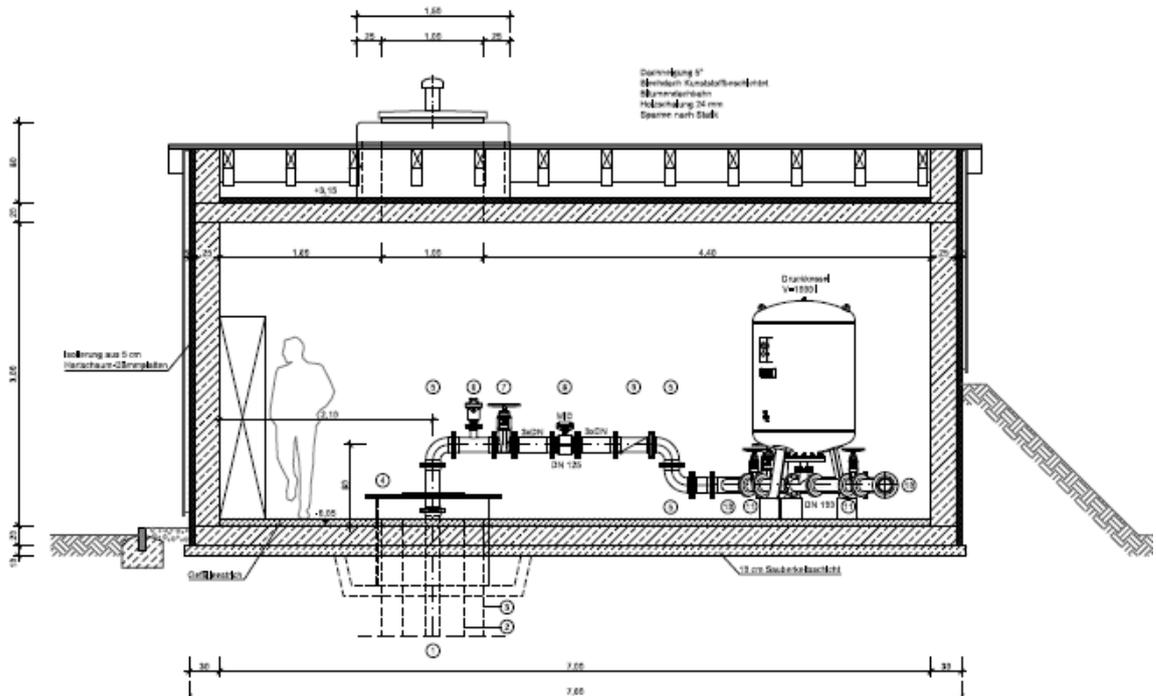
Grundriss



Schnitt A - A



Schnitt B - B



3. Material

Betonstahl	f_{yk} [N/mm ²]	E-Modul [N/mm ²]	Duktilität	Verwendung
500 A	500	200.000	normal	Stabstahl und Matten

Betongüten	f_{ck} [N/mm ²]	f_{cm} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	E_{cm} [N/mm ²]	Expositions-klasse	Verwendung
C25/30	30	37	2,90	33.000	XC4/XF1/WF/WU	Bodenplatte, Wände
C25/30	25	30	2,60	31.000	XC4/XF1/WF	Decke

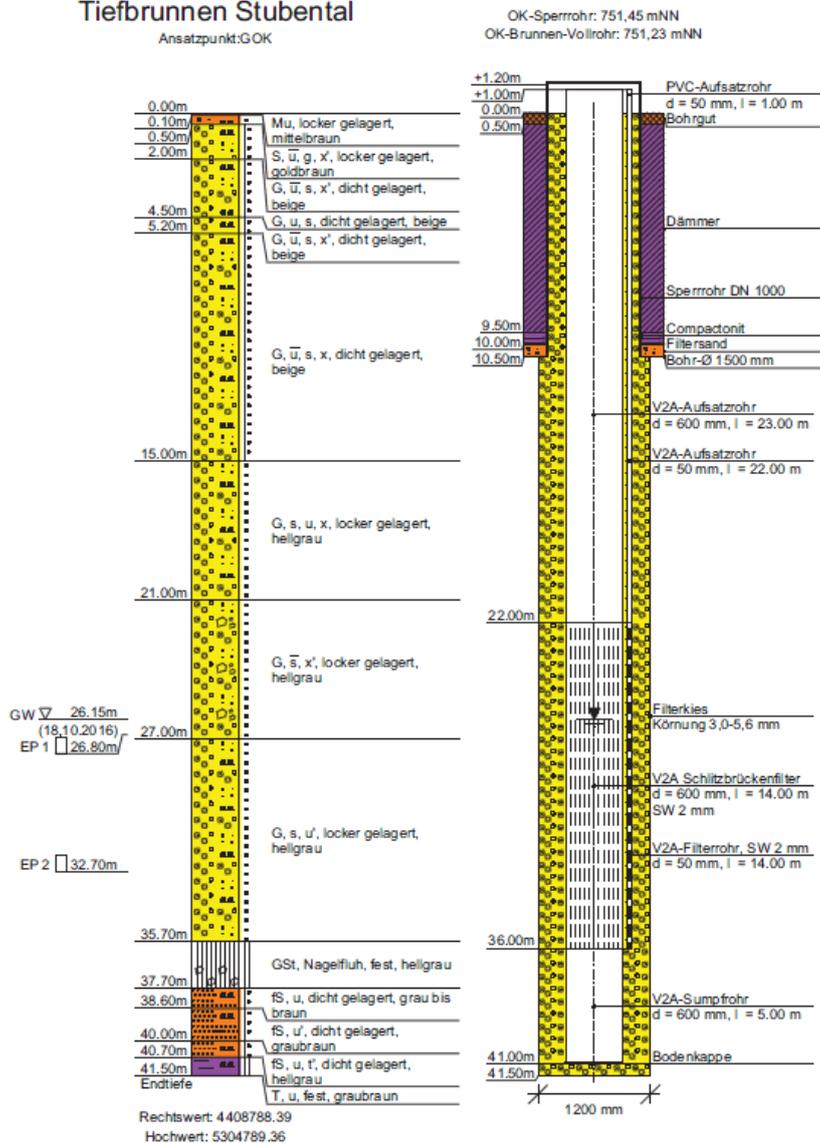
Holz	Biegung $f_{m,k}$ [N/mm ²]	Verwendung
C 24	24	Dachsparren, Auflagerholz

4. Baugrund

Bei der Erstellung dieser Entwurfsstatik liegt für das Brunnengebäude eine Bohrung der Abt. Wasser- und Umwelttechnik GmbH vor (Verweis auf nachfolgende Abbildung). Der Abgleich des Baugrunds erfolgt im Zuge der weiteren Planung, vorerst wird im Rahmen der Entwurfsstatik ein kiesig-sandiger Baugrund angenommen.

Boden	$E_{s,min}$ [N/mm ²]	$E_{s,max}$ [N/mm ²]
Kies, sandig, wenig Feinkorn	30	110

Tiefbrunnen Stubental



5. Lastannahmen

Es werden die Lasten gemäß DIN EN 1991 angesetzt. Details dazu sind in Position L00 sowie in Pos. SP01 nachzuschlagen.

6. Normen und Unterlagen

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung	Stand: 2010
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke	Stand: 2010
DIN EN 1992	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	Stand: 2011
DIN EN 1995	Bemessung und Konstruktion von Hochbauten und Ingenieurbauwerken bzw. Bauteilen aus Holz	Stand: 2010
Vorabzug	Entwurfs- und Genehmigungsplanung der FA. Dr. Blasy – Dr. Overland	Stand: Jan. 2018

Wind- und Schneelastzonen

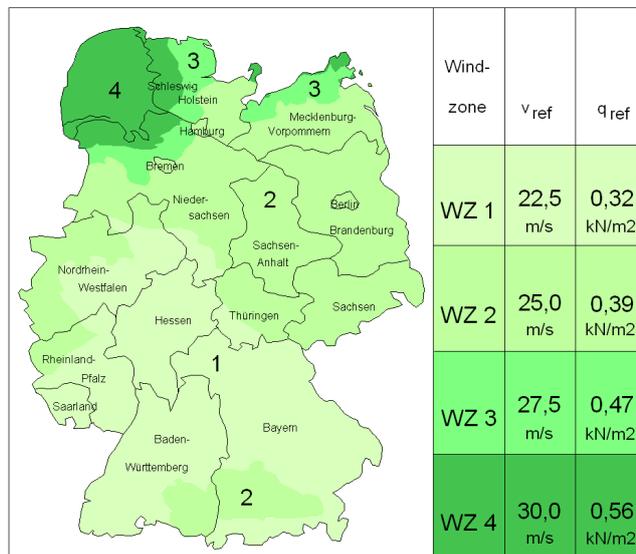
Pos. L00

Wind- und Schneelastzonen

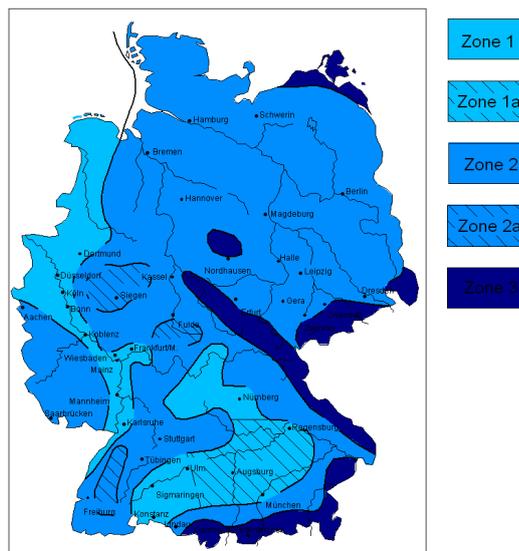
Gebäude

Gebäudestandort	Postleitzahl	Plz	=	86920
	Ortsname	Ort	=	Denklingen
	Ortsteil	OT	=	Denklingen
Gemeinde	Gemeindeschlüssel	GS	=	09181113
	Bundesland	Bayern		
Geodätische Daten	Geogr. Länge	GL	=	10.84522 °
	Geogr. Breite	GB	=	47.91293 °
Geograf. Daten	Geländehöhe ü. NN	H _s	=	785.50 m
	Windzone	Wlz	=	2
	Schneelastzone	Slz	=	2
	Schneelast	s _k	=	3.08 kN/m ²

Übersicht Wind



Übersicht Schnee



Es wird keine Nutzlast auf dem Pultdach angesetzt, da diese geringer als die Schneelast ist. Es wird davon ausgegangen, dass der Schnee vor dem Betreten des Dachs entfernt wird.

Sparren

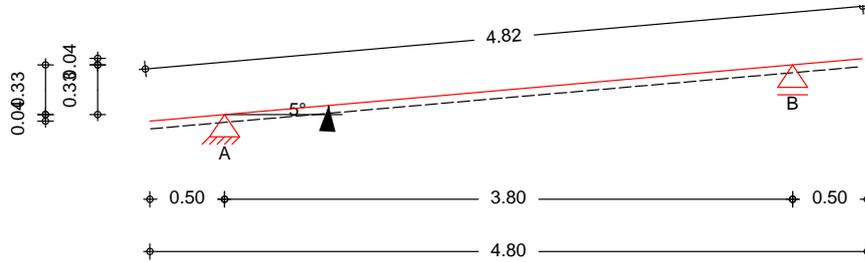
Pos. SP01

Sparren

Die Sparrenlänge beträgt etwa 3,8m zwischen den Auflagern. Die Auskragung auf beiden Seiten beträgt 0,5m. Der Sparrenabstand beträgt 0,6m.

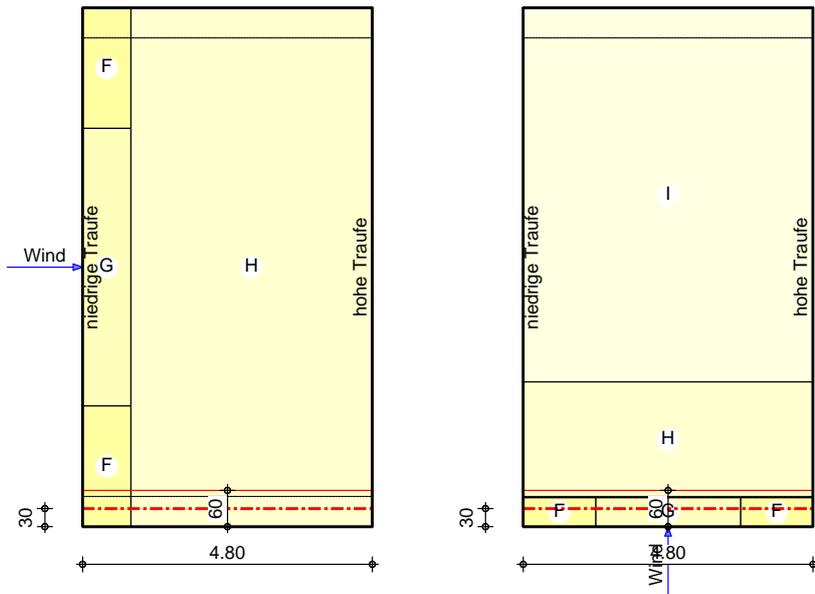
System
M 1:50

1-Feld Sparren mit Kragarmen

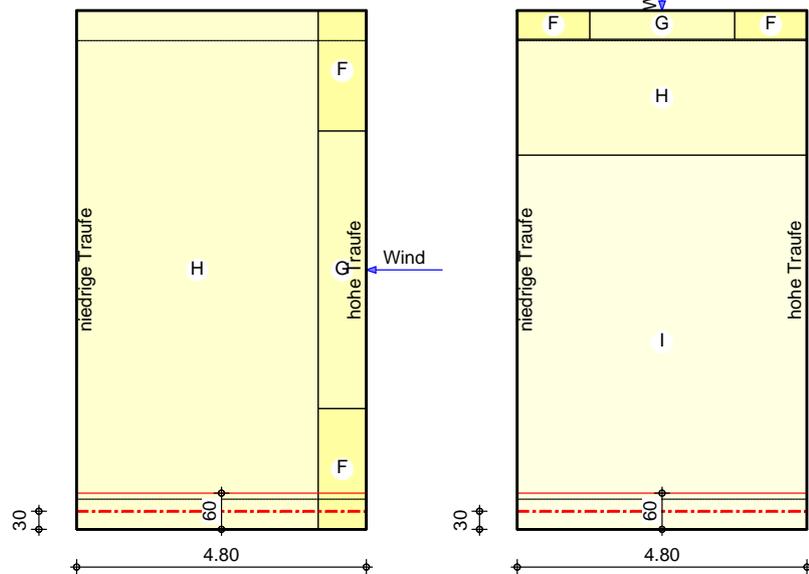


Abmessungen Mat./Querschnitt	Feld	l [m]	Material	b/h [cm]	
	Kl	0.50	NH C24	8.0/16.0	
	1	3.80			
	Kr	0.50			
Auflager	Lager	x [m]	z [m]	K _{T,z} [kN/m]	K _{T,x} [kN/m]
	A	0.50	0.04	fest	fest
	B	4.30	0.38	fest	frei
	Einschnitttiefe am Auflager		t =	3.0	cm
Dachneigung	Dachneigungswinkel		δ =	5.0	°
Sparrenabstand	Abstand		a =	0.60	m
Einwirkungen	Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12				
Gk	Eigenlasten				
Qk.S	Ständige Einwirkungen				
	Schnee				
	Schnee- und Eislasten für Orte bis NN + 1000 m				
	Qk.S	(min/max Werte)			
	Qk.S.A	Fall (i)			
	Qk.S.D	Fall (i) + Überhang			
Qk.W	Wind				
	Windlasten				
	Qk.W	(min/max Werte)			
	Qk.W.000	Anströmrichtung θ = 0°			
	Qk.W.090	Anströmrichtung θ = 90°			
	Qk.W.180	Anströmrichtung θ = 180°			
	Qk.W.270	Anströmrichtung θ = 270°			
Wind/Schnee	Wind- und Schneelastermittlung				

M 1:125



M 1:125



Belastungen

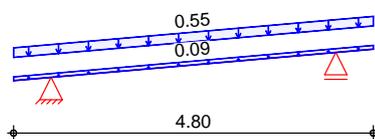
Belastungen auf das System

Grafik

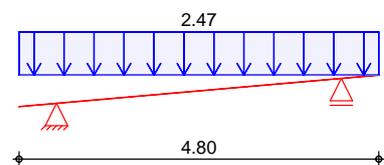
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk

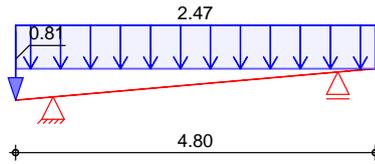


Qk.S.A

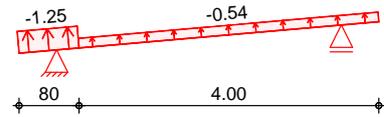


Sparren

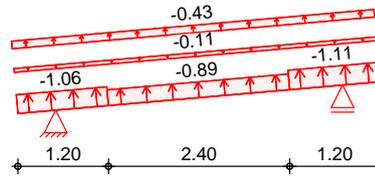
Qk.S.D



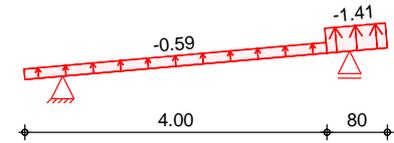
Qk.W.000



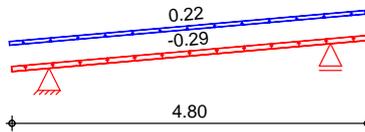
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



Flächenlasten

in z-Richtung

Einw. Gk

Einw. Qk.S.A

Einw. Qk.S.D

Einw. Qk.W.000

Einw. Qk.W.090

Einw. Qk.W.180

Einw. Qk.W.270

Feld	Richt.	Komm.	a [m]	s [m]	q _a [kN/m ²]	q _e [kN/m ²]
Kl	vert.DF	Eigengew	0.00	4.80		0.09
Kl	vert.DF	Eindeck.	0.00	4.80		0.55
Kl	vert.GF	Volllast	0.00	4.80		2.47
Kl	vert.GF	Volllast	0.00	4.80		2.47
Kl	lokal	Ber. F	0.00	0.80		-1.25
1	lokal	Ber. H	0.30	4.00		-0.54
Kl	lokal	Unterwind	0.00	4.80		-0.43
1	lokal	Ber. F _{hoch}	3.10	1.20		-1.11
Kl	lokal	Ber. F _{tief}	0.00	1.20		-1.06
1	lokal	Ber. G	0.70	2.40		-0.89
Kl	lokal	Ber. H	0.00	4.80		-0.11
1	lokal	Ber. F	3.50	0.80		-1.41
Kl	lokal	Ber. H	0.00	4.00		-0.59
Kl	lokal	Unterwind	0.00	4.80		0.22
Kl	lokal	Ber. I	0.00	4.80		-0.29

Streckenlasten

in z-Richtung

Einw. Qk.S.D

Streckenlasten senkrecht zum Bauteil

Feld	Richt.	Komm.	a [m]	q [kN/m]
1		Überhang	0.00	0.81

lokal: lokale Belastung orthogonal zur Dachfläche
vert.DF: vertikale Belastung bezogen auf die Dachfläche
vert.GF: vertikale Belastung bezogen auf die Grundfläche

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	KLED	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	2	ku	1.35*Gk +1.50*Qk.S.A
	3	ku	1.35*Gk +1.50*Qk.S.D
quasi-ständig	47		1.00*Gk

ku: kurz

Sparren

Bem.-schnittgrößen

Bemessungsschnittgrößen

Tabelle

Schnittgrößen (je Kombination)

	Feld	x [m]	N_{x,d} [kN/m]	M_{y,d} [kNm/m]	V_{z,d} [kN/m]
Komb. 2	Kl	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.50	0.20	-0.57 *	-2.27
	1	0.00	-0.76 *	-0.57	8.64 *
		1.91	0.00	7.67 *	0.00
		3.81	0.76 *	-0.57	-8.64 *
Kr	0.00	-0.20	-0.57	2.27	
	0.50	0.00	0.00	0.00	
Komb. 3	Kl	0.00	0.11	0.00	-1.21
		0.50	0.30	-1.18 *	-3.49
	1	0.00	-0.77 *	-1.18	8.80 *
		1.91	-0.01	7.37 *	0.16
		3.81	0.74 *	-0.57	-8.48 *
	Kr	0.00	-0.20	-0.57	2.27
		0.50	0.00	0.00	0.00

Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1995-1-1

Material	Material	f_{mk}	f_{t0k}	f_{c0k}	f_{c90k}	f_{vk}	E_{mean}
				[N/mm²]			
	NH C24	24.0	14.0	21.0	2.5	4.0	11000

Querschnitt	Art	b [cm]	h [cm]	A [cm ²]	I_y [cm ⁴]
	RE	8.0	16.0	128	2731

RE: Rechteckquerschnitt

Nutzungsstufe 1

Auflagerkräfte

je lfd. m (Windlasten mit c_{pe,10})

Char. Auflagerkr.

	Aufl.	F_{z,k} [kN/m]	F_{y,k} [kN/m]
Einw. Gk	A	1.54	0.00
	B	1.54	
Einw. Qk.S.A	A	5.92	0.00
	B	5.92	
Einw. Qk.S.D	A	6.84	0.00
	B	5.81	
Einw. Qk.W.000	A	-1.36	0.19
	B	-0.84	
Einw. Qk.W.090	A	-3.20	0.56
	B	-3.25	
Einw. Qk.W.180	A	-1.09	0.26
	B	-1.86	
Einw. Qk.W.270	A	-0.26	0.05
	B	-0.27	

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
Biegung	Feld 1	1.90	OK	0.81
Querkraft	Feld 1	0.00	OK	0.45
Biegung	Auflager A		OK	0.19
Querkraft	Auflager A		OK	0.55

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]		η [-]
ges. Enddurchbiegung	Feld 1	1.91	OK	0.40

Gewählt: NV C24, bxh = 8x16cm alle 0,60m

Pos. D01

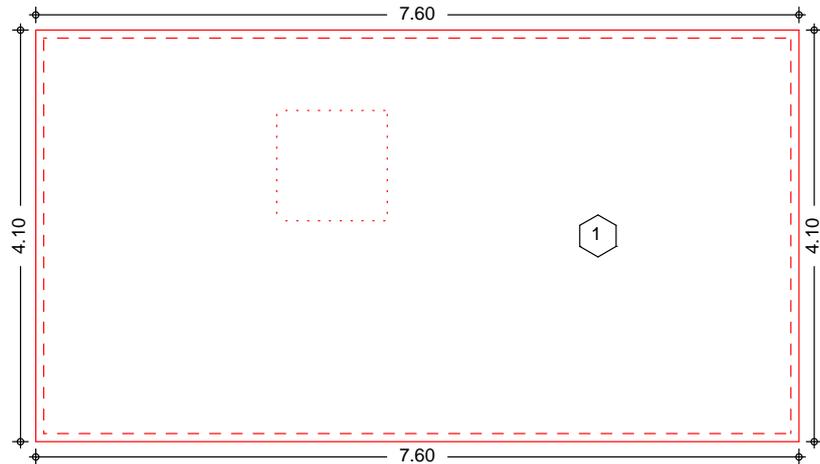
Decke Brunnengebäude

Die Decke wird für den Vorentwurf als Platte berechnet. Die kreisförmige Ausfuchung für den Schacht wird auch sicherer Seite liegend als Quadrat mit 1,10m Seitenlänge angenommen. Die Belastung aus dem Eigengewicht des Schachts sowie den Aufliegenden Balken wird hier als Linienlast modelliert.

System

Ebenes Plattenmodell

M 1:75



Abmessungen Mat./Querschnitt

Feld	lx [m]	ly [m]	X [m]	Y [m]	h [cm]	Material
1	7.60	4.10	0.00	0.00	20.0	C 25/30

Aussparungen

Nr.	Feld	bx [m]	by [m]	ax [m]	ay [m]
1	0	1.10	1.10	2.40	2.20

Linienlager (Rand)

Feld	Rand [-]	b [cm]	Transl. [-]	Rotat. [%]
1	un, re, ob, li	15.00	starr	frei

Decke Brunnengebäude

Belastungen

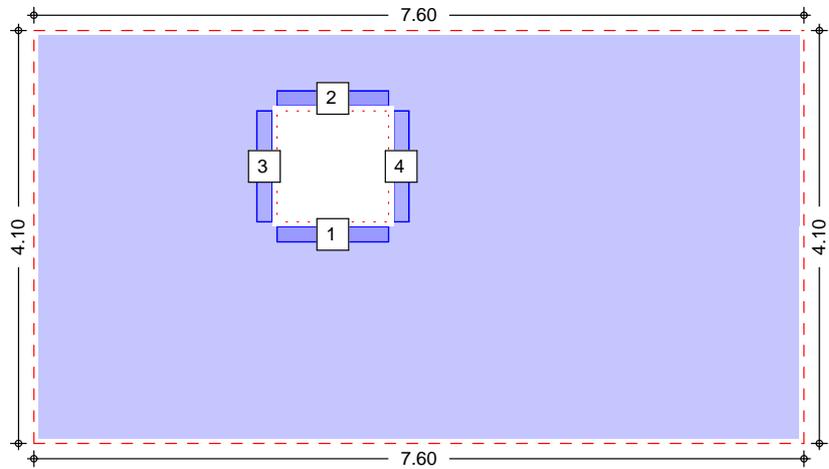
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

Gk



Gleichflächenlast [kN/m²]

5.00

31.67

49.73



Gleichflächenlasten

Einw. Gk

Feld	Komm.	q _z [kN/m ²]
1	Eigengew	5.00

Linienlasten

Einw. Gk

Feld	Last-Nr.	Ri.	a _x /a _y [m]	b/l [m]	q _z [kN/m]
(a) 1	1	X	2.40 2.00	0.15 1.10	6.71
	2	X	2.40 3.35	0.15 1.10	6.71
(b) 1	3	Y	2.20 2.20	0.15 1.10	4.00
(b) 1	4	Y	3.55 2.20	0.15 1.10	4.00

(a)

Belastung aus Eigengewicht des Schachtes

$$0.2 \cdot 25 \cdot 0.8 = 4.00 \text{ kN/m}$$

Belastung aus Sparren vom Dach

$$2 \cdot 0.5 \cdot 2.66 + 1 \cdot 0.05 = 2.71 \text{ kN/m}$$

$$= 6.71 \text{ kN/m}$$

(b)

Eigengewicht des Schachtes

$$0.2 \cdot 0.8 \cdot 25 = 4.00 \text{ kN/m}$$

Decke Brunnengebäude

Bem.-schnittgrößen

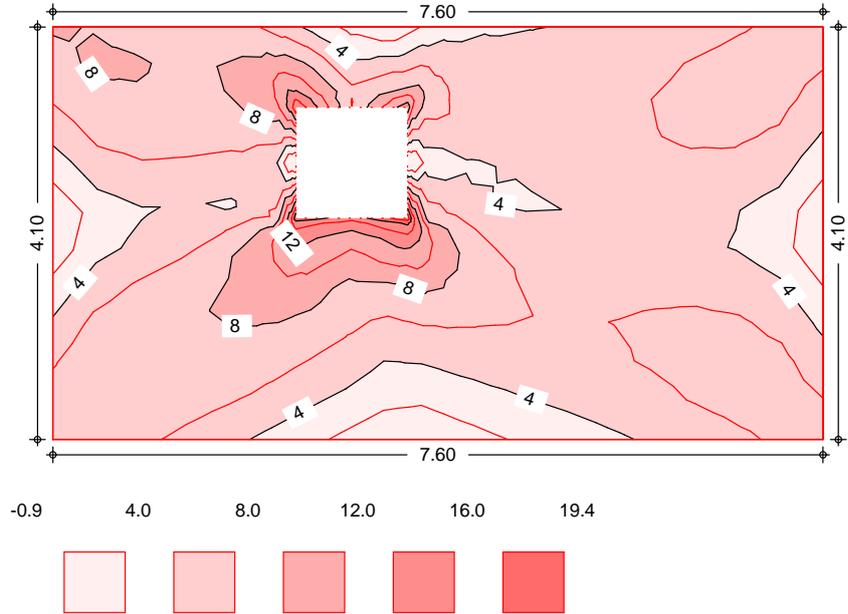
Bemessungsschnittgrößen nach der FE-Methode und unter Berücksichtigung der Drillmomente

Grafik

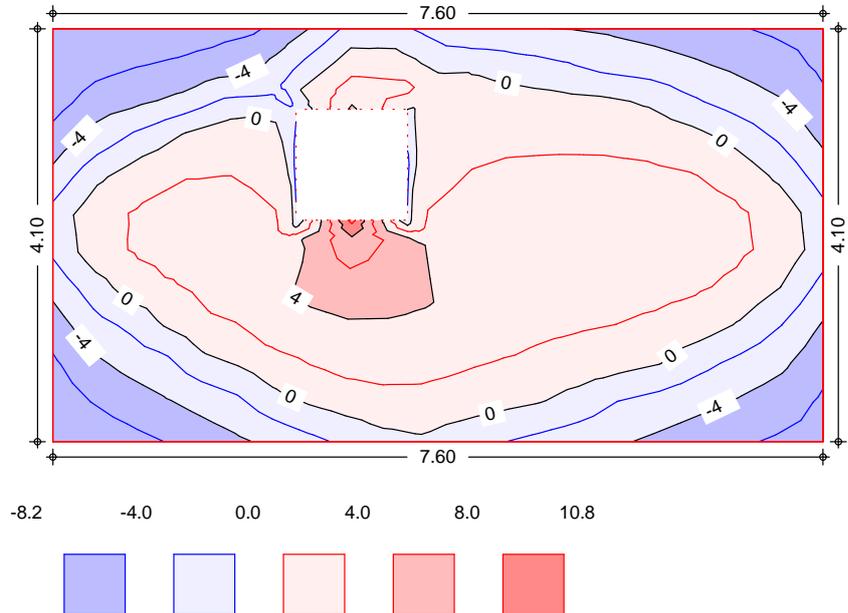
Schnittgrößen (Umhüllende)

Grundkombinationen

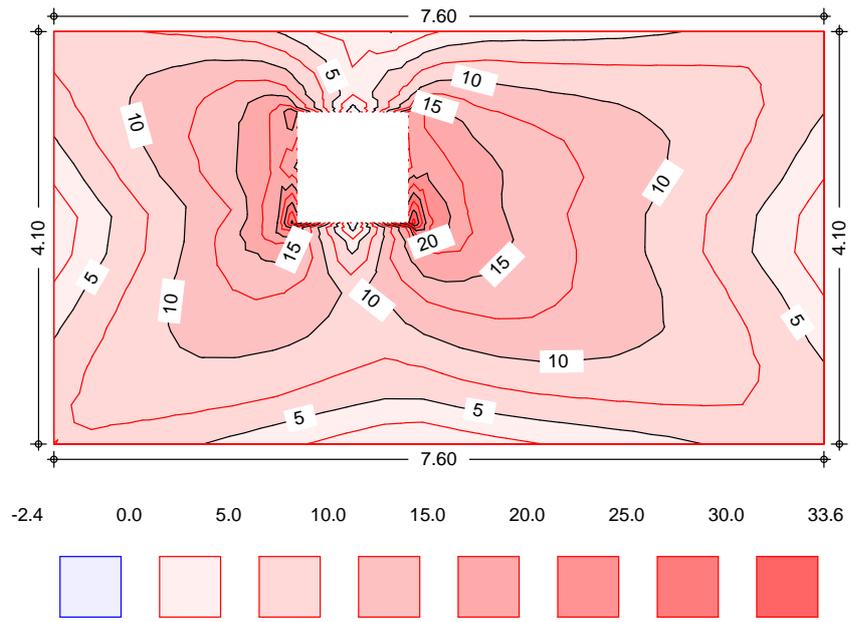
max. Moment $m_{x,d}$ [kNm/m]



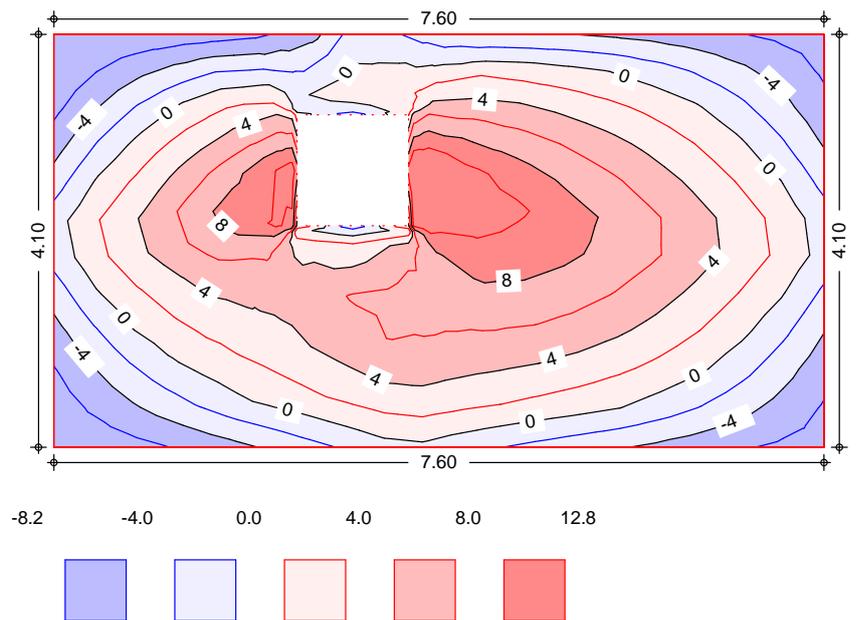
min. Moment $m_{x,d}$ [kNm/m]



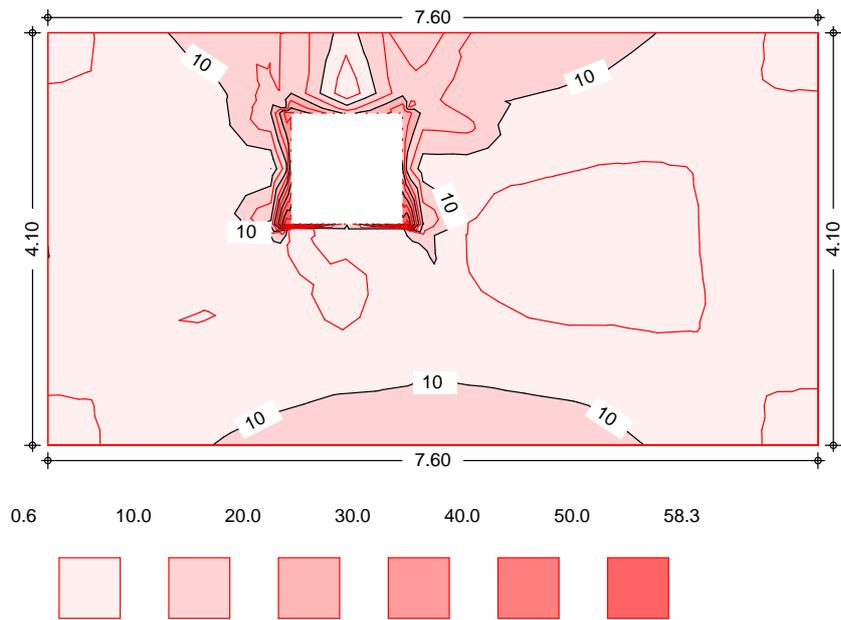
max. Moment $m_{y,d}$ [kNm/m]



min. Moment $m_{y,d}$ [kNm/m]



Querkraft $v_{E,d}$ [kN/m]



Mat./Querschnitt

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material

Beton		f_{ck}	ν	f_D	E
		[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]
C 25/30		25.0	0.20	0.00	31000
Betonstahl	für	f_{yk}		E	
		[N/mm ²]		[N/mm ²]	
B 500SA	Grundbewehrung	500.0		200000	
B 500SA	Zulagebewehrung	500.0		200000	

Bemessung (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1
- Die Mindestbewehrung für Biegung nach 9.3.1.1 ist berücksichtigt.

Biegung (Feld unten)

Max. untere Biegebewehrung je Feld [cm²/m]

Feld	Ek	$m_{x,Ed}$	$m_{y,Ed}$	$a_{s,xu}$	$a_{s,yu}$
		[kNm/m]	[kNm/m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
1	s/v	19.44	33.61	2.66	4.84

s/v: ständige/vorübergehende Kombination

Biegung (Feld oben)

Max. obere Biegebewehrung je Feld [cm²/m]

Feld	Ek	$m_{x,Ed}$	$m_{y,Ed}$	$a_{s,xo}$	$a_{s,yo}$
		[kNm/m]	[kNm/m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
1	s/v	-8.15	-8.15	1.10	1.13

s/v: ständige/vorübergehende Kombination

Biegung (Rand oben)

Max. obere Biegebewehrung je Rand [cm²/m]

Rand	Ek	$m_{x,Ed}$	$m_{y,Ed}$	$a_{s,xo}$	$a_{s,yo}$
		[kNm/m]	[kNm/m]	[cm ² /m]	[cm ² /m]
Feld 1 unten	s/v	-7.51	-7.51	1.01	1.05
rechts	s/v	-6.67	-6.67	0.90	0.93
oben	s/v	-8.15	-8.15	1.10	1.13
links	s/v	-8.15	-8.15	1.10	1.13

s/v: ständige/vorübergehende Kombination

Decke Brunnengebäude

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte des Deckensystems

Auflager

Geometrie der Linienlager

Aufl.	Feld,Lage	a [m]	s [m]
A	1,unten	0.00	7.60
B	1,rechts	0.00	4.10
C	1,oben	0.00	7.60
D	1,links	0.00	4.10

Char. Auflagerkr.

Charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	$F_{z,k,min}$ [kN/m]	$F_{z,k,max}$ [kN/m]
Einw. <i>Gk</i>		
A	7.84	7.84
B	5.70	5.70
C	8.59	8.59
D	6.12	6.12

Die Grundbewehrung wird wie folgt festgelegt:

Für die untere Lage

In X: 10/15

In Y: 10/15

Für die Obere Lage

In X: 10/15

In Y: 10/15

Die erforderliche Bewehrung für die Decke ergibt sich aus dem Rissbreitennachweis und deckt die erforderliche Bewehrung aus statischer Sicht ab. Eine mögliche Verkehrslast auf die Decke wird im Zuge der Ausführungsplanung berücksichtigt.

Pos. D02

Rissbreitennachweis Decke

Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung: Decke 20cm

Material:

Beton **bet := "C25/30"**

$$f_{ck}(bet) = 25 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{cc} := 0,85 \quad \gamma_c := 1,5 \quad f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{cm}(bet) = 31000 \frac{N}{mm^2}$$

Betonstahl BSt 500:

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_s := 1,15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s := 200000 \frac{N}{mm^2}$$

Bauteilmaße:

Gesamthöhe Querschnitt **h := 20 cm**
 Breite Querschnitt **b := 100 cm**
 Randabstand Bewehrung **d₁ := 5,5 cm**

Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung
 vgl. DAfStb-Heft 600

Nachweis für Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme:

w_{k,zul} := 0,30 mm

$$\frac{h}{d_1} = 3,64$$

effektive Dicke h_{eff} bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2 (Bild 7.1DE))

$$h_{c,eff} := 0,1 \cdot h + 2 \cdot d_1 = 13 \text{ cm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot \frac{b}{1 \text{ m}} = 1300 \frac{cm^2}{m}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}(bet) \cdot 0,5 = 1,28 \frac{N}{mm^2}$$

Kraft der effektiven Zugzone je Wandseite $F_{cr} := A_{c,eff} \cdot f_{ct,eff} = 166,72 \frac{kN}{m}$

von der Bewehrung aufzunehmende Zugkraft F_s (bezogen auf den halben Querschnitt)

$$A_{ct} := 0,5 \cdot h \cdot b = 0,1 \text{ m}^2$$

$$k_i := 0,8 + \frac{0,5 - 0,8}{0,8 - 0,3} \cdot \left(\frac{h}{1 \text{ m}} - 0,3 \right) = 0,86$$

$$k = 0,8$$

k_c := 1,0

$$F_s := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{1 \text{ m}} = 102,6 \frac{kN}{m}$$

```

if h ≤ 0,3 m
    k := 0,8
else
    if h ≥ 0,8 m
        k := 0,5
    else
        k := ki
    
```

Mindestbewehrung A_s und Rissbreitenbegrenzung

d_s := 10 mm

gewählte Bewehrung (je Seite):

d_s = 10 mm **e := 15 cm**

$$A_s := \sqrt{\frac{d_s \cdot F_{cr} \cdot (F_s - 0,4 \cdot F_{cr})}{3,6 \cdot E_s \cdot w_{k,zul} \cdot f_{ct,eff}}} = 4,65 \frac{cm^2}{m}$$

$$vorhA_s := \frac{1}{e} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_s}{2} \right)^2 = 5,24 \frac{cm^2}{m}$$

$$\eta := \frac{A_s}{vorhA_s} = 0,89 \leq 1$$

horizontal gewählt je Seite: DN 10/15cm

Kontrolle: zu erwartende Rissbreite

k_t := 0,4

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0 \quad \sigma_s := \frac{F_s}{A_s} = 220,69 \frac{N}{mm^2} \quad s_{r,max} := \text{Min} \left(\frac{d_s}{3,6 \cdot \rho_{eff}} ; \frac{\sigma_s \cdot d_s}{3,6 \cdot f_{ct,eff}} \right) = 0,48 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s} = 0,37 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(bet)} = 6,45$$

$$\Rightarrow w_k := s_{r,max} \cdot \varepsilon = 0,18 \text{ mm}$$

$$\varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

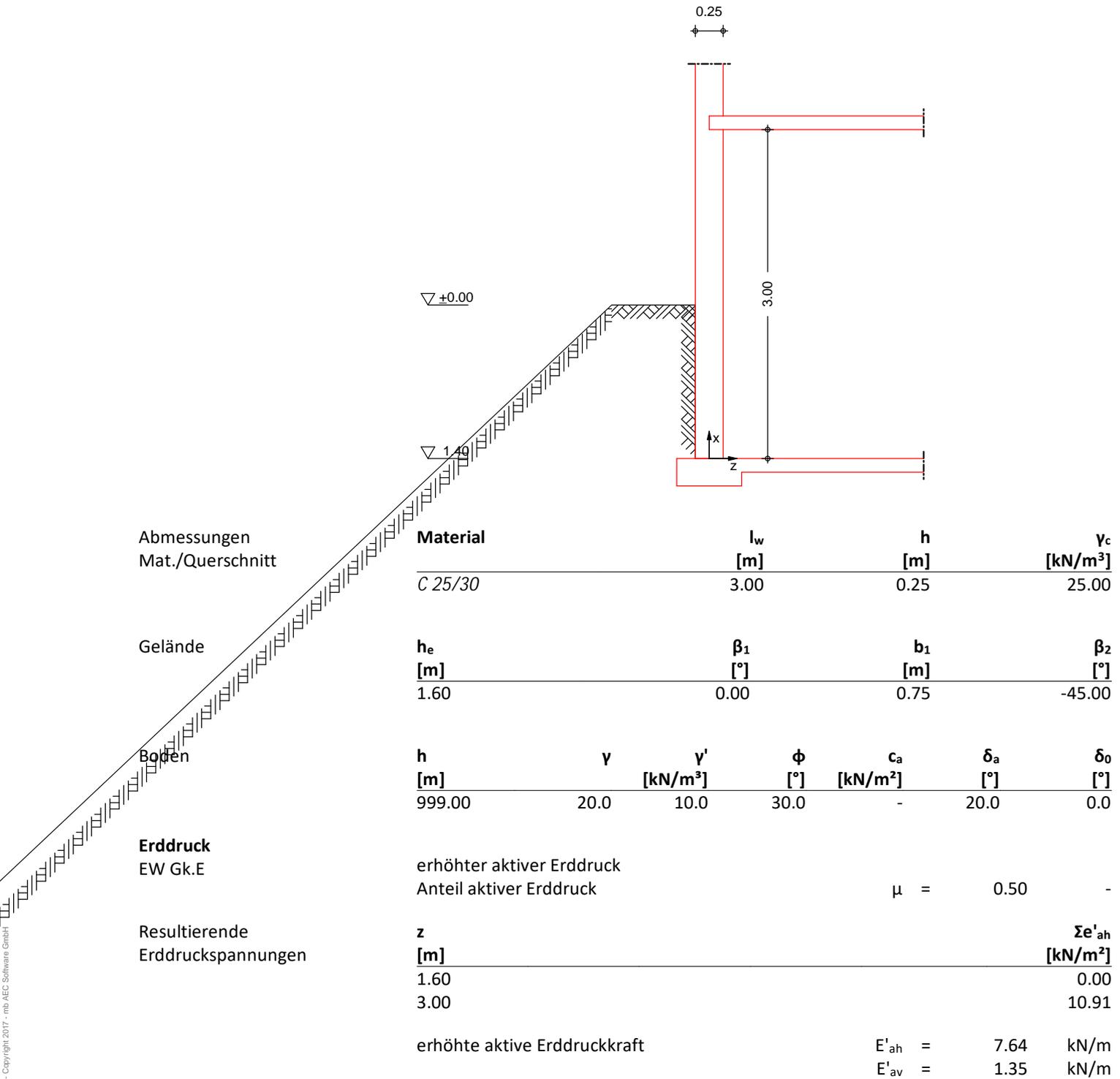
$$\eta := \frac{w_k}{w_{k,zul}} = 0,59 \leq 1$$

Pos. W01

Stb.-Kellerwand

Zur Nachweisführung der Wände wird als maßgebender Fall jener Wandteil, der sich teilweise im Erdreich befindet betrachtet. Das Brunnengebäude befindet sich komplett oberhalb des Grundwasserspiegels.

System zweiseitig gehaltene Wand
M 1:50



mb-Viewer Version 2018 - Copyright 2017 - mb AEC Software GmbH

Belastungen

Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

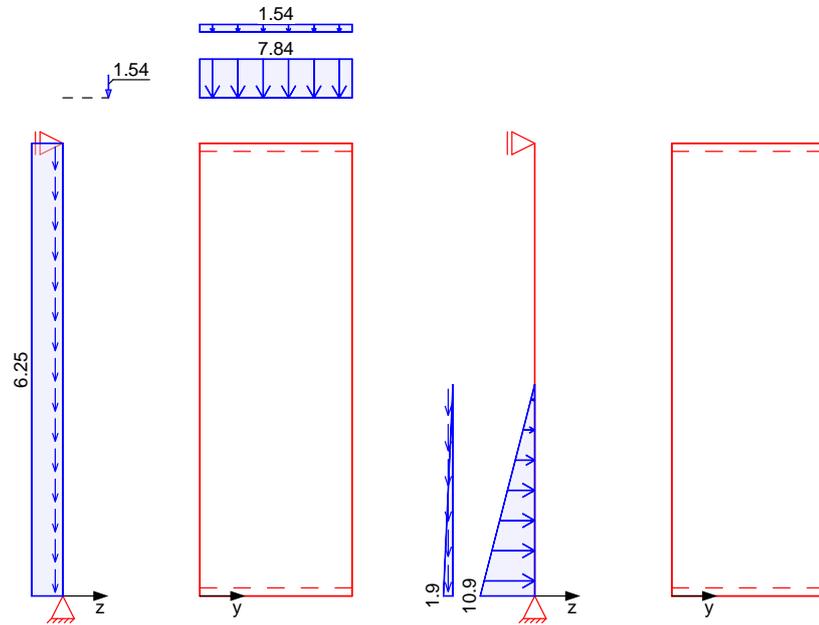
Einwirkungen

Gk

Gk

Gk.E

Gk.E

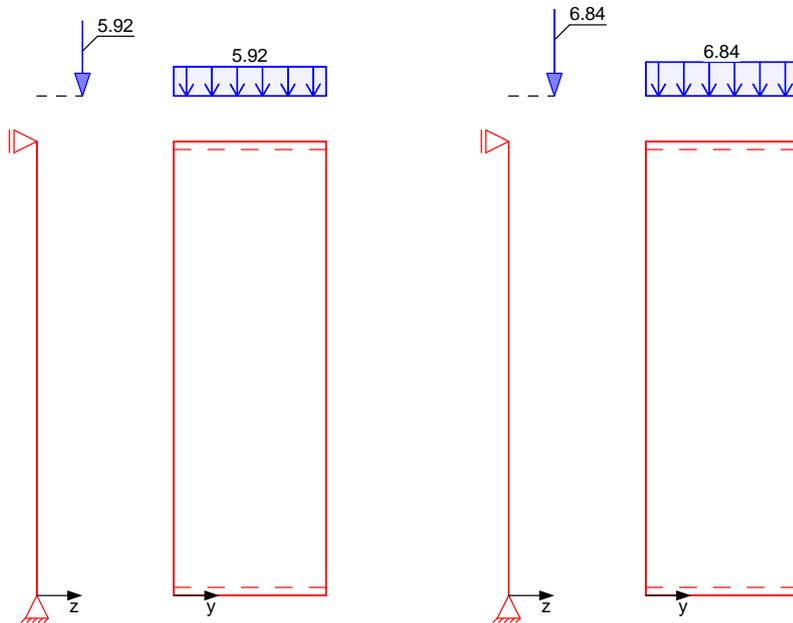


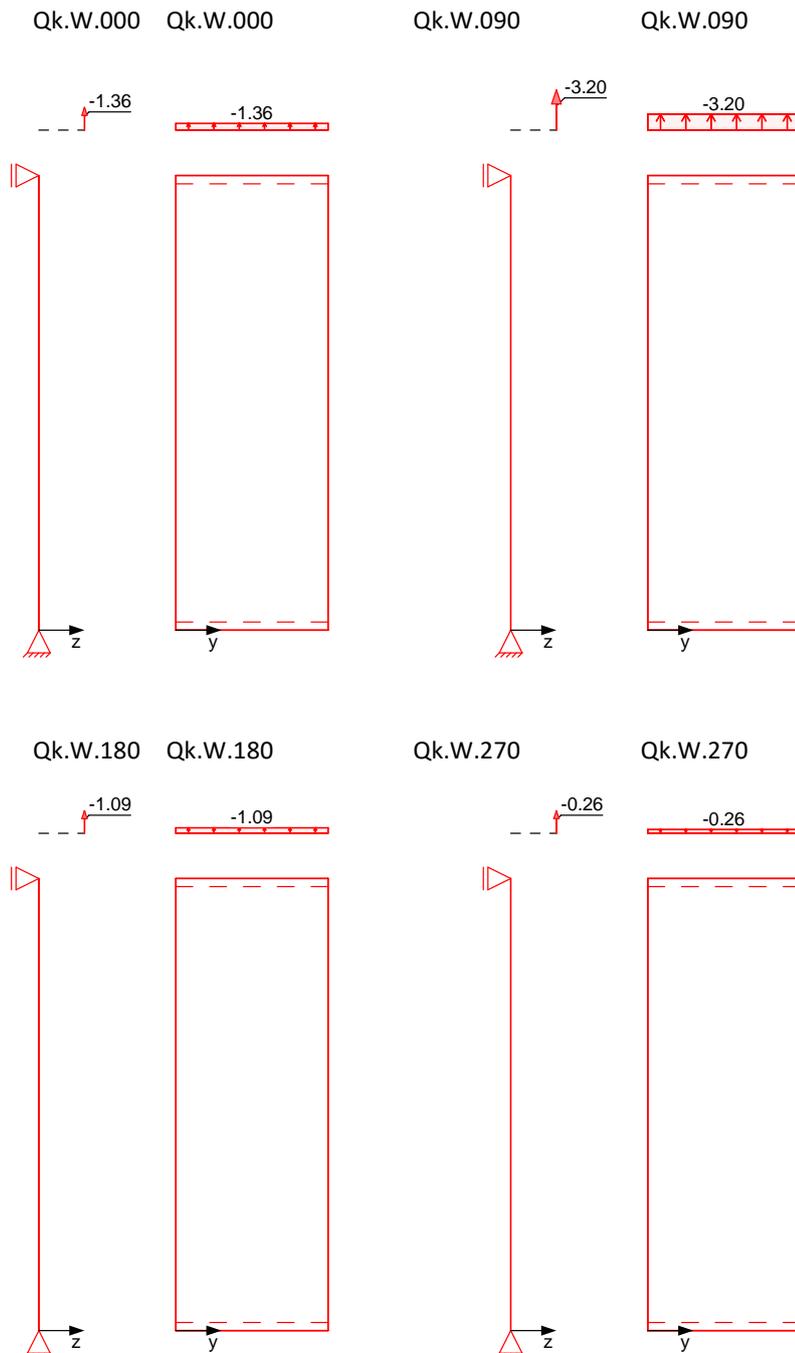
Qk.S.A

Qk.S.A

Qk.S.D

Qk.S.D





Streckenlasten
in x-Richtung

Einw. *G_k*

Einw. *Q_{k.S.A}*

Einw. *Q_{k.S.D}*

Einw. *Q_{k.W.000}*

Einw. *Q_{k.W.090}*

Einw. *Q_{k.W.180}*

Einw. *Q_{k.W.270}*

Gleichlasten
Komm.

	a [m]	s [m]	q _u [kN/m]	q _o [kN/m]	e [cm]
(a) Aufl. De				7.84	0.0
(b) Sp.				1.54	8.3
(b) Sp.				5.92	8.3
(b) Sp.				6.84	8.3
(b) Sp.				-1.36	8.3
(b) Sp.				-3.20	8.3
(b) Sp.				-1.09	8.3
(b) Sp.				-0.26	8.3

Stb.-Kellerwand

- (a) aus Pos. 'D01', Lager 'F1U' (Seite 18)
(b) aus Pos. 'SP01', Lager 'A' (Seite 11)

Flächenlasten
in x-Richtung

Gleichflächenlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q _u [kN/m ²]	q _o [kN/m ²]
(a) Eigengew	0.00	3.00		6.25
Einw. Gk				
Einw. Gk.E	0.00	1.40	1.92	0.00

(a) aus Eigengewicht 25.00*0.25 = 6.25 kN/m²

Flächenlasten
in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Komm.	a [m]	s [m]	q _u [kN/m ²]	q _o [kN/m ²]
Einw. Gk.E	0.00	1.40	10.91	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

Ek	Σ (γ*ψ*EW)
ständig/vorüberg.	28 1.00*Gk +1.35*Gk.E +1.50*Qk.W.090
quasi-ständig	93 1.00*Gk +1.00*Gk.E

Mat./Querschnitt
Material

Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Material	f _{ck} [N/mm ²]	f _y [N/mm ²]	E [N/mm ²]
C 25/30	25.0	-	31000
B 500SA		500.0	200000

Betondeckung

Wand-seite	Expositions- klassen	c _{min} [mm]	Δc _{dev} [mm]	c _{nom} [mm]	d' _h [cm]	d' _v [cm]
außen	XC4	25	15	40	4.5	5.5
innen	XC4	25	15	40	4.5	5.5

Bemessung (GZT)

für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Stabilität

Nachweis der Knicksicherheit

Ek 28	Knicklastfaktor	v =	2849.4	-
	Schlankheit	λ =	32.67	-
	Knicklängenbeiwert	β =	0.79	-
	ungew. Ausmitte aus Vorkrümmung	e _a =	0.59	cm

Schnittgr./Verform.
lin. Th. II.O.

x [m]	n _{Ed} [kN/m]	m _{Ed} [kNm/m]	v _{Ed} [kN/m]	w [cm]	φ [rad]
3.00	4.59	-0.38	-1.73	0.00	0.00005
1.40	14.59	2.39	-1.73	0.01	0.00001
0.85	18.32	3.05	-0.13	0.01	-0.00003
0.00	25.16	0.00	8.58	0.00	-0.00008

Schnittgr./Verform.
nichtlin. Th. II.O.

x [m]	n _{Ed} [kN/m]	m _{Ed} [kNm/m]	v _{Ed} [kN/m]	w [cm]	φ [rad]
3.00	4.59	-0.38	-1.80	0.00	0.00652
1.40	14.59	2.53	-1.80	0.93	0.00207
0.85	18.32	3.20	-0.05	0.82	-0.00627
0.00	25.16	0.00	8.81	0.00	-0.01057

erf. Bewehrung

infolge Knicksicherheitsnachweis nach 5.8

vertikal je Seite	erf a _{s,v} =	0.09	cm ² /m
horizontal je Seite	erf a _{s,h} =	0.02	cm ² /m

infolge Rissbreitenbegrenzung nach 7.3

horizontal je Seite	erf a _{s,h} =	6.01	cm ² /m
---------------------	------------------------	------	--------------------

konstr. Mindestbew. nach 9.6.2(1) bzw. 9.6.3(1)
vertikal je Seite min $a_{s,v}$ = 1.88 cm²/m
horizontal je Seite min $a_{s,h}$ = 0.38 cm²/m

Bewehrungswahl

Bewehrung je Seite	Art	gewählt	$a_{s,v}$ [cm ² /m]	$a_{s,h}$ [cm ² /m]
	Matte	Q636A	6.36	6.28

Auflagerkräfte

Bemessungsaflagerkräfte

Bem.-auflagerkräfte
ständig/vorüberg.

Aufl.	$F_{v,d,min}$ $F_{v,d,max}$ [kN/m]	EK	$F_{Hz,d,min}$ $F_{Hz,d,max}$ [kN/m]	EK	$M_{y,d,min}$ $M_{y,d,max}$ [kNm/m]	EK
A	24.68 50.05	74 3	1.32 8.58	74 28	0.00 0.00	1 1

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	η [-]
Bemessung (GZT)	OK
Bewehrungswahl	OK

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	η [-]
Rissbreite	OK

Gewählt je Wandseite:
vertikal und horizontal $\emptyset 10/12,5$ cm oder Verwendung von Matten Q 636

Pos. W02

Rissbreitennachweis Wand

Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung: Wände 25cm

Material:

Beton **bet := "C25/30"**

$$f_{ck}(bet) = 25 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{cc} := 0,85 \quad \gamma_c := 1,5 \quad f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{cm}(bet) = 31000 \frac{N}{mm^2}$$

Betonstahl BSt 500:

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_s := 1,15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s := 200000 \frac{N}{mm^2}$$

Bauteilmaße:

Gesamthöhe Querschnitt **h := 25 cm**
 Breite Querschnitt **b := 100 cm**
 Randabstand Bewehrung **d₁ := 6 cm**

Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung
 vgl. DAfStb-Heft 600

Nachweis für Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme:

w_{k,zul} := 0,30 mm

$$\frac{h}{d_1} = 4,17$$

effektive Dicke h_{eff} bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2 (Bild 7.1DE))

$$h_{c,eff} := 0,1 \cdot h + 2 \cdot d_1 = 14,5 \text{ cm}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}(bet) \cdot 0,5 = 1,28 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot \frac{b}{1 \text{ m}} = 1450 \frac{cm^2}{m}$$

Kraft der effektiven Zugzone je Wandseite $F_{cr} := A_{c,eff} \cdot f_{ct,eff} = 185,96 \frac{kN}{m}$

von der Bewehrung aufzunehmende Zugkraft F_s (bezogen auf den halben Querschnitt)

$$A_{ct} := 0,5 \cdot h \cdot b = 0,12 \text{ m}^2$$

$$k_i := 0,8 + \frac{0,5 - 0,8}{0,8 - 0,3} \cdot \left(\frac{h}{1 \text{ m}} - 0,3 \right) = 0,83$$

$$k = 0,8$$

k_c := 1,0

if h ≤ 0,3 m
k := 0,8
else
if h ≥ 0,8 m
k := 0,5
else
k := k _i

$$F_s := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{1 \text{ m}} = 128,25 \frac{kN}{m}$$

Mindestbewehrung A_s und Rissbreitenbegrenzung

d_s := 10 mm

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

d_s = 10 mm **e := 12,5 cm**

$$A_s := \sqrt{\frac{d_s \cdot F_{cr} \cdot (F_s - 0,4 \cdot F_{cr})}{3,6 \cdot E_s \cdot w_{k,zul} \cdot f_{ct,eff}}} = 6,01 \frac{cm^2}{m}$$

$$vorhA_s := \frac{1}{e} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_s}{2} \right)^2 = 6,28 \frac{cm^2}{m}$$

$$\eta := \frac{A_s}{vorhA_s} = 0,96 \leq 1$$

**horizontal gewählt je Seite: DN 10/12,5cm
oder: DN 12/15cm**

Kontrolle: zu erwartende Rissbreite

k_t := 0,4

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0 \quad \sigma_s := \frac{F_s}{A_s} = 213,28 \frac{N}{mm^2} \quad s_{r,max} := \text{Min} \left(\frac{d_s}{3,6 \cdot \rho_{eff}} ; \frac{\sigma_s \cdot d_s}{3,6 \cdot f_{ct,eff}} \right) = 0,46 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s} = 0,43 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(bet)} = 6,45$$

$$\Rightarrow w_k := s_{r,max} \cdot \varepsilon = 0,2 \text{ mm}$$

$$\varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

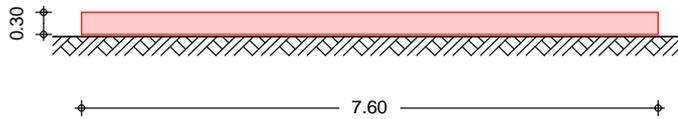
$$\eta := \frac{w_k}{w_{k,zul}} = 0,66 \leq 1$$

Pos. BP01

Elastisch gebetteter Balken

Bei der Erstellung dieser Entwurfsstatik liegt eine Bohrung vor (siehe Pos.00-Vorbemerkung). Der weitere Abgleich des Baugrunds erfolgt im Zuge der weiteren Planung, vorerst wird im Rahmen der Entwurfsstatik ein kiesig-sandiger Baugrund angenommen.

System
M 1:100

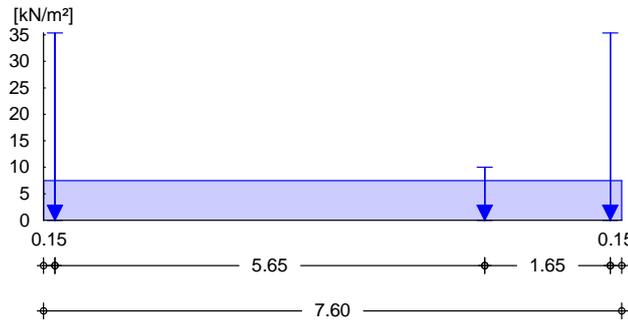


Platte	Länge	$l =$	7.60	m
	Höhe	$h =$	0.30	m
	Breite	$b =$	4.10	m
	Elastizitätsmodul Beton	$E_{cm} =$	31000	N/mm ²

Bodenschichten	Nr.	Bezeichnung	h	$E_{s,k,min}$	$E_{s,k,max}$
			[m]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
	1	Kies-Sand	10.00	30.00	110.00

Belastungen
EW Gk
M 1:100

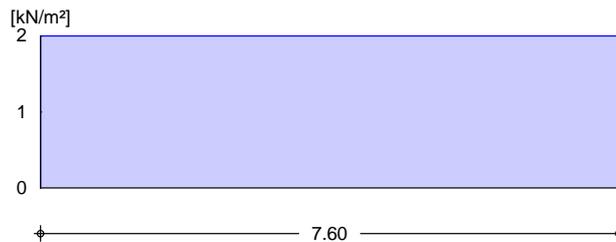
Ständige Einwirkungen (einschl. Eigenlast)



Lastart	a	s	q_l	q_r	F	M
	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kNm/m]
Einzel	5.80	0.90			10.00	
Einzel	0.15	0.01			35.37	
Einzel	7.45	0.01			35.37	
Gleich			7.50			

EW Qk.N
M 1:100

Kategorie A - Wohn- und Aufenthaltsräume



Lastart	a	s	q_l	q_r	F	M
	[m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kNm/m]
Gleich			2.00			

Kombinationen

nach DIN EN 1990 für minimale Steifemoduli $E_{s,k,min}$

Grundkombination

x [m]	max M_{Ed} [kNm/m]	min M_{Ed} [kNm/m]	max V_{Ed} [kN/m]	min V_{Ed} [kN/m]	max σ_{Ed} [kN/m ²]
0.19	0.50	0.31	-20.73	-28.84	56.20
2.22	-11.90	-17.41	0.17	0.00	15.63
7.41	0.71	0.46	27.15	19.48	60.84
7.47	1.39	0.99	-12.54	-17.51	71.85
7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	221.25

maßgeb. Kombination

max/min	Wert	Beiwert $\gamma^* \psi$	* Einwirkung
max M_{Ed}	1.39	+ 1.35*Gk	+ 1.50*Qk.N
min M_{Ed}	-17.41	+ 1.35*Gk	
max V_{Ed}	27.15	+ 1.35*Gk	
min V_{Ed}	-28.84	+ 1.35*Gk	
max σ_{Ed}	221.25	+ 1.35*Gk	+ 1.50*Qk.N

char. Kombination

x [m]	max s_{Ed} [cm]	min s_{Ed} [cm]
3.42	0.18	0.15
7.60	0.29	0.28

maßgeb. Kombination

max/min	Wert	Beiwert $\gamma^* \psi$	* Einwirkung
max s	0.29	+ 1.00*Gk	+ 1.00*Qk.N
min s	0.15	+ 1.00*Gk	

Kombinationen

nach DIN EN 1990 für maximale Steifemoduli $E_{s,k,max}$

Grundkombination

x [m]	max M_{Ed} [kNm/m]	min M_{Ed} [kNm/m]	max V_{Ed} [kN/m]	min V_{Ed} [kN/m]	max σ_{Ed} [kN/m ²]
0.19	0.94	0.65	-18.14	-25.08	63.79
1.33	-6.21	-8.89	0.29	0.15	19.63
7.41	1.03	0.71	24.35	17.60	66.43
7.47	1.56	1.13	-14.25	-19.66	79.05
7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	246.63

maßgeb. Kombination

max/min	Wert	Beiwert $\gamma^* \psi$	* Einwirkung
max M_{Ed}	1.56	+ 1.35*Gk	+ 1.50*Qk.N
min M_{Ed}	-8.89	+ 1.35*Gk	
max V_{Ed}	24.35	+ 1.35*Gk	
min V_{Ed}	-25.08	+ 1.35*Gk	
max σ_{Ed}	246.63	+ 1.35*Gk	+ 1.50*Qk.N

char. Kombination

x [m]	max s_{Ed} [cm]	min s_{Ed} [cm]
3.29	0.05	0.04
7.60	0.09	0.08

maßgeb. Kombination

max/min	Wert	Beiwert $\gamma^* \psi$	* Einwirkung
max s	0.09	+ 1.00*Gk	+ 1.00*Qk.N
min s	0.04	+ 1.00*Gk	

Bemessung (GZT)

nach DIN EN 1992-1-1:2011-01

Beton					C 25/30
Betonstahl					B 500SA
Wichte des Stahlbetons			γ =	25.00	kN/m ³
Dicke			h =	30.00	cm
Achsabst. der Bewehrung			$d'u/d'o$ =	0.5/0.5	cm

Biegebewehrung/
Querkraftbewehrung

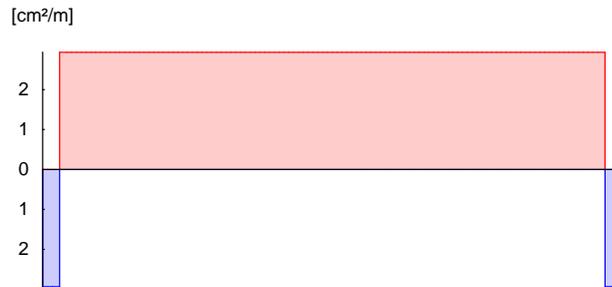
x [m]	erf a_{su} [cm ² /m]	erf a_{so} [cm ² /m]	$V_{Rd,c}$ [kN/m]	$V_{Rd,max}$ [kN/m]	erf a_{sw} [cm ² /m ²]
0.06	2.94 ^M	-	127.11	846.28	-

Elastisch gebetteter Balken

x [m]	erf a _{su} [cm ² /m]	erf a _{so} [cm ² /m]	V _{Rd,c} [kN/m]	V _{Rd,max} [kN/m]	erf a _{sw} [cm ² /m ²]
0.19	2.94 ^M	-	127.11	846.28	-
0.25	-	2.94 ^M	127.11	846.28	-
1.33	-	2.94^M	127.11	846.28	-
7.41	2.94 ^M	-	127.11	846.28	-
7.47	2.94^M	-	127.11	846.28	-

M: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.1.1(1)

erf. Biegebewehrung
M 1:100



Maßgebend für die Bewehrung ist der Rissbreitennachweis.

Gewählte Bewehrung:

oben + unten: Ø12/12,5cm

Pos. BP02

Rissbreitennachweis Bodenplatte

Begrenzung der Rissbreite durch direkte Berechnung: Bodenplatte 30cm

Material:

Beton **bet := "C25/30"**

$$f_{ck}(bet) = 25 \frac{N}{mm^2} \quad \alpha_{cc} := 0,85 \quad \gamma_c := 1,5 \quad f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}(bet)}{\gamma_c} = 14,17 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_{cm}(bet) = 31000 \frac{N}{mm^2}$$

Betonstahl BSt 500:

$$f_{yk} := 500 \frac{N}{mm^2} \quad \gamma_s := 1,15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \frac{N}{mm^2}$$

$$E_s := 200000 \frac{N}{mm^2}$$

Bauteilmaße:

Gesamthöhe Querschnitt **h := 30 cm**
 Breite Querschnitt **b := 100 cm**
 Randabstand Bewehrung **d₁ := 6 cm**

Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung
 vgl. DAfStb-Heft 600

Nachweis für Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme:

w_{k,zul} := 0,30 mm

$$\frac{h}{d_1} = 5$$

effektive Dicke h_{eff} bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2 (Bild 7.1DE))

$$h_{c,eff} := 0,1 \cdot h + 2 \cdot d_1 = 15 \text{ cm}$$

$$f_{ct,eff} := f_{ctm}(bet) \cdot 0,5 = 1,28 \frac{N}{mm^2}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot \frac{b}{1 \text{ m}} = 1500 \frac{cm^2}{m}$$

Kraft der effektiven Zugzone je Wandseite $F_{cr} := A_{c,eff} \cdot f_{ct,eff} = 192,37 \frac{kN}{m}$

von der Bewehrung aufzunehmende Zugkraft F_s (bezogen auf den halben Querschnitt)

$$A_{ct} := 0,5 \cdot h \cdot b = 0,15 \text{ m}^2$$

$$k_i := 0,8 + \frac{0,5 - 0,8}{0,8 - 0,3} \cdot \left(\frac{h}{1 \text{ m}} - 0,3 \right) = 0,8$$

$$k = 0,8$$

k_c := 1,0

```

if h < 0,3 m
  k := 0,8
else
  if h >= 0,8 m
    k := 0,5
  else
    k := ki
    
```

$$F_s := k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \frac{A_{ct}}{1 \text{ m}} = 153,9 \frac{kN}{m}$$

Mindestbewehrung A_s und Rissbreitenbegrenzung

d_s := 12 mm

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

d_s = 12 mm **e := 12,5 cm**

$$A_s := \sqrt{\frac{d_s \cdot F_{cr} \cdot (F_s - 0,4 \cdot F_{cr})}{3,6 \cdot E_s \cdot w_{k,zul} \cdot f_{ct,eff}}} = 8,01 \frac{cm^2}{m}$$

$$vorhA_s := \frac{1}{e} \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_s}{2} \right)^2 = 9,05 \frac{cm^2}{m}$$

$$\eta := \frac{A_s}{vorhA_s} = 0,89 \leq 1$$

horizontal gewählt je Seite: DN 12/12,5cm

Kontrolle: zu erwartende Rissbreite

k_t := 0,4

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0,01 \quad \sigma_s := \frac{F_s}{A_s} = 192,19 \frac{N}{mm^2} \quad s_{r,max} := \text{Min} \left(\frac{d_s}{3,6 \cdot \rho_{eff}} ; \frac{\sigma_s \cdot d_s}{3,6 \cdot f_{ct,eff}} \right) = 0,5 \text{ m}$$

$$\varepsilon := \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s} = 0,46 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}(bet)} = 6,45$$

$$\Rightarrow w_k := s_{r,max} \cdot \varepsilon = 0,23 \text{ mm}$$

$$\varepsilon := \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$$

$$\eta := \frac{w_k}{w_{k,zul}} = 0,77 \leq 1$$