



Mischwasserbecken Cheibacher
Vorstatik

21. September 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Belastungen / Baustoffkennwerte	1
1.1	Lastmodell 1	2
1.2	Auflasten	10
1.3	Eigengewicht	11
2	Tragsicherheitsnachweise	12
2.1	Einwirkende Momente auf Tragsicherheitsniveau	12
2.2	Benötigte Biegebewehrung	14
2.3	Einwirkende Querkräfte	20
2.4	Benötigte Querkraftbewehrung	21
3	Bemessung Aussenwände	22
3.1	Schnittkräfte auf Wände	24
3.2	Bemessung Wände	25
3.3	Anpassung Wandsystem	28
3.4	Schnittkräfte am Angepassten Wandsystem	29
3.5	Bemessung Wand als Plattenbalken ausgeführt	31
4	Bemessung Innenwand	33
4.1	Einwirkungen Innenwand	33
4.2	Schnittkräfte Innenwand	34
4.3	Bemessung Innenwand	35
5	Auftriebssicherheit	37
6	Mindestbewehrung Bodenplatte	39
7	Gebrauchstauglichkeit	41
8	Bewehrungsskizzen	43

1. Belastung / Baustoffkennwerte

Eigengewicht

Beton C 30/37

$$\gamma_G = 1,35$$

$$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ctd} = 1,1 \text{ N/mm}^2 \quad g_k = 25 \text{ kN/m}^3$$

Auflasten

Belag

$$h = 10 \text{ cm}$$

Annahme

$$\gamma_G = 1,35$$

$$g_k = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$g_k = 24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,1 = 2,4 \text{ kN/m}^2$$

Baugrund

Angaben gemäss geologisch-geotechnischem Bericht PnP vom 7.8.18

Künstl. Auffüllung

$$\gamma_k = 19 - 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\varphi'_k = 25 - 30^\circ$$

$$c'_k = 0 - 5 \text{ kN/m}^2$$

$$M_c = 15 - 20 \text{ MN/m}^2$$

Ergolz - Niederterrassenschotter

$$\gamma_k = 21 - 22 \text{ kN/m}^3$$

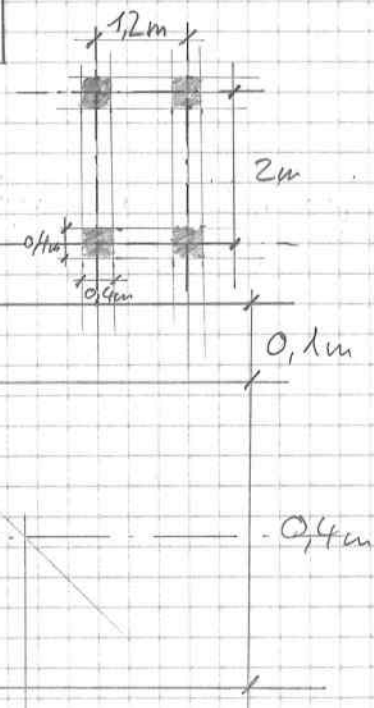
$$\varphi'_k = 32 - 34^\circ$$

$$c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$M_c = 50 - 80 \text{ MN/m}^2$$

$$\gamma_G = 1,5$$

Anordnung der Räder



Lastmodell 1 (gem. SIA 261 (2014) K.10)

Verteilung der Radlast auf $b \times b$ Fläche

$$150 \text{ kN}$$

Radlast

Belag

Betonplatte

$$150 \text{ kN} / (1 \text{ m} \times 1 \text{ m}) = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$b = 0,4 \text{ m} + 2 \cdot 0,1 \text{ m} + 2 \cdot 0,4 \text{ m} / 2 = 1 \text{ m}$$

$$\text{Achslast } Q_k = 300 \text{ kN}$$

$$\alpha_1 = 0,9$$

$$\text{Flächenlast } q_k = 8 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha_1 = 0,9$$

$$\text{Radfläche } q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha_1 = 0,9$$

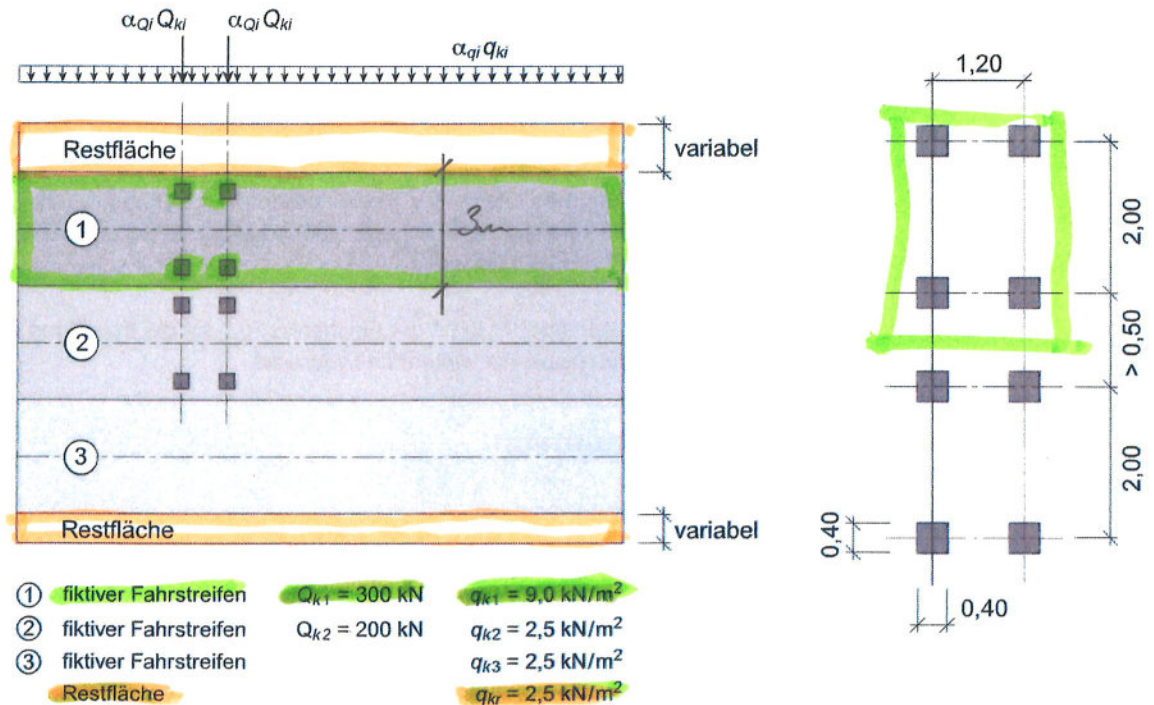
Zusammen ansetzen

1.1 Lastmodell 1

2

- 10.2.2.2 In den fiktiven Fahrstreifen sind gemäss Figur 11 symmetrisch zur Fahrstreifenachse angeordnete Achslastgruppen von je zwei Achsen anzunehmen. Die Achslast beträgt $\alpha_{Qi} Q_{ki}$ und wird je hälftig über zwei Räder mit einer quadratischen Aufstandsfläche von 0,4 m Seitenlänge auf das Bauwerk übertragen. Die charakteristischen Werte Q_{ki} und die Beiwerte α_{Qi} sind gemäss Tabelle 10 und Ziffer 10.3.2 bzw. 10.3.3 in Rechnung zu stellen.

Figur 11: Mögliche Lastanordnung des Lastmodells 1 (Abmessungen in m)



Fahrs Spuren mittig und je bei $\sim dv/2$ angesetzt

- 10.2.2.3 Die Achslastgruppen in den fiktiven Fahrstreifen 1 und 2 dürfen als im selben Querschnitt wirkend angenommen werden.
- 10.2.2.4 Für die Ermittlung lokaler Beanspruchungen können die Achslastgruppen asymmetrisch zur Fahrstreifenachse stehen. Der Mindestabstand zwischen den Aufstandsflächen der Achslastgruppen beträgt 0,5 m, siehe Figur 11.
- 10.2.2.5 Zusätzlich zu den Achslastgruppen ist eine gleichmässig über die fiktiven Fahrstreifen verteilte Belastung $\alpha_{qi} q_{ki}$ anzunehmen. q_{ki} und α_{qi} sind gemäss Tabelle 10 und Ziffer 10.3.2 bzw. 10.3.3 in Rechnung zu stellen.
- 10.2.2.6 Auf den Restflächen ist eine gleichmässig verteilte Belastung $\alpha_{qr} q_{kr}$ anzunehmen. q_{kr} und α_{qr} sind gemäss Tabelle 10 und Ziffer 10.3.2 bzw. 10.3.3 in Rechnung zu stellen.
- 10.2.2.7 Die Anzahl, Anordnung und Nummerierung der im Einzelfall zu berücksichtigenden fiktiven Fahrstreifen sind so zu wählen, dass die für die betrachtete Bemessungssituation ungünstigste Laststellung vorliegt.

Tabelle 9: Anzahl und Breite der fiktiven Fahrstreifen

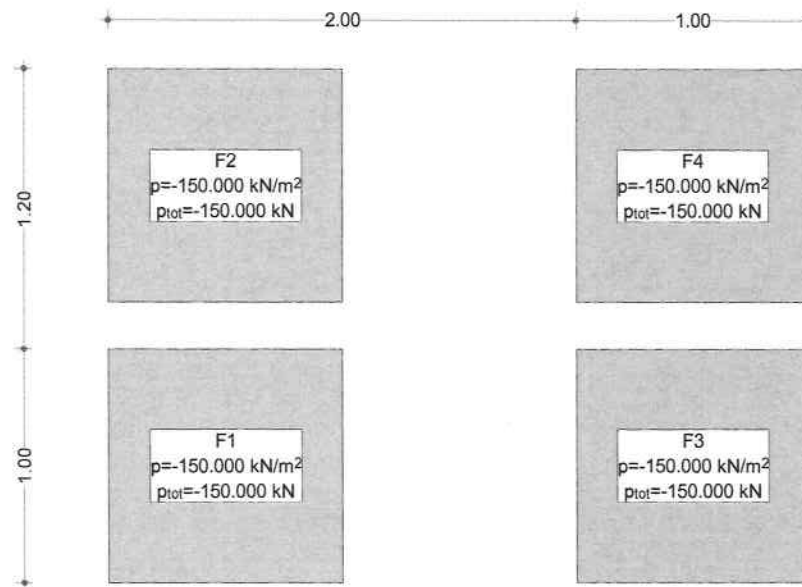
Fahrbahnbreite	Anzahl fiktiver Fahrstreifen	Fiktive Fahrstreifenbreite	Breite der Restflächen
$b < 5,4 \text{ m}$	$n = 1$	3 m	$b - 3 \text{ m}$
$5,4 \text{ m} \leq b \leq 6,0 \text{ m}$	$n = 2$	$b/2$	0
$6,0 \text{ m} < b$	$n = \text{ganzzahliger Teil von } b/(3 \text{ m})$	3 m	$b - n \cdot 3 \text{ m}$

$\alpha = 0,9$ gemäss SIA 261 10.3.2

Belastung mFz2: Fahrzeug Mitte 2

Mstb. 1:32.5 (15.48,3.74..23.83,8.33)

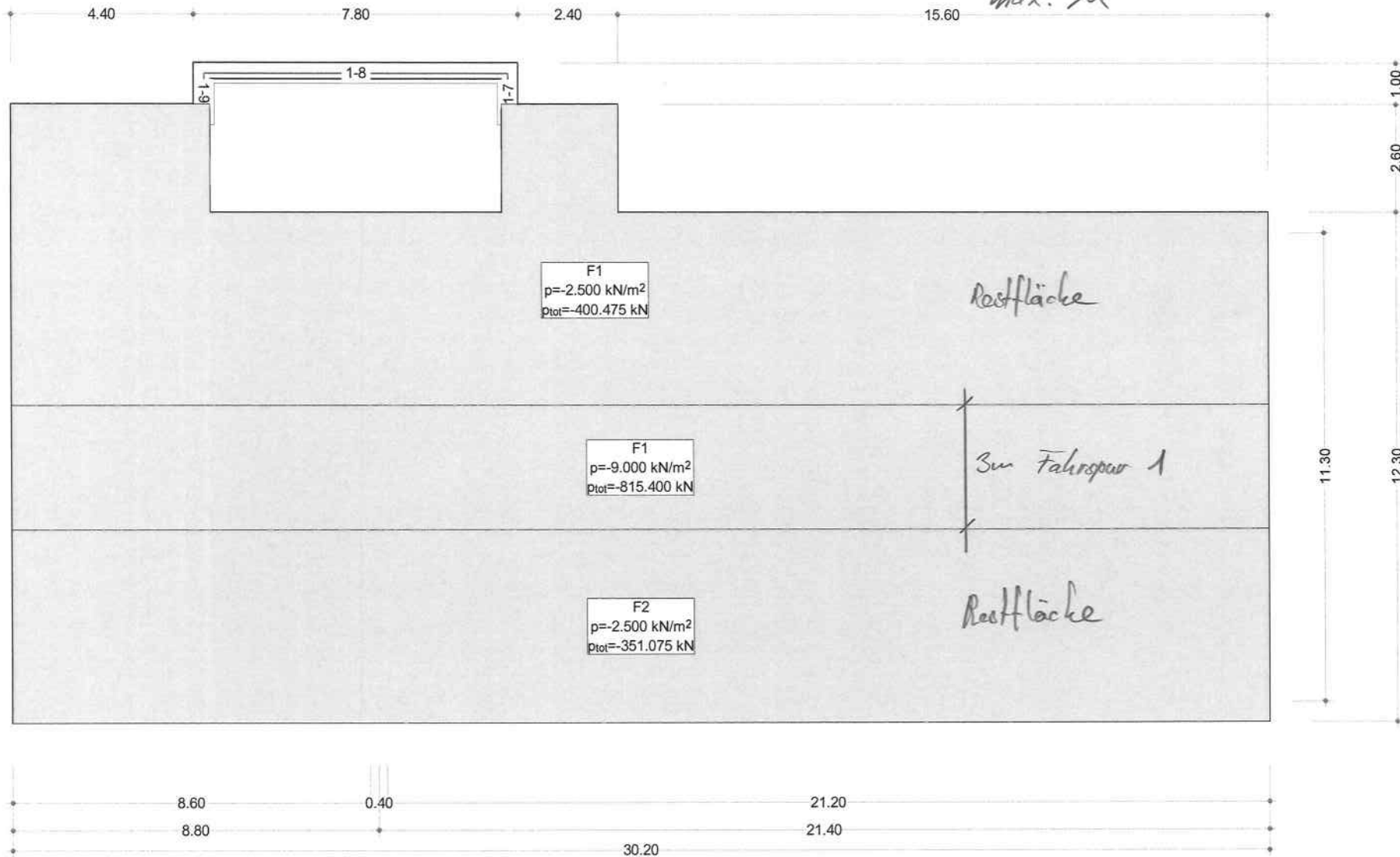
*Radlast inkl.
Verteilung im Beton*



Belastung mFS: Fahrspur Mitte
Belastung mRF: Restfläche Mitte

*Lastfall Fahrspur Mitte
max. M*

Mstb. 1:141.2



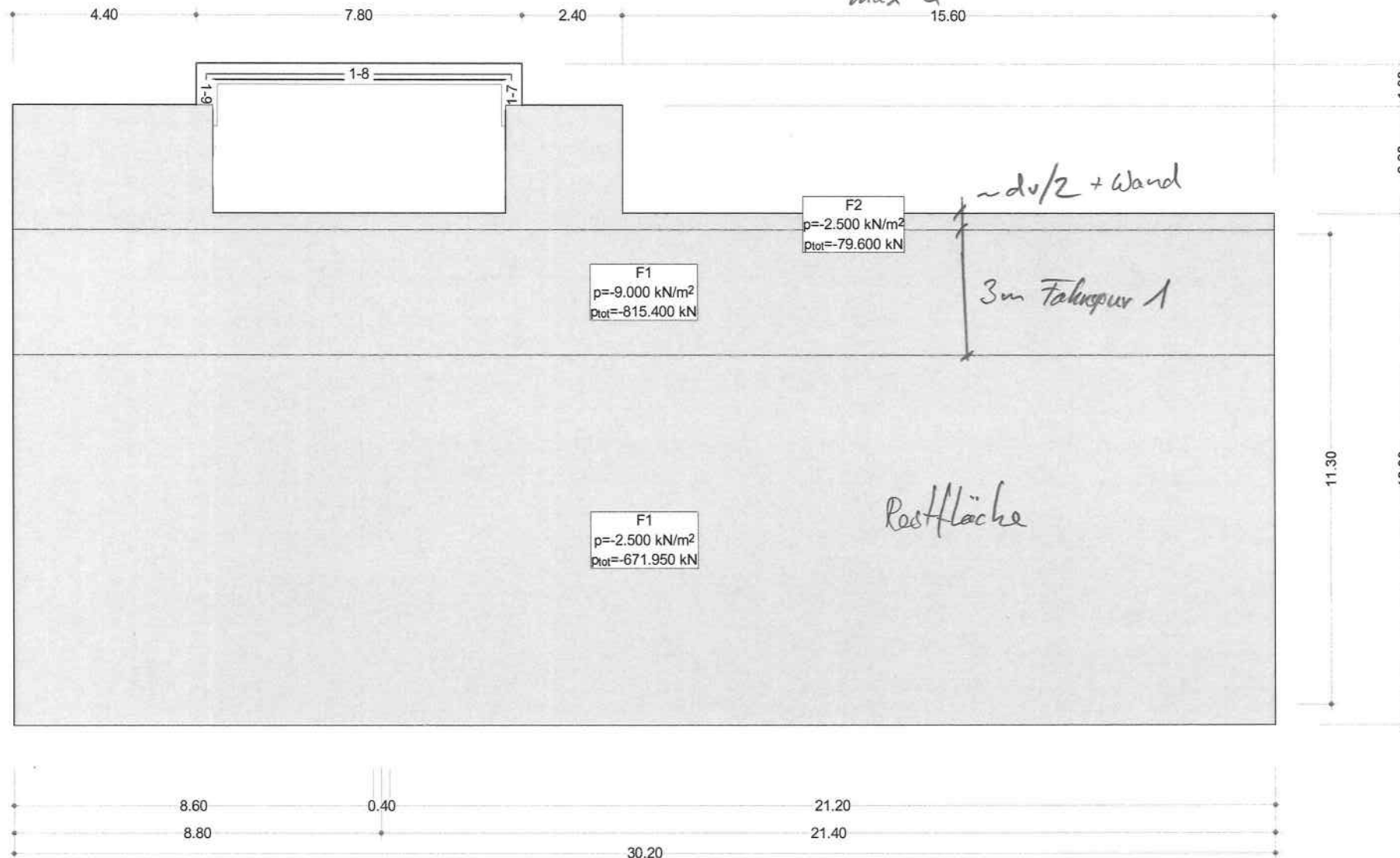
Nr.:

4

Belastung oFS: Fahrspur oben
Belastung oRF: Restfläche oben

*Lastfall Fahrspur Ausser
max Q*

Mstb. 1:141.2



Nr.:

5

Belastung uFS: Fahrspur unten
Belastung uRF: Restfläche unten

*Lastfall Fahrspur Aussee
max. Q*

Mstb. 1:141.2



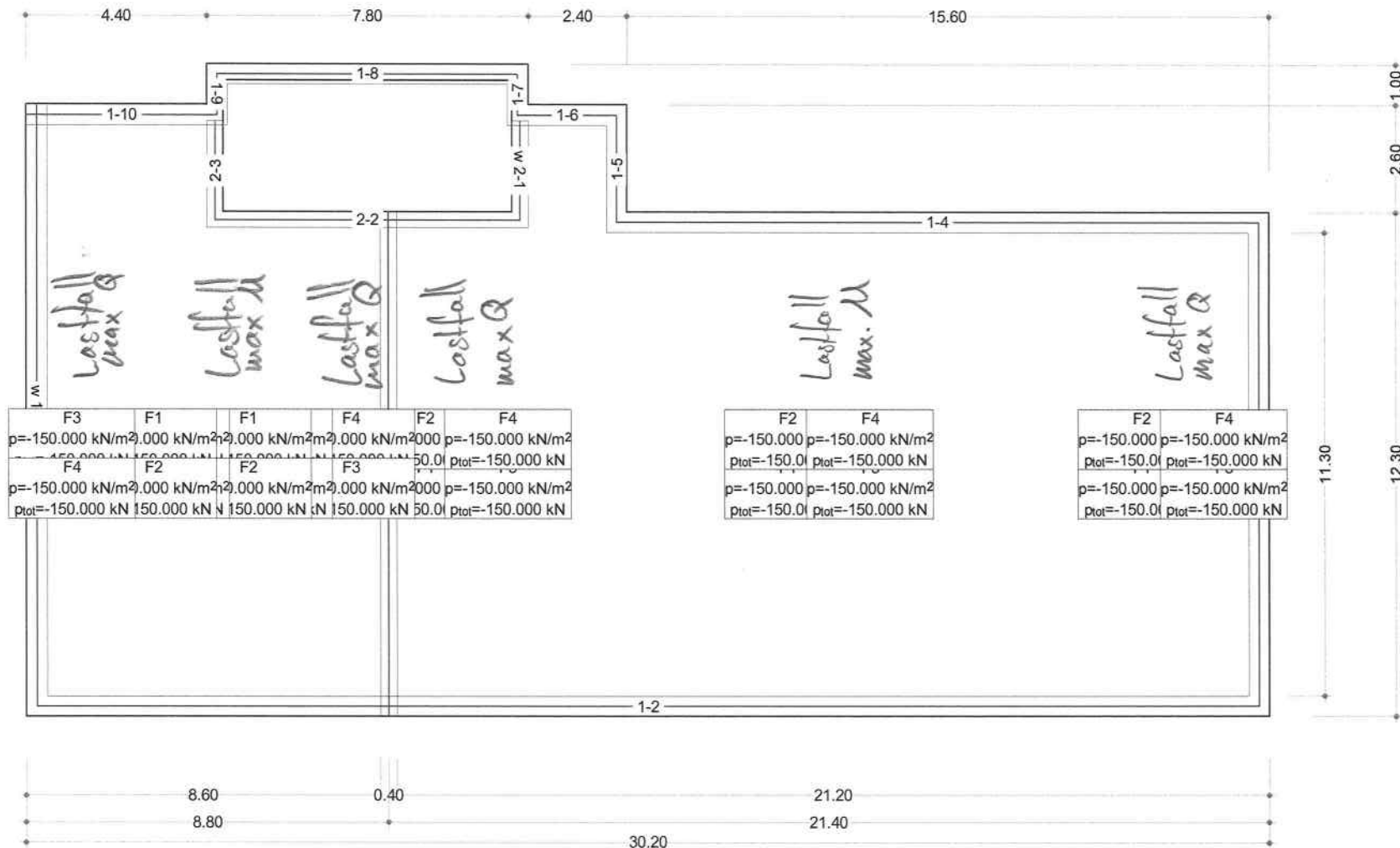
Nr.:

0

Belastung mFz1: Fahrzeug Mitte 1
 Belastung mFz2: Fahrzeug Mitte 2
 Belastung mFz3: Fahrzeug Mitte 3
 Belastung mFz4: Fahrzeug Mitte 4
 Belastung mFz5: Fahrzeug Mitte 5
 Belastung mFz6: Fahrzeug Mitte 6

→ Last wird analog auf
 Aussere Fahrspruen angewendet
 → Es wirkt jeweils pro Berechnung nur ein Lastfall

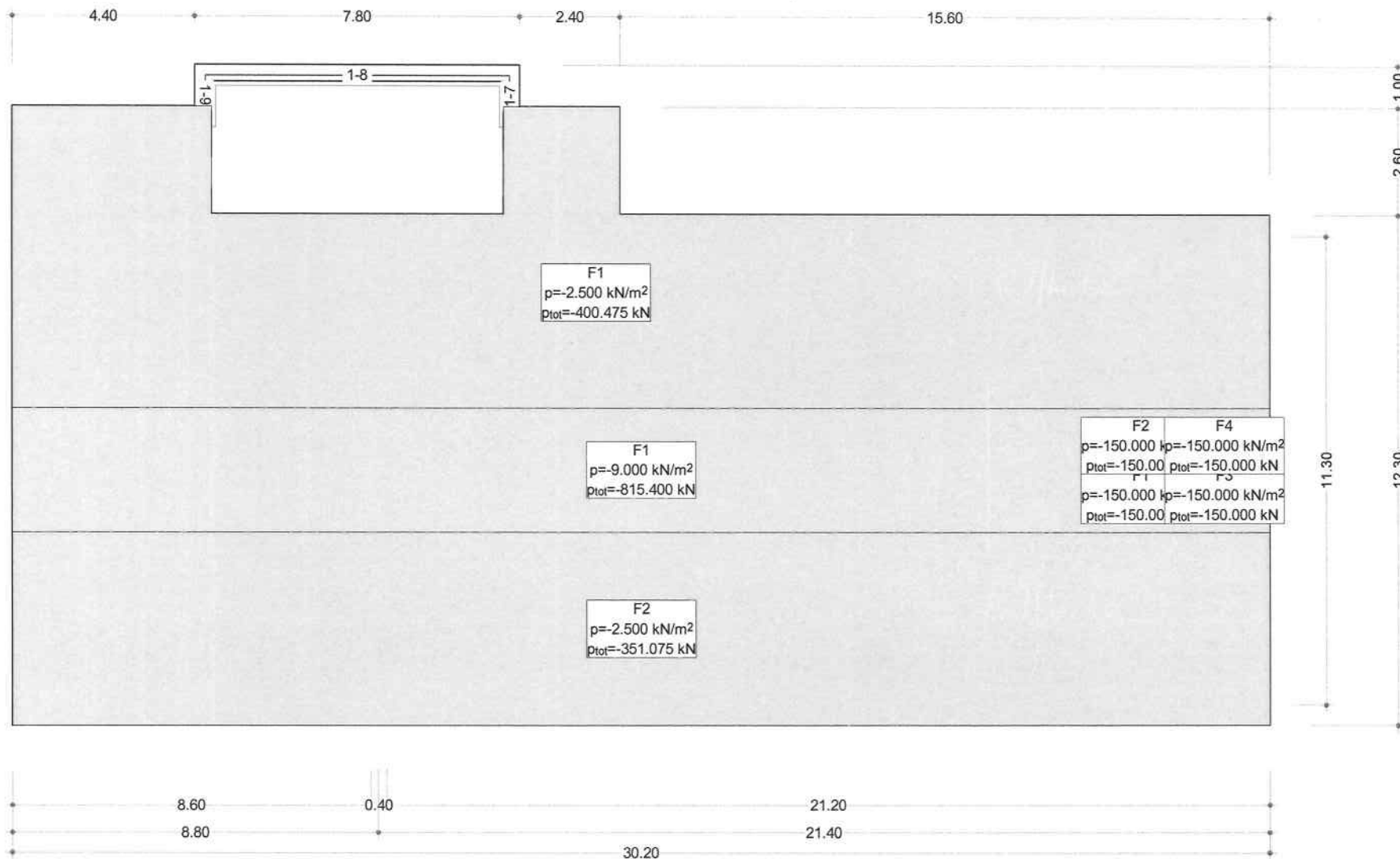
Mstb. 1:154.6



Belastung mFS: Fahrspur Mitte
Belastung mRF: Restfläche Mitte
Belastung mFz1: Fahrzeug Mitte 1

*Bp. Lastfall Max Q
Fahrspur Mitte*

Mstb. 1:144.1



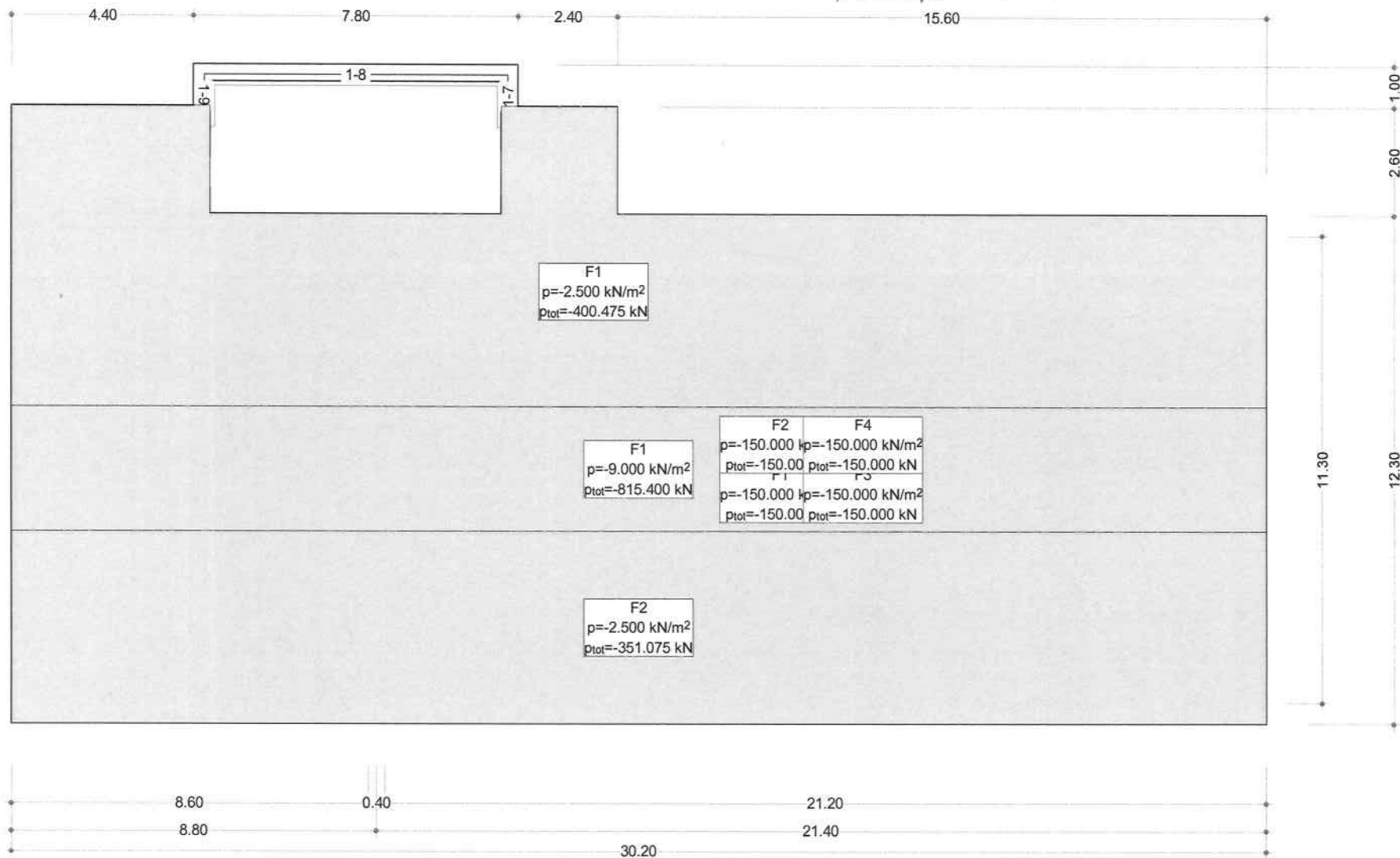
Nr.:

8

Belastung mFS: Fahrspur Mitte
Belastung mRF: Restfläche Mitte
Belastung mFz2: Fahrzeug Mitte 2

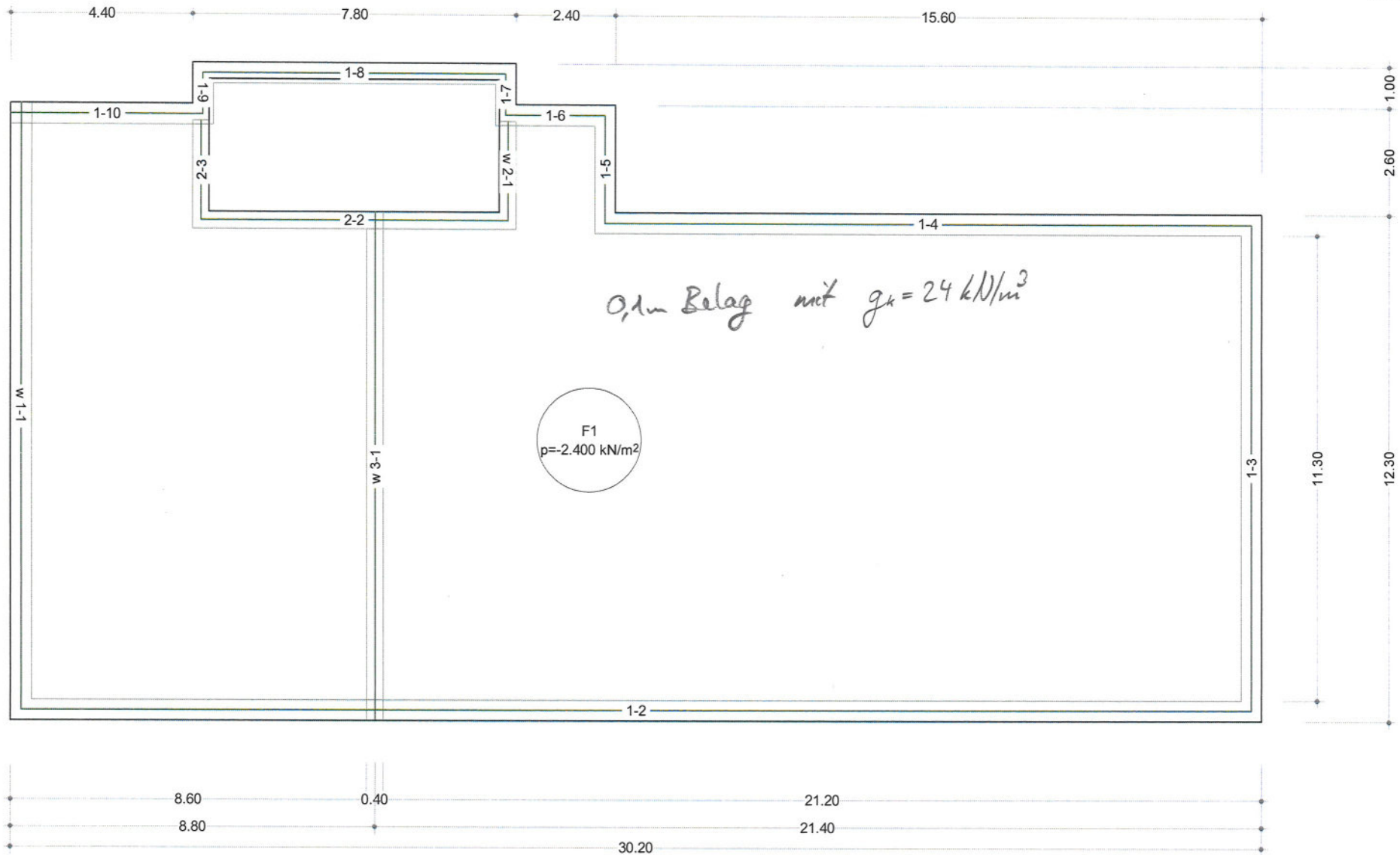
*Bp. Lastfall Max M
Fahrspur Mitte*

Mstb. 1 : 144.3



Belastung AC: Belag

Mstb. 1 : 138.1



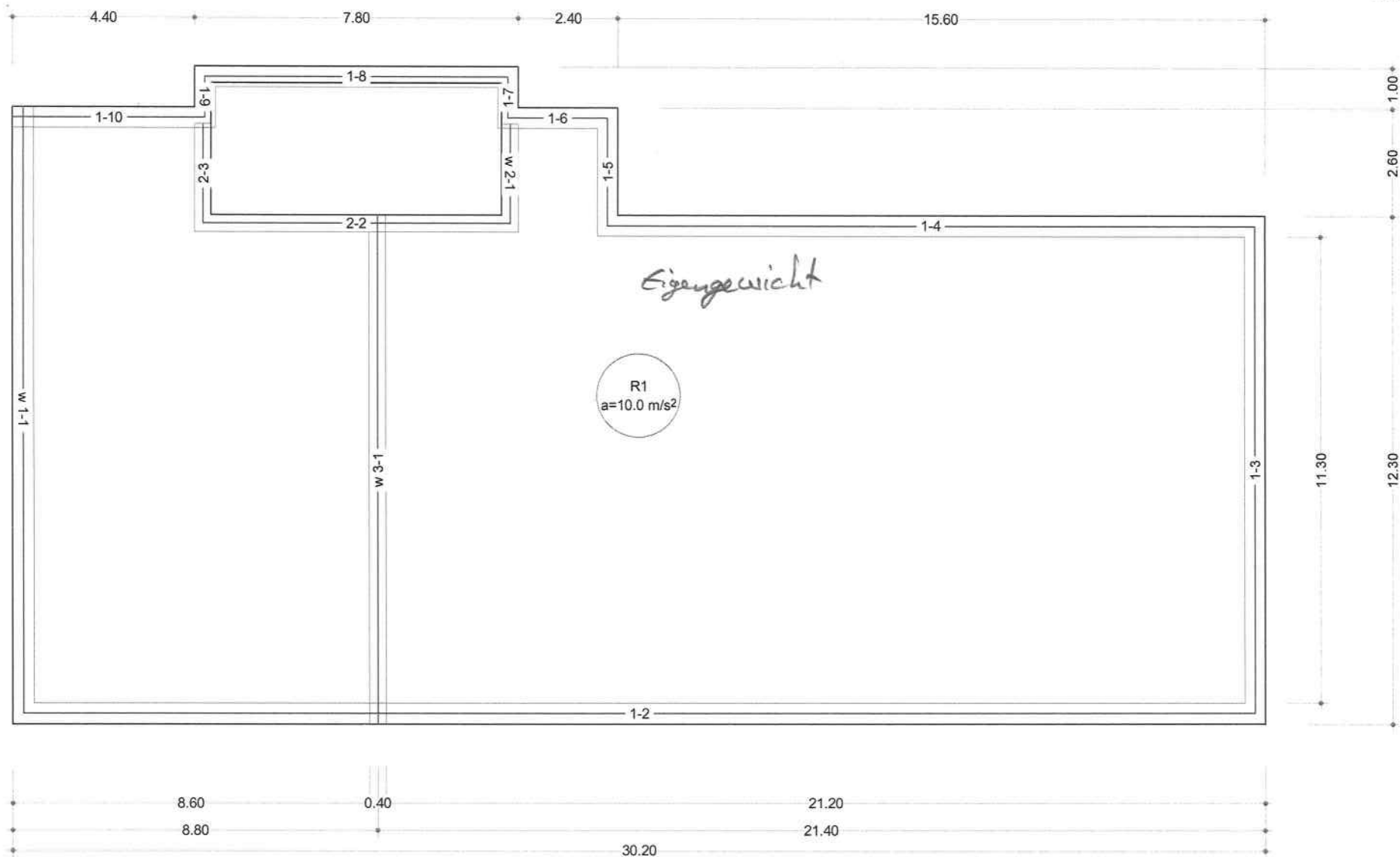
1.2 Auflagen

Nr.:

10

Belastung EG: Eigengewicht

Mstb. 1:138.1



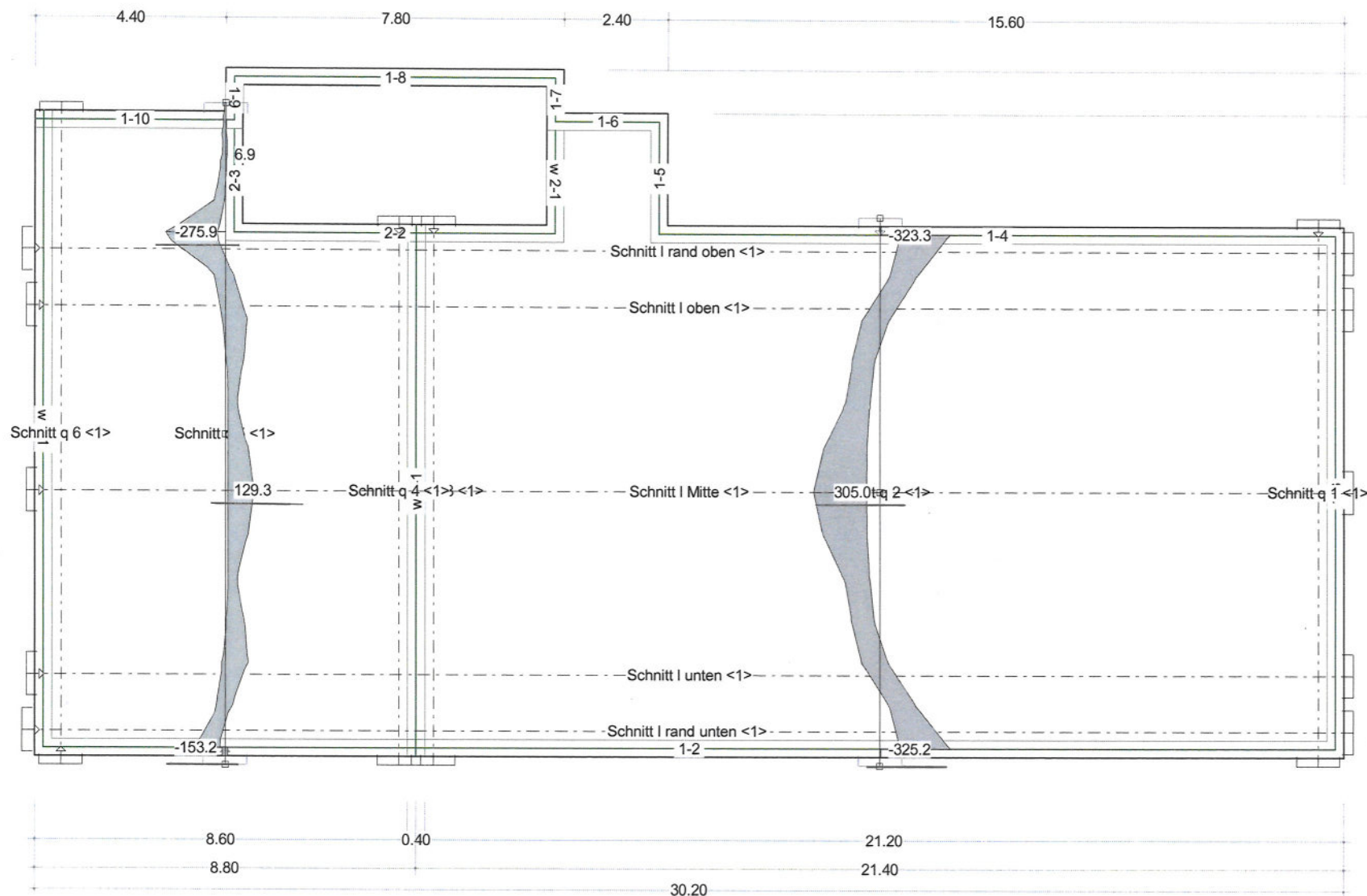
1.3 Eigengewicht

Nr.:

11

Schnitt(e): Grenzwerte Bewehrungsmomente in Schnitttrichtung [kN]
Bemessungsspez.: Tragsicherheit

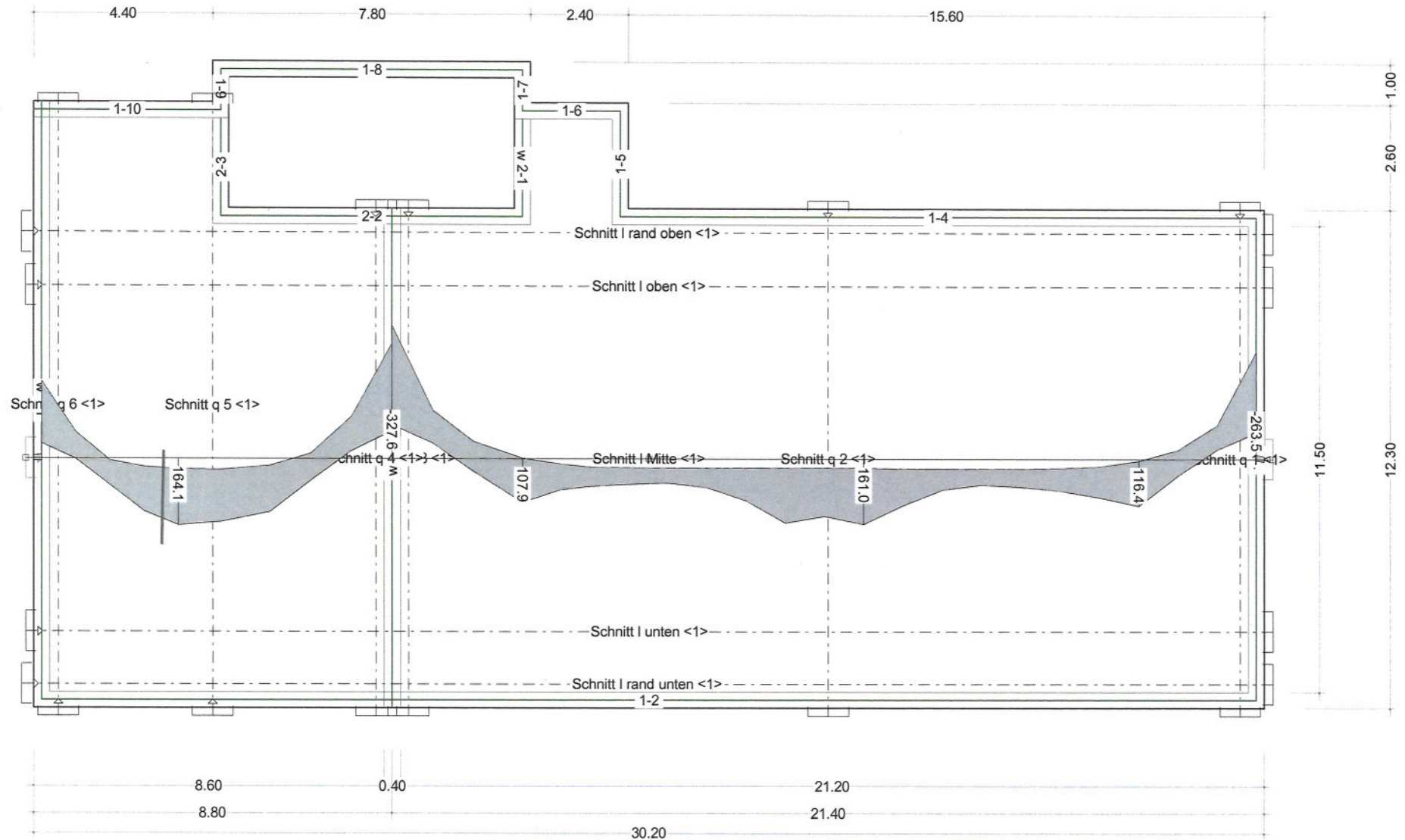
Mstb. 1:141.2



2 Tragsicherheitsnachweise
2.1 Einwirkende Momente auf Tragsicherheitsniveau

Schnitt(e): Grenzwerte Bewehrungsmomente in Schnittrichtung [kN]
Bemessungsspez.: Tragsicherheit

Mstb. 1 : 141.2



10.11.107.03

09.08.18

Vorbemessung Mischwasserbecken

SDm 14

2.2 Benötigte Biegebewehrung

Bemessung Bodenplatte in Y-Richtung (untere Bewehrung)

Becken gross: $m_{ed} = 305 \text{ kNm/m}$ FeldBodenabdeckung $c_{min} = 50 \text{ mm}$ Projektionshandbuch für Ingenieure (PHI) v.2.1

$$d = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 18 \text{ mm} / 2 = 341 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = \frac{305 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 341 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 2285 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 18 / 10$ ($2540 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{2540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 55 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 18 \text{ mm} / 2 - 55 \text{ mm} / 2 = 314 \text{ mm}$$

$$m_{Rd,ywisch} = 2540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 314 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 347 \text{ kNm/m}$$

$$m_{ed} = 347 \text{ kNm/m} \geq 305 \text{ kNm/m} = m_{ed} \quad \text{i.O.}$$

Becken klein: $d \approx 341 \text{ mm}$ $m_{ed} = 129 \text{ kNm/m}$ Feld

$$a_{s,erf} = \frac{129 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 341 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 966 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 14 / 15$ ($1080 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{1080 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 22 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 22 \text{ mm} / 2 - 14 \text{ mm} / 2 = 332 \text{ mm}$$

$$m_{Rd} = 1080 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 332 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 149 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Rd} = 149 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 129 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

Bemessung Bodenplatte in y-Richtung (obere Bewehrung)Becken gross: $m_{ed} = -325 \text{ kNm/m}$ Leger

$$d = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 20 \text{ mm} / 2 = 340 \text{ mm}$$

$$a_{s,erf} = \frac{325 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 340 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 2442 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 18/10$ ($2540 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{2540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 55 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 55 \text{ mm} / 2 - 18 \text{ mm} / 2 = 314 \text{ mm}$$

$$M_{RD} = 2540 \text{ mm}^2 \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 314 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 347 \text{ kNm/m}$$

$$M_{RD} = 347 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 325 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

Becken klein: $m_{ed} = 276 \text{ kNm/m}$ Lsg 342 mm Leger

$$a_{s,erf} = \frac{276 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 342 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 2061 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 18/15$ ($2040 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{2040 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 44 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 18 \text{ mm} / 2 - 44 \text{ mm} / 2 = 319 \text{ mm}$$

$$M_{RD} = 2040 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 319 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 283 \text{ kNm/m}$$

$$M_{RD} = 283 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 276 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

Bemessung Bodenplatte in y-Richtung

Becken Klein:

$M_{ed} = 153 \text{ kNm/m}$

für 341 mm Lager

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{153 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 341 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 1146 \text{ mm}^2$$

gewählt $\phi 16/15$ ($1340 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{1340 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 29 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 16 \text{ mm}/2 - 29 \text{ mm}/2 = 328 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 1340 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 328 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 191 \text{ kNm/m}$$

$M_{Rd} = 191 \text{ kNm/m} \geq M_{ed} = 153 \text{ kNm/m}$ i.O.

10.11.197.03 Cheibacher 10.08.18 Bemessung Mischwasserbecken 17

Bemessung Bodenplatte in x-Richtung

Becken gross: $m_{ed} = 161 \text{ kNm/m}$ Feld

$$d = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 16 \text{ mm} - 14 \text{ mm} / 2 = 327 \text{ mm}$$

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{161 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 327 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 1258 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 14/10$ ($1540 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{1540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 34 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 16 \text{ mm} - 14 \text{ mm} / 2 - 34 \text{ mm} / 2 = 310 \text{ mm}$$

$$m_{rd} = 1540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 310 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 208 \text{ kNm/m}$$

$$\underline{m_{rd} = 208 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 161 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}}$$

Becken klein $m_{ed} = 164 \text{ kNm/m}$ Feld

$$d \approx 327 \text{ mm}$$

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{164 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 327 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 1281 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 14/10$ ($1540 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = 34 \text{ mm}$$

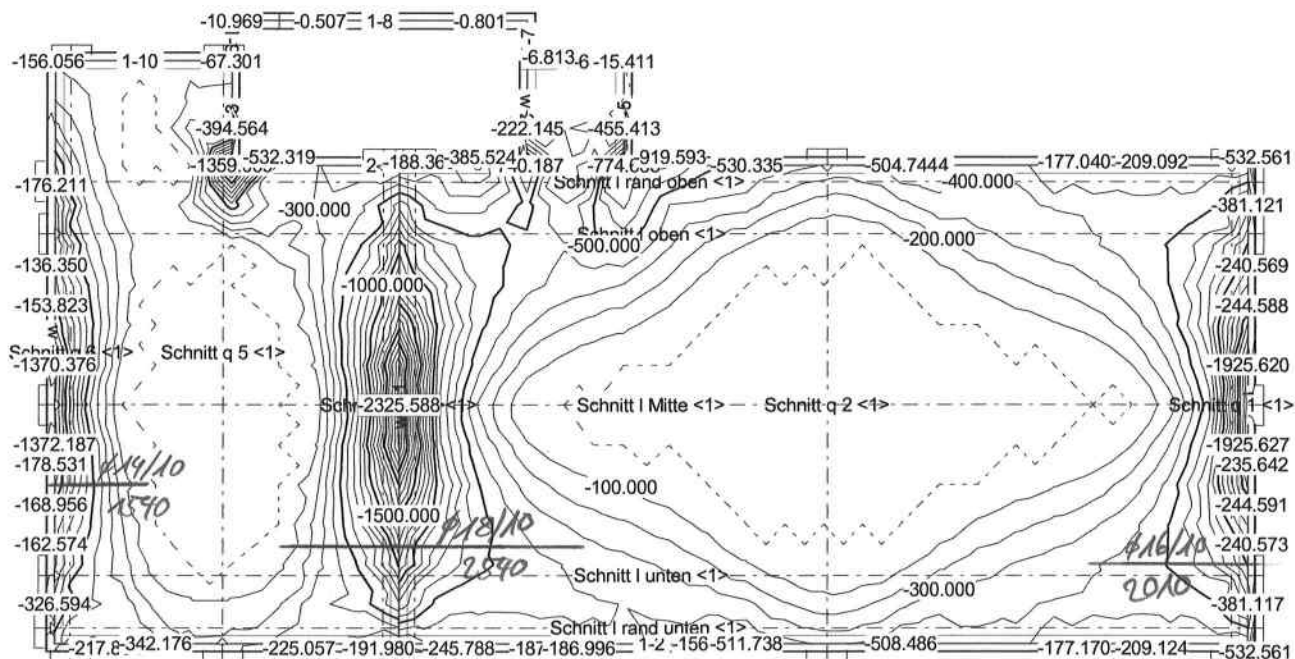
$$z = 312 \text{ mm}$$

$$m_{rd} = 1540 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 312 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 209 \text{ kNm/m}$$

$$\underline{m_{rd} = 209 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 164 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}}$$

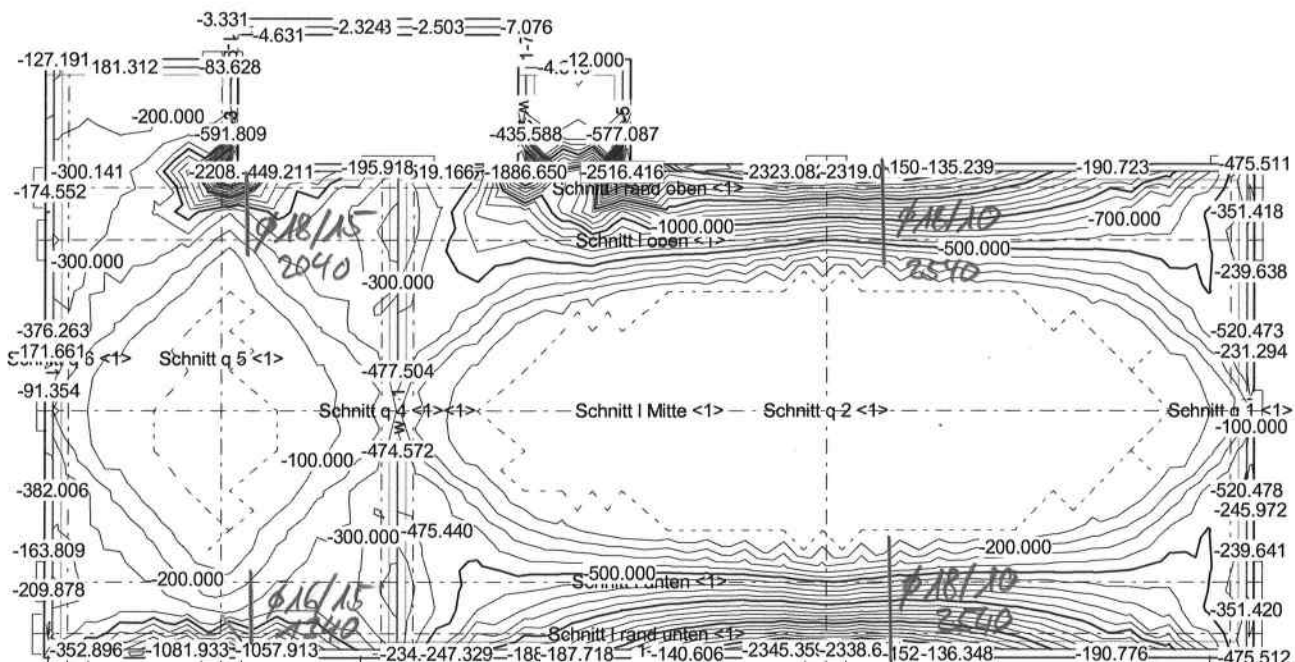
Bewehrungsquerschnitte: axt [mm²/m]
Äquidistanz: 100.000 [mm²/m], Referenzlinie: 0.000
Bemessungsspezifikation: Tragsicherheit, As-tot(axt)=0.1040m³ (0.816t, 5kg/m³)

Mstb. 1:189.1



Bewehrungsquerschnitte: ayt [mm²/m]
Äquidistanz: 100.000 [mm²/m], Referenzlinie: 0.000
Bemessungsspezifikation: Tragsicherheit, As-tot(ayt)=0.1268m³ (0.996t, 6kg/m³)

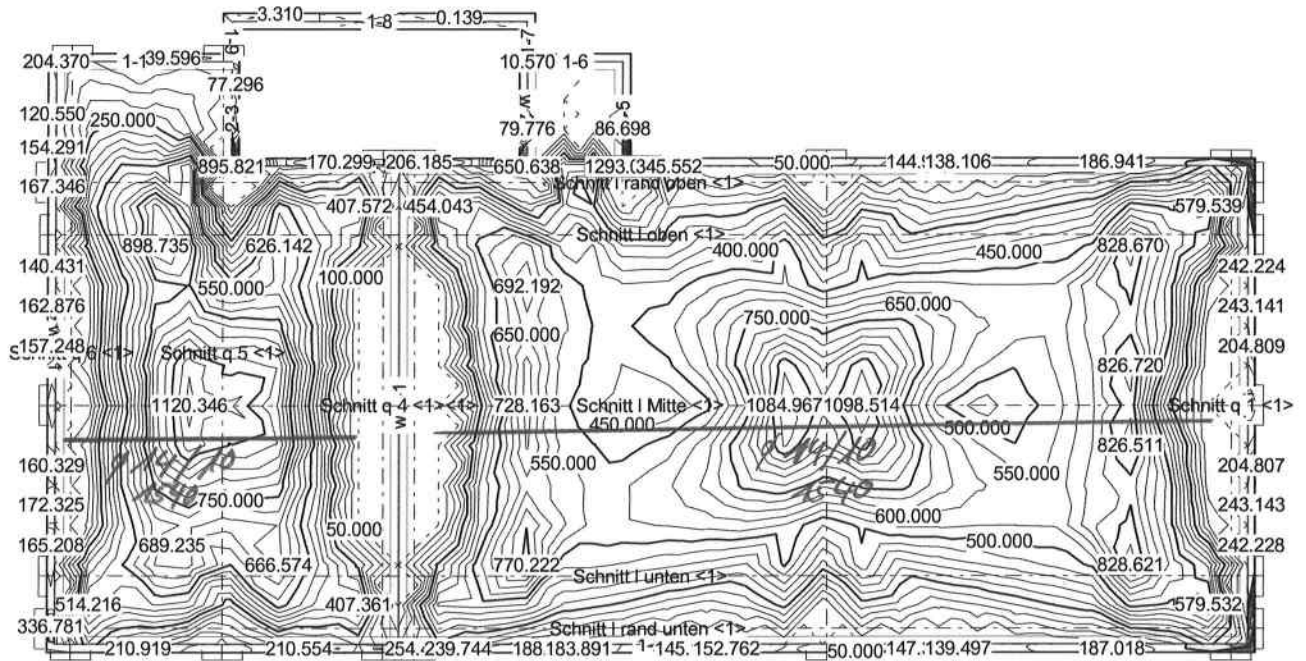
Mstb. 1:189.1



*Ermittlung Länge Bewehrungsseile in nächstem
Projektschritt*

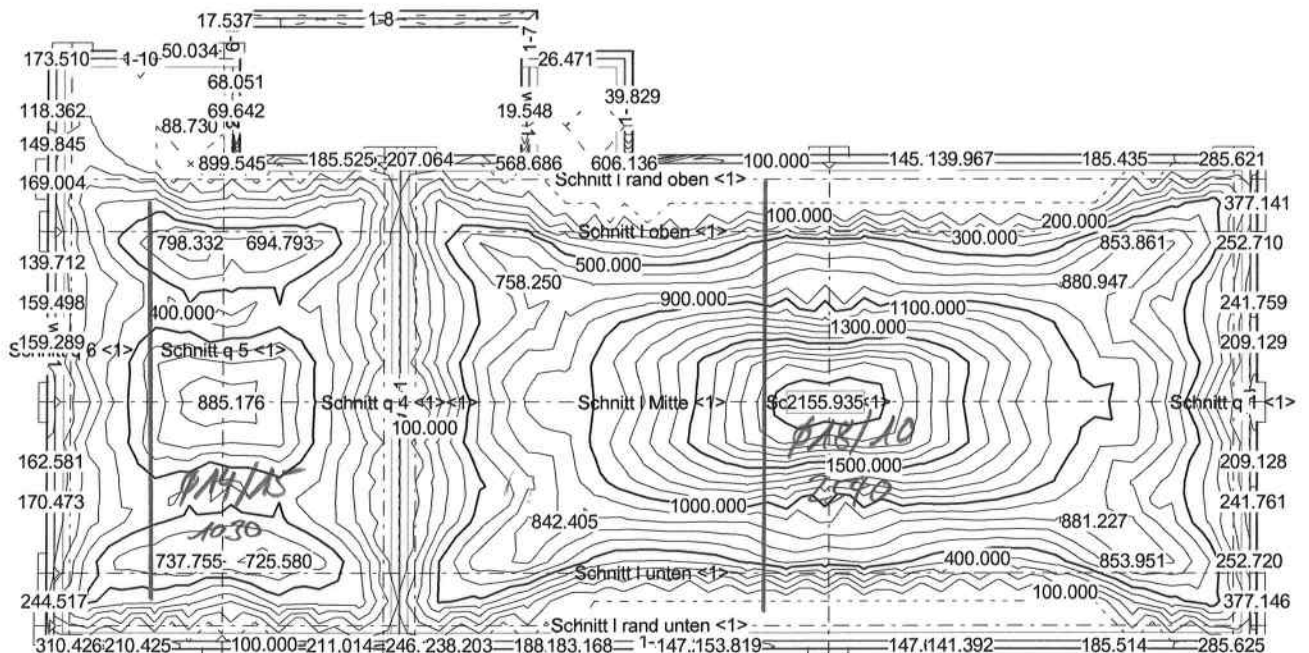
Bewehrungsquerschnitte: axb [mm²/m]
Äquidistanz: 50.000 [mm²/m], Referenzlinie: 0.000
Bemessungsspezifikation: Tragsicherheit, As-tot(axb)=0.1526m³ (1.198t, 8kg/m³)

Mstb. 1 :189.1



Bewehrungsquerschnitte: ayb [mm²/m]
Äquidistanz: 100.000 [mm²/m], Referenzlinie: 0.000
Bemessungsspezifikation: Tragsicherheit, As-tot(ayb)=0.2017m³ (1.583t, 10kg/m³)

Mstb. 1 :189.1



2.4 Benötigte Querkraftbew. (Widerstand ohne Querkraftbewehrung)

$$D_{\max} = 32 \text{ mm}$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{\max}} = \frac{48}{16 + 32 \text{ mm}} = 1,0$$

$$d = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{18 \text{ mm}}{2} = 341 \text{ mm}$$

$$\epsilon_v = \frac{f_{\text{rel}}}{E_s} = \frac{9,35 \text{ N/mm}^2}{205'000 \text{ N/mm}^2} = 2,12 \cdot 10^{-3}$$

$$k_d = \frac{1}{1 + \epsilon_v \cdot d \cdot k_g} = \frac{1}{1 + 2,12 \cdot 10^{-3} \cdot 341 \text{ mm} \cdot 1,0} = 0,58$$

$$V_{Rd} = k_d \cdot \zeta_{\text{ed}} \cdot d \cdot v = 0,58 \cdot 1,1 \text{ N/mm}^2 \cdot 341 \text{ mm} = 218 \text{ N/mm} = 218 \text{ kN/m}$$

$$V_{\text{ed,max}} = 490 \text{ kN/m} \geq V_{Rd} = 218 \text{ kN/m} \quad \text{nicht i.O.}$$

$$V_{\text{ed,Rand,mittel}} = 270 \text{ kN/m} \geq V_{Rd} = 218 \text{ kN/m} \quad \text{nicht i.O.}$$

Wahl Querkraftbewehrung ($\alpha = 30^\circ$)

$$a_{\text{sw,max,erf}} = \frac{V_{\text{ed}}}{f_{\text{sd}} \cdot \zeta \cdot \cot \alpha} = \frac{490 \cdot 10^3 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m}}{435 \text{ N/mm}^2 \cdot 314 \text{ mm} \cdot 10^{-3} \cdot \cot 30^\circ} = 2071 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 18/10$ lokal in Ecken ($2540 \text{ mm}^2/\text{m}$) i.O.
 ↳ bei Rand aus M-Berechnung
 ↳ bei Einstieg

$$a_{\text{sw,Rand,erf}} = \frac{270 \cdot 10^3 \text{ N/m} \cdot 1 \text{ m}}{435 \text{ N/mm}^2 \cdot 314 \text{ mm} \cdot 10^{-3} \cdot \cot 30^\circ} = 1141 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 16/15$ ringsum am Rand bis 218 kN/m erreicht
 ($1340 \text{ mm}^2/\text{m}$)

3. Bemessung Außenwände

Einwirkungen aus Erddruck

$$\gamma_E = 1,35$$

Auffüllung 0m bis -2,8m

$$h = 2,8m$$

$$k_0 = 1 - \sin \varphi = 1 - \sin 28^\circ = 0,53$$

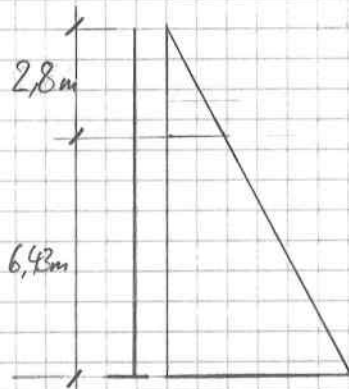
$$e_a = k_0 \cdot \gamma_k \cdot h = 0,53 \cdot 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,8m = 30 \text{ kN/m}^2$$

Ergölz-Niederterrassenschotter 2,8m - 10,75m $h = 7,95$

$$h_{\text{wand}} = 9,23m - 2,8m = 6,43m$$

$$k_0 = 1 - \sin 33^\circ = 0,46$$

$$e_a = 0,46 \cdot 22 \text{ kN/m}^3 \cdot 6,43m = 65 \text{ kN/m}^2$$



$$0 \text{ kN/m}^2$$

$$30 \text{ kN/m}^2$$

$$65 \text{ kN/m}^2 + 30 \text{ kN/m}^2 = 95 \text{ kN/m}^2$$

Einwirkungen aus Decke

$$\gamma = 1,0 \text{ da schon enthalten}$$

$M_{\text{ed}} = 325 \text{ kNm/m}$ als Lagerreaktion Cedrus-Modell auf Statik-Modell einführen

10M.107 Cheibacher 21.08.2018 Bemessung Mischwasserbecken-Dr 23

Einwirkungen auf Wände $\gamma_w = 1,5$

Wasser innen: Stauziel 6,38 m $(388,4m - 382,27m + 0,25m)$

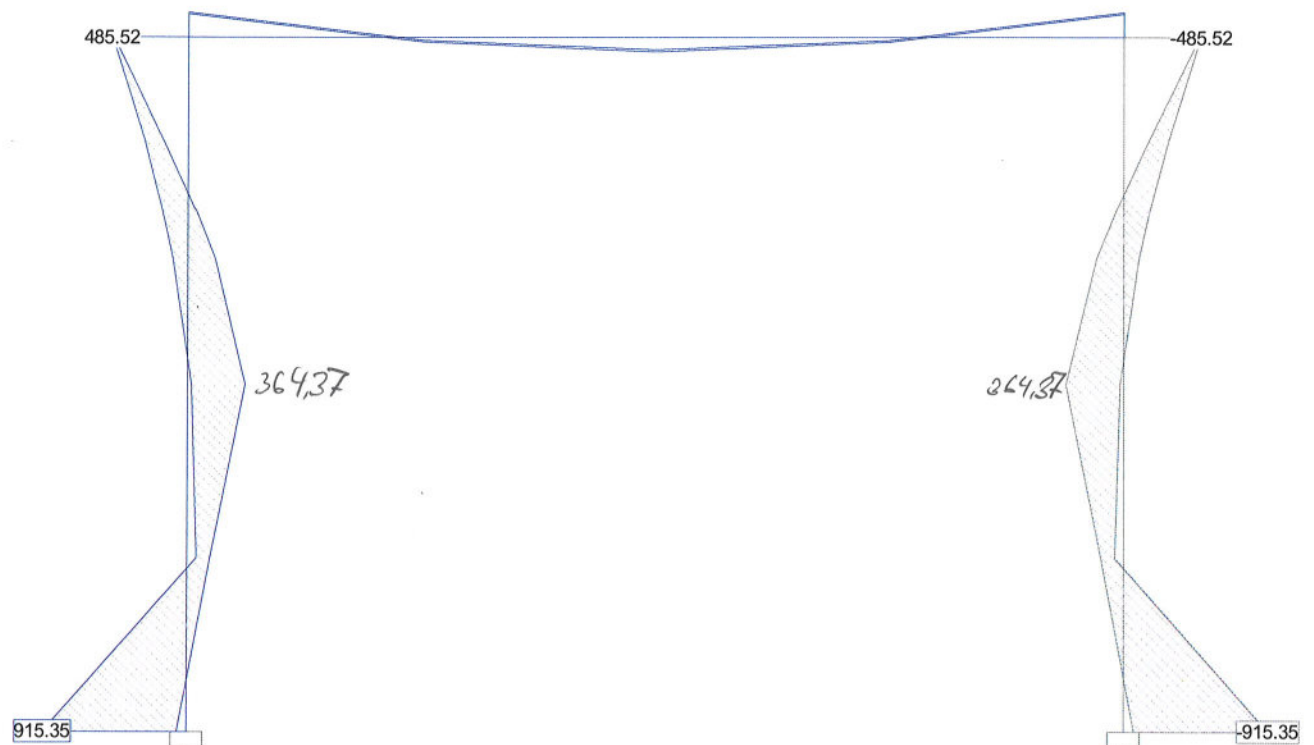
$$q_{wi} = \rho \cdot g \cdot h = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 1m \cdot 6,24m = 63,8 \text{ kN/m}$$

Wasser aussen: HQ 100 7,48 $(389,5m - 382,27m + 0,25m)$

$$q_{wa} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 1m \cdot 7,48m = 74,8 \text{ kN/m}$$

3.1 Schnittkräfte auf Wände
Schnittkraftgrenzwerte M_y [kNm] für: Tragsicherheit

Mstb. 1 : 96.1



Schnittkraftgrenzwerte V_z [kN] für: Tragsicherheit

Mstb. 1 : 91.4



Nr.:

3.2 Bemessung Wände (oben)

Eigengewicht auf Wände wirkend

Betonplatte

$$F_{\text{Bsp/37}} = \frac{25 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 11,5 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}{2} \cdot 1,35 = 78 \text{ kN}$$

Belag

$$F_{\text{belag}} = \frac{24 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 11,5 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}}{2} \cdot 1,35 = 19 \text{ kN}$$

$$F_{\text{tot}} = 97 \text{ kN}$$

Biegebemessung mit Berücksichtigung Normalkraft aus Eigengewicht/Auflast

Wandstärke $b = 0,5 \text{ m}$ Betondeckung $c_{\text{min}} = 50 \text{ mm}$

$$z_{\text{sl}} = \frac{500 \text{ mm}}{2} - 50 \text{ mm} - \frac{18 \text{ mm}}{2} = 191 \text{ mm}$$

$$d = 500 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{18 \text{ mm}}{2} = 441 \text{ mm}$$

$$m_{\text{eds}} = 486 \text{ kNm/m} + 97 \text{ kN/m} \cdot 0,191 \text{ m} = 505 \text{ kNm/m}$$

$$a_{\text{s,af}} = \frac{1}{435 \text{ N/mm}^2} \left(\frac{505 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 441 \text{ mm}} - 97 \cdot 10^3 \text{ N} \right) = 2702 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 20/10$ ($3140 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{3140 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 - 97 \cdot 10^3 \text{ N}}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 64 \text{ mm}$$

$$z = 500 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{64 \text{ mm}}{2} - \frac{20 \text{ mm}}{2} = 408 \text{ mm}$$

$$m_{\text{rd}} = (3140 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 + 97 \cdot 10^3) \cdot 408 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 597 \text{ kNm/m}$$

$$m_{\text{rd}} = 597 \text{ kNm/m} \geq m_{\text{ed}} = 486 \text{ kNm/m} \text{ i.O.}$$

10.11.107 Cheibacher

10.09.18 Bemessung Mischwasserbecken SD 26

3.2 Bemessung Wände (mitte)

Eigengewicht auf Wände

$$97 \text{ kN} + \frac{8,33 \text{ m}}{2} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 = 167 \text{ kN/m}$$

$$z_{s1} = \frac{500 \text{ mm}}{2} - 50 \text{ mm} - \frac{16 \text{ mm}}{2} = 192 \text{ mm} \quad d = 500 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{16 \text{ mm}}{2} = 442 \text{ mm}$$

$$m_{eds} = 365 \text{ kN/m} + 167 \text{ kN/m} \cdot 0,192 \text{ m} = 387 \text{ kN/m}$$

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{1}{435 \text{ N/mm}^2} \left(\frac{387 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot 448 \text{ mm}} - 167 \cdot 10^3 \text{ N} \right) = 1280 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\varnothing 20/15$ (2090 mm²/m)

$$s_{1,85\%} = \frac{2090 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 - 167 \cdot 10^3 \text{ N}}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 37 \text{ mm}$$

$$z = 500 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{20 \text{ mm}}{2} - \frac{37 \text{ mm}}{2} = 422 \text{ mm}$$

$$m_{rd} = (2090 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 + 167 \cdot 10^3 \text{ N}) \cdot 422 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 454 \text{ kNm/m}$$

$$m_{rd} = 454 \text{ kNm/m} \geq m_{ed} = 365 \text{ kNm/m}$$

10.11.107 Cheibacher 10.09.18 Bemessung Mischwasserbecken Edn 27

3.2 Bemessung Wände (unten)

Eigengewicht auf Wände wirkend

$$37 \text{ kN/m} + 8,33 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,35 = 238 \text{ kN/m}$$

$$z_{s1} = 191 \text{ mm}$$

$$d = 441 \text{ mm}$$

$$m_{eds} = 315 \text{ kNm/m} + 238 \text{ kN/m} \cdot 0,191 = 361 \text{ kNm/m}$$

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{1}{435 \text{ N/mm}^2} \left(\frac{361 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,8 \cdot 441 \text{ mm}} - 238 \cdot 10^3 \text{ N} \right) = 5019 \text{ mm}^2/\text{m}$$

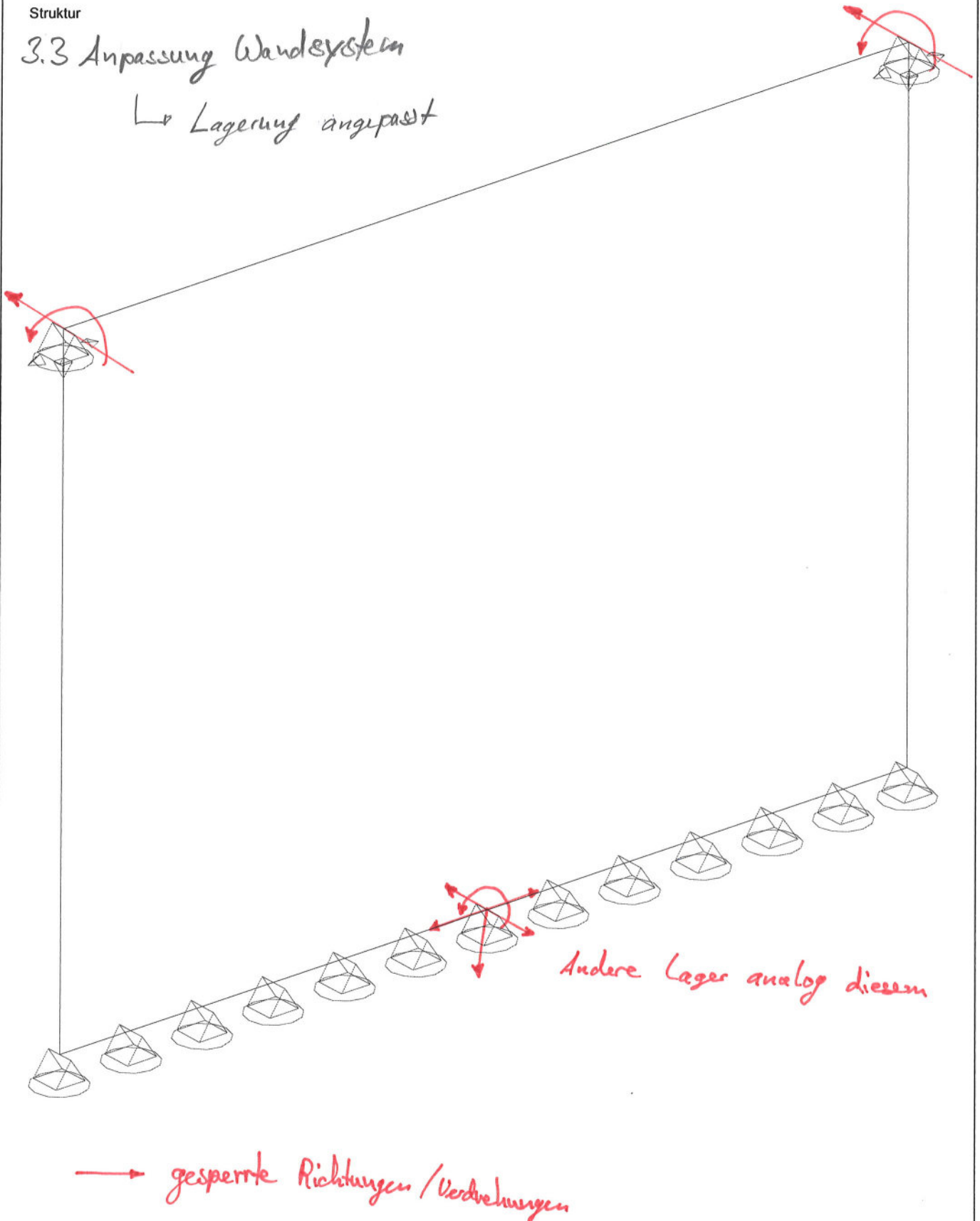
→ zu gross

↳ System zu ungünstig

Struktur

3.3 Anpassung Wandsystem

↳ Lagerung angepasst

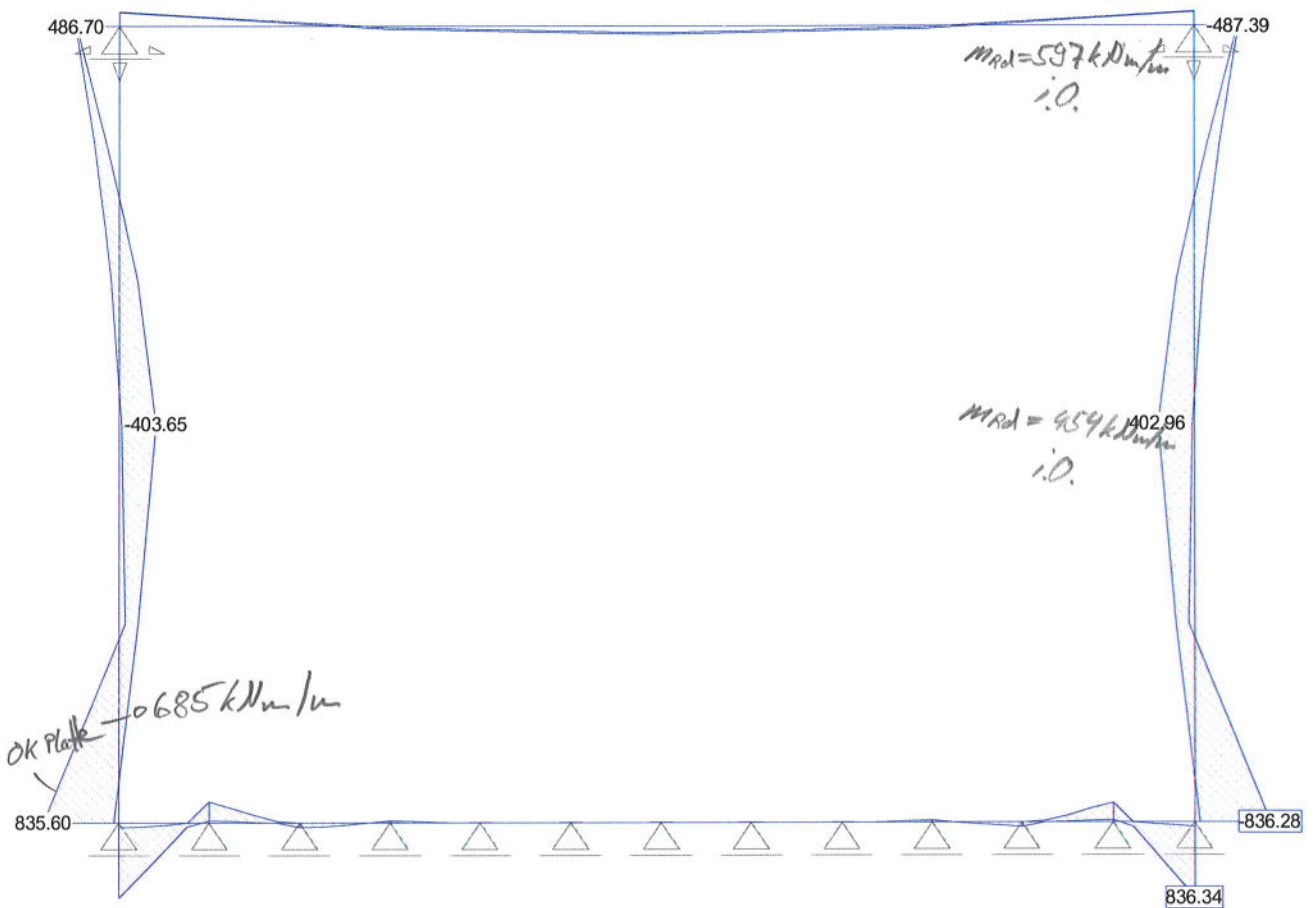


Nr.:

3.4 Schnittkräfte am angepassten Wandsystem

Schnittkraftgrenzwerte M_y [kNm] für: Tragsicherheit

Mstb. 1 :83.8



$$Z_{SA} = 191 \text{ mm}$$

$$M_{eds} = 836 \text{ kNm/m} + 238 \text{ kN/m} \cdot 0,191 \text{ m} = 882 \text{ kNm/m}$$

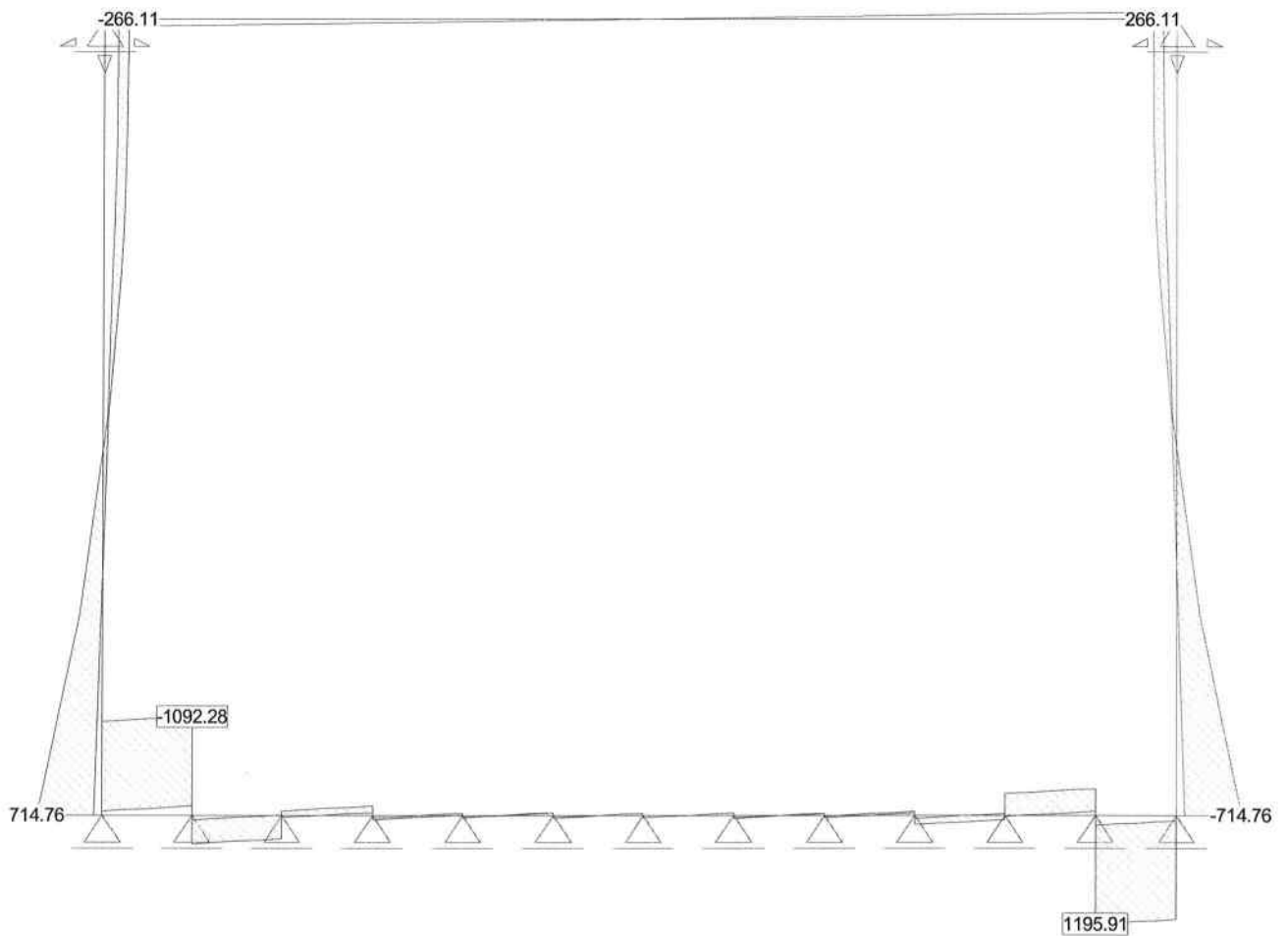
$$a_{s, \text{ref}} = \frac{1}{435 \text{ N/mm}^2} \left(\frac{882 \cdot 10^6 \text{ N/mm}^2}{0,9 \cdot 94 \text{ mm}^2} - 238 \cdot 10^3 \text{ N} \right) = 4561 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

zu groß

zu groß
↳ ermittlung als Plattenbalken

Schnittkraftgrenzwerte Vz [kN] für: Tragsicherheit

Mstb. 1 : 82.3



10.11.107 Charbader R. 9. 18 Bemessung Mischwasserbecken Dn 31

3. Bemessung Wand als Plattenbalken ausgeführt

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot b_1 + 0,1 \cdot l_0 \leq 0,2 \cdot l_0$$

$$b_{eff,1} = 0,2 \cdot \frac{3,3m}{2} + 0,1 \cdot 8,78m = 1,21m \leq 0,2 \cdot 8,78m = 1,76m \quad i.O.$$

$$b_{eff,2} = 0,2 \cdot \frac{3,3}{2} + 0,1 \cdot 8,78m = 1,21m \quad i.O.$$

$$b_{eff} = 1,21m \cdot 2 + 0,3m = 2,72m$$

$$d = 1200mm - 50mm - \frac{18mm}{2} = 1114mm$$

$$F_{cd,f} = b_{eff} \cdot h_f \cdot f_{cd} = 2720mm \cdot 500mm \cdot 20N/mm^2 \cdot 10^{-3} = 27200kN$$

$$M_{Rd,f} = F_{cd,f} \cdot \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 27200 \cdot 10^3 N \cdot \left(1114mm - \frac{500mm}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 24200kNm$$

$$m_{ed} = 836kNm/m \ll M_{Rd} = 24200kNm/m \quad \text{Nulllinie in Platte}$$

$$A_{s,erf} = \frac{m_{ed} \cdot b_{eff}}{f_{sd} \cdot \left(d - \frac{h_f}{2} \right)} = \frac{836 \cdot 10^6 Nmm/m \cdot 2,72m}{435N/mm^2 \cdot \left(1114mm - 500mm/2 \right)} = 5867mm^2/m$$

Lo Bemessung Ok Bodenplatte $m_{ed} = 686kNm/m$

$$A_{s,erf} = \frac{686 \cdot 10^6 Nmm/m \cdot 2,72m}{435N/mm^2 \cdot \left(1114mm - 500mm/2 \right)} = 4814mm^2$$

gewählt 12x $\phi 22$ 2 Lagen à je 6 Stück 4560mm²

$$0,85x = \frac{4560mm^2 \cdot 435N/mm^2}{2720mm \cdot 20N/mm^2} = 36mm \quad z = 1200mm - 50mm - \frac{36mm}{2} = 1110mm$$

$$z = 1110mm$$

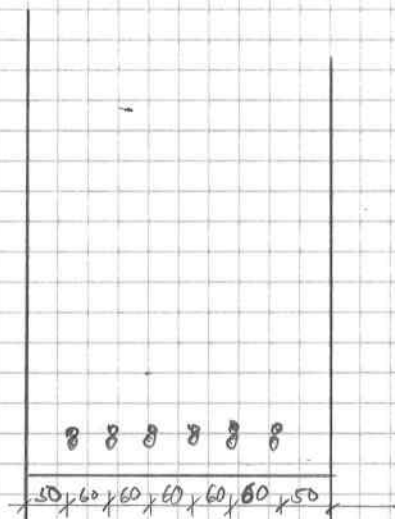
Bemessung Wand als Plattenbalken ausgeführt

$$M_{ed} = 4560 \text{ mm}^2 \cdot 110 \text{ mm} \cdot 935 \text{ N/mm}^2 \cdot 10^{-6} = 2202 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ed} = 686 \text{ kNm/m} \cdot 2,72 \text{ m} = 1866 \text{ kNm}$$

$$\underline{\underline{M_{rd} = 2202 \text{ mm}^2 \geq M_{ed} = 1866 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}}}$$

→ Um $6 \times \phi 22$ zu verlegen Balkenbreite auf $b = 400 \text{ mm}$ erhöhen



Stababstände:

$$\frac{400 - 2 \cdot 50 - 6 \cdot 22 \text{ mm}}{5} = 33,6 \text{ mm} > d_{\text{max}} 32 \text{ mm}$$

Erhöhen auf 450 mm

$$\frac{450 \text{ mm} - 2 \cdot 50 \text{ mm} - 6 \cdot 22 \text{ mm}}{5} = 43,6 \text{ mm i.O.}$$

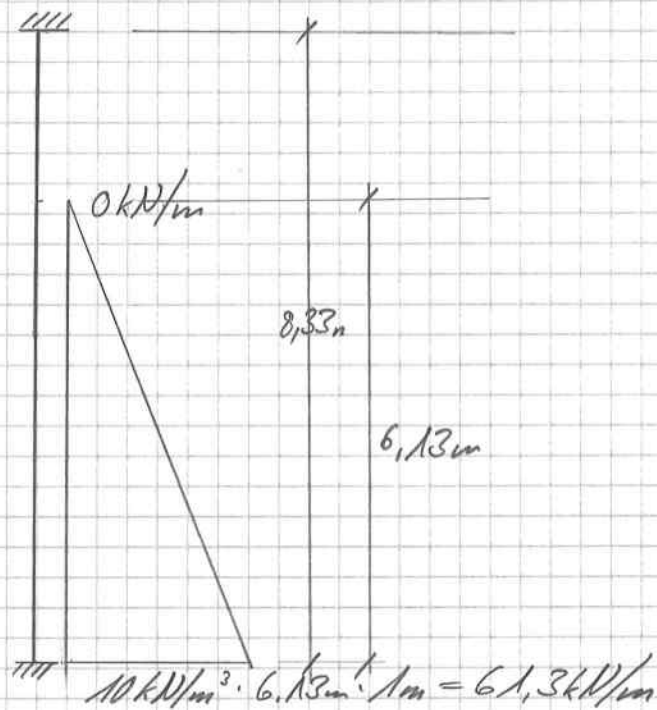
10.11.107. Chaibacher 19.10.18 Bemessung Mischwasserkanal St. 33

4. Bemessung Innenwand

4.1 Einwirkungen Innenwand (1m-Abschnitt)

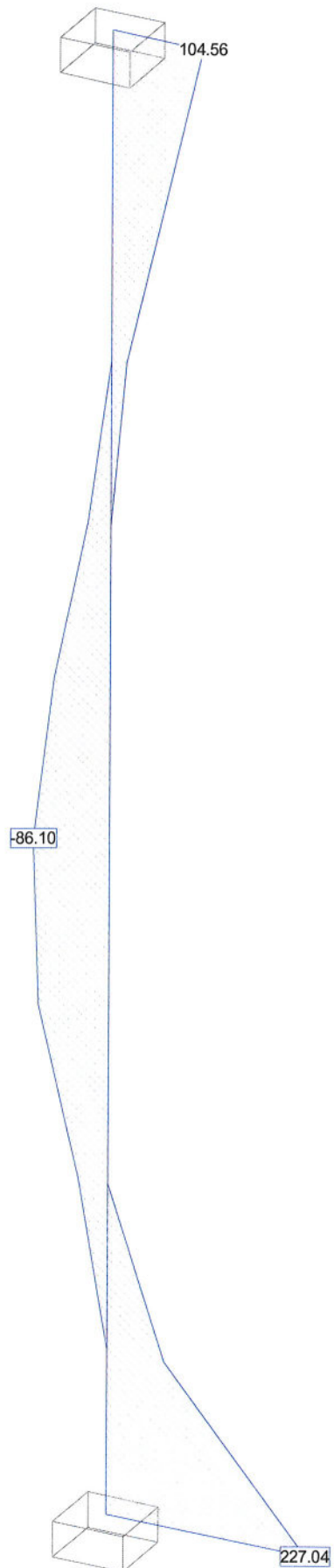
$$h_{\text{wasser}} = 388,4\text{m} - 382,27\text{m} = 6,13\text{m}$$

System



$$\gamma = 1,5$$

4.2 Schnittkräfte Innenwand

Schnittkraftgrenzwerte M_y [kNm] für: Tragsicherheit

4.3 Bemessung Innenwand

Einspannung unten beidseitig

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{227 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot (400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 18 \text{ mm}/2) \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 1700 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 18/15$ ($1700 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{1700 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 37 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{18 \text{ mm}}{2} - \frac{37 \text{ mm}}{2} = 322,5 \text{ mm}$$

$$M_{\text{rd}} = 1700 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 322 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 238 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{rd}} = 238 \text{ kNm/m} \geq M_{\text{ed}} = 227 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

Wand Mitte beidseitig

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{86 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot (400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 14 \text{ mm}/2) \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 640 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 14/15$ ($1030 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$$0,85x = \frac{1030 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{1000 \text{ mm} \cdot 20 \text{ N/mm}^2} = 22 \text{ mm}$$

$$z = 400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - \frac{14 \text{ mm}}{2} - \frac{22 \text{ mm}}{2} = 332 \text{ mm}$$

$$M_{\text{rd}} = 1030 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 435 \text{ N/mm}^2 \cdot 332 \text{ mm} \cdot 10^{-6} = 148 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{rd}} = 148 \text{ kNm/m} \geq M_{\text{ed}} = 86 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

MM. 107 Cheibacher 19.10.18 Bemessung Mischwasserbecken Dn 36

Bemessung Innenwand

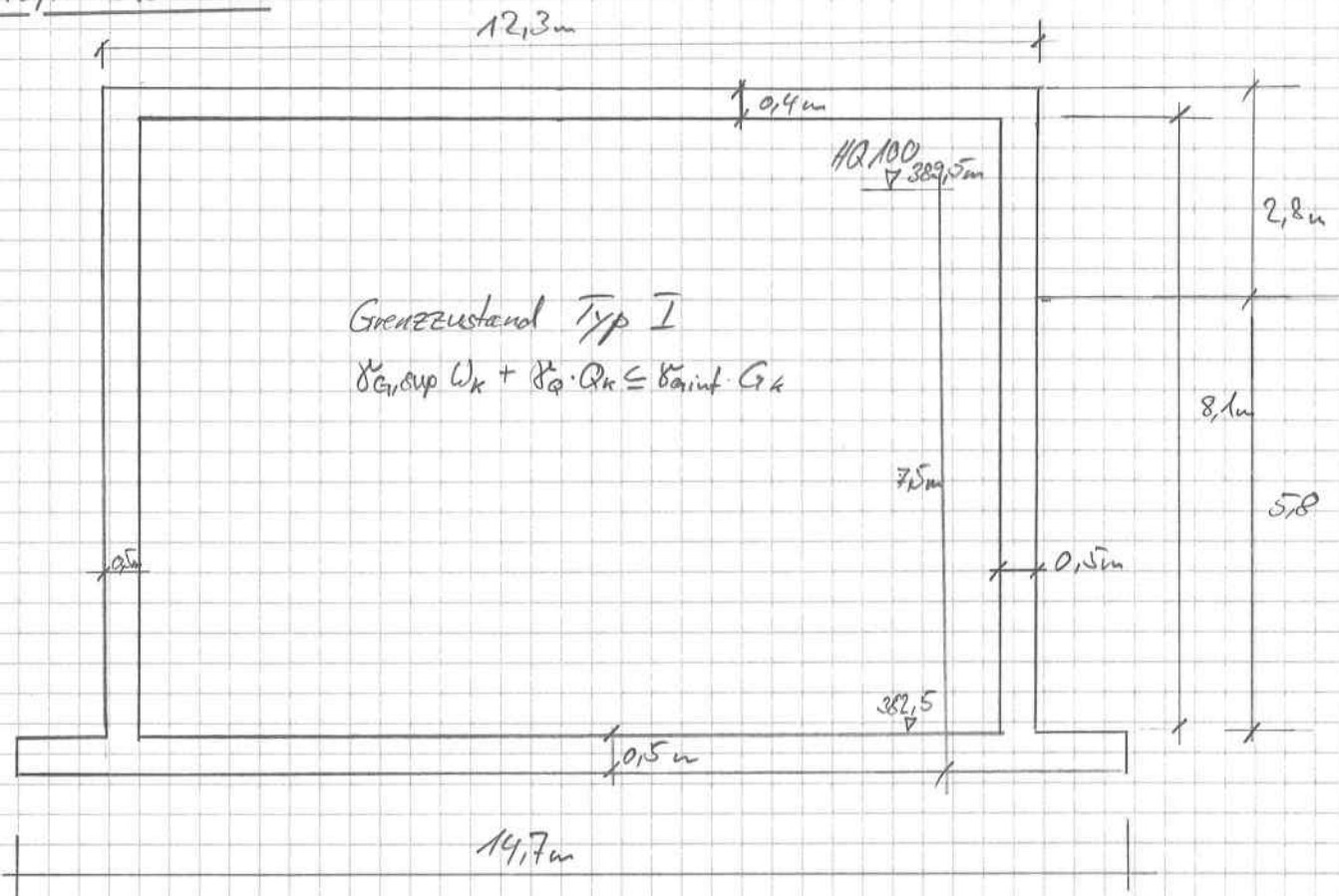
Einspannung oben beidseitig

$$a_{s, \text{erf}} = \frac{105 \cdot 10^6 \text{ Nmm/m}}{0,9 \cdot (400 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 16 \text{ mm}/2) \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 784 \text{ mm}^2/\text{m}$$

gewählt $\phi 14/15$ ($1238 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$M_{RD} = 148 \text{ kNm/m}$ siehe Berechnung Wandmitte

$$M_{RD} = 148 \text{ kNm/m} \geq M_{Ed} = 105 \text{ kNm/m} \quad \text{i.O.}$$

5. Auftriebsicherheit

$$G_{a, \text{Beton}} = (0.5 \cdot 8.1 \cdot 2 + 12.3 \cdot 0.4 + 14.7 \cdot 0.5) \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.9 = 458 \text{ kN/m}$$

$$W_{a, A} = 10 \text{ kN/m}^3 \cdot 7.5 \text{ m} \cdot 12.3 \text{ m} \cdot 1.05 = 968 \text{ kN/m}$$

$$G_{a, \text{Balog}} = 0.1 \text{ m} \cdot 12.3 \text{ m} \cdot 24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0.9 = 27 \text{ kN/m}$$

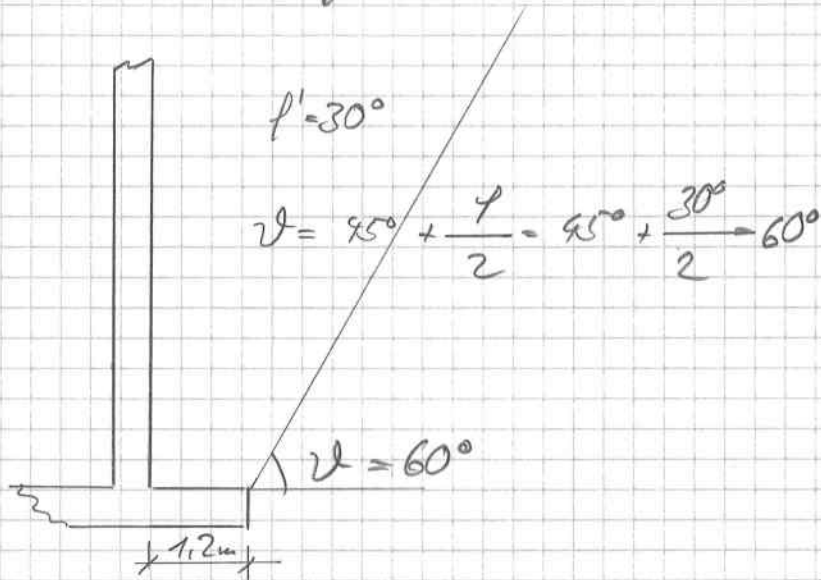
$$G_{a, \text{tot}} = 458 \text{ kN/m} + 27 \text{ kN/m} = 485 \text{ kN/m} \leq W_{a, A} = 968 \text{ nicht i.O.}$$

Ansetzen Erdkeil \rightarrow gemäss SIA 267 13.5.1.1.2 GZ Typ II

$$G_{a, \text{tot}} = 458 \text{ kN/m} \cdot \frac{0.8}{0.9} = 407 \text{ kN/m}$$

$$W_{a, A} = 968 \text{ kN/m} \cdot \frac{1.2}{1.05} = 1106 \text{ kN/m}$$

Auftriebssicherung mit Erdauflast



Grösse keil

$$\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$$



$$G_k = \frac{1}{2} \cdot (1.2\text{m} + 1.5\text{m}) \cdot 8.6\text{m} \cdot 20 \text{ kN/m}^3 = 636 \text{ kN/m}$$

$$G_{\text{gesam}} = 2 \cdot 636 \text{ kN/m} \cdot 0.8 + 407 \text{ kN} = 1425 \text{ kN/m}$$

$$G_{\text{gesam}} = 1425 \text{ kN/m} \geq W_{d,A} = 1106 \text{ kN/m} \quad \therefore 0.$$

Auftriebssicherung eingehalten (im Endzustand)

Für Bauzustand Flutung der Baugrube vorsehen!

6. Mindestbewehrung Bodenplatte

39

2.2.8 Temporäre Massnahmen während der Bauzeit

Die Wasserhaltung ist auf das Abdichtungssystem und die Anforderungen an den Untergrund oder die Unterkonstruktion so abzustimmen, dass kein drückendes Grundwasser oder kein stehendes Oberflächenwasser auftreten kann (Richtwert $\geq 0,5$ m unter UK Bodenplatte).

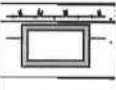



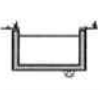
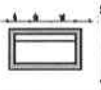
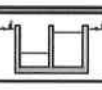
Flächig eingebaute Abdichtungssysteme sind z.B. mittels Drainagen oder Entlastungsstützen gegen Auftrieb zu sichern. Die Bemessung ist von der Art des Baugrundes, von der Konstruktion der Baugrubenumschliessung und vom System der Wasserhaltung abhängig.

Eine temporäre Vordichtung kann notwendig sein. Ist der Ableitungsquerschnitt der Vordichtung ausreichend gross und können die Drainageelemente periodisch gereinigt werden, kann die Vordichtung auch als permanente Entwässerung funktionieren.

2.2.9 Anzuwendende Dichtigkeitsklassen

Für Bauwerke im Untertagbau gelten zusätzlich die Normen SIA 197/1 und 197/2.

Tabelle 3 Beispiele für Anwendungen von Dichtigkeitsklassen

Anwendungsgebiete	Unter-terrain Tagbau Galerien	Unter-tagbau	Erd-verlegte Becken	Kanäle	Schwimm-becken	Reser-voirs	Klär-becken	Aufstei-gende Feuch-tigkeit
Gemäss Norm SIA 270, Tabelle 3	B1.1 B1.2	B2	B3	B4	B5	B6	B7	E
								
Dichtigkeitsklassen, in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten	1 oder 2	1 oder 2	2 oder 3	2 oder 3	1 oder 2	2	2	1

2.3 Abdichtungskonzepte

2.3.1 Allgemeines

Das Abdichtungskonzept richtet sich nach der Bauwerksnutzung, den hydrogeologischen, ökologischen und klimatischen Bedingungen. Der Wärme- und Feuchteschutz ist analog zur Norm SIA 180 festzulegen.

Zu unterscheiden sind das Ableitkonzept und das Verdrängungskonzept.

2.3.2 Ableitkonzept

Bei der Abdichtung nach dem Ableitkonzept werden das Grund- oder Bergwasser und das Oberflächenwasser mittels Drainage- und Entwässerungselementen zwischen dem Baugrund und dem Bauwerk gefasst, an den tiefstliegenden Ort geführt und abgeleitet. Siehe Figur 4.

Drainage- und Entwässerungselemente umfassen den ganzen Bauwerksquerschnitt. Sie müssen einen ausreichend grossen Abflussquerschnitt aufweisen. Flächige Drainageelemente müssen vollflächig wirken.

Mindestbewehrung Bodenplatte

$$k_s = \frac{1}{1 + 0,5 \cdot t} = \frac{1}{1 + 0,5 \cdot 0,5} = 0,8 \quad t = h - 0,5m \quad f_{ctd} = f_{ctm} \cdot k_t = 2,9 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,8 = 2,32 \text{ N/mm}^2$$

$$a_{s, \text{min}} = \frac{f_{ctd} \cdot b \cdot h}{\sigma_{s, \text{adm}}} = \frac{2,32 \text{ N/mm}^2 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 500 \text{ mm}}{435 \text{ N/mm}^2} = 2667 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\sigma_{s, \text{adm}} = 435 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Kurve B; } s = 100 \text{ mm}$$

oben und unten je $\phi 14/10$ ($2 \times 1540 \text{ mm}^2/\text{m} = 3080 \text{ mm}^2/\text{m}$)

gemäss SIA 270 3.1.3.4 Dichtigkeitsklasse 2:

$$435 \cdot \frac{10}{\sqrt{14}} = 368 \text{ N/mm}^2$$

$$a_{s, \text{min}} = \frac{2,32 \text{ N/mm}^2 \cdot 500 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{368 \text{ N/mm}^2} = 3152 \text{ mm}^2/\text{m}$$

neue Wahl: $\phi 16/10$ ($2 \times 2010 \text{ mm}^2/\text{m} = 4020 \text{ mm}^2/\text{m}$)

7. Gebrauchstauglichkeit

Komfort $w \leq e/500$ häufig

Ausschen $w \leq e/700$ quasi-ständig

häufig

$$E_d = G_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} \rightarrow \psi_{1,1} = 0,75$$

$$w_{\max} = 11500 \text{ mm} / 500 = 23 \text{ mm} \geq w_{\text{vorh}} = 8 \text{ mm} \quad \text{i.O.}$$

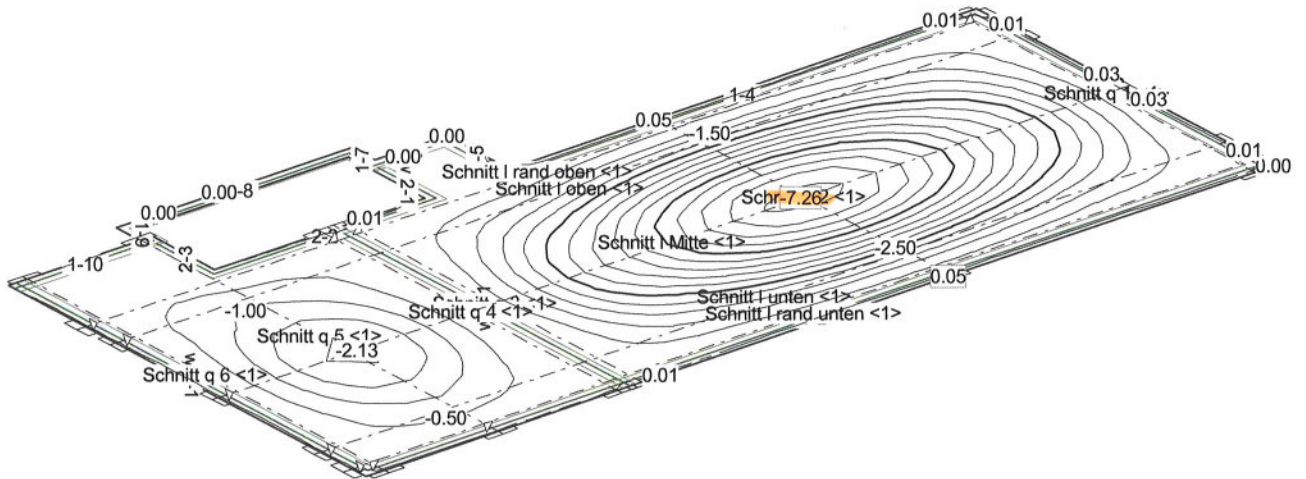
quasi-ständig

$$E_d = G_k + \psi_2 \cdot Q_k = \rightarrow \psi_2 = 0$$

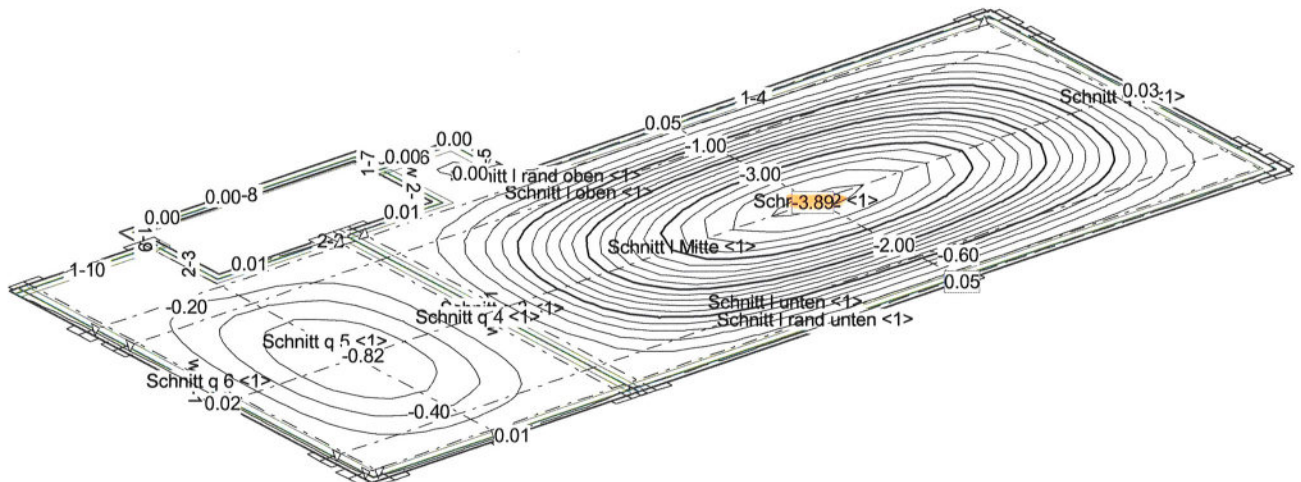
$$w_{\max} = 11500 \text{ mm} / 700 = 16 \text{ mm} \geq w_{\text{vorh}} = 4 \text{ mm} \quad \text{i.O.}$$

7. Gebrauchstauglichkeit

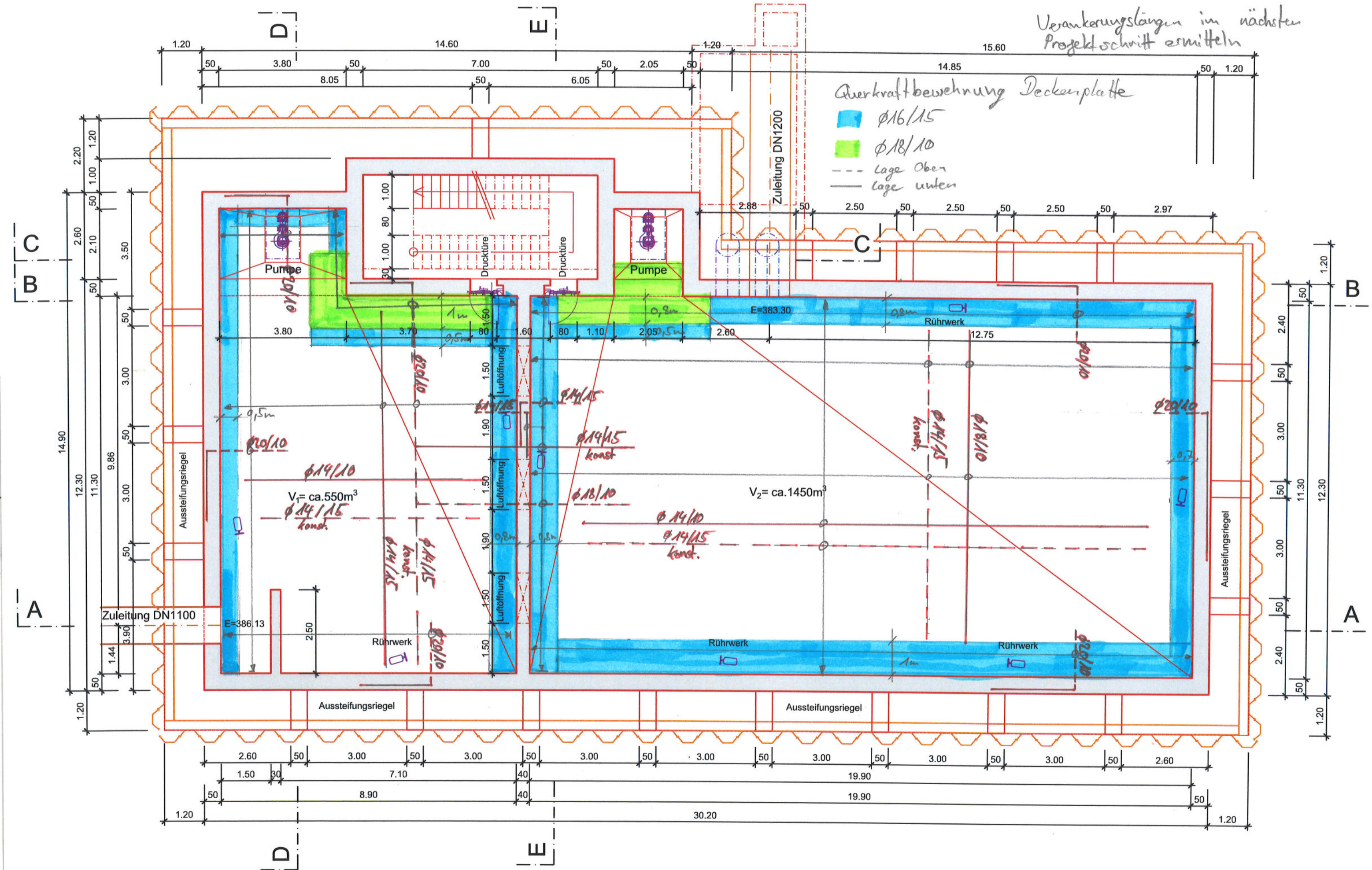
Grenzwerte Durchbiegungen: Minima [mm], Äquidistanz: 0.50 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: häufig

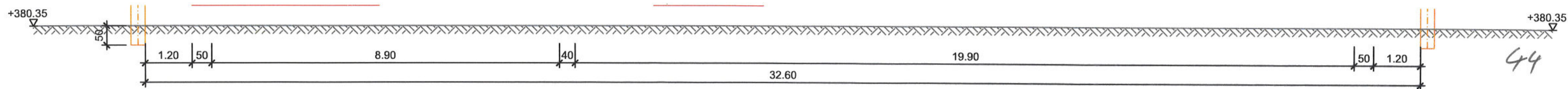


Grenzwerte Durchbiegungen: Minima [mm], Äquidistanz: 0.20 [mm], Referenzlinie: 0.00
Spezifikation: quasi-ständig



Nr.:

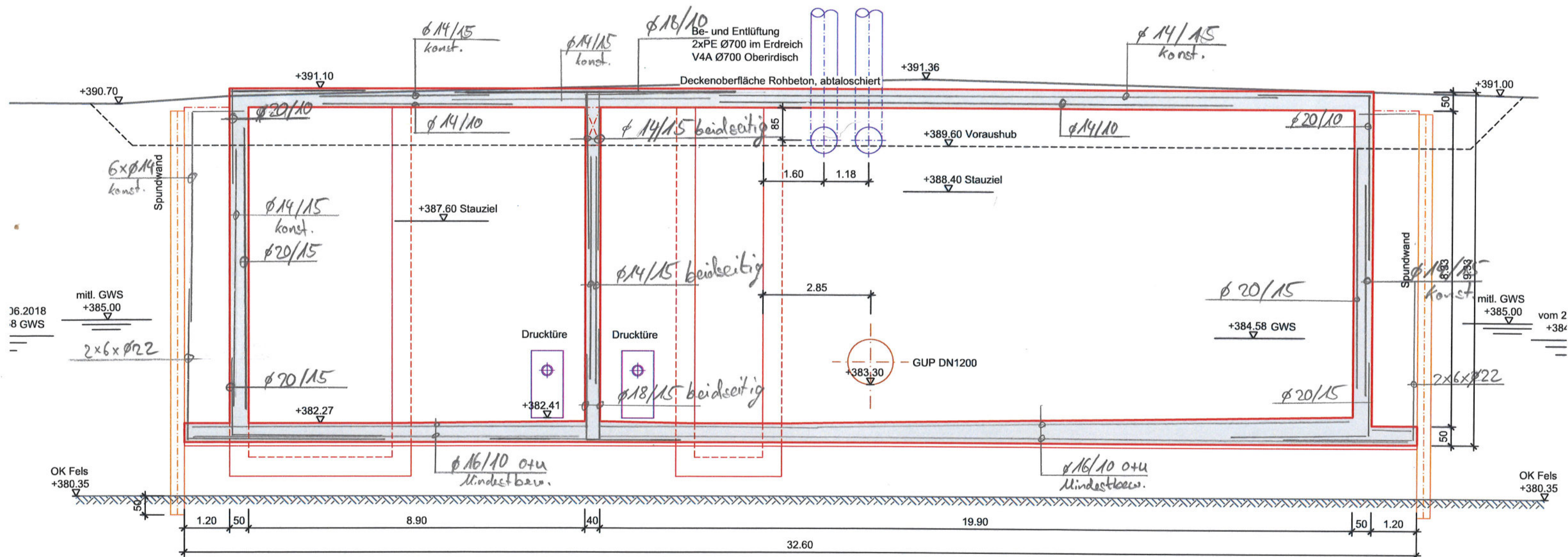




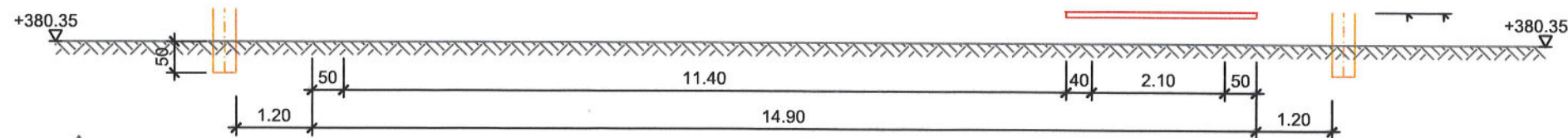
Wände/Bodenplatte Längsrichtung

Verankerungslängen im nächsten
Projektschritt ermitteln.

Schnitt B-B 1:100



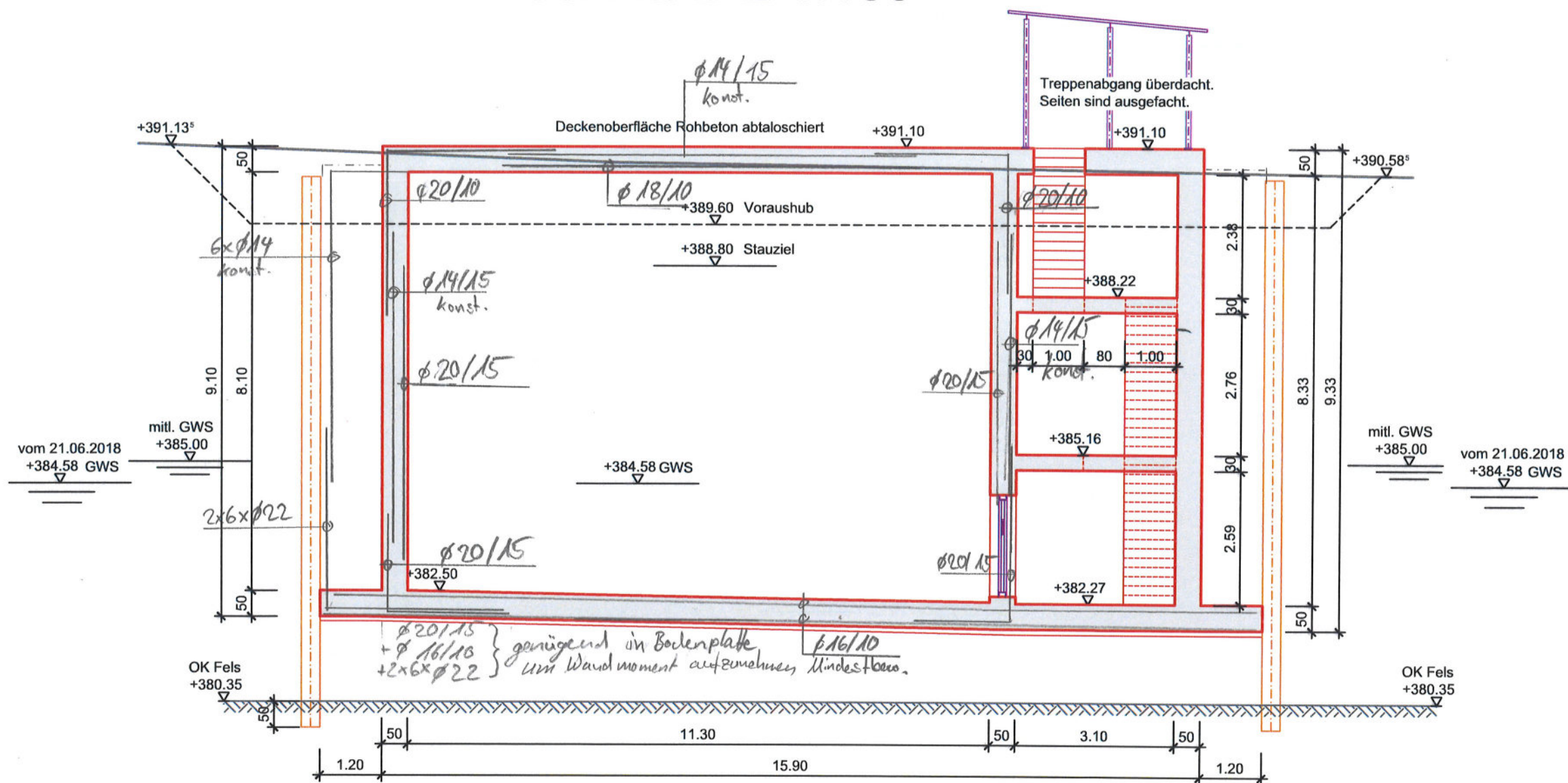
Wände/Bodenplatte Querriß



45

Verankerungslängen im nächsten Projektschritt ermitteln

Schnitt E-E 1:100



Projekt:

Plantitel:

Bauphas:

Plan-Nr.:

1011.1

Projekt Nr.:

1011.107.0

RA

Rapp Infi
Hochstra
CH-4018