

# Projekt 2527.01

## Hochwasserschutz Nittenau

Freistaat Bayern, vertreten durch das  
Wasserwirtschaftsamt Weiden

Statische Berechnung Nr. 2527.01\_3\_19\_00

Objekt 10  
Schöpfwerk am Rücken



**SCHLEGEL**  
Beratende Ingenieure

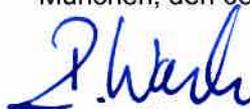
Bauherr:

Freistaat Bayern, vertreten durch das  
WWA Weiden  
Am Langen Steg 5  
92637 Weiden i. d. OPf.

Tragwerksplaner:

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG  
Guntherstraße 29  
80639 München

München, den 05.05.2021

  
ppa. R. Wach  
(Projektleiter)

  
i.A. S. Siegle  
(Projektingenieur)

## Indextabelle:

Rev.	Datum	Art der Änderung
01		
02		
03		
04		
05		

## Inhaltsverzeichnis Standsicherheitsberechnung

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteile / Bezeichnungen	3
1.3	Verwendete Normen und Unterlagen	5
1.4	Randbedingungen der Planungen	6
1.5	Grundwasserstand	7
1.6	Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung	7
1.7	Gründung / Bettung	8
2	Nachweise	9
3	Bauteileigenschaften	10
3.1	Baustoffe / Expositionsclassen (allgemein)	10
3.2	Rissbreitenbeschränkung (allgemein)	11
4	Rissbreitenbemessung	13
4.1	Schöpfwerk	13
4.1.1	Bodenplatte (d = 40 cm)	13
4.1.2	Außenwände (d = 35 cm)	13
4.1.3	Innenwände (d = 30 cm)	13
4.1.4	Tauchwand (d = 20 cm)	14
4.1.5	Deckenplatte (d = 40 cm)	14
4.2	Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten	14
5	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	15
6	Einwirkungen / Lastfälle	16
6.1	Einwirkungen Schöpfwerk	16

6.1.1	Lastfall 1: Eigengewicht	16
6.1.2	Lastfall 2: Erdruchdruck/Auflast	16
6.1.3	Lastfall 3: Verdichtungserddruck	17
6.1.4	Lastfall 4: Grundwasserdruck	17
6.1.5	Lastfall 5: Wasserstand extremes Hochwasser	18
6.1.6	Lastfall 6: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60	18
6.1.7	Lastfall 7: Auflast Profilbeton	18
6.1.8	Lastfall 8: Gewicht Rohrschachtpumpen	19
6.1.9	Lastfälle 9: Wasserfüllung Schöpfwerk	19
6.1.10	Lastfälle 10: Wasserfüllung Schöpfwerk, maximal	19
6.1.11	Lastfall: Schnee	19
6.1.12	Lastfall: Temperatur	19
6.1.13	Lastfall: Erdbeben	19
6.2	Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte	20
6.3	Lastfallkombinationen	20
7	Bauzustand	21
7.1	Bemessung im Bauzustand	21
7.2	Baugruben	21
8	Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung	22
9	Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile	23
10	Anlagenverzeichnis	24
10.1	Anlage 1: Rissbreitenbemessung	24
10.2	Anlage 2: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“	29

## Bilderverzeichnis

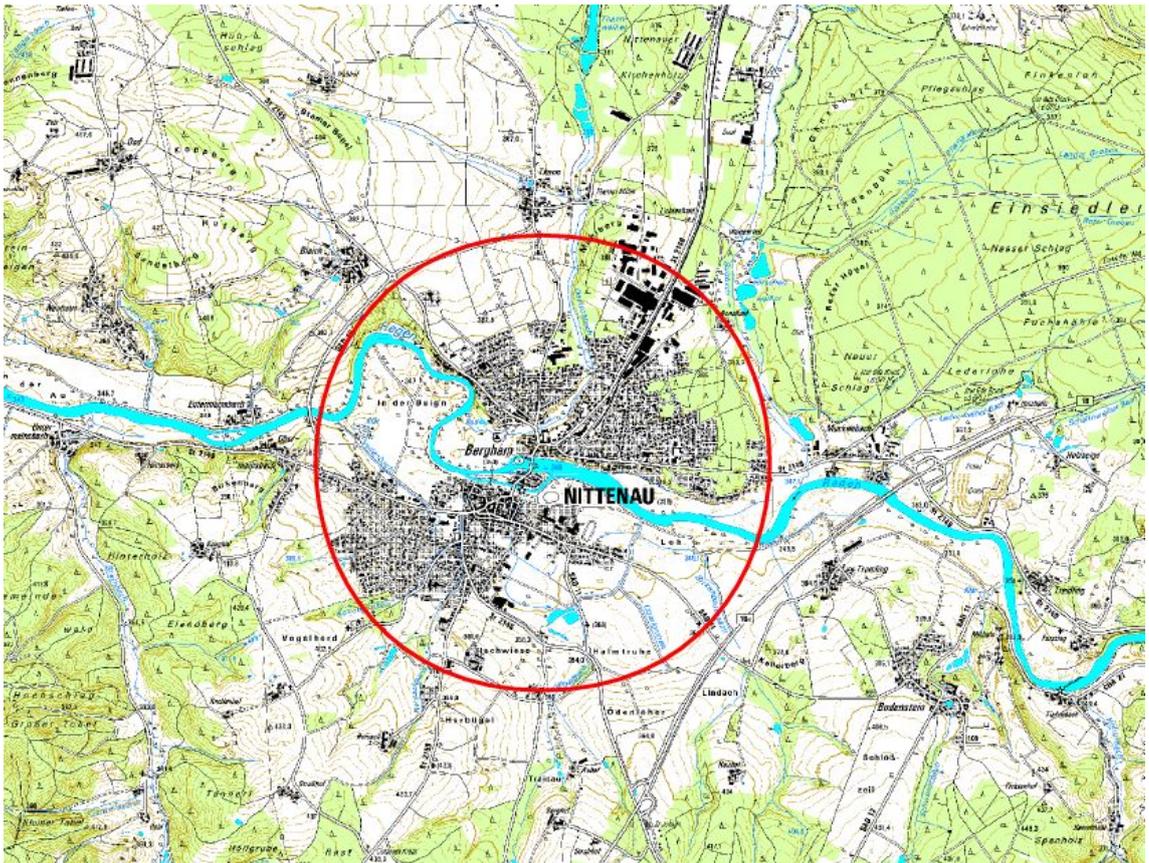
Bild 1:	Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1].....	1
Bild 2:	Lageplan Schöpfwerk am Rücken .....	2
Bild 3:	Draufsicht Schöpfwerk .....	3
Bild 4:	Schnitt A-A .....	3
Bild 5:	Schnitt B-B .....	4
Bild 6:	Schnittprofil Anlage 5.2, gemäß Baugrundgutachten.....	8
Bild 7:	Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“.....	12
Bild 8:	Ansatz Wasserdruck (Differenz zum Erddruck) .....	17

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bauwerksabmessungen .....	2
Tabelle 2:	Bodenschichten gemäß Bodengutachten .....	7
Tabelle 3:	Festlegung der Rissbreite nach WU-Richtlinie .....	11
Tabelle 4:	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen .....	15
Tabelle 5:	geschätzte Bewehrungsgehalte .....	23

## 1 Vorbemerkungen

Der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Weiden, führt im Stadtgebiet Nittenau am Regen eine Hochwasserschutzmaßnahme über eine Gesamtlänge von ca. 2,3 km durch.



**Bild 1: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1]**

### 1.1 Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung

Im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme in Nittenau werden drei Sielbauwerke, zwei Schöpfwerke, drei Hochwasserschutzmauern, drei Hochwasserdeiche und ein Wehr vorgesehen.

Die vorliegende statische Berechnung behandelt die Stahlbetonbauteile des Schöpfwerks am Rücken. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

Bauteil	Umbau / Neubau	Abmessungen
Schöpfwerk	Neubau	ca. 7,30 x 4,90 x 4,30 m

Tabelle 1: Bauwerksabmessungen

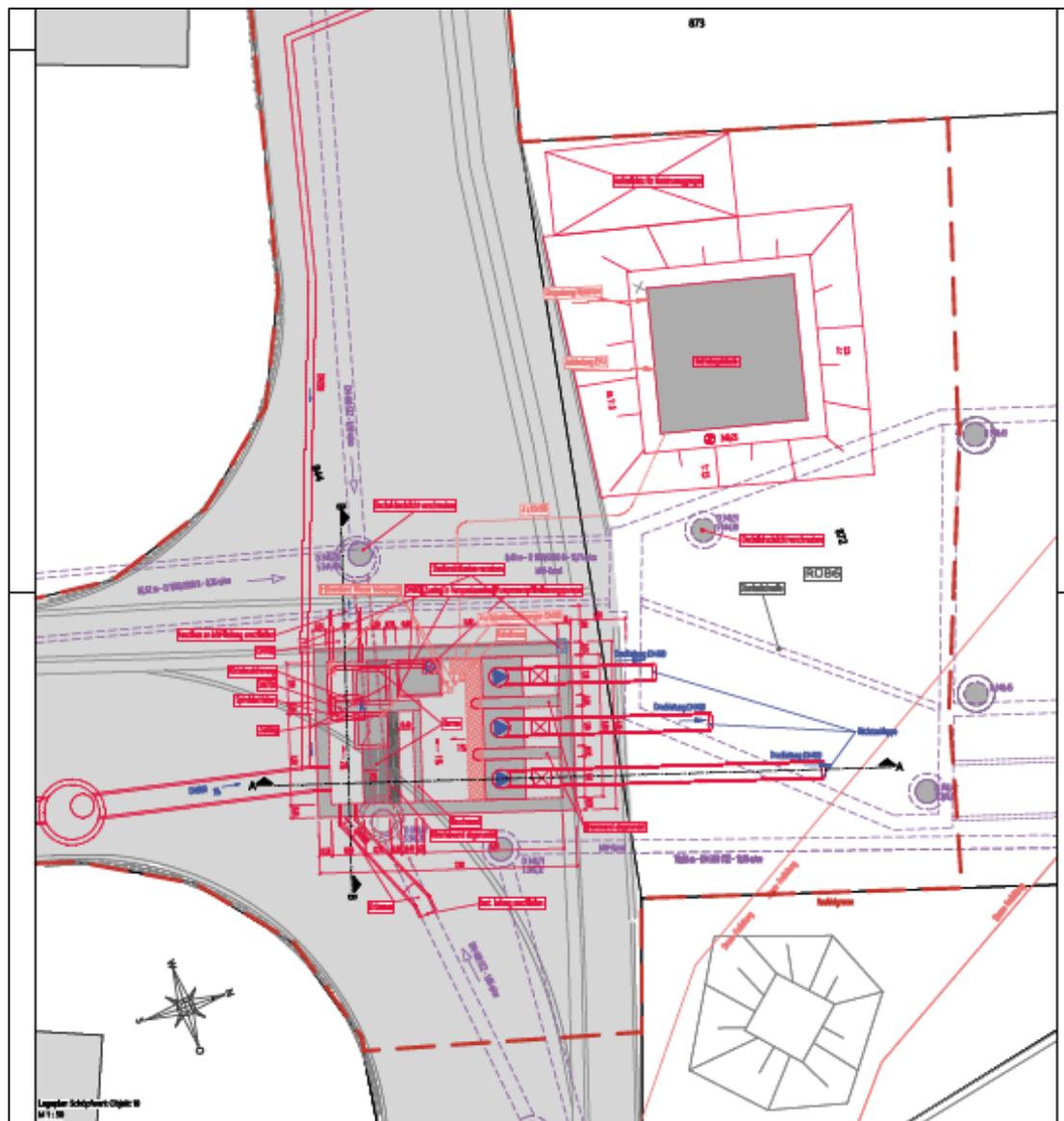


Bild 2: Lageplan Schöpfwerk am Rücken

## 1.2 Bauteile / Bezeichnungen

Nachfolgend werden alle Draufsichten und Schnitte der Bauwerke gemäß [P1] dargestellt.

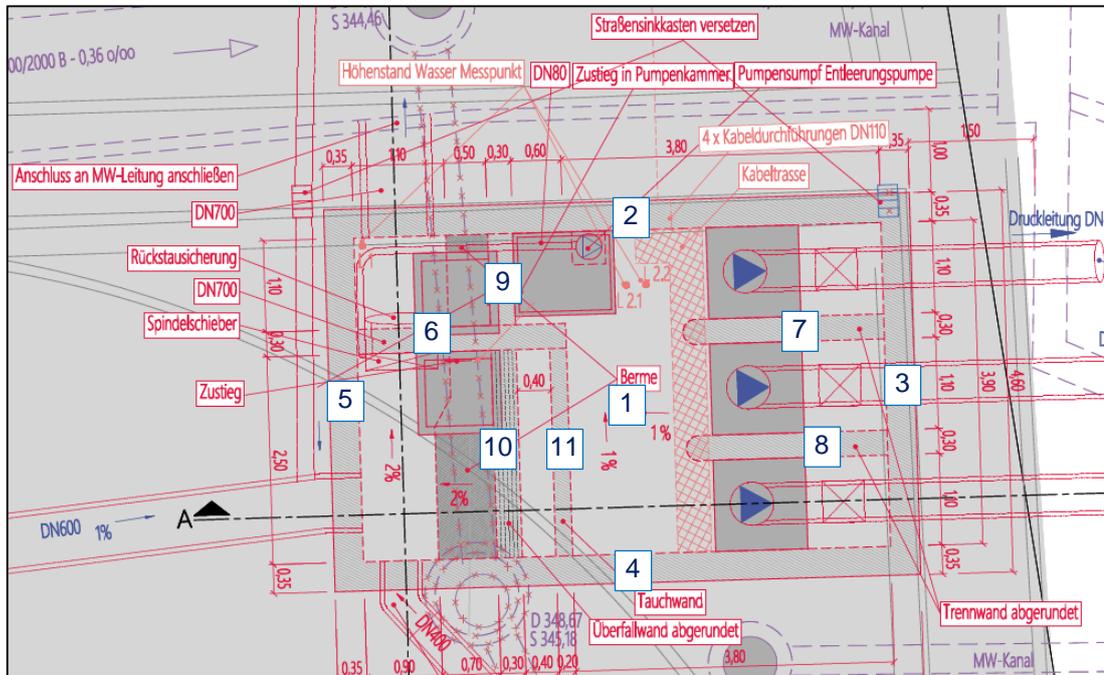


Bild 3: Draufsicht Schöpfwerk

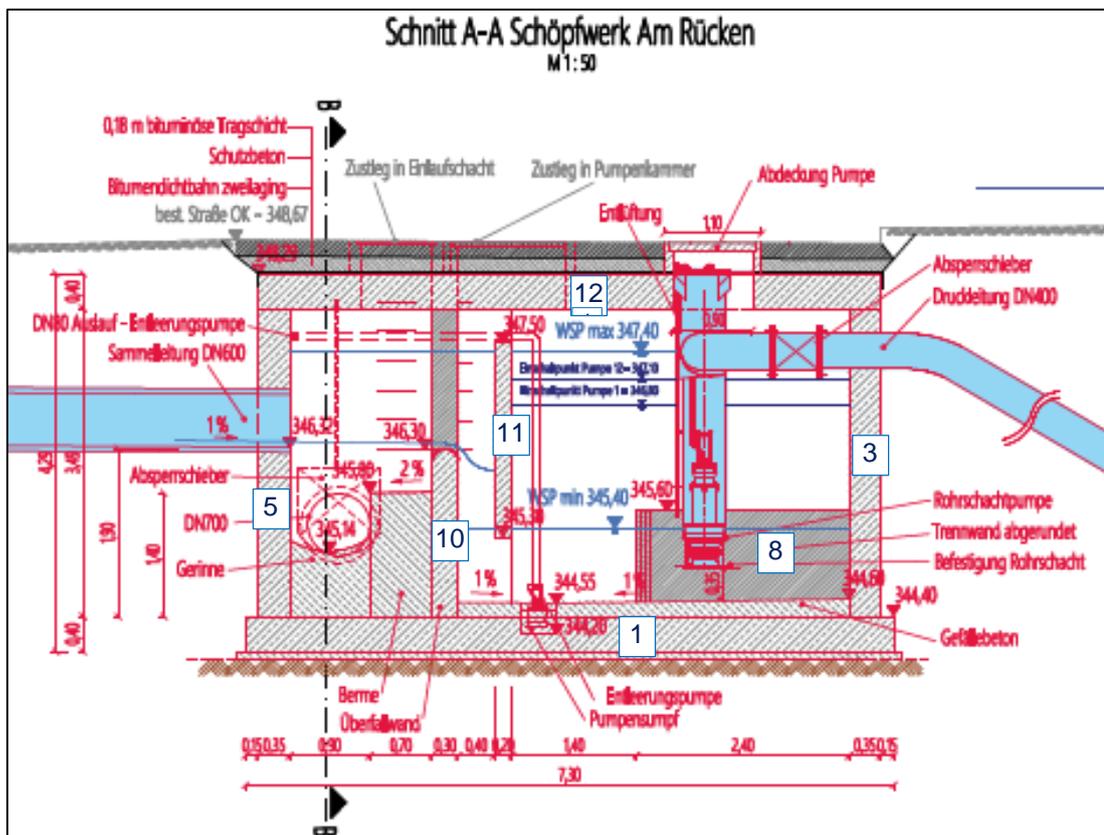


Bild 4: Schnitt A-A

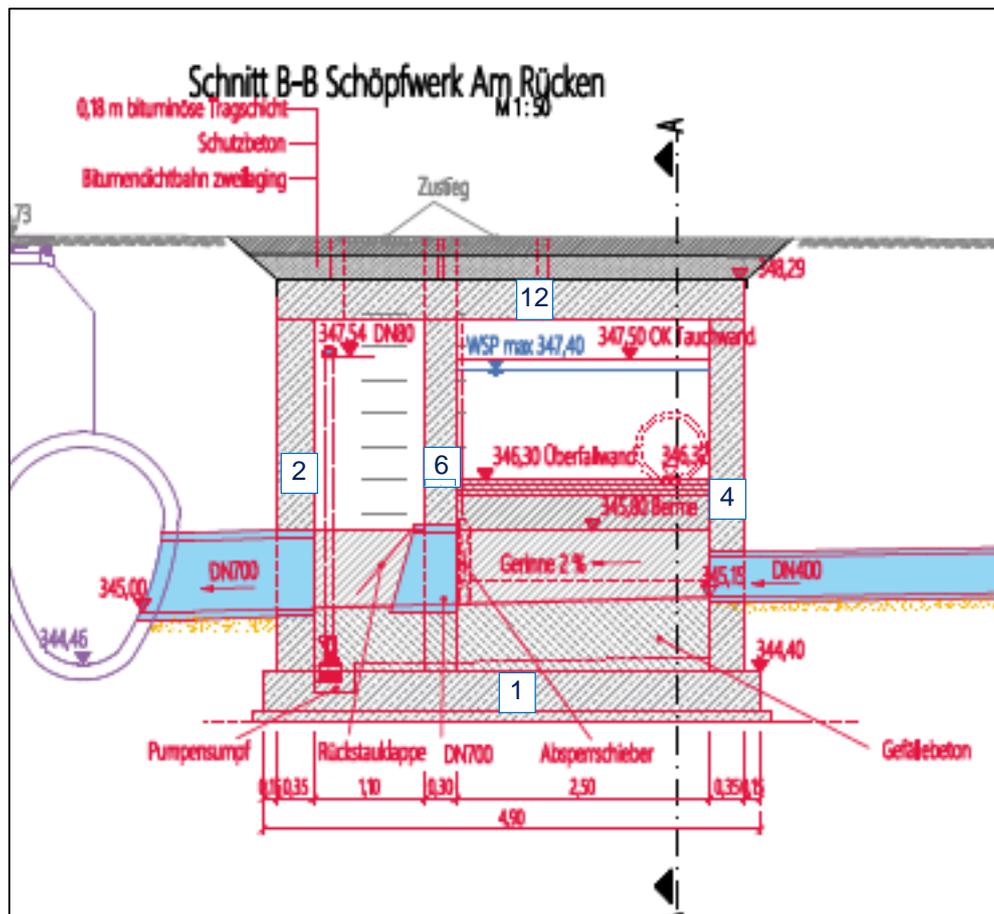


Bild 5: Schnitt B-B

### 1.3 Verwendete Normen und Unterlagen

Grundlage der Bearbeitung sind die folgenden Normen und Unterlagen in der jeweils aktuell gültigen Fassung:

- [1] DIN EN 1990, Grundlagen der Tragwerksplanung inkl. Nationalem Anhang
- [2] DIN EN 1991 (alle Teile), Einwirkungen auf Tragwerke inkl. Nationalem Anhang
- [3] DIN EN 1992-1-1, Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken inkl. Nationalem Anhang
- [4] DIN EN 1996-1, Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten inkl. Nationalem Anhang
- [5] DIN EN 1997-1, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik inkl. Nationalem Anhang
- [6] DIN EN 1998 (alle Teile), Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben inkl. Nationaler Anhänge
- [7] DIN EN 206-1; Beton Teil 1; Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Konformität
- [8] DIN EN 13670; Ausführungen von Tragwerken aus Beton
- [9] DIN 1045-2,3,4; Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
- [10] DIN 4123; Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
- [11] DIN 4124; Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [12] Bautabellen für Ingenieure, Schneider, 24. Auflage
- [13] Betonbauwerke in Abwasseranlagen, Schriftenreihe der Bauberatung Zement
- [14] DVGW Arbeitsblatt W 300 (alle Teile), Trinkwasserbehälter
- [15] WU-Richtlinie des DAfStb
- [16] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215), BAW, Karlsruhe

Verwendete Planunterlagen:

- [P1] Hochwasserschutz Nittenau, Bauwerksplan Schöpfwerk Objekt 10, Plan-Nr.: 2527.01-3-BW-410, aquasoli Ingenieurbüro, 15.02.2021.

Weitergehende Vorschriften und Richtlinien werden bei Bedarf (z. B. DBV-Merkblätter für Sichtbeton, Abstandhalter, Schalung) herangezogen.

Sollten im Verlauf der Bearbeitung neuere Ausgaben der Normen bauaufsichtlich eingeführt werden, werden immer die aktuellen Normen als Grundlage der Tragwerksplanung verwendet.

#### 1.4 Randbedingungen der Planungen

Die nachfolgend aufgeführten Randbedingungen waren Grundlage der vorliegenden Entwurfsplanung:

- Die angestrebte Nutzungsdauer der Bauwerke beträgt 100 Jahre
- Zur Verringerung von Rissen infolge von Hydratationswärme sollte nach Möglichkeit Beton mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung verwendet werden (Zement NW)  
Eine Vorgabe des Faktors  $r < 0,30$  ist nicht vorgesehen, um daraus resultierende lange Ausschulfristen zu vermeiden.
- Die Festlegung der Bemessung auf frühen oder späten Zwang erfolgt jeweils für die Bauteile in Abhängigkeit von den Bauteilabmessungen.
- Das vorhandene Grundwasser weist einen hohen Kohlesäuregehalt auf, der einem chemischen Angriff von XA1 und an XA2 angrenzend entspricht. In der Baugrunduntersuchung wird empfohlen das Grundwasser der Expositionsklasse XA2 zuzuordnen.
- Der Einsatz von Tausalzen fällt in den Zuständigkeitsbereich der Stadt Nittenau und kann daher nicht ausgeschlossen werden. Für die Planung wird von einer Tausalzbeanspruchung aller Bauwerke im Bereich von Verkehrswegen und -flächen ausgegangen.
- Das Schöpfwerk am Rücken wird keiner Sichtbetonklasse zugewiesen.

## 1.5 Grundwasserstand

Der Grundwasserstand liegt gemäß Baugrunderkundung DPH 3 bei 346,09 m ü. NN. Nach stärkeren Niederschlägen kann es im Quartär bzw. in den Auffüllungen zu einem Aufstau von Schichtwasser kommen. Daher ist entsprechend der jahreszeitlichen Bedingungen mit Schwankungen des Grundwassers zu rechnen. Insgesamt ist von einem hydraulischen Ausgleich zwischen dem Grundwasser und dem Regen auszugehen. Im Falle eines HQ100 + 15% kann die Wasserspiegellage bis zur Geländeoberkante reichen und somit das Bauwerk komplett mit Wasser umschließen.

## 1.6 Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung

Folgendes Gutachten lag vor:

[G1] Baugrunduntersuchung, Nittenau, Hochwasserfreilegung, Piewak & Partner GmbH, Bayreuth, 31.07.2015.

[G2] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, E-Mail an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, gesendet am 10.05.2017.

Die Bodenschichtung gemäß dem Gutachten kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

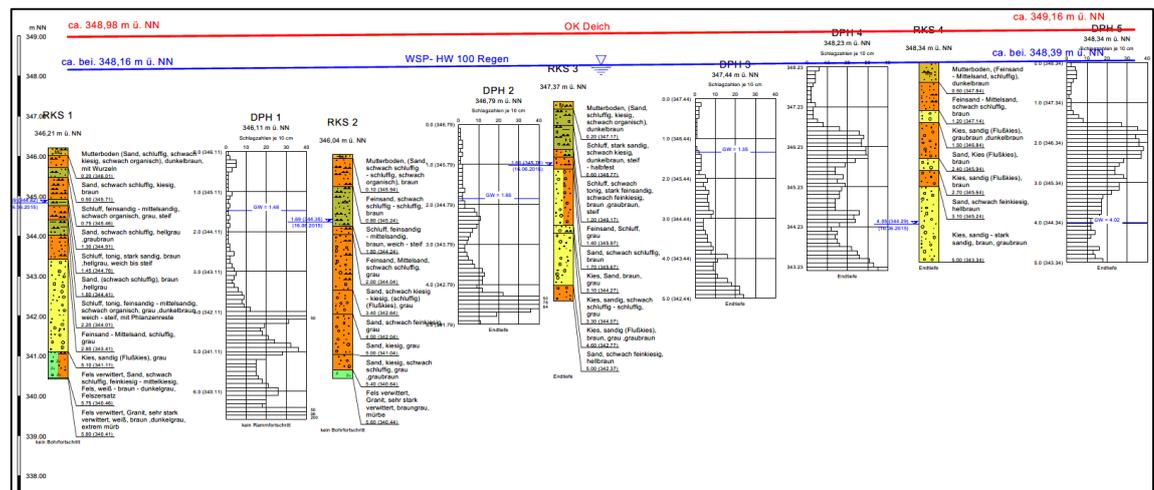
	<b>bindige Deckschichten</b>	<b>gemischt- körnige Deckschichten</b>	<b>grobkörnige Böden</b>	<b>Fels verwittert</b>
<b>Schicht-Nr.</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Bodenart nach DIN 4022</b>	U, t, s, g, (org) / T, u, s, g	S, u, t, g' / G, s, u, t	S, g / G, s, (u')	-
<b>Bodengruppe nach DIN 18196</b>	TM/ UL,TL / (OU / HZ)	SU, GU, GT, ST / SU*	SW, SE / GE, GW	-
<b>Bodenklassen nach DIN 18300</b>	4 / 4 / 4 / 2	3 / 4	3	6 (7)
<b>Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94</b>	F3	F2 / F3	F1	F2 (F3)
<b>Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97</b>	V3 / V3 / - / -	V1 / V2	V1	-
<b>Konsistenz</b>	überwiegend weich-steif	(weich, steif)	-	mürb - sehr mürb z.T. hart
<b>Plastizität</b>	leicht / mittel	-	-	-
<b>Lagerungsdichte</b>	-	überwiegend locker- mittel- dicht	überwiegend mitteldicht	-
<b>Wichte [kN/m<sup>3</sup>] nach DIN 1055, erdfeucht</b>	19-19,5 / 20- 20,5 / 14-17 / 11-13	18-20 / 20-20,5	17-19 / 18-20	22-23
<b>Wichte [kN/m<sup>3</sup>] unter Auftrieb nach DIN 1055</b>	9-9,5 / 10-10,5 / 4-7 / 1-3	10-12 / 10-10,5	7-9 / 8-10	12-13
<b>Reibungswinkel nach DIN 1055</b>	22,5/ 27,5 / 15/15	32,5-35 / 27,5	30-35	45**
<b>Kohäsion c' [kN/m<sup>2</sup>] nach DIN 1055</b>	0-5 / 0-2 / 0 / 0	0	-	**
<b>Wasserdurchlässig- keitswert k<sub>f</sub> [m/s]</b>	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-7</sup>	5 x 10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-9</sup> bei starker Klüf- tigkeit > 10 <sup>-4</sup>
<b>StEIFEMODUL E<sub>s</sub> [MN/m<sup>2</sup>]</b>	3-5 (1)	30-100 / 5-10	40-100	50-500

**Tabelle 2: Bodenschichten gemäß Bodengutachten**

Das Schöpfwerk am Rücken befindet sich westlich des Angerspitz in der Straße „am Rücken“ unter der Straßenkurve.

Das Schöpfwerk befindet sich im Bereich zwischen den Schweren Rammsondierungen DPH 4 und DPH 5 sowie der Rammkernsondierung RKS 4.

Nachfolgend die Schnittprofile von West nach Ost:



**Bild 6: Schnittprofil Anlage 5.2, gemäß Baugrundgutachten**

## 1.7 Gründung / Bettung

Gegründet wird mittels elastisch gebetteter Bodenplatte. Die statische Beanspruchung der Bodenplatte hängt maßgeblich von den Bettungseigenschaften des Baugrundes ab.

Laut E-Mail des Bodengutachters vom 10.05.2017 kann für die Berechnung eine mittlere Bettungszahl zwischen  $k_s = 10 - 13 \text{ MN/m}^3$  verwendet werden. Es wird daher  $k_s = 11,5 \text{ MN/m}^3$  gewählt. Diese Abschätzung wird im Zuge der weiteren Planung nochmals überprüft.

Die Bodenplatten sind auf eine Sauberkeitsschicht C16/20 zu gründen. Zusätzlich sind aufgelockerte und aufgeweichte Bereiche der Gründungssohle zu säubern, nachzuverdichten und umgehend mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken. Lokal schlecht tragfähige Auffüllungen oder weiche bindige Schichten sind gegen tragfähigen Boden oder Füllbeton auszutauschen.

## 2 Nachweise

Für die Bemessung der Bauwerke werden die Nachweise der Standsicherheit, der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit (z.B. Mindestbewehrung aus der Rissbreitenbeschränkung und Durchstanznachweis) geführt.

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen gemäß DIN EN 1997 wurde für das Schöpfwerk für den Revisionsfall geführt, wenn außen ein normaler Grundwasserspiegel ansteht und innen das Schöpfwerk für Wartungszwecke entleert ist. Im Falle eines Hochwasserereignisses ist das Bauwerk mit Wasser gefüllt und somit nicht auftriebsgefährdet.

Ein Nachweis gegen Ermüdung der Bauteile (Beton, Betonstahl) wird nicht geführt, da die Anzahl der zu erwartenden Lastspiele in den Bauteilen im Laufe der Lebensdauer so gering ist, dass keine Reduzierung der zulässigen Materialkennwerte erforderlich wird.

Zudem sind die vorliegenden Lasten keine „dynamischen“ Lasten im eigentlichen Sinn der Norm (z. B. Verkehrslasten auf Brücken, dynamische Maschinenlasten), sondern „vorwiegend ruhende“ Lasten, die langsam aufgebracht werden.

### 3 Bauteileigenschaften

#### 3.1 Baustoffe / Expositionsklassen (allgemein)

Betongüte der Sauberkeitsschicht: C16/20    Expositionsklassen: X0, WF

Falls eine Gleitfolie unter der Bodenplatte vorgesehen ist, muss ein höherer Zementgehalt (und somit eine höhere Betongüte) verwendet werden, damit eine ausreichend glatte Oberfläche hergestellt werden kann.

Mindestbetondeckung gemäß DIN EN 1992-1-1/NA (Anforderungsklasse S3):

für XC1:	$c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 20 \text{ mm}$
für XC2, XC3:	$c_{min,dur} = 20 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 35 \text{ mm}$
für XC4:	$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 40 \text{ mm}$
für XD1/XS1:	$c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 10 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 55 \text{ mm}$
für XD2/XS2:	$c_{min,dur} = 35 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 5 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 55 \text{ mm}$
für XD3/XS3:	$c_{min,dur} = 40 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 55 \text{ mm}$

Bei einer geforderten Nutzungsdauer von 100 Jahren ist gemäß DIN EN 1992-1-1 die Anforderungsklasse um 2 Klassen zu erhöhen, darf jedoch bei plattenförmigen Bauteilen wieder um 1 Klasse vermindert werden.

Daraus resultiert im vorliegenden Fall die Anforderungsklasse S4.

**Tabelle 4.3N — Empfohlene Modifikation der Anforderungsklasse**

Kriterium	Anforderungsklasse						
	Expositionsklasse nach Tabelle 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3/XS2/XS3
Nutzungsdauer von 100 Jahren	erhöhe Klasse um 2						
Druckfestigkeitsklasse <sup>1) 2)</sup>	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C35/45 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C45/55 vermindere Klasse um 1
Plattenförmiges Bauteil (Lage der Bewehrung wird durch die Bauarbeiten nicht beeinträchtigt)	vermindere Klasse um 1						
Besondere Qualitätskontrolle nachgewiesen	vermindere Klasse um 1						

Mindestbetondeckung gemäß DIN EN 1992-1-1/NA (Anforderungsklasse S4):

für XC1:	$c_{min,dur} = 15 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 25 \text{ mm}$
für XC2, XC3:	$c_{min,dur} = 25 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 40 \text{ mm}$
für XC4:	$c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 45 \text{ mm}$
für XD1/XS1:	$c_{min,dur} = 35 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 10 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 60 \text{ mm}$
für XD2/XS2:	$c_{min,dur} = 40 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 5 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 60 \text{ mm}$
für XD3/XS3:	$c_{min,dur} = 45 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dur,y} = 0 \text{ mm}$ ,	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$ ,	$c_{nom} = 60 \text{ mm}$

Mindestbetondeckung gemäß ZTV-W LB 215, Teil 1, 4.4:

$$c_{min,dur} = 50 \text{ mm}, \quad \Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}, \quad c_{nom} = 60 \text{ mm}$$

Vorgesehener Betonstahl: B 500 B

### 3.2 Rissbreitenbeschränkung (allgemein)

- Gemäß DIN EN 1992-1-1:2011-01, 7.1:  
 $w_k = 0,4 \text{ mm}$  für Expositionsklassen: X0, XC1  
 $w_k = 0,3 \text{ mm}$  für Expositionsklassen: XC2 – XC4, XD1 – XD3, XS1 – XS3
- aus WU-Richtlinie (Beanspruchungsklasse 1 = Druckwasser, Nutzungsklasse B = Feuchstellen sind zulässig) unter Zwang:

S	1	2	3
	Druckgefälle $h_w/h_b^a$	Maximale Druckhöhe $h_w^a$	Zulässige Rissbreite $w_k^b$
Z			
1	$\leq 10$	3,0 m	0,20 mm
2	$> 10 \text{ bis } \leq 15$	6,0 m	0,15 mm
3	$> 15 \text{ bis } \leq 25$	10,0 m	0,10 mm

<sup>a</sup>  $h_w$  = Druckhöhe des Wassers in m;  $h_b$  = Bauteildicke in m  
<sup>b</sup> Für angreifende Wässer mit  $> 40 \text{ mg/l CO}_2$  (kalklösende Kohlensäure) oder mit pH-Wert  $< 5,5$  darf die Selbstheilung der Risse nicht in Ansatz gebracht werden.

**Tabelle 3: Festlegung der Rissbreite nach WU-Richtlinie**

- aus WU-Richtlinie (Beanspruchungsklasse 2 = Sickerwasser) unter Zwang:  
 $w_k = 0,20 \text{ mm}$

Die Anwendung der WU-Richtlinie ist für das Projekt nicht zielführend und wurde daher nicht vereinbart. Der Rechenwert der Rissbreiten wird gemäß der Vorgaben des EC2 gewählt. Unter Umständen kann ein verschärfter Rechenwert der Rissbreiten gewählt werden. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn erhöhte Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit des Betons (Sichtbeton) gestellt werden.

- Unterscheidung der Nachweise unter Zwang in Nachweise unter frühem / spätem Zwang:  
Früher Zwang in horizontaler Richtung bei Bauteilen mit Abmessungen  $\sim < 12$  m;  
Später Zwang in horizontaler Richtung bei Bauteilen mit Abmessungen  $\sim > 12$  m;  
In vertikaler Richtung wird bei Bauteilen keine Zwangsbeanspruchung angesetzt.

Eine entsprechende sorgfältige Nachbehandlung des Betons zur Reduzierung von Rissen ist generell erforderlich.

Der Beiwert  $k_{c,t}$  wurde in der Entwurfsstatik entsprechend der Bauteildicke gewählt:

**Tabelle 7. Empfohlene Anhaltswerte der Betonzugfestigkeit bei Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme**  
**Table 7. Recommended calculation values of concrete tensile strength due to restraint from loss of the heat of hydration**

S	1	2	3	4	5
Z	Festigkeitsentwicklung des Betons	Bauteildicke $h$			
		$\leq 0,30$ m	$\leq 0,80$ m	$\leq 2,0$ m	$> 2,0$ m
1	langsam ( $r < 0,30$ ) <sup>1) 2)</sup>	– <sup>3)</sup>	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ <sup>4)</sup>	$0,80f_{ctm}$ <sup>4)</sup>
2	mittel ( $r < 0,50$ ) <sup>1)</sup>	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ( $r \geq 0,50$ ) <sup>1)</sup>	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

<sup>1)</sup> Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis  $r = f_{cm}(2\text{ d}) / f_{cm}(28\text{ d})$  beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.  
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt  $t > 28$  Tage bestimmt, ist das Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen  $f_{cm}(2\text{ d})$  zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit  $f_{cm}(t)$  zu ermitteln oder es ist vom Betonhersteller eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

<sup>2)</sup> Bei Festigkeitsklassen  $\geq C30/37$  ist es i. d. R. nicht möglich, das Festigkeitsverhältnis  $r < 0,30$  bezogen auf 28 Tage zu begrenzen. In diesen Fällen ist es erforderlich, den Zeitpunkt des Nachweises der Festigkeitsklasse auf einen späteren Zeitpunkt (z. B. 56 Tage) zu vereinbaren.

<sup>3)</sup> Die Auslegung der Bewehrung bei dünnen Bauteilen auf eine langsame Festigkeitsentwicklung ist nicht sinnvoll. Es sollte grundsätzlich mindestens eine mittlere Festigkeitsentwicklung angenommen werden.

<sup>4)</sup> Der empfohlene Anhaltswert für massige Bauteile ist erst bei der Verwendung von langsam erhärtenden Betonen mit einem Prüfalter von 91 Tagen zu erwarten.

**Bild 7: Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“**

## 4 Rissbreitenbemessung

### 4.1 Schöpfwerk

#### 4.1.1 Bodenplatte (d = 40 cm)

Erf. Expositionsklassen: XC2, XD1, XF2, XA2, WF,  
Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm  
Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,30$  mm

##### In Längs- und Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	40 cm	früher Zwang	0,67	14,4	Ø 16 / 12,5 = 16,1 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.  
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 180 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.1.2 Außenwände (d = 35 cm)

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF  
Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm  
Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,30$  mm

##### In Horizontalrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	35 cm	früher Zwang	0,66	12,2	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.  
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 160 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.1.3 Innenwände (d = 30 cm)

Expositionsklassen: XC4, XA2, WF  
Betongüte: C35/45, Betondeckung: 45 mm  
Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,30$  mm

##### In Horizontalrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	30 cm	früher Zwang	0,65	10,8	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.  
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 180 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.1.4 Tauchwand (d = 20 cm)

Expositionsklassen: XC4, XA2, WF

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 45 mm

Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,30$  mm

##### In Horizontal:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [ - ]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	20 cm	früher Zwang	0,65	6,1	Ø 10 / 12,5 = 6,3 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 140 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.1.5 Deckenplatte (d = 40 cm)

Erf. Expositionsklassen: XC2, XD1, XF2, XA2, WF,

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,30$  mm

##### In Längs- und Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [ - ]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	40 cm	früher Zwang	0,67	14,4	Ø 16 / 12,5 = 16,1 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 180 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.2 Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten

Es wurden noch keine Betonsorten gewählt.

## 5 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen wird für das Schöpfwerk für den Revisionsfall bei einem Grundwasserstand auf Höhe von 347,0 m ü. NN geführt. Auf den gemessenen Grundwasserstand von 346,09 m ü. NN wurde somit noch ein Aufschlag angesetzt. Im Falle eines Hochwasserereignisses ist das Schöpfwerk mit Wasser gefüllt, weshalb dieser Fall nicht maßgebend wird.

Die Positionsnummern können Kapitel 1.2 entnommen werden.

Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen											
$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{Q,dst} \leq G_k \cdot \gamma_{G,stab} + F_{s,k} \cdot \gamma_{G,stab}$											
Rote Werte müssen eingegeben werden, schwarze Werte werden berechnet!											
Für den Nachweis wurde das Eigengewicht des Füllbetons und der Einbauteile nicht berücksichtigt!											
Geländeoberkante <span style="color:red">348,67</span> müNN											
Max. Grundwasserstand <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">347,00</span> müNN											
Gewichtskraft:						Auftriebskraft:					
	Länge	Breite	Höhe	Wichte	Gewicht	Fläche	Höhenkote	Auftrieb (-1), Auflast (+1), auf Sporn (+2)	delta(h)	Auftriebskraft	
Pos. 1:	7,30	4,90	0,40	24,00	343,4	35,77	344,00	-1	3,00	-1073,1	
Pos. 2:	7,00	0,35	3,49	24,00	205,2	24,43					
Pos. 2a (Öffnung):	-3,14	0,35	0,12	24,00	-3,2	-0,38					
Pos. 3:	0,35	3,90	3,49	24,00	114,3	13,61					
Pos. 3a (Öffnung):	-3,14	0,35	0,04	24,00	-1,1	-0,13					
Pos. 3b (Öffnung):	-3,14	0,35	0,04	24,00	-1,1	-0,13					
Pos. 3c (Öffnung):	-3,14	0,35	0,04	24,00	-1,1	-0,13					
Pos. 4:	7,00	0,35	3,49	24,00	205,2	24,43					
Pos. 4a (Öffnung):	-3,14	0,35	0,04	24,00	-1,1	-0,13					
Pos. 5:	0,35	3,90	3,49	24,00	114,3	13,61					
Pos. 5a (Öffnung):	-3,14	0,35	0,09	24,00	-2,4	-0,28					
Pos. 6:	2,50	0,30	3,49	24,00	62,8	0,75					
Pos. 6a (Öffnung):	-3,14	0,30	0,12	24,00	-2,8	-0,38					
Pos. 7:	2,40	0,30	1,20	24,00	20,7	2,88					
Pos. 8:	2,40	0,30	1,20	24,00	20,7	2,88					
Pos. 9:	0,30	1,10	3,49	24,00	27,6	3,84					
Pos. 10:	0,30	2,50	1,90	24,00	34,2	4,75					
Pos. 11:	0,20	2,50	2,20	24,00	26,4	5,50					
Pos. 12:	7,00	4,60	0,40	24,00	309,1	32,20					
Summe Gk1:					1471,5					Summe Ak:	-1073,1
Auftriebskraft Ak <span style="float:right">1073,1 kN</span>											
Ak * gamma(dst) = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1126,8</span> kN											
Eigengewicht Beton (24 kN/m³)											
Gk1 <span style="float:right">1471,5 kN</span>											
Gk1 * gamma(stb) = <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1398,0</span> kN											
Summe Gk * gamma(stb) <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1398,0</span> kN											
"Ausnutzungsgrad" < 1,0? <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,806</span>											
[Ak * gamma(dst) / Summe Gk * gamma(stb)]											

**Tabelle 4: Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen**

Der Nachweis ist ohne den Ansatz der Erdauflast, der Einbauteile und einer möglichen Wasserfüllung erfüllt.

## 6 Einwirkungen / Lastfälle

Die Einwirkungen werden bauwerksbezogen aufgestellt. Es werden alle ständigen, veränderlichen, seltenen und außergewöhnlichen Einwirkungen im Bau-, End- und Betriebszustand berücksichtigt.

### 6.1 Einwirkungen Schöpfwerk

#### 6.1.1 Lastfall 1: Eigengewicht

Das Eigengewicht wird programmintern ermittelt und als ständige Last (Lastfall 01) angesetzt.

Stahlbetonkonstruktion:  $\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$

#### 6.1.2 Lastfall 2: Erdruchdruck/Auflast

Der Erddruck reicht von der Geländeoberkante bis zur Systemlinie Unterkante Sohle. Der Erdruchdruck für das Bauwerk errechnet sich am Beispiel der Sohle wie folgt:

$$e_v = (h(\text{GOK}) - h(\text{Sohle})) * \gamma$$

$$e_h = (h(\text{GOK}) - h(\text{Sohle})) * k_0 * \gamma$$

Höhenangaben:

Geländeoberkante:	348,70 m ü. NN
Max. Wasserspiegel:	349,25 m ü. NN
Grundwasserstand:	346,10 m ü. NN
Oberkante Bauwerk <sub>1</sub> :	348,29 m ü. NN
Unterkante Bauwerk:	344,00 m ü. NN

Gemäß Baugrundgutachten Kap. 11.10 wird von einer Hinterfüllung der Bauwerke mit dem folgenden Bodenmaterial ausgegangen:

- Wichte:  $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel:  $\phi' = 35^\circ$

Zusätzliche Annahmen:

- Wichte unter Auftrieb:  $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
- Wichte Wasser:  $\gamma_{\text{Wasser}} = 10 \text{ kN/m}^3$
- Kohäsion:  $c = 0$

Belastung aus Fahrbahnaufbau:

$$\Delta h_1 = 348,70 - 348,29 = 0,41 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{Aufbau}} = \Delta h_1 * \gamma_{\text{Aufbau}} = 0,41 * 24 = 9,84 \quad \approx \underline{10 \text{ kN/m}^2}$$

seitlicher Erddruck:

Erddruck:

$$\sigma_{v1} = \Delta h_1 * \gamma = 0,41 * 21 = 8,61 \text{ kN/m}^2$$

$$k_0 = 1 - \sin(35^\circ) = 0,43$$

$$e_{oh1} = \sigma_{v1} * k_o = 8,61 * 0,43 = 3,70 \quad \approx 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta h_2 = 348,70 - 344,00 = 4,70 \text{ m}$$

$$\sigma_{v2} = \Delta h_2 * \gamma = 4,7 * 21 = 98,70 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{oh2} = \sigma_{v2} * k_o = 98,7 * 0,43 = 42,44 \quad \approx 45 \text{ kN/m}^2$$

### 6.1.3 Lastfall 3: Verdichtungserddruck

Im Zustand ohne Wasserdruck ist der Verdichtungserddruck gemäß DIN 4085 anzusetzen. Dies bedeutet bei einer lichten Breite des Verfüllungsraums von 1,0 m hinter der Seitenwand eine Erddruckordinate von  $e_{verd} = 40 \text{ kN/m}^2$  und bei einer lichten Breite von 2,5 m eine Erddruckordinate von  $e_{verd} = 25 \text{ kN/m}^2$ . Im vorliegenden Fall wird der Verdichtungserddruck  $e_{verd} = 25 \text{ kN/m}^2$  (Hinterfüllung bis zur Oberkante des bestehenden Geländes) gleichmäßig angesetzt, da von einer großen Breite des Verfüllraums ausgegangen werden kann.

$$e_{verd} = 25 \text{ kN/m}^2$$

Dieser Wert wird in einer Tiefe von 2,5 m erreicht. Darunter wird wieder der Erdruchdruck maßgebend. Der Verdichtungserddruck wird als Differenzlast auf den Erddruck angesetzt und wirkt nicht in Verbindung mit anderen Erddruckbelastungen (z.B. Erddruck infolge Verkehr).

### 6.1.4 Lastfall 4: Grundwasserdruck

Gemäß geotechnischem Gutachten wurde der Grundwasserstand auf einer Höhenkote von 346,10 m ü. NN gemessen.

Der Wasserdruck errechnet sich wie folgt:

$$W_{v, \text{Bodenplatte}} = (346,10 - 344,00) * 10,0 = 21 \text{ kN/m}^2$$

Der horizontale Wasserdruck des Lastfall 03 wird in der Tiefe des Erdruchdrucks als Differenzlast  $\Delta w$  zum Erdruchdruck aufgebracht und als ständiger Lastfall angesetzt:

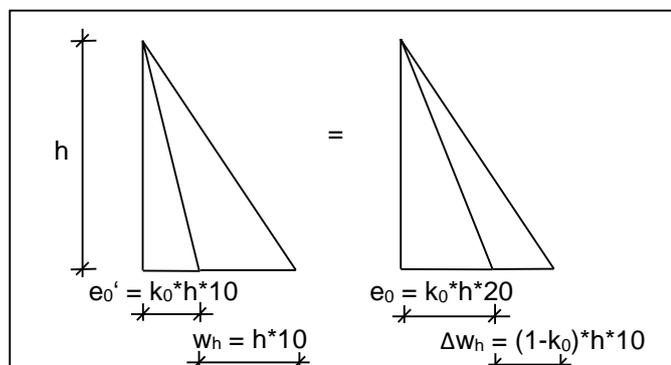


Bild 8: Ansatz Wasserdruck (Differenz zum Erddruck)

$$\Rightarrow \Delta W_h = (1 - k_0) * h * \gamma_w$$

Der Differenzwasserdruck errechnet sich wie folgt:

$$W_{h, \text{Bodenplatte}} = (1 - 0,43) * (346,10 - 344,00) * 10,0 = 11,97 \quad \approx 15 \text{ kN/m}^2$$

### 6.1.5 Lastfall 5: Wasserstand extremes Hochwasser

Gemäß Objektplanung kann liegt der höchstmögliche Wasserspiegel im Falle eines extremen Hochwasserereignisses bei einer Höhenkote von 349,25 m ü. NN. Dies entspricht einem außergewöhnlichen Lastfall.

Der Wasserdruck errechnet sich wie folgt:

$$W_{v, \text{Decke}} = (349,25 - 348,29) * 10,0 \leq 9,6 \quad \approx 10 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{v, \text{Höhe Grundwasser}} = (349,25 - 486,10) * 10,0 = 31,5 \quad \approx 32 \text{ kN/m}^2$$

Der horizontale Wasserdruck wird als Differenzlast  $\Delta w$  zum Erdruchdruck bzw. zum Wasserdruck infolge Grundwasser aufgebracht und als außergewöhnlicher Lastfall angesetzt:

Der Differenzwasserdruck errechnet sich wie folgt:

$$W_{h, \text{Decke}} = (1 - 0,43) * (349,25 - 348,29) * 10,0 = 5,47 \quad \approx 6 \text{ kN/m}^2$$

$$W_{h, \text{Höhe Grundwasser}} = (1 - 0,43) * (349,25 - 486,10) * 10,0 = 17,96 \quad \approx 18 \text{ kN/m}^2$$

### 6.1.6 Lastfall 6: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60

Es wird für den Fall eines unmittelbar vorbeifahrenden oder überfahrenden Baustellenfahrzeugs oder Vergleichbarem eine Verkehrslast eines SLW 60 angesetzt.

Vertikallast:

$$p_v = 33,3 \text{ kN/m}^2$$

Horizontallast:

$$p_h = p_v * k_0 = 33,3 * 0,43 = 14,3 \text{ kN/m}^2$$

Im Falle höherer Punktlasten müssen diese über Lastverteilplatten dezentriert werden.

### 6.1.7 Lastfall 7: Auflast Profilbeton

In die einzelnen Kammern des Schöpfwerks wird Profil- / Gefällebeton in unterschiedlicher Höhe eingeplant. Die Wichte des Betons wird auf der sicheren Seite liegend mit  $\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$  angesetzt.

$$h_1 = 345,80 - 344,40 = 1,4 \text{ m}$$

$$g_1 = h_1 * \gamma = 35 \text{ kN/m}^2$$

$$h_2 = 345,20 - 344,40 = 0,8 \text{ m}$$

$$g_2 = h_2 * \gamma = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$h_3 = 344,60 - 344,40 = 0,2 \text{ m}$$

$$g_3 = h_3 * \gamma = 5 \text{ kN/m}^2$$

#### 6.1.8 Lastfall 8: Gewicht Rohrschachtpumpen

Es werden 3 Rohrschachtpumpen an die Deckenplatte des Schöpfwerks angehängt. Zu den genauen Lasten je Pumpen sind in der jetzigen Planungsphase noch keine Angaben vorhanden. Es werden auf der sicheren Seite liegend anhand von Erfahrungswerten aus vorangegangenen Projekten 50 kN je Pumpe angesetzt. Das Gewicht der Rohrschachtpumpen wird als Linienlast auf die Ränder der Öffnungen aufgebracht.

$$g_{\text{Pumpe}} = 50 \text{ kN} / 4 * 1,1 \text{ m} = 11,4 \quad \approx \underline{12 \text{ kN/m}}$$

#### 6.1.9 Lastfälle 9: Wasserfüllung Schöpfwerk

Für den Fall eines Überströmens der Überfallwand im Schöpfwerk wird von einer Wasserlage auf Höhe von 346,35 m ü. NN ausgegangen. Somit ergibt sich der Wasserdruck im Bauwerk wie folgt.

$$h_w = 346,35 - 344,40 = 1,95 \text{ m}$$
$$w = 1,95 \text{ m} * 10 \text{ kN/m}^3 = 19,5 \quad \approx \underline{20 \text{ kN/m}^2}$$

#### 6.1.10 Lastfälle 10: Wasserfüllung Schöpfwerk, maximal

Die maximale Wasserspiegellage im Schöpfwerk wird auf Höhe von 347,40 m ü. NN angegeben. Der Wasserdruck der maximalen Wasserspiegellage wird als Differenzlast zu Lastfall 9 angesetzt.

$$h_w = 347,40 - 346,35 = 1,05 \text{ m}$$
$$w = 1,05 \text{ m} * 10 \text{ kN/m}^3 = 10,5 \quad \approx \underline{11 \text{ kN/m}^2}$$

#### 6.1.11 Lastfall: Schnee

Auf das Bauwerk wird keine Schneelast angesetzt.

#### 6.1.12 Lastfall: Temperatur

Temperaturlasten werden nicht auf das Bauwerk angesetzt, da dieses vollständig überschüttet ist.

#### 6.1.13 Lastfall: Erdbeben

Das Bauwerk befindet sich gemäß Erdbebenkarte der DIN EN 1998 in keiner Erdbebenzone.

## 6.2 Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte

Die Bemessungssituationen und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte wurden programmintern angesetzt.

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit erfolgt die Bemessung für alle aufgeführten Lastfallkombinationen.

## 6.3 Lastfallkombinationen

Die Lastfallkombinationen werden programmintern zusammengestellt und berechnet.

Der Teilsicherheitsbeiwert für ständigen und veränderlichen Wasserdruck wird gemäß DIN 1054:2010-12 (Tabelle A 2.1) mit  $\gamma_G = 1,35$  (LF 1) angesetzt.

Der Teilsicherheitsbeiwert der Temperatureinwirkung wird nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 2.3.1.2 (3) auf  $\gamma_{Q,T} = 1,0$  gesetzt.

## **7 Bauzustand**

### **7.1 Bemessung im Bauzustand**

Für die Herstellung des Bauwerks sind keine besonderen Bauzustände zu bemessen.

### **7.2 Baugruben**

Falls nötig, werden die Baugruben in einer zusätzlichen Statik behandelt.

## **8 Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung**

- Bodenaustausch

Unterhalb der Bodenplatte sind aufgelockerte und aufgeweichte Bereiche der Gründungssohle zu säubern, nachzuverdichten und umgehend mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken. Lokal schlecht tragfähige Auffüllungen oder weiche bindige Schichten sind gegen tragfähigen Boden oder Füllbeton auszutauschen.

## 9 Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile

Bauteil	Bauteildicke	Bew.gehalt
Bodenplatte	d = 40 cm	180 kg/m <sup>3</sup>
Außenwände	d = 35 cm	160 kg/m <sup>3</sup>
Innenwände	d = 30 cm	180 kg/m <sup>3</sup>
Tauchwand	d = 20 cm	140 kg/m <sup>3</sup>
Decke	d = 40 cm	180 kg/m <sup>3</sup>

**Tabelle 5: geschätzte Bewehrungsgehalte**

## **10 Anlagenverzeichnis**

### **10.1 Anlage 1: Rissbreitenbemessung**

- 1.1 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 40$  cm,  $w_k = 0,30$  mm, früher Zwang
- 1.2 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 35$  cm,  $w_k = 0,30$  mm, früher Zwang
- 1.3 Rissbreitenbemessung C30/37,  $d = 30$  cm,  $w_k = 0,30$  mm, früher Zwang
- 1.4 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 20$  cm,  $w_k = 0,30$  mm, früher Zwang

Rote Werte müssen eingegeben werden, alle weiteren Werte werden berechnet!

Geforderte Rissbreite $w_k =$	0,3 mm	
Bauteildicke $h =$	40 cm	
Betondeckung $c_{nom} =$	6,0 cm	
Betongüte	C35/45 -	
Langsam erhärtender Beton?	Nein -	"Ja" für $r < 0,30$ , sonst "Nein"
Stabdurchmesser Bügel $d_{sh} =$	16 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. $d_{sl} =$	16 mm	
Stahlspannung $f_{yk} =$	500 N/mm <sup>2</sup>	
$k_{c,t} =$	0,67 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für spätes Zwang
$f_{ctm} =$	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,144 N/mm <sup>2</sup>	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
$k_c =$	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
$k =$	0,74 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff} =$	2,14 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct} =$	0,2 m <sup>2</sup>	$A_{ct} =$ halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe $d =$	31,6 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. $d_1 =$	8,4 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	49,1 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	21,6 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	21,6 mm	$\phi_s^* =$ Minimum ( $\phi_s^*(1); \phi_s^*(2)$ )
$\sigma_s =$	220 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s =$ WURZEL( $w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*$ ) (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	4,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,50 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$ , dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	21 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	14,4 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	20,5 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	6,3 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	20,5 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) =$ Maximum ( $As(2.1); As(2.2)$ )
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>14,4 cm<sup>2</sup>/m</b>	$A_{s,erforderlich} =$ Minimum ( $As(1); As(2)$ )

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$		
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>	
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>	
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>	
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>	mittel: $k_{c,t}$
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>	30 cm 0,65
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>	35 cm 0,66
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>	40 cm 0,67
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>	45 cm 0,68
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>	50 cm 0,69
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>	55 cm 0,70
				60 cm 0,71
				65 cm 0,72
				70 cm 0,73
	8	0,503	cm <sup>2</sup>	75 cm 0,74
	10	0,785	cm <sup>2</sup>	80 cm 0,75
	12	1,13	cm <sup>2</sup>	100 cm 0,77
	14	1,54	cm <sup>2</sup>	120 cm 0,79
	16	2,01	cm <sup>2</sup>	140 cm 0,80
12D =	17	2,26	cm <sup>2</sup>	160 cm 0,82
	20	3,14	cm <sup>2</sup>	180 cm 0,84
16D =	23	4,02	cm <sup>2</sup>	200 cm 0,85
	25	4,91	cm <sup>2</sup>	
	28	6,16	cm <sup>2</sup>	

2,01

Ø 16 / 13,9

Rote Werte müssen eingegeben werden, alle weiteren Werte werden berechnet!

Geforderte Rissbreite $w_k =$	0,3 mm	
Bauteildicke $h =$	35 cm	
Betondeckung $c_{nom} =$	6,0 cm	
Betongüte	C35/45 -	
Langsam erhärtender Beton?	Nein -	"Ja" für $r < 0,30$ , sonst "Nein"
Stabdurchmesser Bügel $d_{sh} =$	14 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. $d_{sl} =$	14 mm	
Stahlspannung $f_{yk} =$	500 N/mm <sup>2</sup>	
$k_{c,t} =$	0,66 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
$f_{ctm} =$	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,112 N/mm <sup>2</sup>	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
$k_c =$	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
$k =$	0,77 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff} =$	2,11 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct} =$	0,175 m <sup>2</sup>	$A_{ct} =$ halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe $d =$	26,9 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. $d_1 =$	8,1 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	46,2 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	19,2 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	19,2 mm	$\phi_s^* =$ Minimum ( $\phi_s^*(1); \phi_s^*(2)$ )
$\sigma_s =$	233 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s =$ WURZEL( $w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*$ ) (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	4,3 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,50 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$ , dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	20,25 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	12,2 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	18,4 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	5,7 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	18,4 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) =$ Maximum ( $As(2.1); As(2.2)$ )
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>12,2 cm<sup>2</sup>/m</b>	$A_{s,erforderlich} =$ Minimum ( $As(1); As(2)$ )

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$			
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>	mittel:	$k_{c,t}$
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>	30 cm	0,65
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>	35 cm	0,66
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>	40 cm	0,67
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>	45 cm	0,68
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>	50 cm	0,69
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>	55 cm	0,70
				60 cm	0,71
				65 cm	0,72
				70 cm	0,73
	8	0,503	cm <sup>2</sup>	75 cm	0,74
	10	0,785	cm <sup>2</sup>	80 cm	0,75
	12	1,13	cm <sup>2</sup>	100 cm	0,77
	14	1,54	cm <sup>2</sup>	120 cm	0,79
	16	2,01	cm <sup>2</sup>	140 cm	0,80
12D =	17	2,26	cm <sup>2</sup>	160 cm	0,82
	20	3,14	cm <sup>2</sup>	180 cm	0,84
16D =	23	4,02	cm <sup>2</sup>	200 cm	0,85
	25	4,91	cm <sup>2</sup>		
	28	6,16	cm <sup>2</sup>		

1,54

Ø 14 / 12,6

Rote Werte müssen eingegeben werden, alle weiteren Werte werden berechnet!

Geforderte Rissbreite $w_k =$	0,3 mm	
Bauteildicke $h =$	30 cm	
Betondeckung $c_{nom} =$	4,5 cm	
Betongüte	C35/45 -	
Langsam erhärtender Beton?	Nein -	"Ja" für $r < 0,30$ , sonst "Nein"
Stabdurchmesser Bügel $d_{sh} =$	14 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. $d_{sl} =$	14 mm	
Stahlspannung $f_{yk} =$	500 N/mm <sup>2</sup>	
$k_{c,t} =$	0,65 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
$f_{ctm} =$	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,08 N/mm <sup>2</sup>	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
$k_c =$	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
$k =$	0,80 -	$k = 0,8$ für $d = 30\text{cm}$
		$k = 0,5$ für $d = 80\text{cm}$ , dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff} =$	2,08 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct} =$	0,15 m <sup>2</sup>	$A_{ct} =$ halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe $d =$	23,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. $d_1 =$	6,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	42,9 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	19,5 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	19,5 mm	$\phi_s^* =$ Minimum ( $\phi_s^*(1); \phi_s^*(2)$ )
$\sigma_s =$	231 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	4,5 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,50 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$ , dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	16,5 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	10,8 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	14,8 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	5,0 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	14,8 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) = \text{Maximum}(As(2.1); As(2.2))$
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>10,8 cm<sup>2</sup>/m</b>	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$			
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>	mittel:	$k_{c,t}$
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>	30 cm	0,65
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>	35 cm	0,66
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>	40 cm	0,67
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>	45 cm	0,68
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>	50 cm	0,69
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>	55 cm	0,70
				60 cm	0,71
				65 cm	0,72
				70 cm	0,73
	8	0,503	cm <sup>2</sup>	75 cm	0,74
	10	0,785	cm <sup>2</sup>	80 cm	0,75
	12	1,13	cm <sup>2</sup>	100 cm	0,77
	14	1,54	cm <sup>2</sup>	120 cm	0,79
	16	2,01	cm <sup>2</sup>	140 cm	0,80
12D =	17	2,26	cm <sup>2</sup>	160 cm	0,82
	20	3,14	cm <sup>2</sup>	180 cm	0,84
16D =	23	4,02	cm <sup>2</sup>	200 cm	0,85
	25	4,91	cm <sup>2</sup>		
	28	6,16	cm <sup>2</sup>		

1,54

$\phi$  14 / 14,3

Rote Werte müssen eingegeben werden, alle weiteren Werte werden berechnet!

Geforderte Rissbreite $w_k =$	0,3 mm	
Bauteildicke $h =$	20 cm	
Betondeckung $c_{nom} =$	4,5 cm	
Betongüte	C35/45 -	
Langsam erhärtender Beton?	Nein -	"Ja" für $r < 0,30$ , sonst "Nein"
Stabdurchmesser Bügel $d_{sh} =$	10 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. $d_{sl} =$	10 mm	
Stahlspannung $f_{yk} =$	500 N/mm <sup>2</sup>	
$k_{c,t} =$	0,65 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
$f_{ctm} =$	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,08 N/mm <sup>2</sup>	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
$k_c =$	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
$k =$	0,80 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff} =$	2,08 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct} =$	0,1 m <sup>2</sup>	$A_{ct} =$ halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe $d =$	14 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. $d_1 =$	6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	41,8 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	13,9 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	13,9 mm	$\phi_s^* =$ Minimum ( $\phi_s^*(1); \phi_s^*(2)$ )
$\sigma_s =$	274 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s =$ WURZEL( $w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*$ ) (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	3,3 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,50 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$ , dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	15 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	6,1 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	11,4 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	3,3 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	11,4 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) =$ Maximum ( $As(2.1); As(2.2)$ )
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>6,1 cm<sup>2</sup>/m</b>	$A_{s,erforderlich} =$ Minimum ( $As(1); As(2)$ )

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$			
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>		
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>	mittel:	$k_{c,t}$
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>	30 cm	0,65
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>	35 cm	0,66
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>	40 cm	0,67
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>	45 cm	0,68
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>	50 cm	0,69
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>	55 cm	0,70
				60 cm	0,71
				65 cm	0,72
				70 cm	0,73
	8	0,503	cm <sup>2</sup>	75 cm	0,74
	10	0,785	cm <sup>2</sup>	80 cm	0,75
	12	1,13	cm <sup>2</sup>	100 cm	0,77
	14	1,54	cm <sup>2</sup>	120 cm	0,79
	16	2,01	cm <sup>2</sup>	140 cm	0,80
12D =	17	2,26	cm <sup>2</sup>	160 cm	0,82
	20	3,14	cm <sup>2</sup>	180 cm	0,84
16D =	23	4,02	cm <sup>2</sup>	200 cm	0,85
	25	4,91	cm <sup>2</sup>		
	28	6,16	cm <sup>2</sup>		

0,785

$\phi$  10 / 12,9

**10.2 Anlage 2: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“**  
(mit gesonderten Inhaltsverzeichnissen)

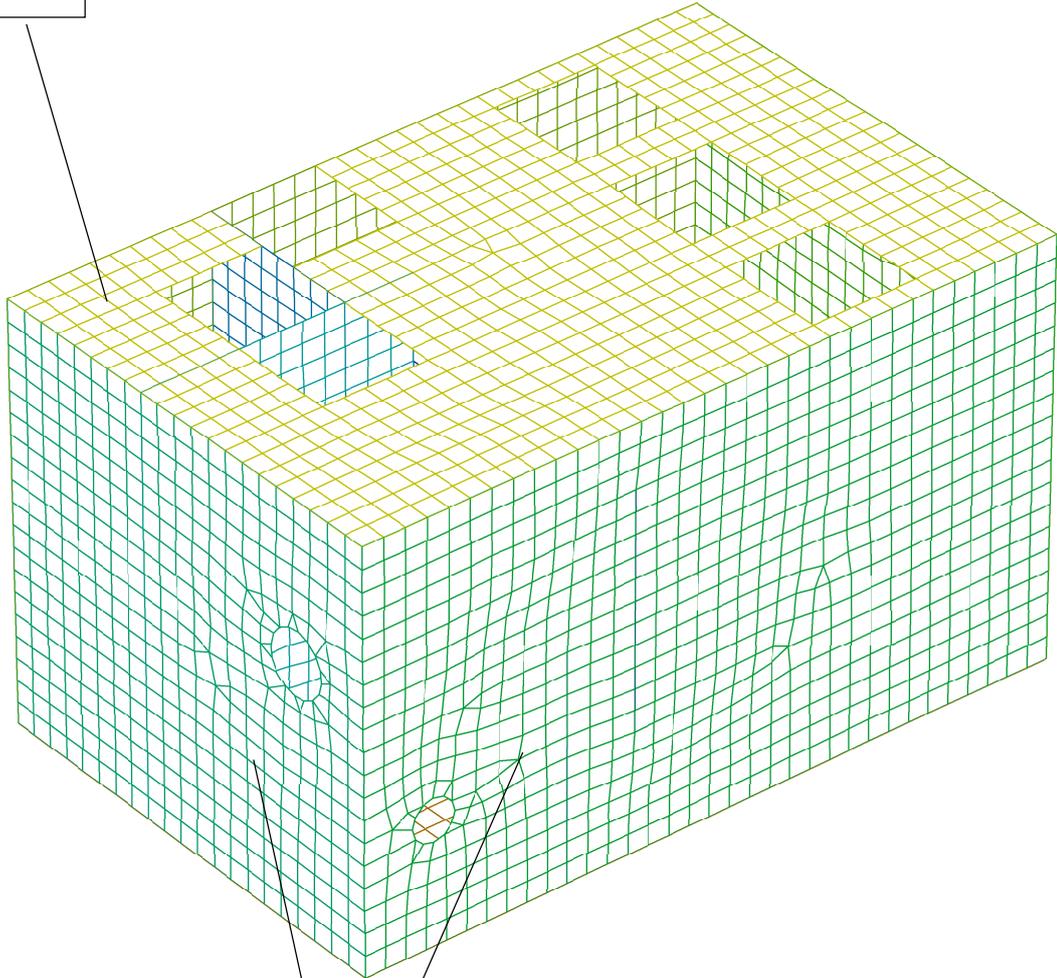
**INHALT**

Inhalt .....	30
<b>System</b>	
System .....	31
System .....	32
<b>Belastung</b>	
1 : Eigengewicht .....	33
LF 2: Belastung, Erddruck/Auflast .....	34
LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck .....	35
LF 4: Belastung, Grundwasser .....	36
LF 5: Belastung, Wasserstand HQ,extrem .....	37
LF 6: Belastung, Erddruck infolge Verkehrslast .....	38
LF 7: Belastung, Auflast Profilbeton .....	39
LF 8: Belastung, Gewicht Rohrschachtpumpen .....	40
LF 9: Belastung, Wasserfüllung Schöpfwerk .....	41
LF 10: Belastung, Wasserfüllung Schöpfwerk, max .....	42
<b>Bewehrung</b>	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	43
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	44
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	45
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	46
Bügelbewehrung asb; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 .....	47
<b>Bodenpressung und -verformung</b>	
Bodenpressungen $\sigma_{z \min}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	48
Deformationen $u_z \max$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	48
Bodenpressungen $\sigma_{z \max}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	49
Deformationen $u_z \min$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	49

# System

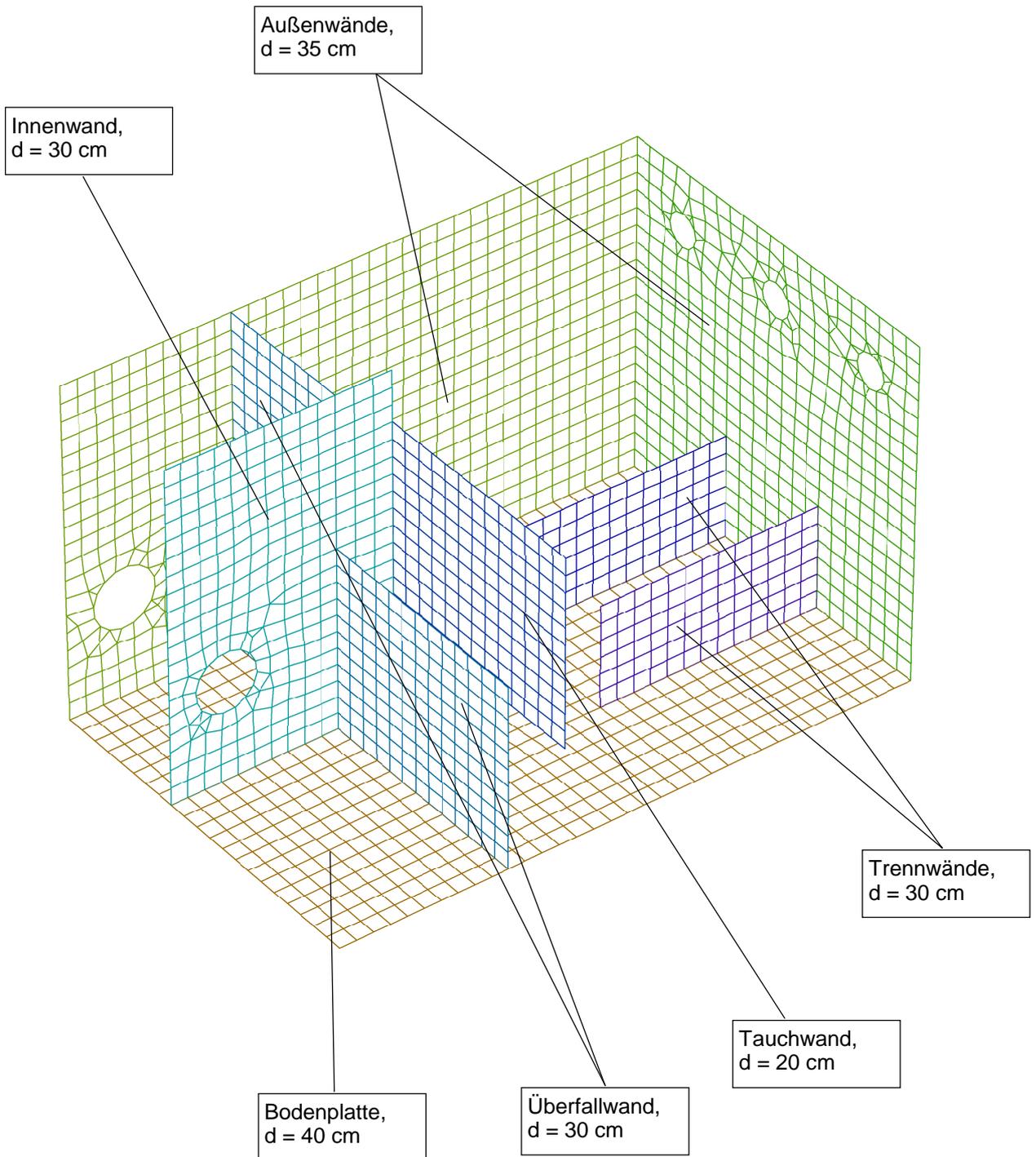
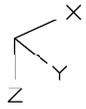


Deckenplatte,  
d = 40 cm



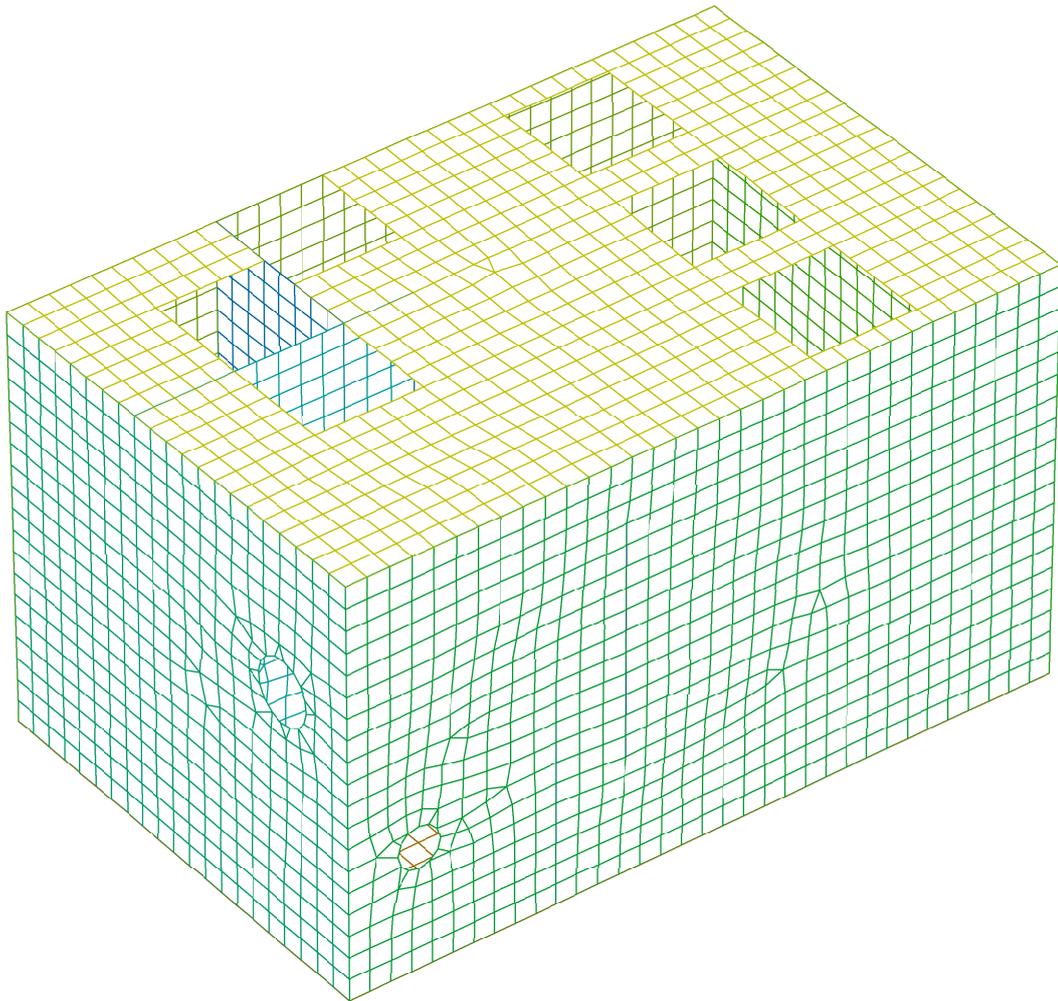
Außenwände,  
d = 35 cm

# System



# Belastung

EIGENLAST

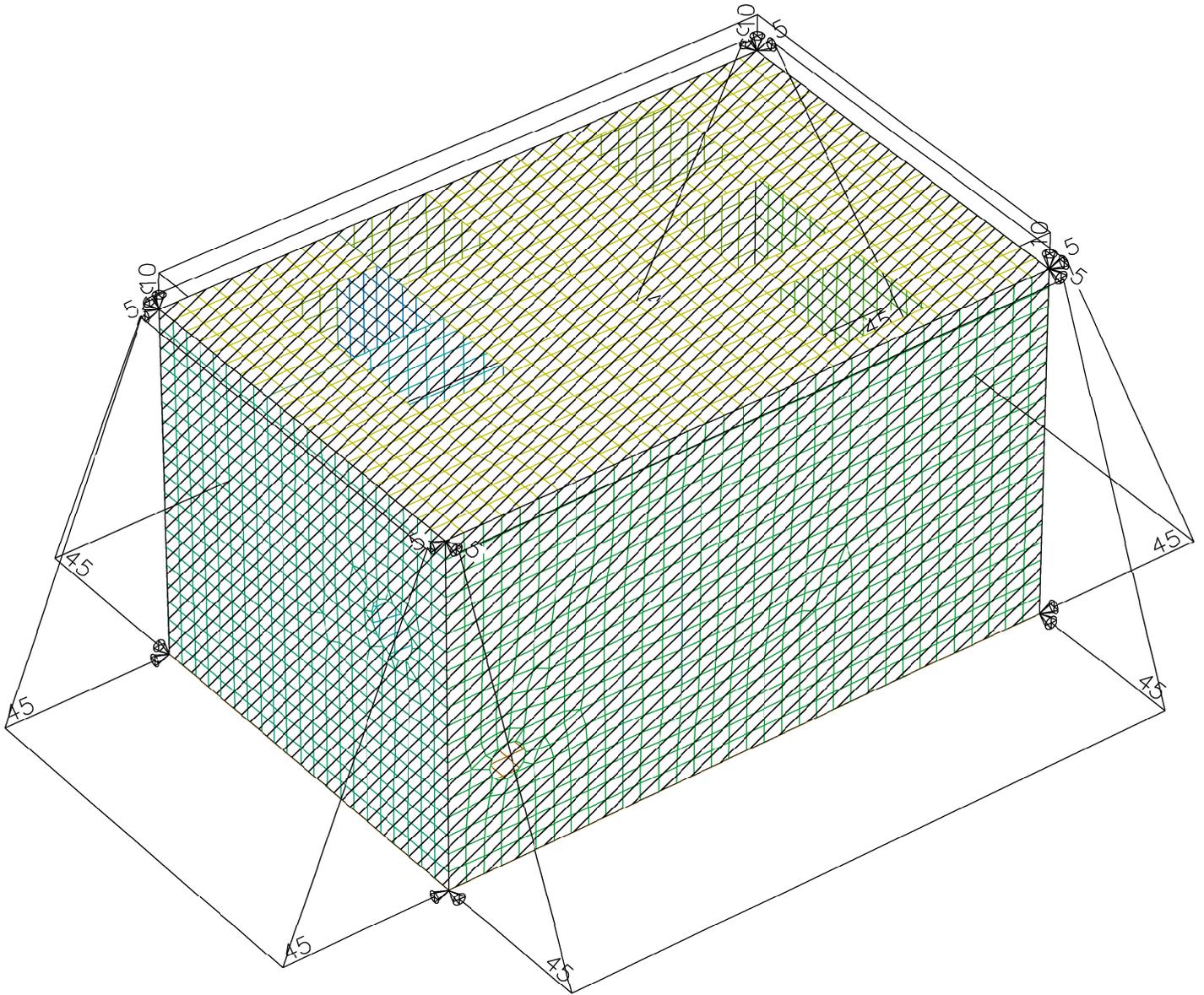


LF 1: Belastung, Eigengewicht

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55

# Belastung

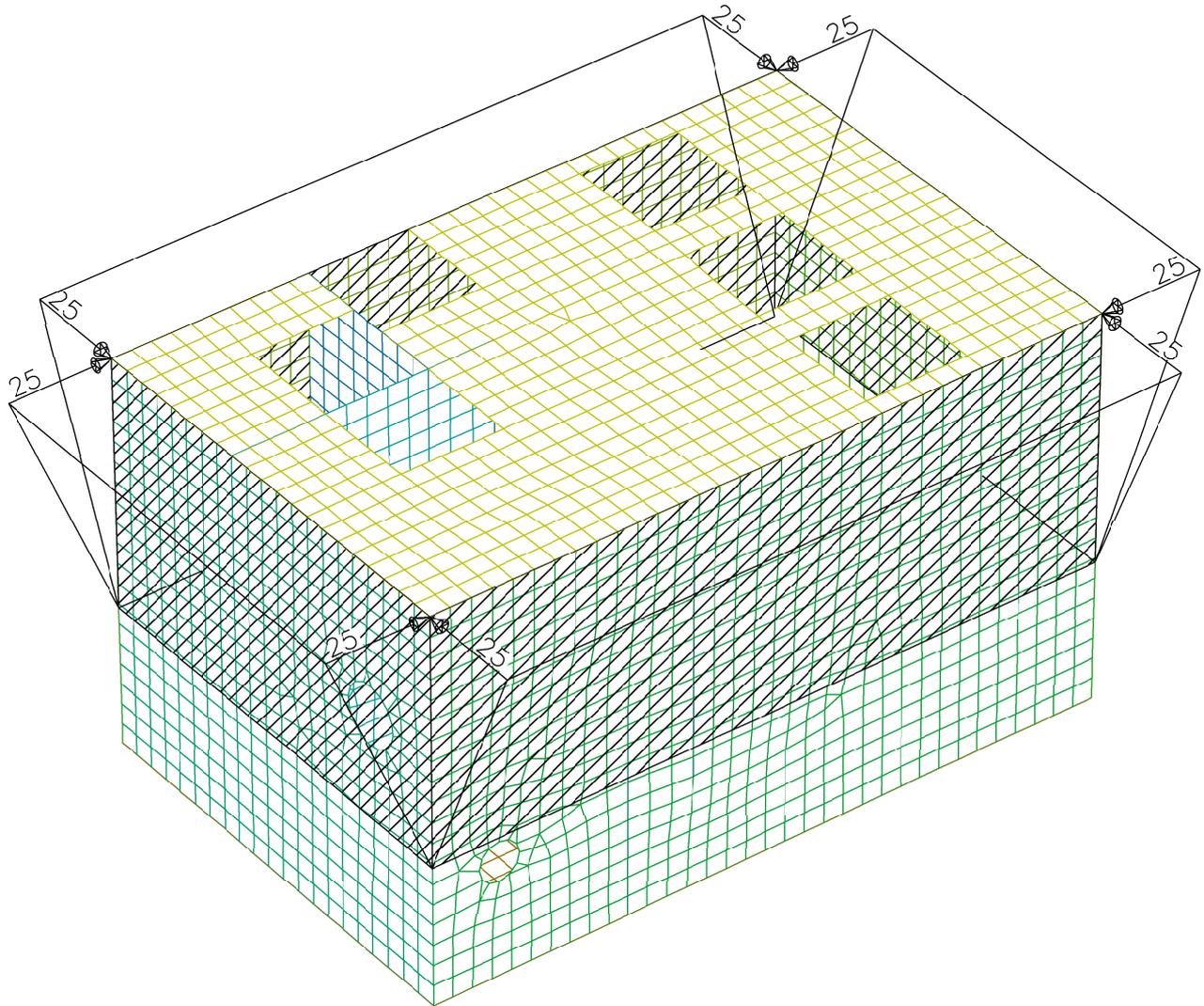


LF 2: Belastung, Erddruck/Auflast

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1: 55

# Belastung

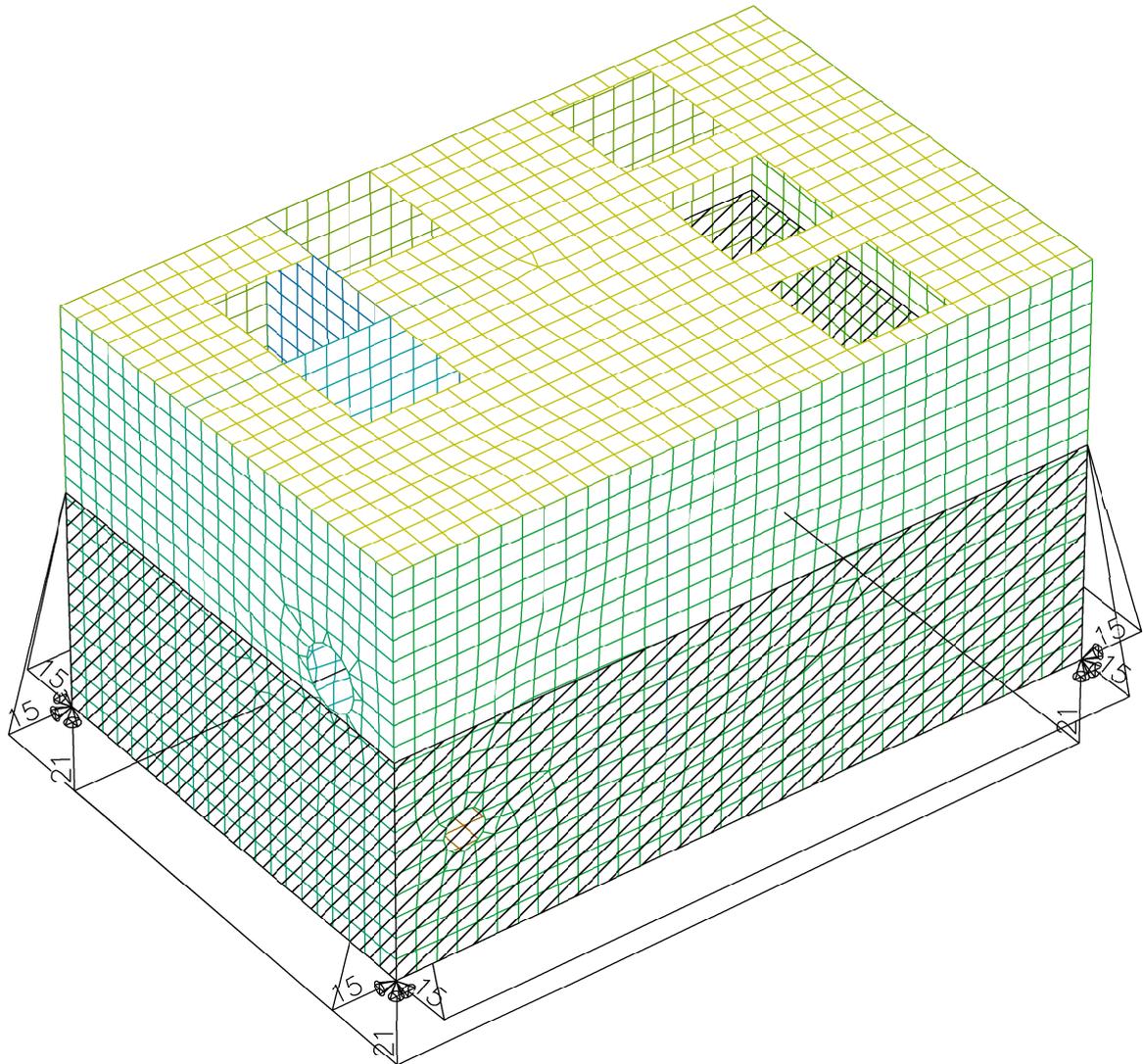


LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1: 55

# Belastung



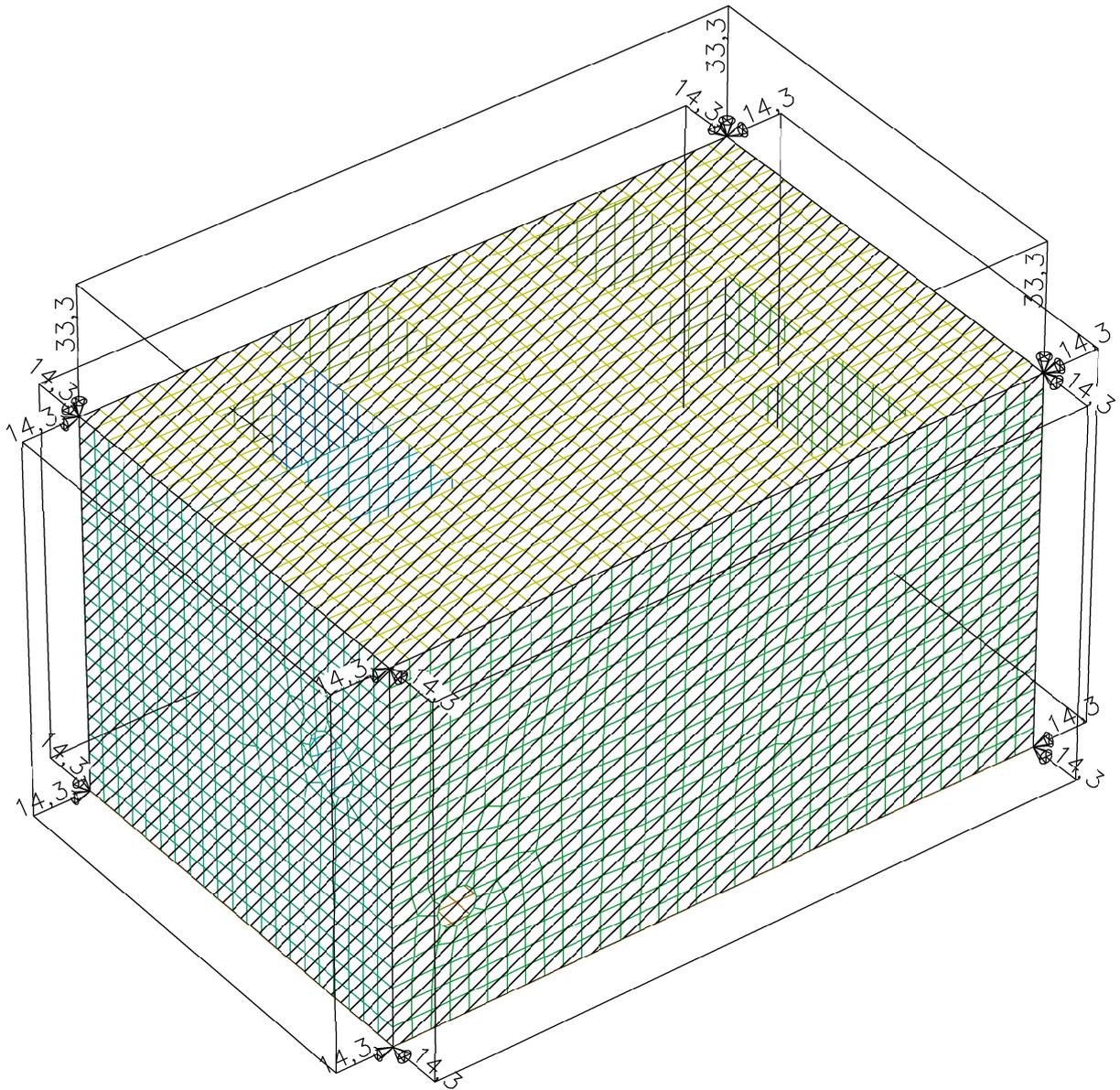
LF 4: Belastung, Grundwasser

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55



# Belastung

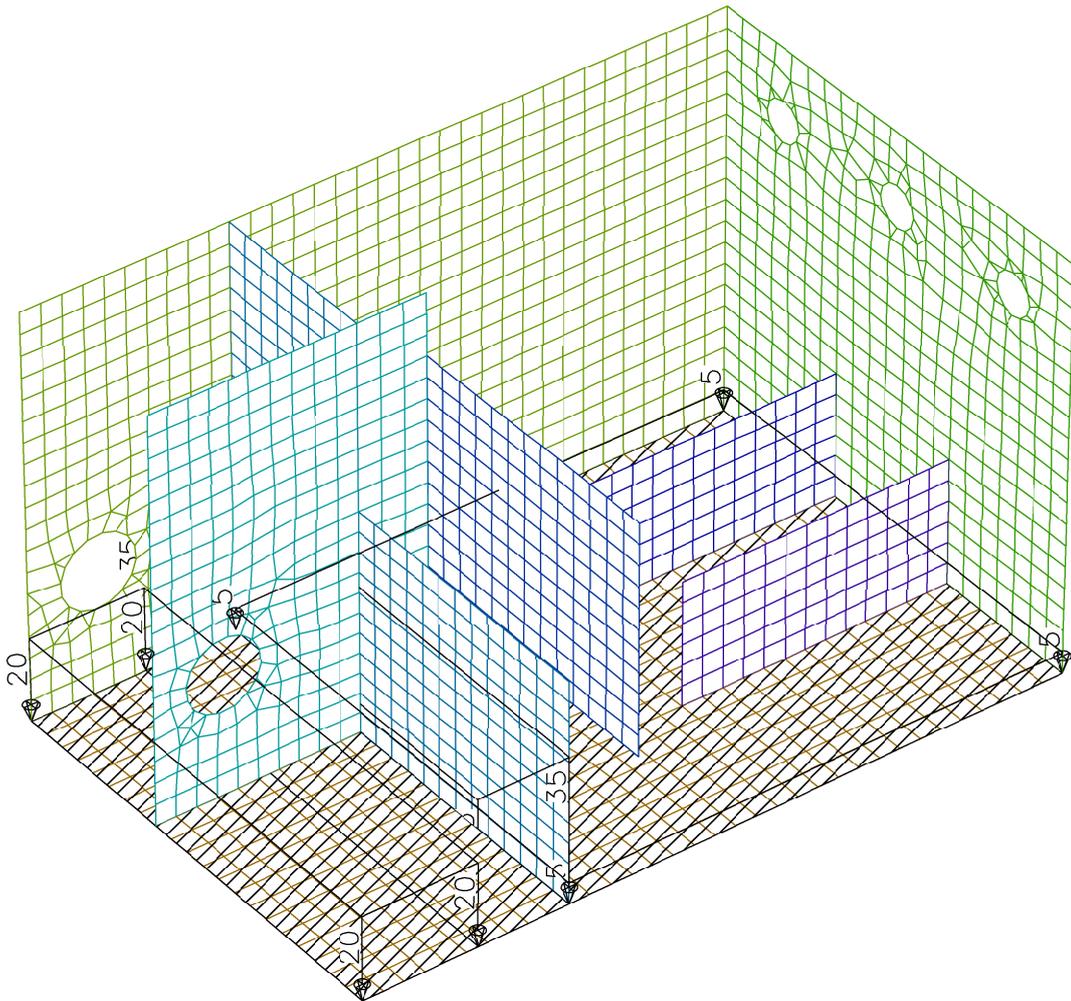


LF 6: Belastung, Erddruck infolge Verkehrslast

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55

# Belastung

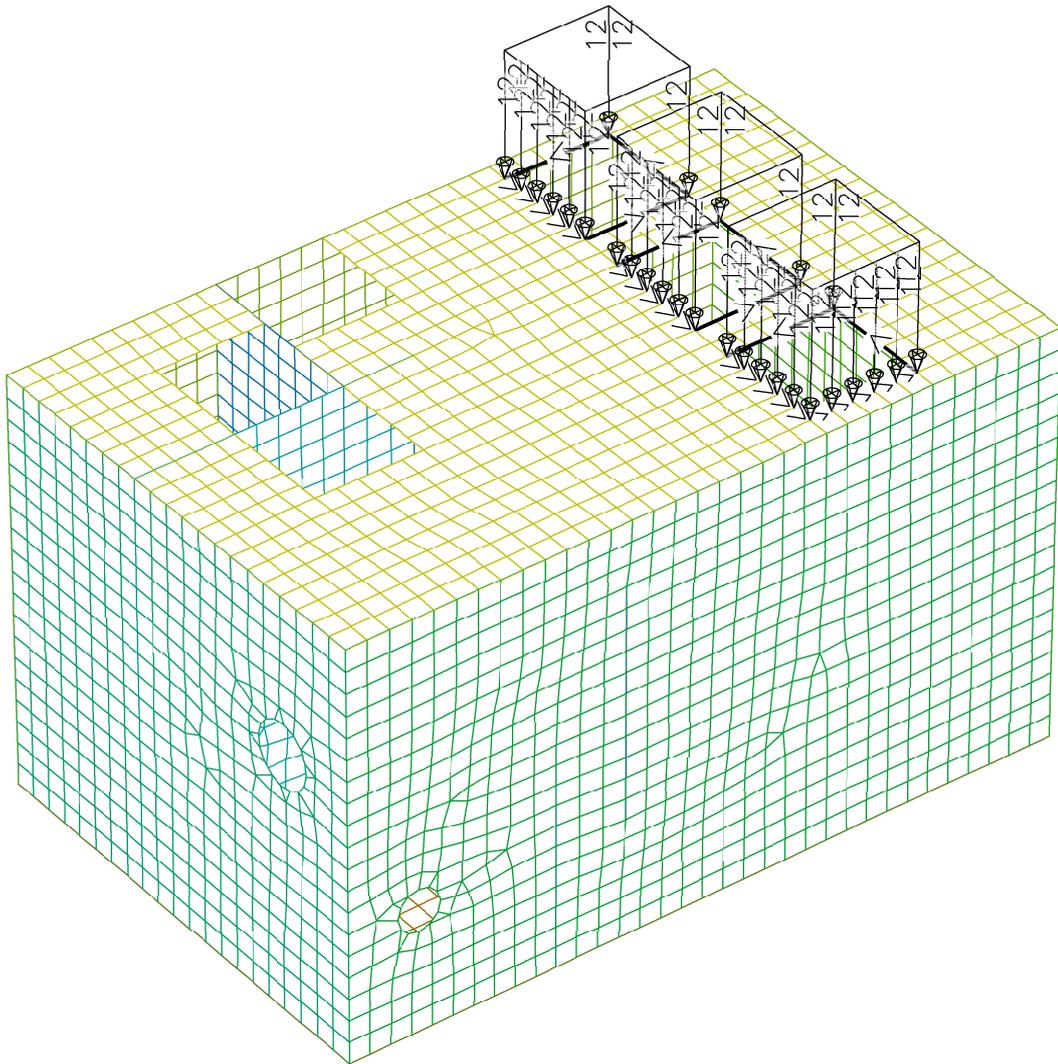


LF 7: Belastung, Auflast Profilbeton

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55

# Belastung

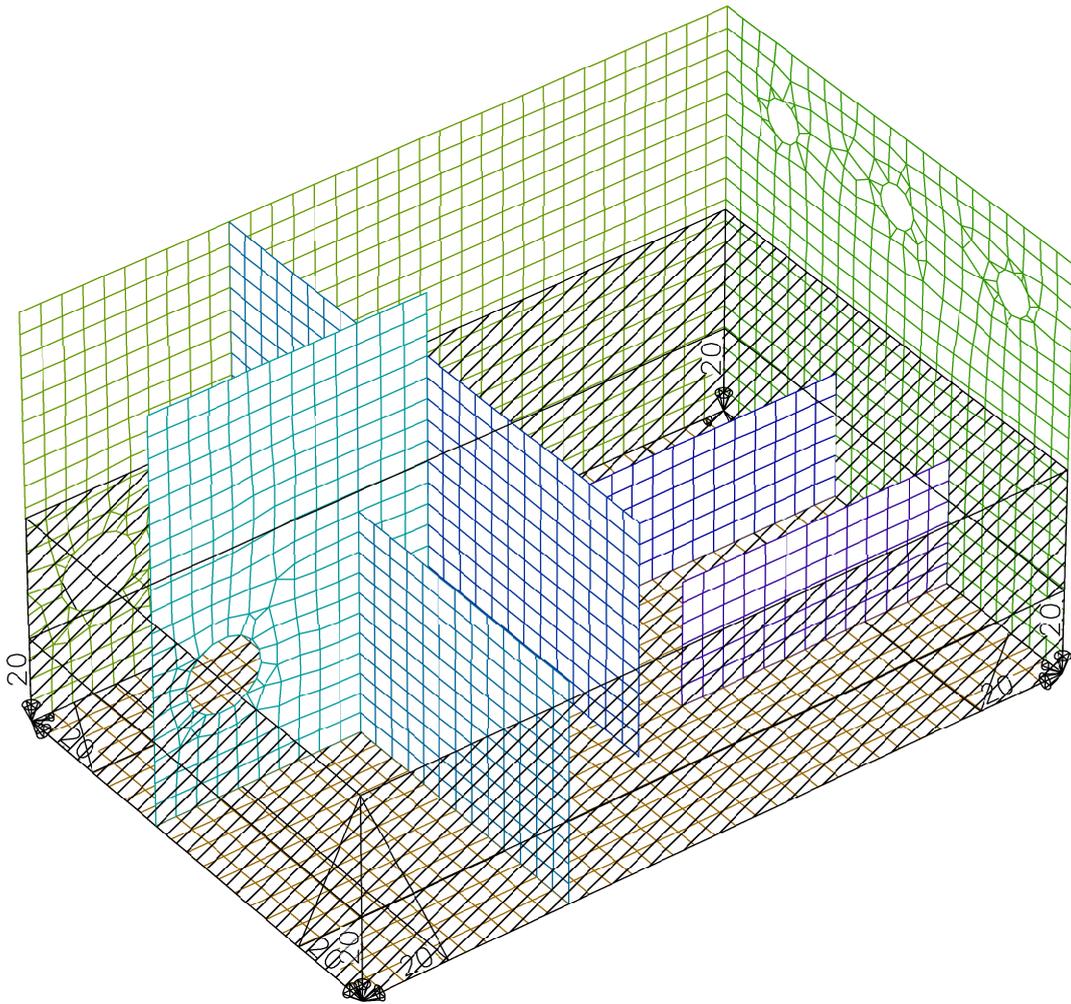


LF 8: Belastung, Gewicht Rohrschachtpumpen

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1: 55

# Belastung

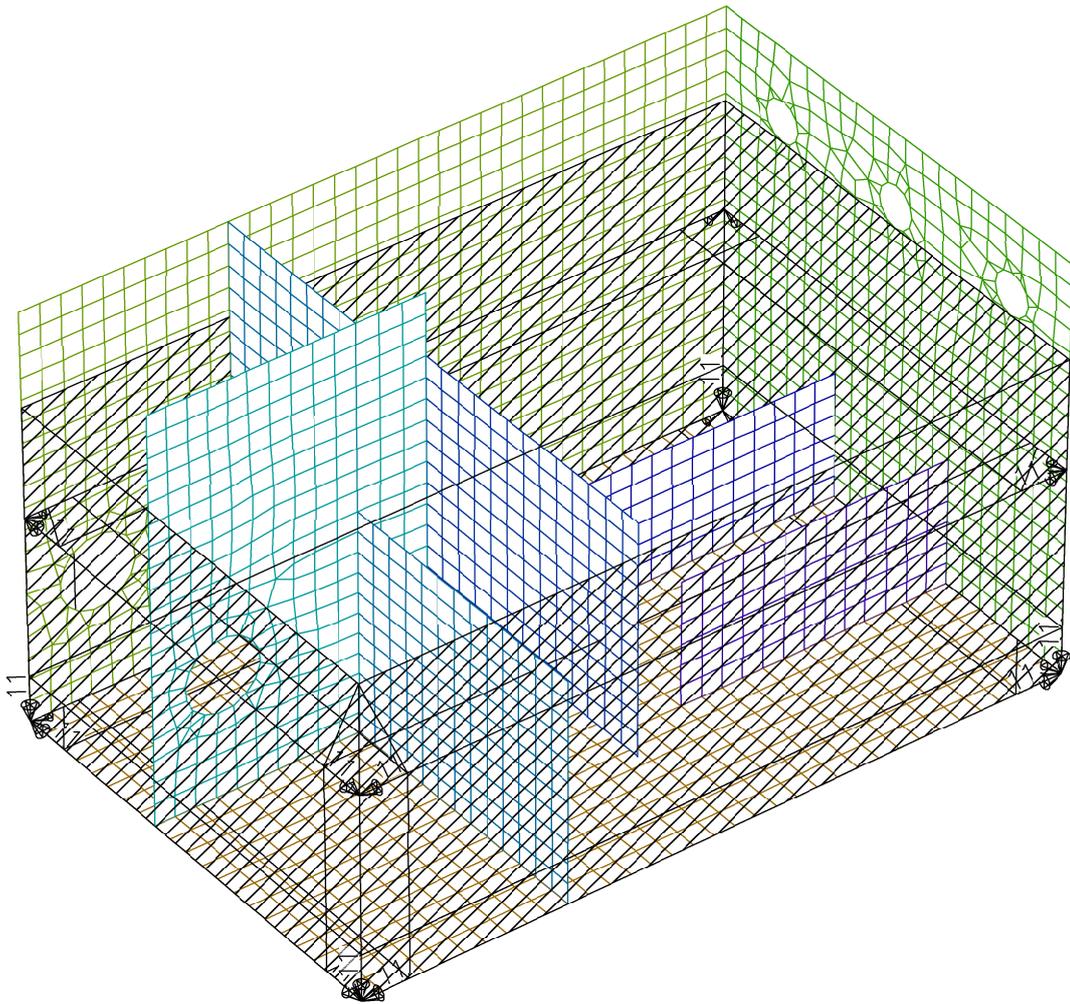


LF 9: Belastung, Wasserfüllung Schöpfwerk

Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55

# Belastung

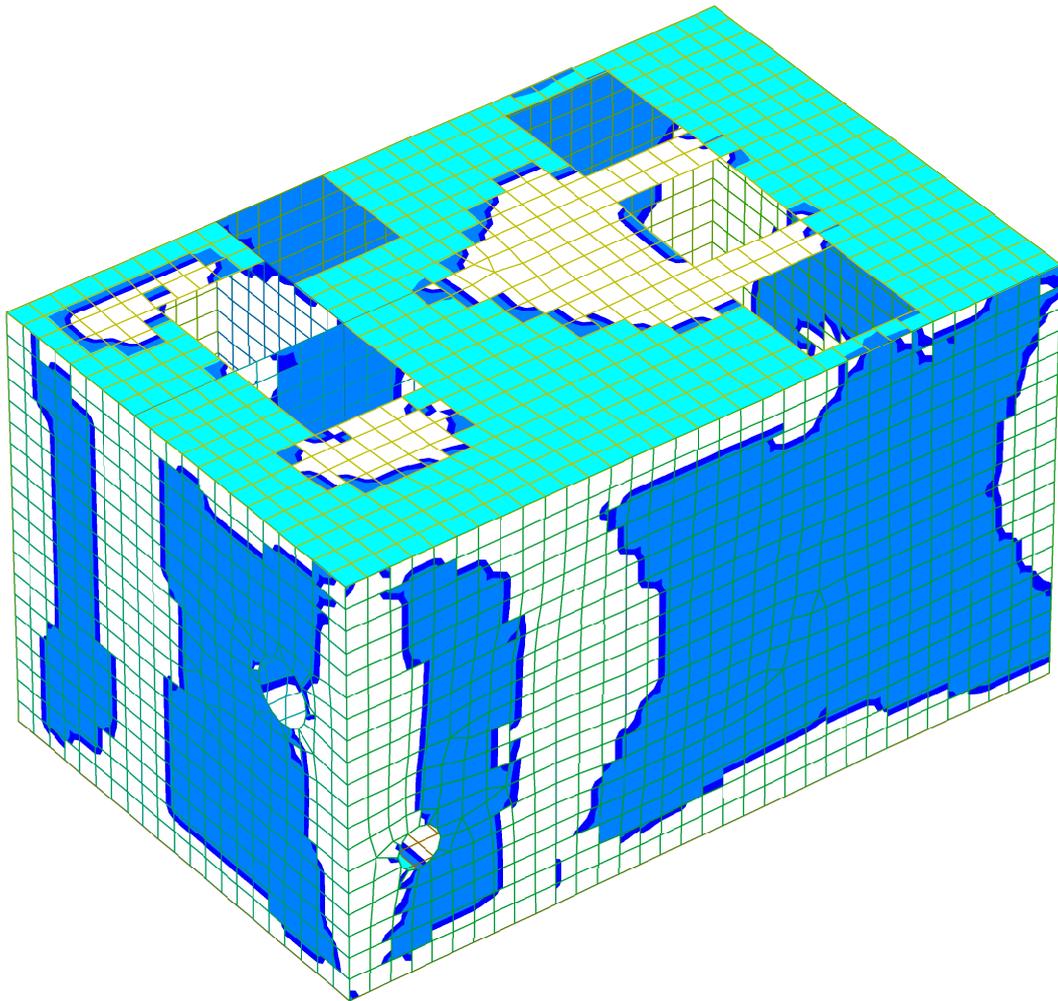


LF 10: Belastung, Wasserfüllung Schöpfwerk, max

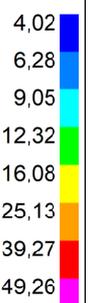
Schöpfwerk am Rücken.fem

M = 1:55

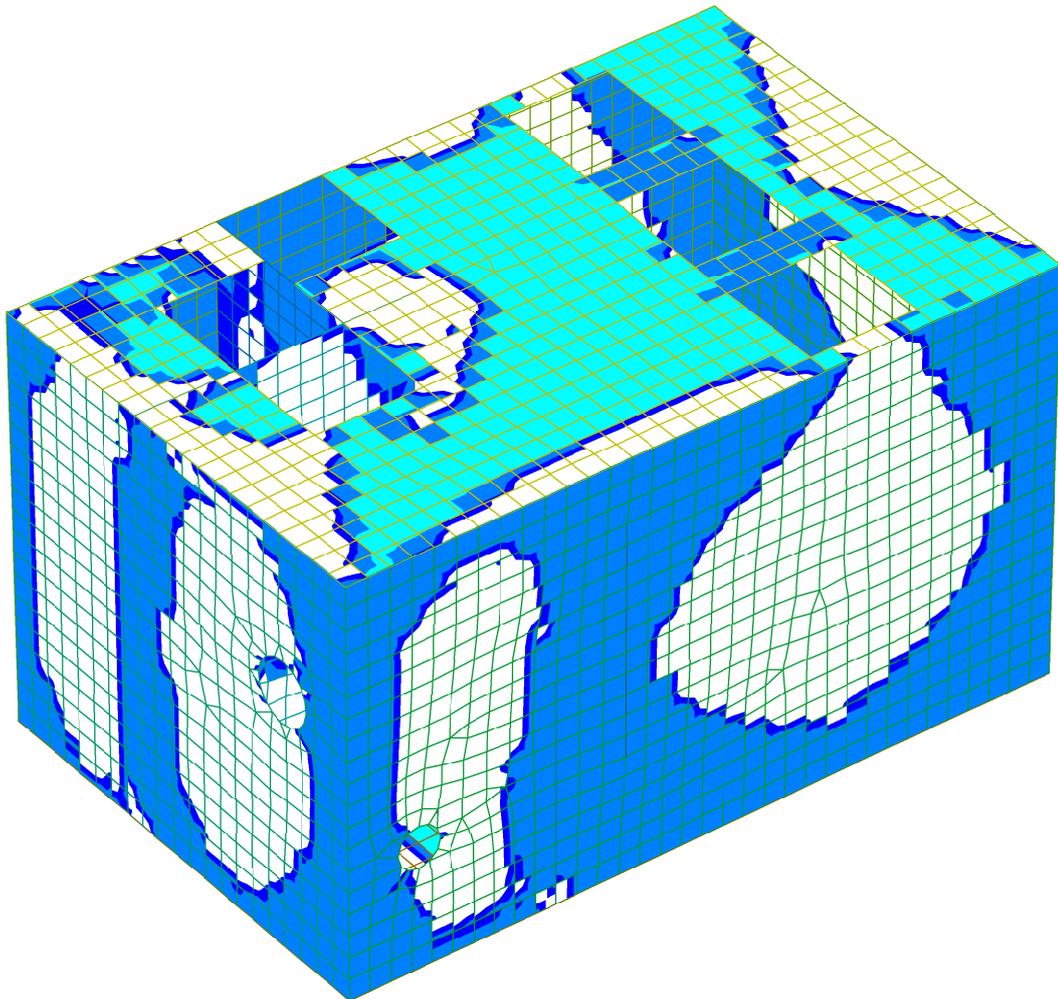
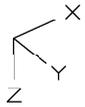
# Bewehrung



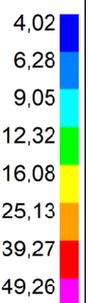
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,42 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,5 t



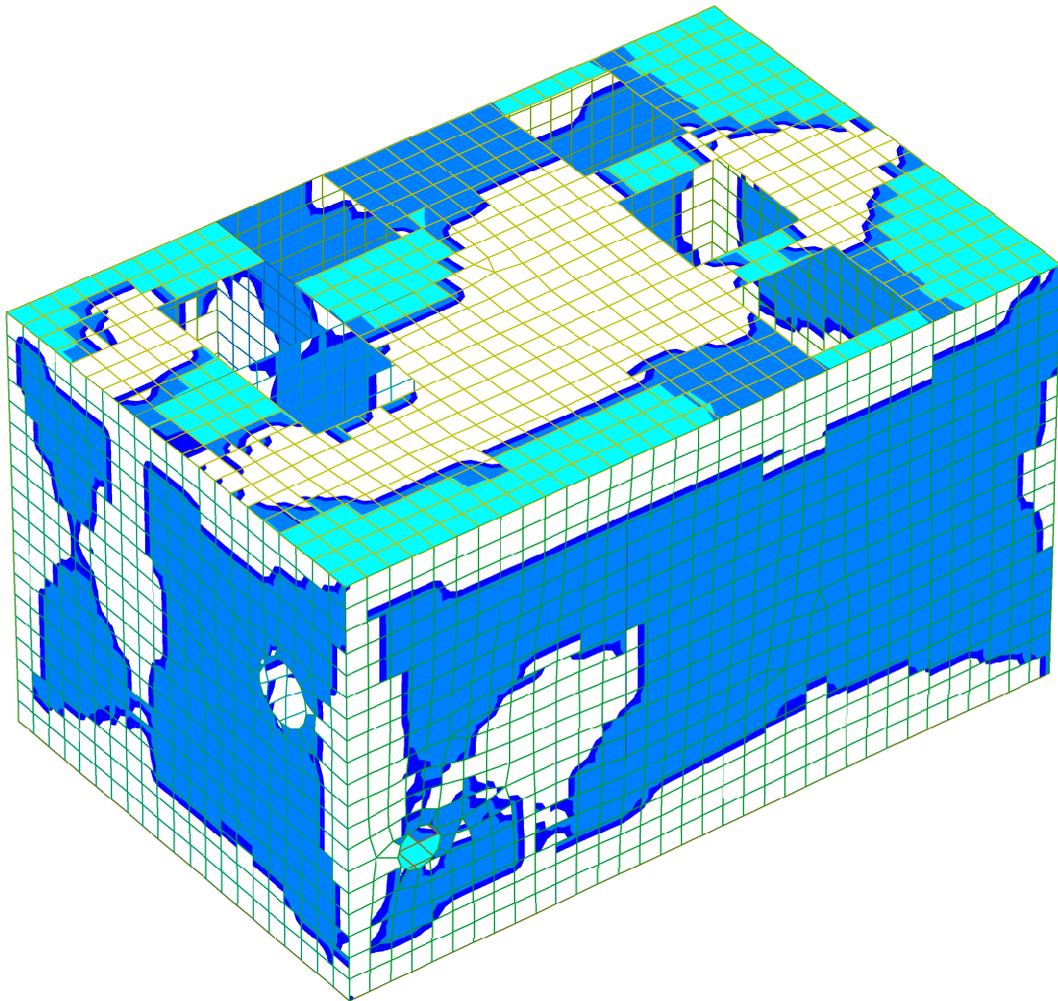
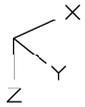
# Bewehrung



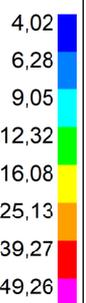
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,42 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,5 t



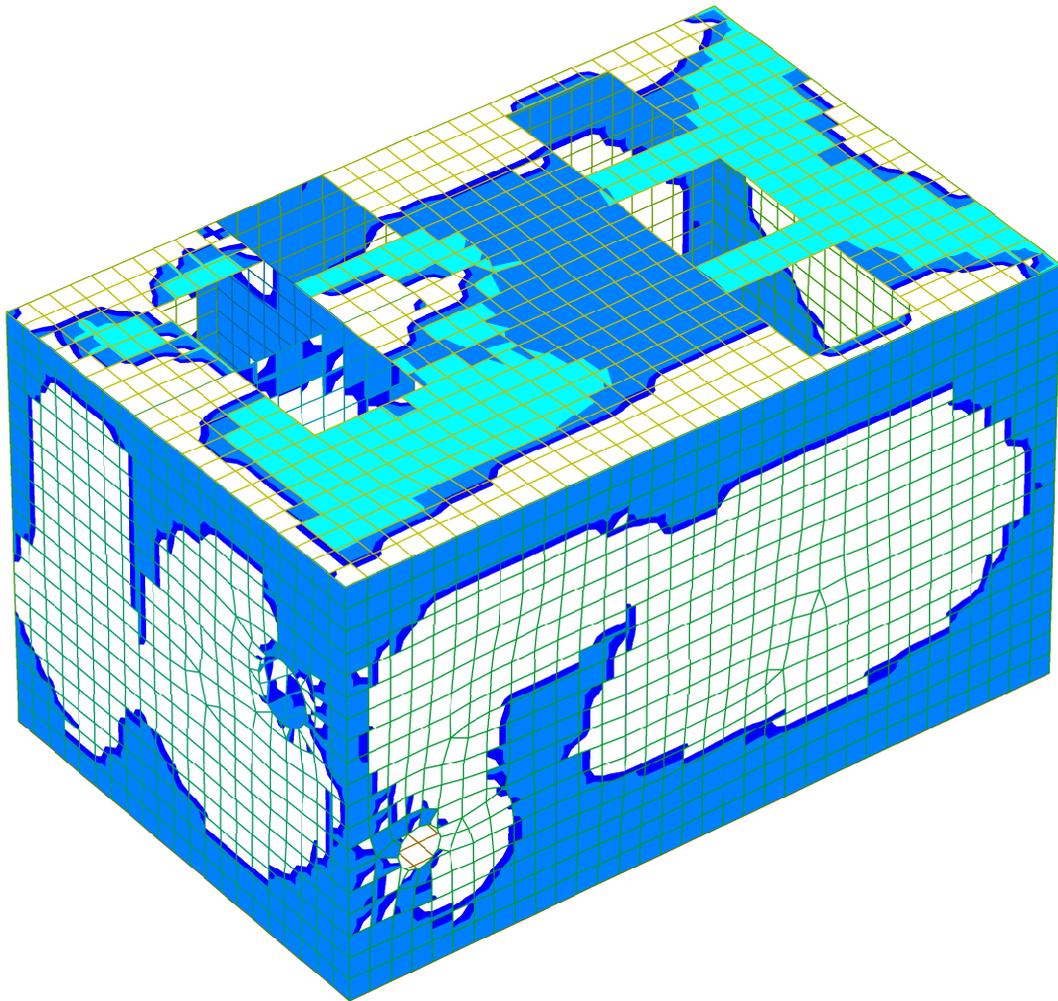
# Bewehrung



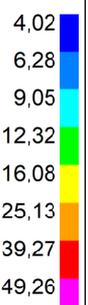
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
Biegebewehrung asy 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,56 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,5 t



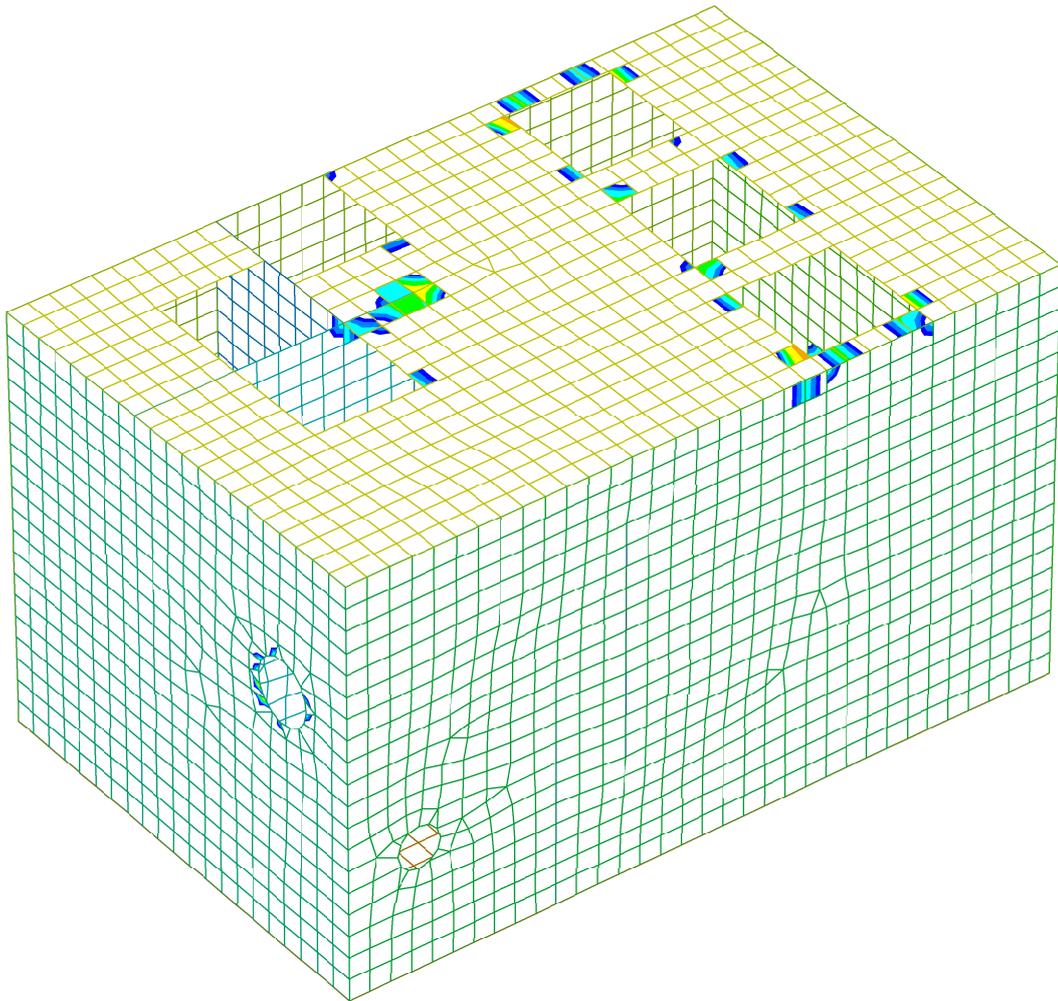
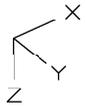
# Bewehrung



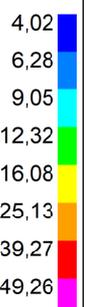
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
Biegebewehrung asy 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/10,56 [cm<sup>2</sup>/m]  
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,5 t



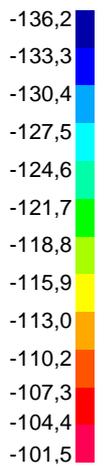
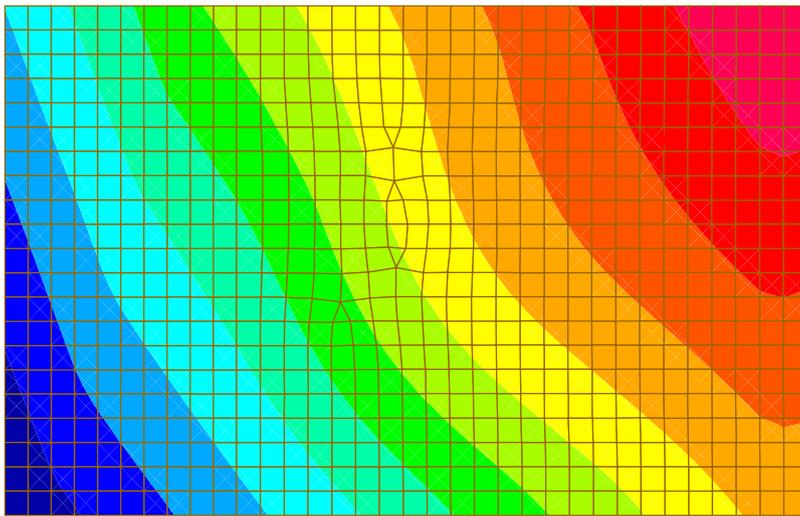
# Bewehrung



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1  
Bügelbewehrung aus Querkraft [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/118,56 [ $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ]  
Berechnung in den Elementknoten

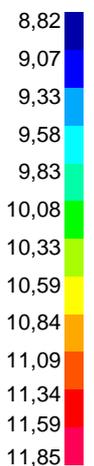
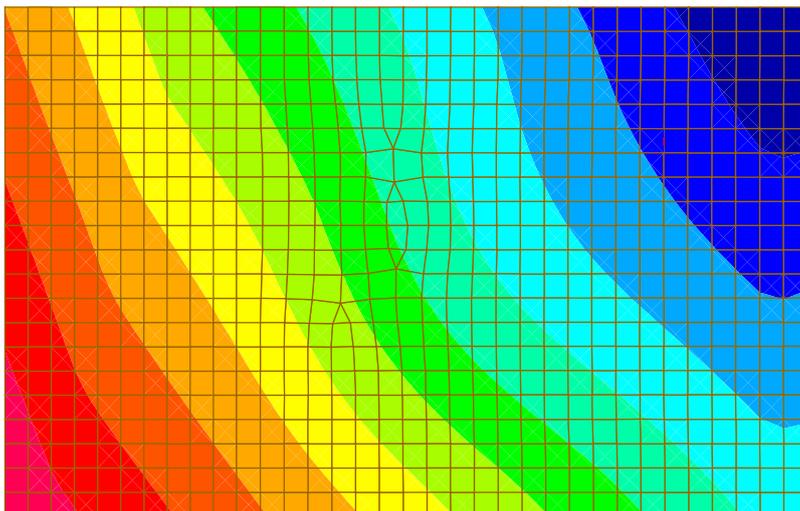


## Bodenpressung und -verformung



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Bodenpressungen min Sigma.z [kN/m²]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -136,24/-101,46 [kN/m²]

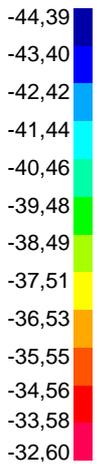
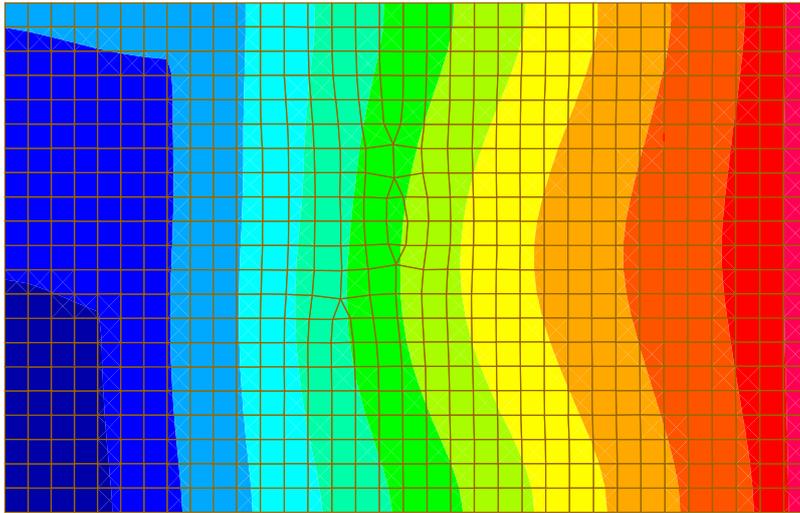
Bodenpressungen Sigma.z min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Deformationen max uz [mm]  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 8,82/11,85 [mm]

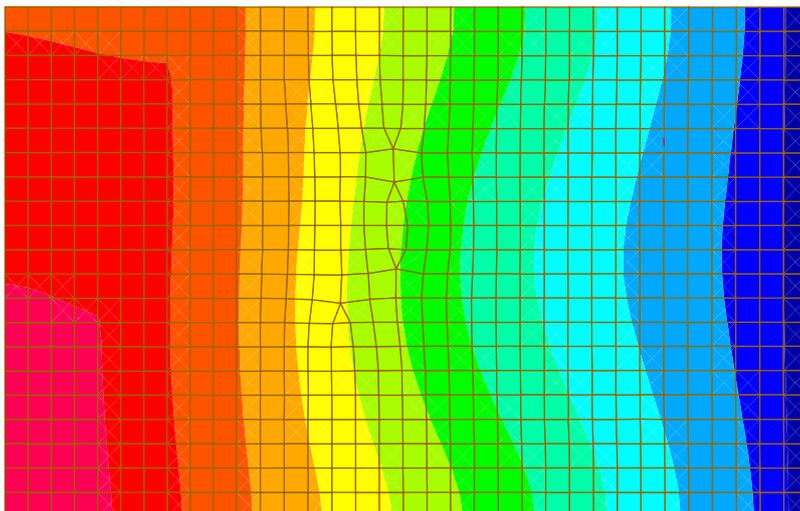
Deformationen uz max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1

## Bodenpressung und -verformung



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Bodenpressungen max Sigma.z [kN/m²]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -44,39/-32,60 [kN/m²]

Bodenpressungen Sigma.z max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
 Deformationen min uz [mm]  
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): 2,83/3,86 [mm]

Deformationen uz min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1