

Projekt 2527.01

Hochwasserschutz Nittenau

**Freistaat Bayern, vertreten durch das
Wasserwirtschaftsamt Weiden**

Statische Berechnung Nr. 2527.01_3_09_01

Objekt 8

Schöpfwerk I



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 12.02.2021

ppa. R. Wach
(Projektleiter)

i.A. S. Siegle
(Projektingenieurin)

Indextabelle:

Rev.	Datum	Art der Änderung
01	12.02.2021	Einarbeitung der Umplanung, z.B. Verlegen des Schöpfwerks auf den Angerspitz
02		
03		
04		
05		

Inhaltsverzeichnis Standsicherheitsberechnung

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteile / Bezeichnungen	2
1.2.1	Schöpfwerk I	2
1.3	Verwendete Normen und Unterlagen	5
1.4	Randbedingungen der Planungen	6
1.5	Grundwasserstände	6
1.6	Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung	6
1.7	Gründung / Bettung	8
2	Nachweise	10
3	Bauteileigenschaften	11
3.1	Baustoffe / Expositionsklassen (allgemein)	11
3.2	Rissbreitenbeschränkung (allgemein)	12
4	Rissbreitenbemessung	14
4.1	Schöpfwerk I (Objekt 8)	14
4.1.1	Bodenplatte (d = 50 cm)	14
4.1.2	Außenwand (d = 40 - 60 cm)	14
4.1.3	Außenwände (d = 35 cm)	15
4.1.4	Platte Rohrschachtpumpen (d = 55 cm)	15
4.1.5	Platte Prallwand (d = 30 cm)	15
4.1.6	Innenwände (d = 35 cm)	16
4.1.7	Innenwände (d = 30 cm)	16
4.1.8	Decke des Schöpfwerks (d = 35 cm)	16
4.2	Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten	17
5	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	18
6	Einwirkungen / Lastfälle	20

6.1	Einwirkungen Schöpfwerk	20
6.1.1	Lastfall 1: Eigengewicht Stahlbetonbauwerk	20
6.1.2	Lastfall 2: Eigengewicht Rohrleitungen samt Rohrschachtpumpen	20
6.1.3	Lastfall 3: Wasserfüllung der Rohrleitungen	20
6.1.4	Lastfall 4 und 5: Eigengewicht Absperrschieber	20
6.1.5	Lastfall 6: Wasserdruck auf Absperrschieber	20
6.1.6	Lastfall 7: Eigengewicht des Bedienstegs, d = 70 cm	21
6.1.7	Lastfall 8: Verkehrslast Bediensteg, d = 70 cm	21
6.1.8	Lastfall 9: Eigengewicht Abdeckung Montageöffnungen	21
6.1.9	Lastfall 10: Wasserfüllung im Bauwerk	21
6.1.10	Lastfall 11: Nutzlast Bodenplatte	21
6.1.11	Lastfall 12: Nutzlast Decke	22
6.1.12	Lastfall 13: Erdruchedruck mit anstehendem Grundwasser	22
6.1.13	Lastfall 14: Wasserdruck im Hochwasserfall	23
6.1.14	Lastfall 15: Schneelast	23
6.1.15	Lastfall 16 und 17: Temperaturänderung ΔT_M	23
6.1.16	Lastfälle 18 und 19: Temperaturgradient ΔT_G	24
6.2	Erdbeben	24
6.3	Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte	24
6.4	Lastfallkombinationen	24
7	Bauzustand	25
7.1	Bemessung im Bauzustand	25
7.2	Baugruben	25
8	Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung	26
8.1	Bodenaustausch	26
9	Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile	27
10	Anlagenverzeichnis	28
10.1	Anlage 1: Rissbreitenbemessung	28
10.2	Anlage 2: Ergebnisausdruck Infograph, Schöpfwerk I	39

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1].....	1
Bild 2:	Draufsicht.....	2
Bild 3:	Schnitt A-A	3
Bild 4:	Schnitt B-B	4
Bild 5:	Schnitt C-C.....	4
Bild 6:	RKS 5 und DPH 6	8
Bild 7:	Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“	13
Bild 8:	Positionen für Auftriebsberechnung, Schnitt C-C.....	18
Bild 9:	Positionen für Auftriebsberechnung, Schnitt A–A	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bauwerksabmessungen	2
Tabelle 2:	Bodenschichten gemäß Bodengutachten	7
Tabelle 3:	Festlegung der Rissbreite nach WU-Richtlinie	12
Tabelle 4:	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	19
Tabelle 5:	geschätzte Bewehrungsgehalte	27

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. Die vorliegende statische Berechnung beschränkt sich lediglich auf die Standsicherheit des geplanten Schöpfwerks.

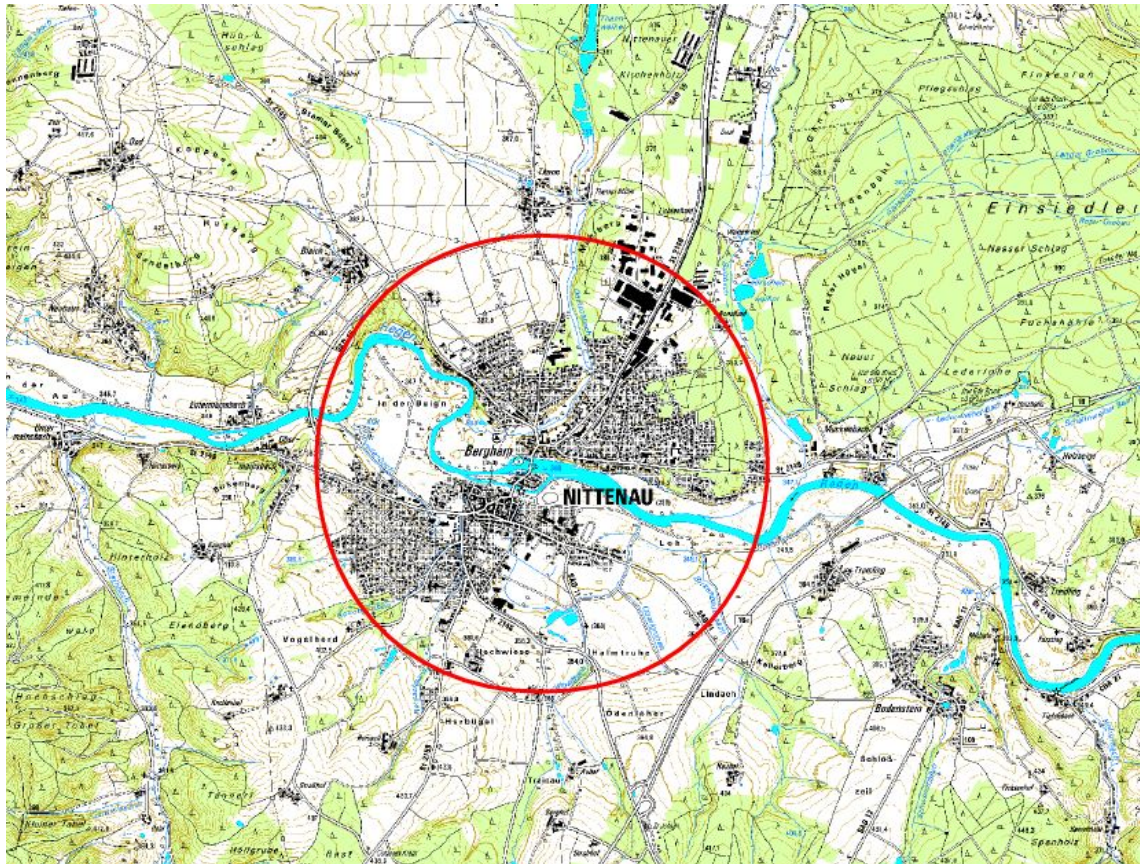


Bild 1: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1]

1.1 Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung

Im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme in Nittenau werden zwei Sielbauwerke, zwei Schöpfwerke, drei Hochwasserschutzmauern, drei Hochwasserdeiche und ein Wehr vorgesehen. Die vorliegende statische Berechnung behandelt die Stahlbetonbauteile des „Schöpfwerk I“. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

Bauteil	Umbau / Neubau	Abmessungen
Schöpfwerk	Neubau	ca. 15,50 x 8,30 x 7,55 m

Tabelle 1: Bauwerksabmessungen

1.2 Bauteile / Bezeichnungen

1.2.1 Schöpfwerk I

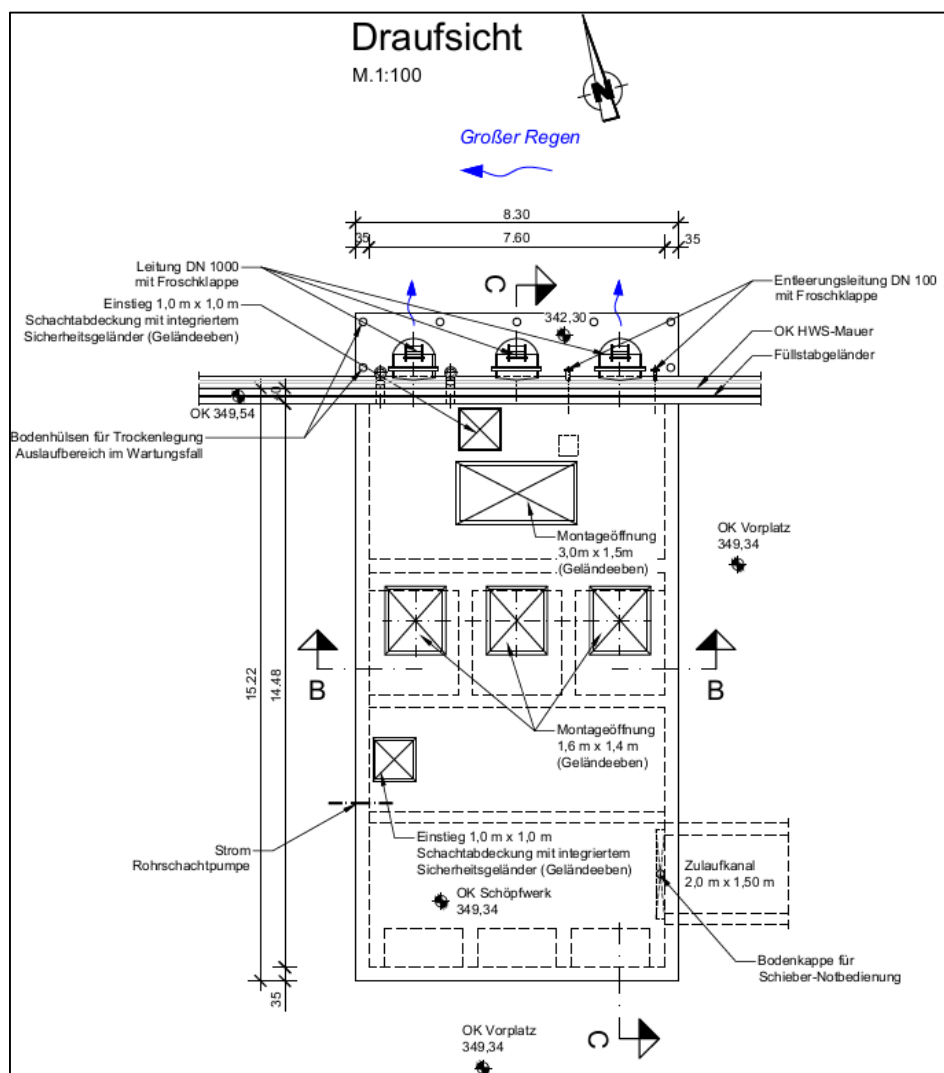


Bild 2: Draufsicht

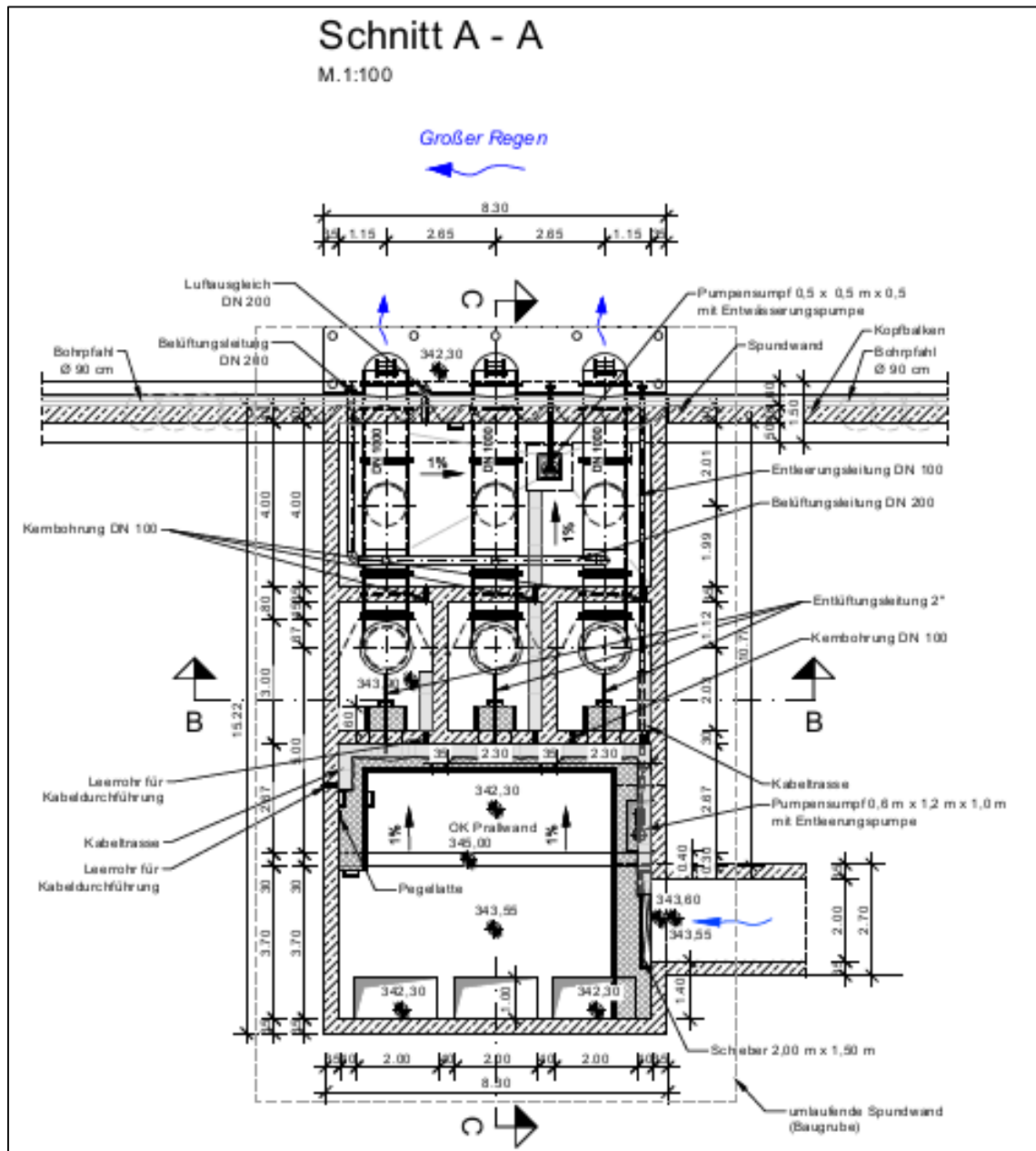


Bild 3: Schnitt A-A



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, 22. Auflage, 2016
- [13] Betonbauwerke in Abwasseranlagen, Schriftenreihe der Bauberatung Zement, 2011
- [14] DVGW Arbeitsblatt W 300 (alle Teile), Trinkwasserbehälter, November 2013
- [15] WU-Richtlinie des DAfStb, Ausgabe November 2003 + Berichtigung März 2006
- [16] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton (Leistungsbereich 215), BAW, Karlsruhe, Ausgabe 2012
- [17] Merkblatt 355; Entwurfshilfen für Stahltreppen

Verwendete Planunterlagen:

- [P1] Hochwasserschutz Nittenau, HWS-Mauer zwischen Siel und Schöpfwerk, Lageplan, Längsschnitt, Querschnitte, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 10.10.2019
- [P2] Hochwasserschutz Nittenau, Objekt 8 Schöpfwerk mit Betriebsgebäude, Draufsicht und Schnitte, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 25.06.2019

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 wird der Sichtbetonklasse 2 zugewiesen. Auf eine Abweichung der Rissbreiten gemäß Eurocode 2 erfolgt ausschließlich für die nördliche Außenwand, die Teil der HWS-Mauer ist und wird analog zur HWS-Mauer auf 0,20 mm festgelegt.

1.5 Grundwasserstände

Im Baugrund liegen teilweise schwach angespannte Grundwasserverhältnisse vor, da die Schluffe und Tone als Grundwasserstauer bereichsweise die darunterliegenden gemischt- und grobkörnigen Schichten abdichten können. Im Bereich des Schöpfwerks I wurde in der Rammkernsondierung RKS 5 ein Grundwasserstand auf Höhe 343,75 m ü. NN gemessen.

Unterhalb des Schöpfwerks I verläuft in Achse der HWS-Mauer eine Spundwand, welche einen Durchfluss unter dem Bauwerk im Hochwasserfall unterbindet. Der Mittelwasserstand des Regens wird mit $MW = 344,30$ m ü. NN und der Bemessungswasserstand mit $HQ_{100+15\%} = 348,64$ m ü. NN angegeben. Auf der Seite des kleinen Regen wird der maximale Wasserspiegel mit 345,00 m ü. NN und der mittlere Wasserspiegel mit 344,30 m ü. NN angegeben.

1.6 Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung

Folgendes Gutachten lag vor:

- [G1] Baugrunduntersuchung, Nittenau, Hochwasserfreilegung, Piewak & Partner GmbH, Bayreuth, 31.07.2015
- [E1] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, E-Mail an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, gesendet am 09.06.2017
- [E2] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, E-Mail an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, gesendet am 22.12.2016

Die Bodenschichtung gemäß dem Gutachten kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	bindige Deckschichten	gemischt- körnige Deckschichten	grobkörnige Böden	Fels verwittert
Schicht-Nr.	3	4	5	6
Bodenart nach DIN 4022	U, t, s, g, (org) / T, u, s, g	S, u, t, g' / G, s, u, t	S, g / G, s, (u')	-
Bodengruppe nach DIN 18196	TM/ UL, TL / (OU / HZ)	SU, GU, GT, ST / SU*	SW, SE / GE, GW	-
Bodenklassen nach DIN 18300	4 / 4 / 4 / 2	3 / 4	3	6 (7)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F3	F2 / F3	F1	F2 (F3)
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97	V3 / V3 / - / -	V1 / V2	V1	-
Konsistenz	überwiegend weich-steif	(weich, steif)	-	mürb - sehr mürb z.T. hart
Plastizität	leicht / mittel	-	-	-
Lagerungsdichte	-	überwiegend locker- mittel- dicht	überwiegend mitteldicht	-
Wichte [kN/m³] nach DIN 1055, erdfeucht	19-19,5 / 20- 20,5 / 14-17 / 11-13	18-20 / 20-20,5	17-19 / 18-20	22-23
Wichte [kN/m³] unter Auftrieb nach DIN 1055	9-9,5 / 10-10,5 / 4-7 / 1-3	10-12 / 10-10,5	7-9 / 8-10	12-13
Reibungswinkel nach DIN 1055	22,5/ 27,5 / 15/15	32,5-35 / 27,5	30-35	45**
Kohäsion c' [kN/m²] nach DIN 1055	0-5 / 0-2 / 0 / 0	0	-	**
Wasserdurchlässig- keitswert k_f [m/s]	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁷	5 x 10 ⁻³ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁹ bei starker Klüf- tigkeit > 10 ⁻⁴
Steifemodul Es [MN/m²]	3-5 (1)	30-100 / 5-10	40-100	50-500

Tabelle 2: Bodenschichten gemäß Bodengutachten

Das Schöpfwerk I befindet sich im Westen des Planungsgebiets auf dem Angerspitz, an dem Regen und kleiner Regen zusammenlaufen. Hier wurde die Rammkernsondierung RKS 6 sowie die Schwere Rammsondierung DPH 7 durchgeführt.

Nach den Ergebnissen von RKS 6 liegt die Gründungssohle mit Kote 341,80 m ü. NN im sandigen Kies. Bei DPH 7 wurden Schlagzahlen von ca. 20 Schlägen pro 10 Zentimeter Eindringtiefe auf Höhe der Baugrubensohle festgestellt.

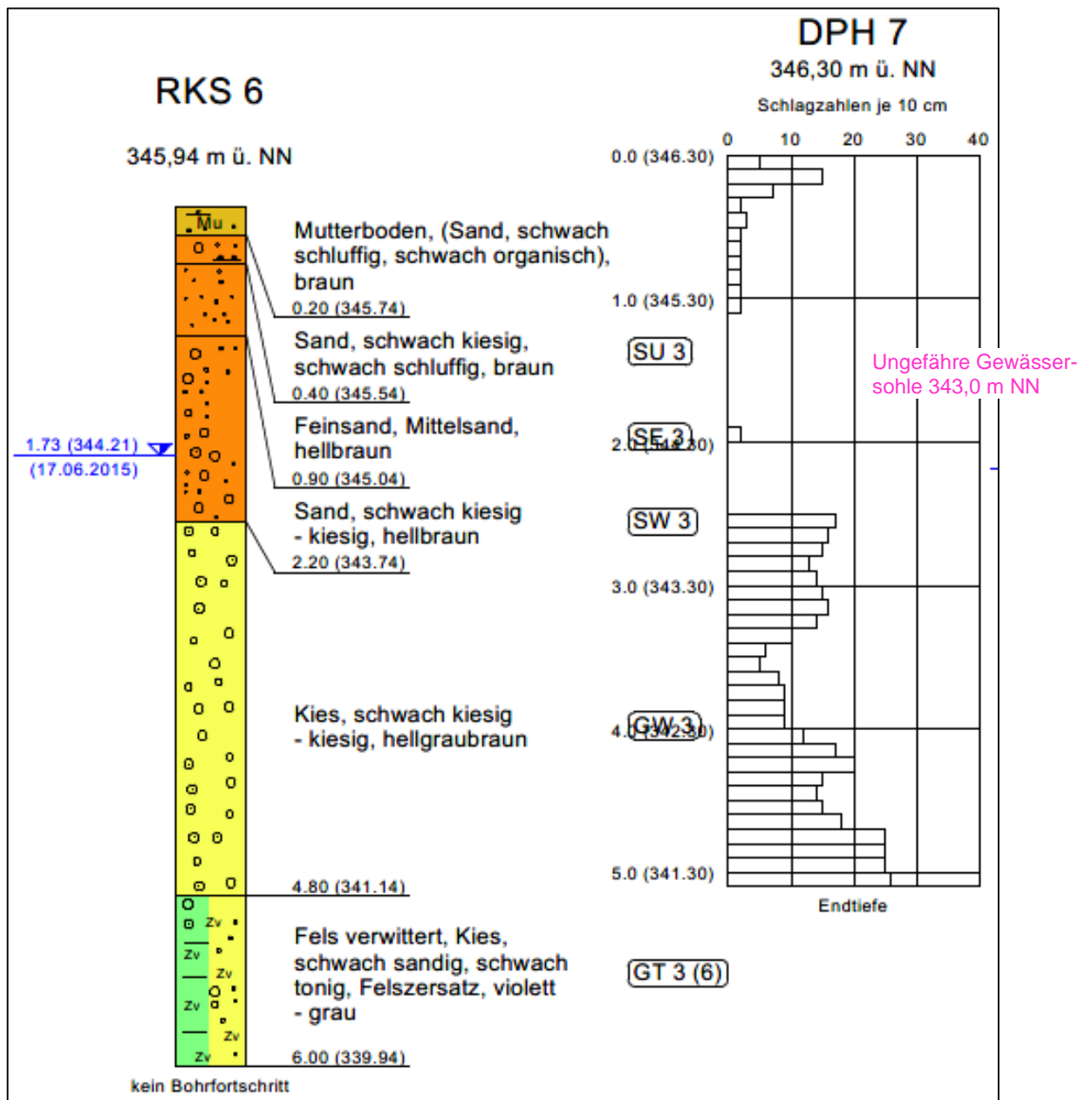


Bild 6: RKS 5 und DPH 6

1.7 Gründung / Bettung

Gegründet wird mittels elastisch gebetteter Bodenplatte. Zudem lagert die Nordseite des Bauwerks auf einer Spundwand mit Schneidenlager auf. Die Spundwand soll ausschließlich eine dichtende Funktion übernehmen und wird möglichst weich ausgeführt. Die statische Beanspruchung der Bodenplatte hängt maßgeblich von den Bettungseigenschaften des Baugrundes ab.

Für das Bettungsmodul im Bereich der Bodenplatte wird ein Wert von 10 MN/m³ angenommen. Dieser Wert wird im Zuge der Genehmigungsplanung mit dem Baugrundgutachter abgestimmt.

Das Schneidenlager sowie die Bodenplatte 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 mit dem maximalen Wasserspiegel des kleinen Regen auf Höhe 345,00 m ü. NN geführt.

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: C12/15 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	erhöhe Klasse um 2	erhöhe Klasse um 2	erhöhe Klasse um 2	erhöhe Klasse um 2	erhöhe Klasse um 2	erhöhe Klasse um 2
Druckfestigkeitsklasse ^{1) 2)}	$\geq C30/37$ vermindere Klasse um 1	$\geq C30/37$ vermindere Klasse um 1	$\geq C35/45$ vermindere Klasse um 1	$\geq C40/50$ vermindere Klasse um 1	$\geq C40/50$ vermindere Klasse um 1	$\geq C40/50$ vermindere Klasse um 1	$\geq C45/55$ vermindere Klasse um 1
Plattenförmiges Bauteil (Lage der Bewehrung wird durch die Bauarbeiten nicht beeinträchtigt)	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1
Besondere Qualitätskontrolle nachgewiesen	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	vermindere Klasse um 1	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:

Tabelle 2 – Rechenwerte der Trennrissbreiten bei Nutzungsklasse B und Entwurfsgrundsatz b , wenn der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung der Risse begrenzt werden soll			
S	1	2	3
Z	Druckgefälle h_w/h_b^a	Maximale Druckhöhe h_w^a	Zulässige Rissbreite w_k^b
1	≤ 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
^a h_w = Druckhöhe des Wassers in m; h_b = Bauteildicke in m ^b 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 ($r < 0,30$) ^{1) 2)}	— ³⁾	$0,60f_{ctm}$	$0,70f_{ctm}$ ⁴⁾	$0,80f_{ctm}$ ⁴⁾
2	mittel ($r < 0,50$) ¹⁾	$0,65f_{ctm}$	$0,75f_{ctm}$	$0,85f_{ctm}$	$0,95f_{ctm}$
3	schnell ($r \geq 0,50$) ¹⁾	$0,80f_{ctm}$	$0,90f_{ctm}$	$1,0f_{ctm}$	$1,00f_{ctm}$

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

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

⁴⁾ 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 I (Objekt 8)

4.1.1 Bodenplatte (d = 50 cm)

Erf. Expositionsklassen: XC4, XF3, XA2, WF

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,30$ mm

In Längsrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	50 cm	später Zwang	1,0	22,7	Ø 20 / 12,5 = 25,1 cm ² /m

In Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	50 cm	früher Zwang	0,69	18,8	Ø 20 / 12,5 = 25,1 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 230 kg/m³

4.1.2 Außenwand (d = 40 - 60 cm)

Erf. Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,20$ mm

In Horizontalrichtung (Bauteildicke 50-60 cm):

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	60 cm	früher Zwang	0,69	25,2	Ø 20 / 12,5 = 25,1 cm ² /m

In Horizontalrichtung (Bauteildicke 40-50 cm):

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	50 cm	früher Zwang	0,69	23,1	Ø 20 / 12,5 = 25,1 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 230 kg/m³

4.1.3 Außenwände (d = 35 cm)

Erf. Expositionsclassen: 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 ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	35 cm	später Zwang	1,0	16,1	Ø 16 / 12,5 = 16,1 cm ² /m
0,30 mm	35 cm	früher Zwang	0,66	12,2	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 180 kg/m³

4.1.4 Platte Rohrschachtpumpen (d = 55 cm)

Erf. Expositionsclassen: XC4, 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 ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	55 cm	früher Zwang	0,70	19,9	Ø 20 / 12,5 = 25,1 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 210 kg/m³

4.1.5 Platte Prallwand (d = 30 cm)

Erf. Expositionsclassen: XC4, 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 ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	30 cm	früher Zwang	0,65	10,8	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 190 kg/m³

4.1.6 Innenwände (d = 35 cm)

Erf. Expositionsclassen: XC4, 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 ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	35 cm	früher Zwang	0,66	12,2	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 160 kg/m³

4.1.7 Innenwände (d = 30 cm)

Erf. Expositionsclassen: XC4, 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 ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	30 cm	früher Zwang	0,65	10,8	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 190 kg/m³

4.1.8 Decke des Schöpfwerks (d = 35 cm)

Expositionsclassen: XC4, XD3, XF4, XA2, WF

Betongüte: C30/37 (LP), Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,30$ mm

In Längsrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,30 mm	35 cm	später Zwang	1,0	15,6	Ø 16 / 12,5 = 16,1 cm ² /m

In Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, \text{erforderlich}}$ [cm ² /m]	$A_{s, \text{gewählt}}$
0,30 mm	35 cm	früher Zwang	0,66	11,6	Ø 14 / 12,5 = 12,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 180 kg/m³

4.2 Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten

Es wurden noch keine Betonsorten gewählt.

5 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen ist in dem Fall maßgebend, wenn der Wasserspiegel auf Höhe 345,0 m ü. NN ansteht, da ein Unterströmen des Bauwerks im Hochwasserfall durch Spundwand verhindert wird.

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind Tabelle A 2.1 der DIN 1054:2010 zu entnehmen und lauten:

$g_{Q,dst} = 1,05$, $g_{G,stab} = 0,95$

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen wird für das Schöpfwerk geführt.

Die Positionen des Bauwerkes werden in den folgenden Skizzen dargestellt.

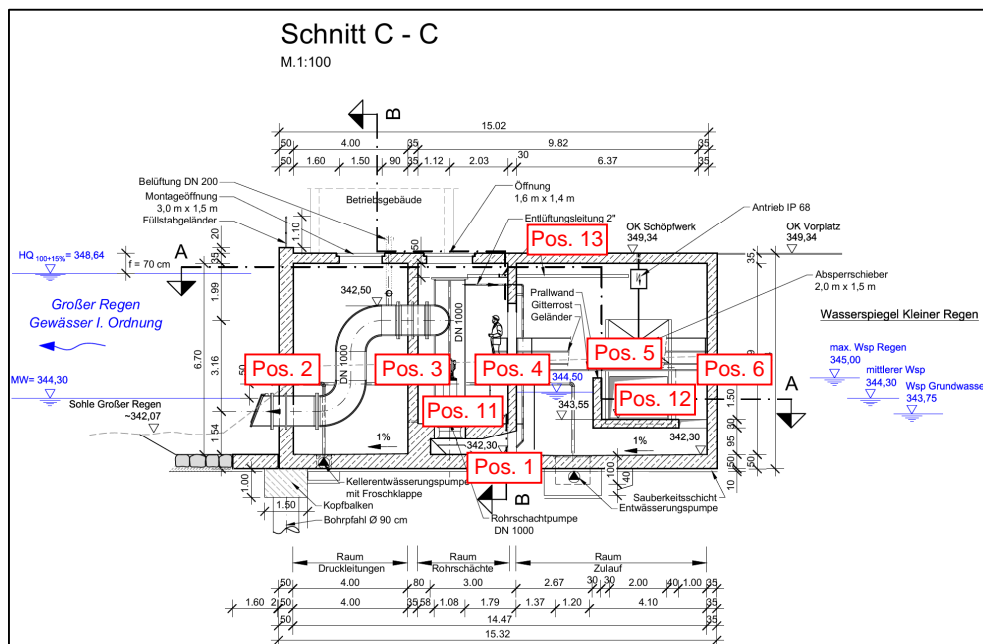


Bild 8: Positionen für Auftriebsberechnung, Schnitt C-C

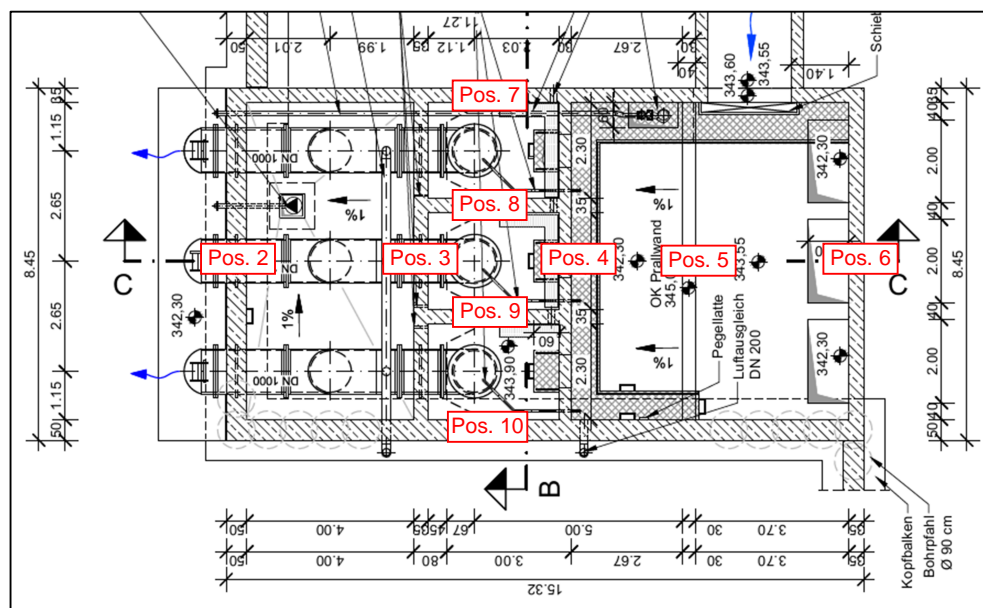


Bild 9: Positionen für Auftriebsberechnung, Schnitt A-A

Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen										
$A_k \cdot \gamma_{G,dst} + Q_k \cdot \gamma_{Q,dst} \leq G_k \cdot \gamma_{G,stb} + F_{s,k} \cdot \gamma_{G,stb}$										
Rote Werte müssen eingegeben werden, schwarze Werte werden berechnet!										
Für den Nachweis wurde das Eigengewicht des Füllbetons und der Einbauteile nicht berücksichtigt!										
Geländeoberkante	349,34	müNN								
Max. Grundwasserstand	345,00	müNN								
Gewichtskraft:					Auftriebskraft:					
	Länge	Breite	Höhe	Wichte	Gewicht	Fläche	Höhenkote	Auftrieb (-1), Auflast (+1), auf Sporn (+2)	delta(h)	Auftriebs- kraft
Pos. 1:	15,32	8,45	0,50	24,00	1553,4	129,45	341,80	-1	3,20	-4142,5
Pos. 2:	7,60	0,50	6,69	24,00	610,1	3,80				
Pos. 2 (Öffnungen):	-2,36	0,50	1,00	24,00	-28,3	-1,18				
Pos. 3:	7,60	0,35	6,59	24,00	420,7	2,66				
Pos. 3 (Öffnungen):	-2,36	0,35	1,00	24,00	-19,8	-0,82				
Pos. 4:	7,60	0,25	5,09	24,00	232,1	1,90				
Pos. 4 (Öffnungen):	-2,40	0,30	2,30	24,00	-39,7	-0,72				
Pos. 5:	7,60	0,30	1,50	24,00	82,1	2,28				
Pos. 6:	7,60	0,35	6,59	24,00	420,7	2,66				
Pos. 7:	15,32	0,35	6,59	24,00	848,1	5,36				
Pos. 7 (Öffnung):	2,00	0,35	1,50	24,00	25,2	0,70				
Pos. 8:	3,15	0,35	6,59	24,00	174,4	1,10				
Pos. 9:	3,15	0,35	6,59	24,00	174,4	1,10				
Pos. 10:	15,32	0,50	6,59	24,00	1211,5	7,66				
Pos. 11:	7,60	3,45	0,55	24,00	346,1	26,22				
Pos. 11 (Öffnungen):	-2,36	1,00	0,55	24,00	-31,1	-2,36				
Pos. 12:	7,60	4,00	0,30	24,00	218,9	30,40				
Pos. 12 (Öffnungen):	-6,00	1,00	0,30	24,00	-43,2	-6,00				
Pos. 13:	15,32	8,45	0,35	24,00	1087,4	129,45				
Pos. 13.1 (Öffnungen):	-3,00	1,50	0,35	24,00	-37,8	-4,50				
Pos. 13.2 (Öffnungen):	-4,80	1,40	0,35	24,00	-56,4	-6,72				
Pos. 13.3 (Öffnungen):	-2,00	1,00	0,35	24,00	-16,8	-2,00				
				Summe Gk1:	7131,9			Summe Ak:	-4142,5	
Auftriebskraft Ak	4142,5	kN								
Ak * gamma(dst) =	4349,7	kN		Ak * gamma(dst) =	4349,7	kN				
Eigengewicht Beton (24 kN/m³)										
Gk1	7131,9	kN								
Gk1 * gamma(stb) =	6775,3	kN		Summe Gk * gamma(stb)	6775,3	kN				
				"Ausnutzungsgrad" < 1,0?	0,642					
				[Ak * gamma(dst) / Summe Gk * gamma(stb)]						

Tabelle 4: Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Der Ausnutzungsgrad liegt für den Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen bei 0,64.
Der Nachweis ist damit für das Bauwerk erfüllt.

6 Einwirkungen / Lastfälle

6.1 Einwirkungen Schöpfwerk

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

6.1.1 Lastfall 1: Eigengewicht Stahlbetonbauwerk

Das Eigengewicht wird programmintern ermittelt und als ständige Last angesetzt.

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

6.1.2 Lastfall 2: Eigengewicht Rohrleitungen samt Rohrschachtpumpen

Das Eigengewicht der Rohrleitungen DN 1000 wird auf Grundlage von Lastangaben vorangegangener Projekte ermittelt. Dabei wird von einem Stahlrohr mit einer Wandstärke von 16 mm ausgegangen. Die Lasten der Rohrleitungen werden anhand der Einflusslängen ermittelt und auf das Bauwerk aufgebracht.

Last Rohr: 3,95 kN/m

Das Eigengewicht je Rohrschachtpumpe liegt gemäß Herstellerangaben bei 2151 kg. Dies beinhaltet das Gewicht der Pumpe, des Motors und der Kabel.

6.1.3 Lastfall 3: Wasserfüllung der Rohrleitungen

Das Gewicht einer mit Wasser gefüllten Rohrleitung DN 1000 wird wie folgt angesetzt:

Last Wasser: 7,60 kN/m

Die Lasten der Wasserfüllung werden anhand der Einflusslängen ermittelt und auf das Bauwerk aufgebracht.

6.1.4 Lastfall 4 und 5: Eigengewicht Absperrschieber

Das Eigengewicht des Absperrschiebers mit den Abmessungen 2,0 x 1,5 m wird mit 0,5 t angenommen.

Offener Zustand:

Aufhängung an der Decke: Einzellast: 5,0 kN

Geschlossener Zustand:

Aufliegen auf Platte: Linienlast: $5,0 \text{ kN} / 2,0 \text{ m} = 2,5 \text{ kN/m}$

6.1.5 Lastfall 6: Wasserdruck auf Absperrschieber

Im geschlossenen Zustand kann sich über anströmendes Wasser aus dem Zulaufkanal ein Wasserdruck auf den Absperrschieber einstellen. Der maximale Wasserspiegel wird mit 345,0 m ü. NN angegeben. Die Oberkante der Platte Anprallwand liegt bei 343,60 m ü. NN. Der Belastung wird über seitliche Halterungen in das Bauwerk eingeleitet.

$h_w = 345,0 - 343,6 = 1,4 \text{ m}$

$$w = 1,4 \cdot \gamma_w = 1,4 \cdot 10 = 14 \text{ kN}$$

$$\text{Je Seite: } 14 / 2 = 7 \text{ kN} \rightarrow \text{Linienlast: } 7,0 \text{ kN} / 1,5 \text{ m} = 4,7 \text{ kN/m} \approx 5,0 \text{ kN/m}$$

6.1.6 Lastfall 7: Eigengewicht des Bedienstegs, d = 70 cm

In den Eigenlasten der Tragkonstruktion sind die Lasten der Stahltreppe, der Geländer, der Stufen mit oder ohne Belag sowie der Aussteifungsteile und Verbindungsmittel enthalten. Es sind Quadratmeterlasten (aus Merkblatt 355 „Entwurfshilfen für Stahltreppen“, 4.1.):

$$\text{Mittlere Treppenausführung: } g_k \leq 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Die Lasten werden auf der sicheren Seite liegend auf das Bauwerk angesetzt.

$$g_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

6.1.7 Lastfall 8: Verkehrslast Bediensteg, d = 70 cm

Für den Bediensteg wurde die Kategorie T aus DIN EN 1991-1-1/NA: 2012 gewählt.

$$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

6.1.8 Lastfall 9: Eigengewicht Abdeckung Montageöffnungen

Die Eigenlast der Abdeckung Montageöffnung wird wie folgt angenommen.

$$\text{Stahlplatte: } d = 0,03 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{Stahl}} = 78,5 \text{ kN/m}^3$$

$$Q_{\text{Stahlplatte}} = 78,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 \text{ m} = 2,36 \text{ kN/m}^2$$

6.1.9 Lastfall 10: Wasserfüllung im Bauwerk

$$\text{Bemessungswasserstand im Schöpfwerk: } 344,50 \text{ m ü. NN}$$

$$\text{Oberkante Bodenplatte: } 342,30 \text{ m ü. NN}$$

$$\text{Unterkante Platte Rohrschachtpumpen: } 342,85 \text{ m ü. NN}$$

Maximaler Wasserdruck auf Bodenplatte und Wände:

$$h_{w1} = 344,5 - 342,3 = 2,20 \text{ m}$$

$$w_1 = 2,20 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 22 \text{ kN/m}^2$$

Maximale Auftriebskraft auf Platte Rohrschachtpumpen:

$$h_{w2} = 344,5 - 342,85 = 1,65 \text{ m}$$

$$w_2 = 1,65 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 16,5 \text{ kN/m}^2$$

6.1.10 Lastfall 11: Nutzlast Bodenplatte

Für die Bodenplatte wurde die Kategorie E aus DIN EN 1991-1-1/NA: 2012 gewählt. Der Raum der Druckleitungen wurde als Fläche in Fabriken und Werkstätten mit mittlerem oder schwerem Betrieb angenommen. In den Räumen der Rohrschächte und des Zulaufes wird keine Nutzlast auf die Bodenplatte angesetzt. Diese wird durch die Belastung der Wasserfüllung abgedeckt.

$$q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

6.1.11 Lastfall 12: Verkehrslast Decke

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

Vertikallast:

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

Horizontallast:

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

6.1.12 Lastfall 13: Erdruhedruck mit anstehendem Grundwasser

Randbedingungen:

Geländeoberkante:	349,34 m ü. NN
Bemessungswasserstand wasserseitig:	348,64 m ü. NN
Max. Wasserspiegel erdseitig:	345,00 m ü. NN
Mittelwasserstand wasserseitig:	344,30 m ü. NN
Grundwasserstand erdseitig:	343,75 m ü. NN
Unterkante Bodenplatte:	341,80 m ü. NN

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

- Wichte: $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel: $\phi' = 35^\circ$
→ Seitendruckbeiwert $k_0 = 1 - \sin \phi = 0,43$

Zusätzliche Annahmen:

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

Wasserdruck an der Unterseite der Bodenplatte:

$$\Delta h_1 = 343,75 - 341,80 = 1,95 \text{ m}$$

$$\sigma_{v1} = \Delta h_1 \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 1,95 \cdot 10 = \underline{19,50 \text{ kN/m}^2}$$

Erd- und Wasserdruck auf Außenwände des Schöpfwerks:

Erddruck:

$$\Delta h_2 = 349,34 - 343,75 = 5,59 \text{ m}$$

$$\sigma_{v2} = \Delta h_2 \cdot \gamma = 5,59 \cdot 21 = 117,39 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{ohy1} = \sigma_{v2} \cdot k_0 = 117,39 \cdot 0,43 = \underline{50,48 \text{ kN/m}^2}$$

$$\Delta h_3 = 343,75 - 341,80 = 1,95 \text{ m}$$

$$\sigma_{v3} = \Delta h_3 \cdot \gamma' = 1,95 \cdot 11 = 21,45 \text{ kN/m}^2$$

Wasserdruck:

$$w_1 = \Delta h_3 \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 1,95 \cdot 10 = 19,5 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{ohy2} = e_{ohy1} + \sigma_{v3} \cdot k_0 + w_1 = 50,48 + 21,45 \cdot 0,43 + 19,5 = \underline{79,20 \text{ kN/m}^2}$$

Wasserdruck wasserseitig:

$$\Delta h_4 = 344,30 - 341,80 = 2,50 \text{ m}$$

$$w_2 = \Delta h_4 \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 2,50 \cdot 10 = \underline{25,0 \text{ kN/m}^2}$$

6.1.13 Lastfall 14: Wasserdruck im Hochwasserfall

Wasserdruck erdseitig:

$$\Delta h_1 = 345,00 - 344,30 = 0,70 \text{ m}$$

$$\sigma_{v1} = \Delta h_1 \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,70 \cdot 10 = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

Wasserdruck wasserseitig:

$$\Delta h_2 = 348,64 - 344,30 = 4,34 \text{ m}$$

$$\sigma_{v2} = \Delta h_2 \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 4,34 \cdot 10 = 43,40 \text{ kN/m}^2$$

Lastfall 15: Schneelast

Geländehöhe über Meeresniveau: ca. 350 m

→ Schneelastzone 2:

$$s_k = 0,25 + 1,91 \cdot [(350+140) / 760]^2 \geq 0,85$$

$$s_k = 1,04 \text{ kN/m}^2$$

6.1.15 Lastfall 16 und 17: Temperaturänderung ΔT_M

Da es sich bei dem vorliegenden Bauwerk um ein offenes bzw. ungedämmtes Bauwerk handelt, müssen die Temperatureinwirkungen auf das Bauwerk berücksichtigt werden. In Anlehnung an das DVGW Merkblatt W 300 werden folgende Temperaturlasten angenommen:

Temperaturänderung ΔT_M der Bauteilmittelfläche:

$$\Delta T_{M,\text{Sommer}} = 15 \text{ K}$$

$$\Delta T_{M,\text{Winter}} = -15 \text{ K}$$

Diese Einwirkung wird im Programm mit einem Teilsicherheitsbeiwert von 1,35 berechnet. Für Temperatureinwirkungen ist jedoch ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_{\text{Temp}}=1,0$ anzusetzen. Daher wurden die Temperatureinwirkungen ΔT_M und ΔT_G mit einem Lastfaktor von $1 / 1,35 = 0,74$ eingegeben.

Die Temperaturänderung wird auf alle frei liegenden Bauteile angesetzt. Auf den angrenzenden Elementen wird die Temperatureinwirkung stufenweise reduziert, um einen moderateren Spannungsverlauf zu erhalten.

Bei einem Wasserstand auf Höhe 344,30 m ü. NN wird die Temperaturänderung nur auf den Bauteilen angesetzt, die aus dem Gelände bzw. aus der Wasseroberfläche herausragen.

6.1.16 Lastfälle 18 und 19: Temperaturgradient ΔT_G

In Anlehnung an das DVGW Merkblatt W 300 werden folgende Temperaturlasten angenommen:

Temperaturgradient ΔT_G linear über die Bauteildicke: $\Delta T_{G,Sommer} = +30 \text{ K}$
 $\Delta T_{G,Winter} = -30 \text{ K}$

Diese Einwirkung wird im Programm mit einem Teilsicherheitsbeiwert von 1,35 berechnet. Für Temperatureinwirkungen ist jedoch ein Teilsicherheitsbeiwert von $\gamma_{Temp}=1,0$ anzusetzen. Daher wurden die Temperatureinwirkungen ΔT_M und ΔT_G mit einem Lastfaktor von $1 / 1,35 = 0,74$ eingegeben.

Der Temperaturgradient wird je nach Lage des Bauteils unterschiedlich angesetzt. Von allen Seiten frei liegende oder beidseitig mit Wasser benetzte Bauteile erhalten keinen Temperaturgradienten. Einseitig angeschüttete Bauteile werden mit dem vollen Temperaturgradienten belastet. Auf den angrenzenden Elementen wird die Temperatureinwirkung wie im vorhergehenden Lastfall stufenweise reduziert, um einen moderateren Spannungsverlauf zu erhalten.

6.2 Erdbeben

Das Bauwerk befindet sich gemäß Erdbebenkarte der DIN EN 1998 in keiner Erdbebenzone. Eine Bemessung auf Erdbebenlasten ist daher nicht erforderlich.

6.3 Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte

Die Bemessungssituationen und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte wurden programmintern angesetzt.

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

6.4 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 $\gamma_G = 1,35$ 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 Schöpfwerk I sind keine besonderen Bauzustände zu bemessen.

7.2 Baugruben

Die Baugruben des Schöpfwerks liegen tief im Grundwasser. Die Sande neigen hier zum Fließen. Auch die weichen bis breiigen Böden der organischen Tone neigen zum Fließen. Aus diesem Grund sollten die Baugruben verbaut werden.

Die Berechnung der Baugruben erfolgt in einem eigenen statischen Bericht.

8 Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung

8.1 Bodenaustausch

Die Gründung des Schöpfwerks I erfolgt gemäß Baugrundgutachten in der Kiesschicht. In dieser Schicht ist der Abtrag der Lasten möglich. Lokal schlecht tragfähige Auffüllungen oder weiche bindige Schichten sind gegen tragfähigen Boden oder Füllbeton auszutauschen.

9 Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile

Die aufnehmbare Bemessungsquerkraft ohne Schubbewehrung wurde in mehreren Elementen der Anlage überschritten. Diese Elemente liegen jedoch in Bereichen, die für die Bemessung nicht maßgebend sind (Verschneidungsbereich zwischen Wand und Decke bzw. unmittelbar neben Öffnungen).

Bauteil	Bauteildicke	Bew.gehalt
Bodenplatte	d=50 cm	230 kg/m ³
Außenwände	d=40-60 cm	230 kg/m ³
Außenwände	d=35 cm	180 kg/m ³
Platte Rohrschachtpumpe	d=55 cm	210 kg/m ³
Platte Prallwand	d=30 cm	190 kg/m ³
Innenwände	d=35 cm	160 kg/m ³
Innenwände	d=30 cm	190 kg/m ³
Deckenplatte	d=35 cm	180 kg/m ³

Tabelle 5: geschätzte Bewehrungsgehalte

10 Anlagenverzeichnis

10.1 Anlage 1: Rissbreitenbemessung

Schöpfwerk

- 1.1- Rissbreitenbemessung C35/45, d=60 cm, $w_k=0,20$ mm, früher Zwang
- 1.2- Rissbreitenbemessung C35/45, d=55 cm, $w_k=0,30$ mm, später Zwang
- 1.3- Rissbreitenbemessung C35/45, d=50 cm, $w_k=0,20$ mm, früher Zwang
- 1.4- Rissbreitenbemessung C35/45, d=50 cm, $w_k=0,30$ mm, später Zwang
- 1.5- Rissbreitenbemessung C35/45, d=50 cm, $w_k=0,30$ mm, früher Zwang
- 1.6- Rissbreitenbemessung C35/45, d=35 cm, $w_k=0,30$ mm, später Zwang
- 1.7- Rissbreitenbemessung C35/45, d=35 cm, $w_k=0,30$ mm, früher Zwang
- 1.8- Rissbreitenbemessung C30/37, d=35 cm, $w_k=0,30$ mm, später Zwang
- 1.9- Rissbreitenbemessung C30/37, d=35 cm, $w_k=0,30$ mm, früher Zwang
- 1.10- Rissbreitenbemessung C35/45, d=30 cm, $w_k=0,30$ mm, früher Zwang

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,20 mm	
Bauteildicke h =	60 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} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,69 -	$k_{c,t} = 0,65$ -1,0 für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,208 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,62 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,21 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,3 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	51,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	48,6 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	26,3 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	26,3 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	163 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	7,0 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,70 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	23,2 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	25,2 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	31,4 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	8,2 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	31,4 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	25,2 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

3,14

Ø 20 / 12,5

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,3 mm	
Bauteildicke h =	55 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} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,70 -	$k_{c,t} = 0,65$ -1,0 für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,24 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,65 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,24 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,275 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	46,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	49,8 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	25,9 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	25,9 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	201 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	6,4 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,64 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	22,7 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	19,9 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	25,3 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	8,0 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	25,3 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	19,9 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

3,14

Ø 20 / 15,7

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,2 mm	
Bauteildicke h =	50 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} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,69 -	$k_{c,t} = 0,65$ -1,0 für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,208 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,68 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,21 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,25 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	41,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	53,2 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	26,3 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	26,3 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	163 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	5,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,58 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	22,2 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	23,1 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	30,1 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	7,5 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	30,1 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	23,1 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

3,14

Ø 20 / 13,6

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,3 mm	
Bauteildicke h =	50 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} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	1,00 -	$k_{c,t} = 0,65 - 1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	3,2 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,68 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm $k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	3,20 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,25 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	41,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	36,7 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	18,1 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	18,1 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	240 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	5,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,58 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	22,2 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	22,7 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	29,6 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	10,9 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	29,6 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	22,7 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

3,14

Ø 20 / 13,9

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,3 mm	
Bauteildicke h =	50 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} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,69 -	$k_{c,t} = 0,65 - 1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,208 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,68 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm
		$k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,21 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,25 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	41,4 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,6 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	53,2 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	26,3 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	26,3 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	199 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	5,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,58 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$
		$h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	22,2 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	18,8 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	24,6 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	7,5 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	24,6 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	18,8 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

3,14

Ø 20 / 16,7

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} =	16 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	16 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	1,00 -	$k_{c,t} = 0,65 - 1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	3,2 N/mm ²	=> 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
$f_{ct,eff}$ =	3,20 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,175 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	26,6 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,4 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	36,2 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	14,5 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	14,5 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	268 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	4,2 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	16,1 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	25,0 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	8,6 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	25,0 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	16,1 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

2,01

Ø 16 / 12,5

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 ²	
$k_{c,t}$ =	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 ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,112 N/mm ²	=> 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 ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,175 m ²	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	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	233 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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 ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	18,4 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	5,7 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	18,4 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	12,2 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

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 =	35 cm	
Betondeckung c_{nom} =	6,0 cm	
Betongüte	C30/37 -	
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 ²	
$k_{c,t}$ =	1,00 -	$k_{c,t} = 0,65 - 1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	3 N/mm ²	=> 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
$f_{ct,eff}$ =	3,00 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,175 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	26,6 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	8,4 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	38,6 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	15,5 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	15,5 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	260 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	4,2 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	15,6 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	24,2 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	8,1 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	24,2 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	15,6 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

2,01

Ø 16 / 12,9

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	C30/37 -	
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 ²	
$k_{c,t}$ =	0,66 -	$k_{c,t} = 0,65 - 1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	2,9 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	1,914 N/mm ²	=> 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
$f_{ct,eff}$ =	1,91 N/mm ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,175 m ²	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	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	51,0 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	21,2 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	21,2 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	222 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	11,6 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	17,5 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	5,2 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	17,5 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	11,6 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

1,54

Ø 14 / 13,2

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,3 mm	
Bauteildicke h =	30 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} =	12 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	14 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	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 ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,08 N/mm ²	=> 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 ²	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$, aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm ²
A_{ct} =	0,15 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	22,1 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	7,9 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	51,4 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	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	231 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	3,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	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
$h_{c,eff} =$	19,75 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	10,8 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	17,8 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	5,0 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	17,8 cm ² /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)
$A_{s,erforderlich} =$	10,8 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))$

Zugehörige Tabellen:

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

1,54

Ø 14 / 14,3

10.2 Anlage 2: Ergebnisausdruck Infograph, Schöpfwerk I

(mit gesondertem Inhaltsverzeichnis)

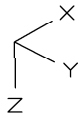
INHALT

Inhalt	40
System	
System	42
System	43
Eingabedaten	
Systemkenngrößen	44
Querschnittswerte	44
Materialkennwerte	45
Bettung	45
Steifemodul	-
Kopplungen	-
Übersicht Lastfälle	45
Lastsummen	46
Betonstahl für Flächenelemente	47
Betonstahl für Stäbe	-
Bemessungsvorgaben für DIN 1045	-
DIN 1045-1 Einwirkungen	48
Bemessungsvorgaben DIN 1045-1	-
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen	48
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1	50
DIN 18800 Einwirkungen	52
EN 1993-1-1 Einwirkungen	52
DIN 1052 Einwirkungen	52
EN 1995-1-1 Einwirkungen	52
DIN FB 102 Einwirkungen	52
Bemessungsvorgaben DIN-Fachbericht 102	-
DIN EN 1992-2 Einwirkungen	52
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2	52
DIN FB 102 Einwirkungen	54
Bemessungsvorgaben	-
Belastung	
1 : Eigengewicht	55
2 : Eigenlast Rohrleitungen und Rohrpumpen	56
3 : Wasserfüllung Rohrleitungen	57
4 : Eigenlast Schieber, offen	58
5 : Eigenlast Schieber, geschlossen	59
6 : Wasserdruk auf Absperrschieber	60
7 : Eigengewicht des Bedienstegs	61
8 : Verkehrslast auf Bediensteg	62
9 : Eigengewicht Abdeckung Montageöffnung	63
10 : Wasserfüllung im Bauwerk	64
11 : Nutzlast Bodenplatte	65
12 : Nutzlast Decke	66
13 : Erdruhedruck mit Grundwasser	67
14 : Wasserdruk im Hochwasserfall	68
15 : Schneelast	69
16 : dT,M Stauziel Sommer	70
17 : dT,M Stauziel Winter	71
18 : dT,G Stauziel Sommer	72
19 : dT,G Stauziel Winter	73
Bewehrung	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	74
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	75
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	76
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	77

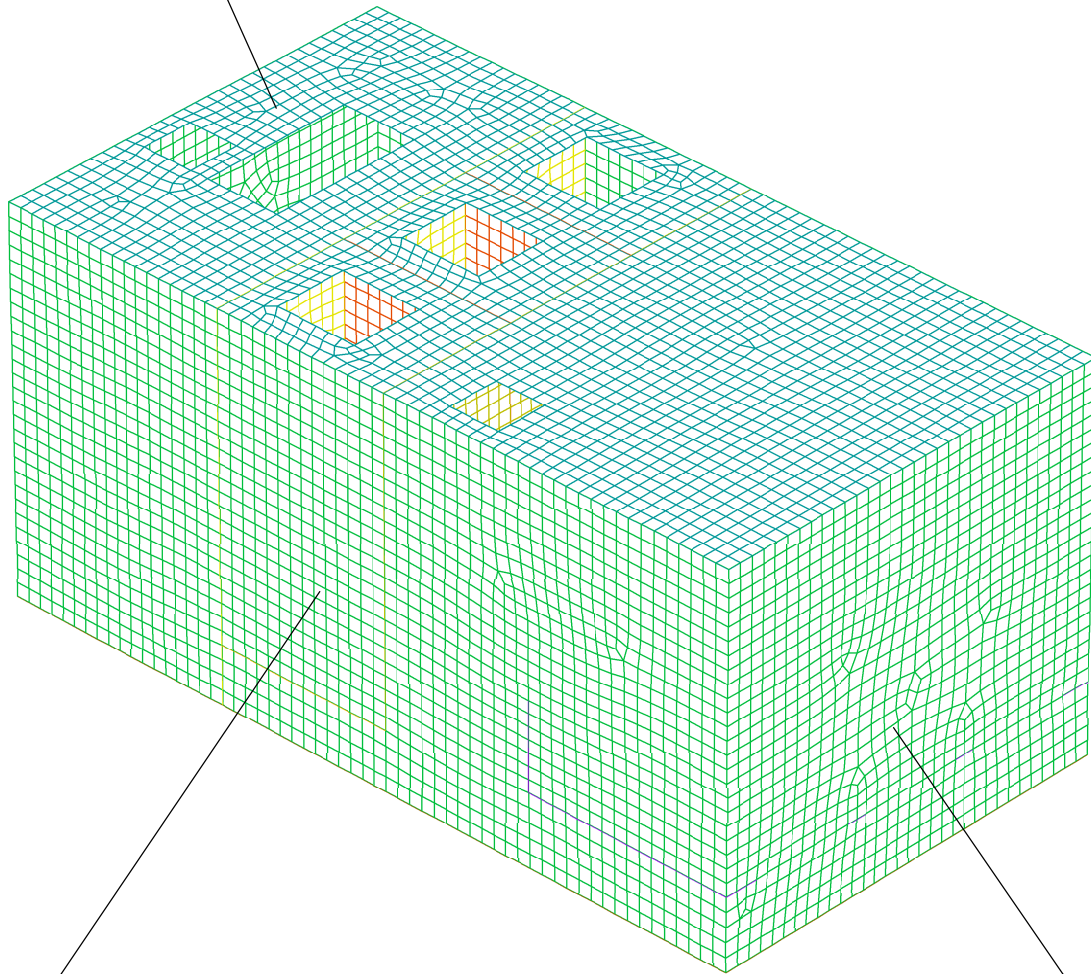
Bodenpressungen

Bettungskräfte $\Sigma \sigma_z$ min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	78
Deformationen u_z max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	78
Bettungskräfte $\Sigma \sigma_z$ max; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	79
Deformationen u_z min; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	79

System



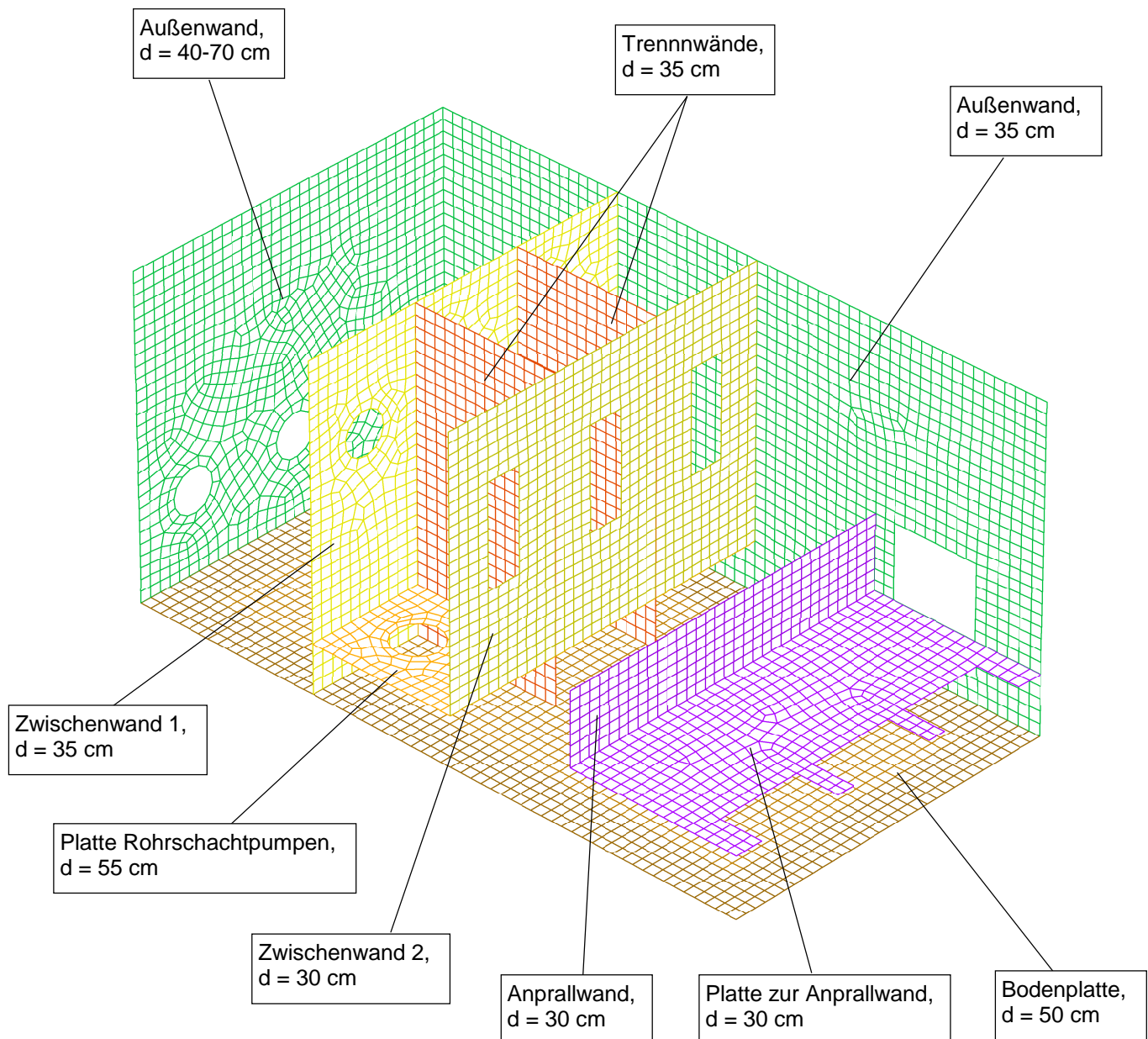
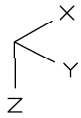
Deckenplatte,
d = 35 cm



Außenwand,
d = 35 cm

Außenwand,
d = 35 cm

System



Eingabedaten

Systemkenngößen

12221 Knoten	
12275 Elemente	0 Stabelemente
0 Festhaltungen	0 Plattenelemente
0 Koppelungen	0 Scheibenelemente
10 Materialkennwerte	12275 Schalenelemente
10 Querschnittswerte	0 Seilelemente
19 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
12060 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Bodenplatte Rand, d=50cm Elementdicke [m] dz = 0,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
2	Fläche	Bodenplatte Innen, d=50cm Elementdicke [m] dz = 0,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
3	Fläche	Außenwand, d=45cm, wk=0,2 Elementdicke [m] dz = 0,4500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
4	Fläche	Außenwand, d=35cm Elementdicke [m] dz = 0,3500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
5	Fläche	Deckenplatte, d=35cm Elementdicke [m] dz = 0,3500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
6	Fläche	Innenbauteil, d=30cm Elementdicke [m] dz = 0,3000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
7	Fläche	Innenbauteil, d=35cm Elementdicke [m] dz = 0,3500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
8	Fläche	Innenbauteil, d=55cm Elementdicke [m] dz = 0,5500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif

Eingabedaten

Querschnittswerte

9	Fläche	Außenwand, d=55cm, wk=0,2 Elementdicke [m] dz = 0,5500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
10	Fläche	Außenwand, d=65cm, wk=0,2 Elementdicke [m] dz = 0,6500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]
1	1	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
2	2	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
3	3	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
4	4	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
5	5	C30/37-EN-D	33000	13800	0,20	1,00e-05	25,000
6	6	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
7	7	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
8	8	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
9	9	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
10	10	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³]			Bettung am Ende [MN/m³]			Bettungsbreite [m]		
		kbx	kby	kbz	kbx	kby	kbz	bx	by	bz
1	1	0,5	0,5	15						
2	2	0,5	0,5	10						
3	3	0	0	0						
4	4	0	0	0						
5	5	0	0	0						
6	6	0	0	0						
7	7	0	0	0						
8	8	0	0	0						
9	9	0	0	0						
10	10	0	0	0						

Die Bettung wirkt in Richtung der Achsen des lokalen Element- bzw. Oberflächensystems.

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Eigenlast Rohrleitungen und Rohrpumpen
3	Wasserfüllung Rohrleitungen
4	Eigenlast Schieber, offen
5	Eigenlast Schieber, geschlossen
6	Wasserdruck auf Absperrschieber
7	Eigengewicht des Bedienstegs
8	Verkehrslast auf Bediensteg

Eingabedaten

LF.	Bezeichnung
9	Eigengewicht Abdeckung Montageöffnung
10	Wasserfüllung im Bauwerk
11	Nutzlast Bodenplatte
12	Verkehrslast Decke
13	Erdruchedruck mit Grundwasser
14	Wasserdruck im Hochwasserfall
15	Schneelast
16	dT,M Stauziel Sommer
17	dT,M Stauziel Winter
18	dT,G Stauziel Sommer
19	dT,G Stauziel Winter

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	-0,000	7372,046
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	7372,046
2	Eigenlast Rohrleitungen und Rohrpu...	-0,000	0,000	355,609
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	355,609
3	Wasserfüllung Rohrleitungen	-0,000	0,000	475,609
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	475,609
4	Eigenlast Schieber, offen	0,000	0,000	5,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	5,000
5	Eigenlast Schieber, geschlossen	0,000	0,000	5,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	5,000
6	Wasserdruck auf Absperrschieber	-16,500	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-16,500	0,000	0,000
7	Eigengewicht des Bedienstegs	-0,000	-0,000	39,169
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	39,169
8	Verkehrslast auf Bediensteg	-0,000	-0,000	68,120
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	68,120
9	Eigengewicht Abdeckung Montageö...	0,000	0,000	44,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	44,000
10	Wasserfüllung im Bauwerk	-16,591	87,226	-177,031
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-16,591	87,226	-177,031
11	Nutzlast Bodenplatte	0,000	0,000	266,797
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	266,797

Eingabedaten

Summe der aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
12	Verkehrslast Decke	47,190	-817,582	3544,019
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	47,190	-817,582	3544,019
13	Erdruchedruck mit Grundwasser	175,310	-2002,996	-2378,540
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	175,310	-2002,996	-2378,540
14	Wasserdruck im Hochwasserfall	20,600	1424,801	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	20,600	1424,801	0,000
15	Schneelast	0,000	0,000	139,070
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	139,070
16	dT,M Stauziel Sommer	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,002	0,000
17	dT,M Stauziel Winter	-0,000	-0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,002	-0,000
18	dT,G Stauziel Sommer	0,000	-0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	0,000
19	dT,G Stauziel Winter	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	-0,000

Betonstahl für Flächenelemente

Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm²/m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm²/m]	as fix	Walz-art
1	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
2	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
3	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
4	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
5	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
6	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
7	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
8	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
9	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm
10	1	500M	0,080		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,080	0,000		Warm

Eingabedaten

as Grundbewehrung
d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand
d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand
Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 1$

Lastfälle

1 Eigengewicht

G - Eigenlast Einbauteile

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 1$

Lastfälle

2 Eigenlast Rohrleitungen und Rohrpump...
4 Eigenlast Schieber, offen
5 Eigenlast Schieber, geschlossen
7 Eigengewicht des Bedienstegs
9 Eigengewicht Abdeckung Montageöffnu...

GE - Erddruck

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 1$

Lastfälle

13 Erdruchedruck mit Grundwasser

QN - Nutzlast, Verkehrslast

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude
 $\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

8 Verkehrslast auf Bediensteg
11 Nutzlast Bodenplatte
12 Verkehrslast Decke

QS - Schnee- und Eislast

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Schneelasten - Orte in CEN-Mitgliedsstaaten niedriger als 1000 m ü. NN
 $\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,5 / 0,2 / 0$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

15 Schneelast

Eingabedaten

QH - Veränderlicher Flüssigkeitsdruck

Gamma.sup / gamma.inf = 1,5 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|---------------------------------|
| 3 | Wasserfüllung Rohrleitungen |
| 6 | Wasserdruck auf Absperrschieber |
| 10 | Wasserfüllung im Bauwerk |

QH - Veränderlicher Flüssigkeitsdruck

Gamma.sup / gamma.inf = 1,35 / 0

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,8 / 0,7 / 0,5

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 16 | dT,M Stauziel Sommer |
| 18 | dT,G Stauziel Sommer |

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 17 | dT,M Stauziel Winter |
| 19 | dT,G Stauziel Winter |

Lastfälle 3. Variante, inklusiv

- | | |
|----|-------------------------------|
| 14 | Wasserdruck im Hochwasserfall |
|----|-------------------------------|

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

- | | |
|----|----------------------------------|
| G | Eigenlast |
| G | Eigenlast Einbauteile |
| GE | Erddruck |
| QN | Nutzlast, Verkehrslast |
| QS | Schnee- und Eislast |
| QH | Veränderlicher Flüssigkeitsdruck |
| QH | Veränderlicher Flüssigkeitsdruck |

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

- | | |
|----|----------------------------------|
| G | Eigenlast |
| G | Eigenlast Einbauteile |
| GE | Erddruck |
| QN | Nutzlast, Verkehrslast |
| QS | Schnee- und Eislast |
| QH | Veränderlicher Flüssigkeitsdruck |
| QH | Veränderlicher Flüssigkeitsdruck |

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

Eingabedaten

G Eigenlast
 G Eigenlast Einbauteile
 GE Erddruck
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QS Schnee- und Eislast
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck

1. Häufige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 G Eigenlast Einbauteile
 GE Erddruck
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QS Schnee- und Eislast
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 G Eigenlast Einbauteile
 GE Erddruck
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QS Schnee- und Eislast
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck
 QH Veränderlicher Flüssigkeitsdruck

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung							Ermüdung					Ri. br.	De- ko.	Spannung		
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P	C	V			C	B	P
1	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
2	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
3	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
4	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
5	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
6	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
7	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
8	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
9	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
10	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.

(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.

(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.

(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.

(S) Nachweis der Schubfuge.

(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.

(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

Eingabedaten

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft:
(ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.

fyk Stahlgüte der Bügel.

Theta Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (NA.6.7a) begrenzt.

Pl. Balken werden wie Platten bemessen.

Asl Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.

rho.w Faktor für Mindestbewehrungsgrad rho.w,min nach Gl. (9.5a/bDE).

as Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).

x,y Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.

cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

Red. Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N [MPa]	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rho.w as		x,y Rtg	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
5	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
6	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
9	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
10	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.

Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).

h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).

kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.

z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.

tef Wanddicke des Torsionskastens.

K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,500	.	0,420	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,500	.	0,420	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,450	.	0,370	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
5	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
6	1,000	.	.	.	0,300	.	0,220	0,90	.	.	.	.
7	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,550	.	0,470	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,550	.	0,470	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,650	.	0,570	0,90	.	.	.	.

Eingabedaten

Vorgaben für den Nachweis der Rissbreiten

ds Größter vorhandener Stabdurchmesser der Betonstahlbewehrung [mm].
 max.s Größter vorhandener Stababstand der Betonstahlbewehrung [mm].
 sr,max Oberer Grenzwert für den maximalen Rissabstand nach Gl. (7.11) [mm].
 Xil Verbundbeiwert für Spannstahl bei Stabquerschnitten.
 k Beiwert zur Berücksichtigung nichtlinear verteilter Zugspannungen.
 kt Beiwert für die Dauer der Lasteinwirkung bei Berechnung der Rissbreite.
 Fakt. Abminderungsfaktor für fctm nach Kap. 7.3.2 (As) bzw. 7.3.4 (wk).
 Komb. Kombination für Nachweis der Mindestbewehrung (As) und Rissbreite (wk):
 CK, HK, QK = Charakteristische, häufige, quasi-ständige Kombination,
 ZZ, BO, BU = Zentrischer Zug, Biegezug oben, Biegezug unten,
 KL = Einwirkungskombination gemäß Expositionsklasse.
 Methode Nachweismethode für Mindestbewehrung (kc) und Rissbreite (wk):
 kc Berechnung des Beiwerts kc für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
 auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
 wk Berechn. = Direkte Berechnung der Rissbreite nach Kap. 7.3.4,
 Stabab. = Begrenzung der Stababstände nach Tab. 7.3N,
 Ber.(M) = Direkte Berechnung für mittlere Stahldehnung innerh. Ac,eff,
 Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. Ac,eff.
 RI Ringförmige Bestimmung von Ac,eff gemäß Wiese et al., Beton- und
 Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
 DB Bestimmung von As,min nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax [mm]	ds	max s	sr max	Beiwerte Xil k kt	Fakt.fctm As wk	Komb. As wk	Methode kc wk	RI	DB
1	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
2	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
3	0,20	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
4	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
5	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
6	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
7	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
8	0,30	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
9	0,20	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.
10	0,20	20	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL	auto Berech.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

Sigma.c Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
 Sigma.s Betonstahlspannung im Gebrauchszustand.
 (CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
 (HK),(KL) Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t) [MN/m ²]	zul.sigma.c(t) (CK, QK)	zul.sigma.c (CK) (QK)	zul.sigma.s (CK)	Dekompression Komb. Spannung
1	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
2	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
3	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
4	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
5	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
6	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
7	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
8	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
9	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.
10	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung M R B Q T S	Ermüdung B Q T P C V	Ri. br.	De- ko.	Spannung C H B P
1	XC4	Nicht vorgespannt.	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
2	XC4	Nicht vorgespannt.	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .

Eingabedaten

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2

Qu.	Expos. klasse	Vorspannung des Bauteils	Bewehrung						Ermüdung						Ri. br.	De- ko.	Spannung			
			M	R	B	Q	T	S	B	Q	T	P	C	V			C	H	B	P
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.

(R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.

(B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

(Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.

(T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.

(S) Nachweis der Schubfuge.

(P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

(C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.

(V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

(H) Schiefe Hauptzugspannungen.

Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

M,N	Bemessungsmodus für Biegung und Längskraft: (ST) Standard, (SY) Symmetrisch, (DG) Druckglied.									
fyk	Stahlgüte der Bügel.									
Theta	Neigung der Betondruckstreben. Der eingegebene Wert für cot Theta wird programmseitig auf den Wertebereich nach Gl. (6.107aDE) begrenzt.									
Pl.	Balken werden wie Platten bemessen.									
Asl	Vorh. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3, autom. Erhöhung bis Maximum.									
rhov	Faktor für Mindestbewehrungsgrad $\rho_{w,min}$ nach Gl. (9.5a/bDE).									
as	Faktor für Biegebewehrung von Platten in Querrichtung nach 9.3.1.1(2).									
x,y	Getrennter Querkraftnachweis für die Bewehrungsrichtungen x und y.									
cvl	Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.									
Red.	Reduktionsfaktor der Vorspannung zur Bestimmung der Zugzone für die Verteilung der Robustheitsbewehrung bei Flächenelementen.									

Qu.	Beton	Roh- dichte [kg/m³]	Bem. M,N	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²]		Faktor		x,y Rtg	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
							Bild 6.3 vorh.	max	rhov	as			
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
5	C30/37-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
6	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
9	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.
10	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	80	.

Eingabedaten

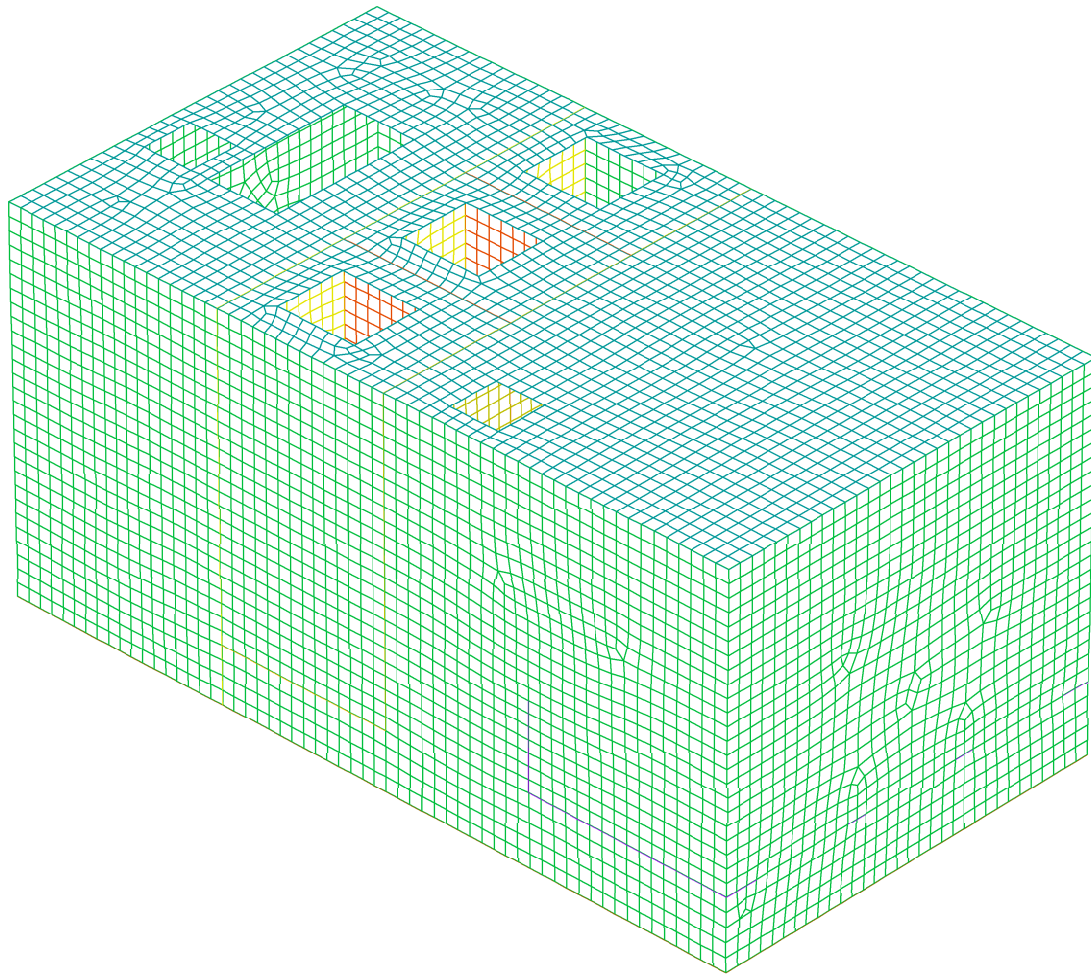
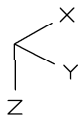
Schubquerschnitte

bw.nom Rechnerische Querschnittsbreite bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 h.nom Rechnerische Querschnittshöhe bei Vorspannung nach 6.2.3(6).
 kb, kd Faktor zur Berechnung des inneren Hebelarms z aus der Nutzbreite bn bzw. der Nutzhöhe d.
 z1, z2 Höhe und Breite des Kernquerschnitts für Torsion.
 tef Wanddicke des Torsionskastens.
 K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
1	1,000	.	.	.	0,500	.	0,420	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,500	.	0,420	0,90	.	.	.	.
3	1,000	.	.	.	0,450	.	0,370	0,90	.	.	.	.
4	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
5	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
6	1,000	.	.	.	0,300	.	0,220	0,90	.	.	.	.
7	1,000	.	.	.	0,350	.	0,270	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,550	.	0,470	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,550	.	0,470	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,650	.	0,570	0,90	.	.	.	.

Belastung

EIGENLAST

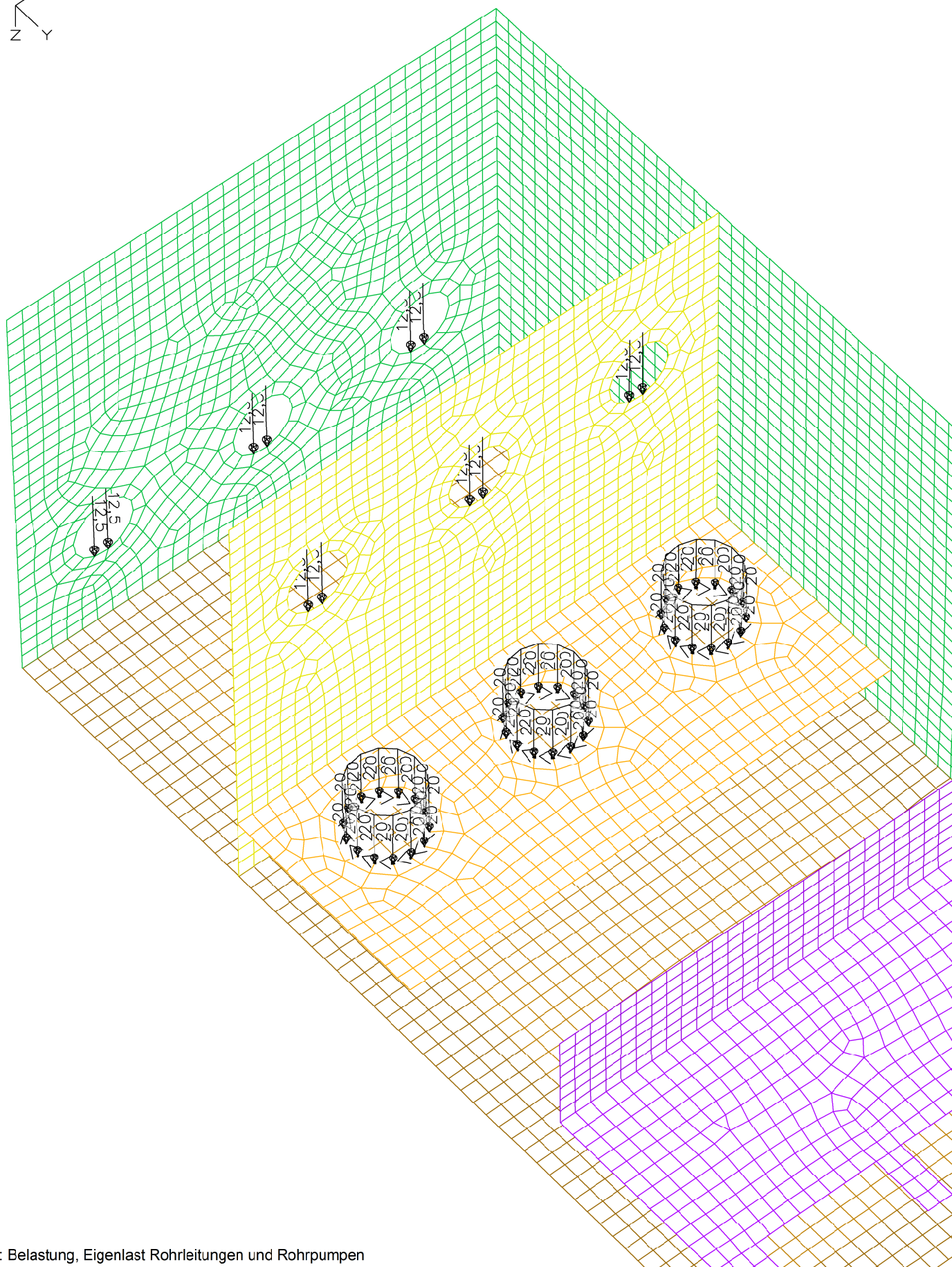


LF 1: Belastung, Eigengewicht

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Belastung



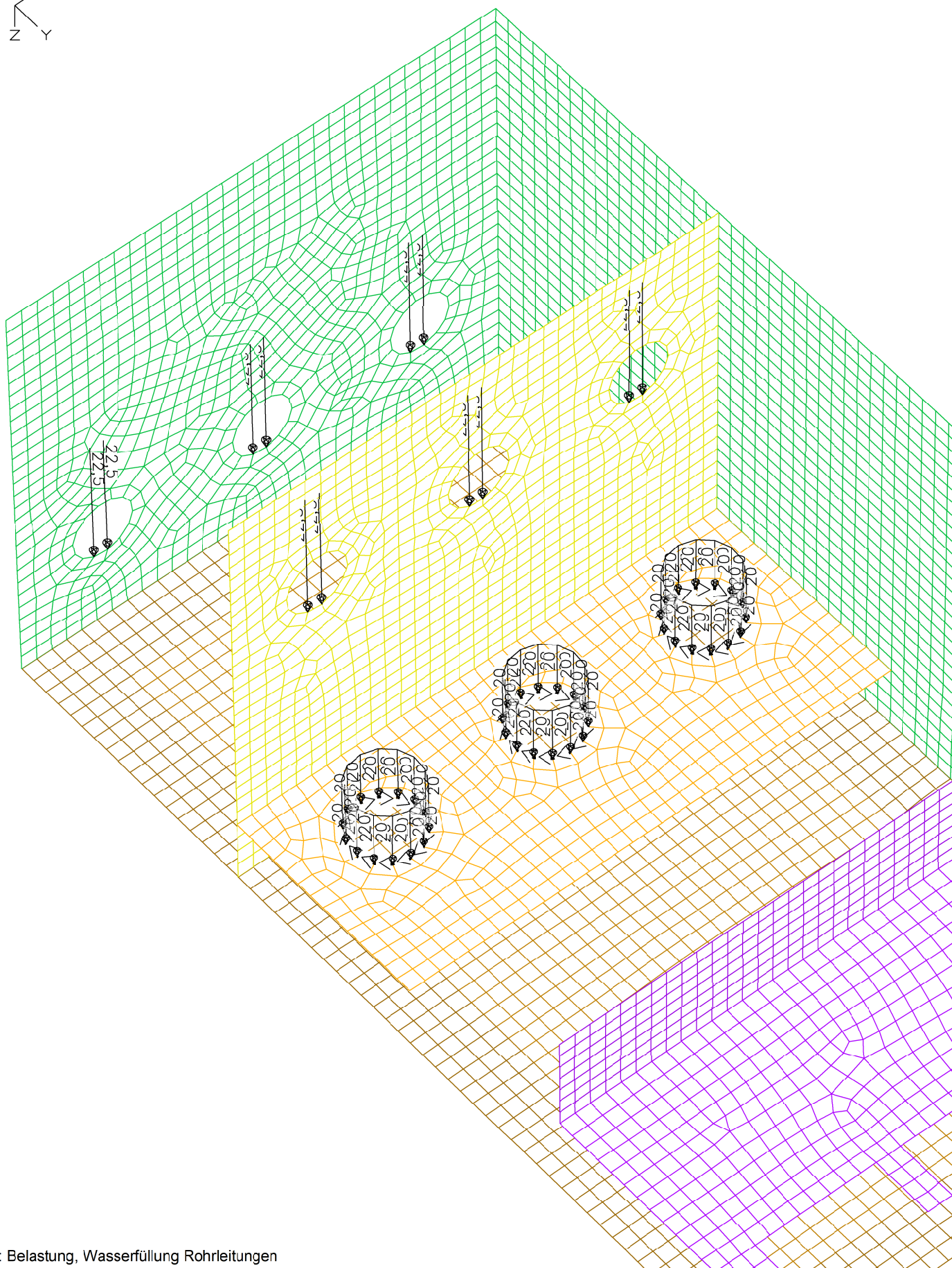
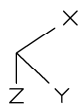
LF 2: Belastung, Eigenlast Rohrleitungen und Rohrpumpen

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1: 65

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



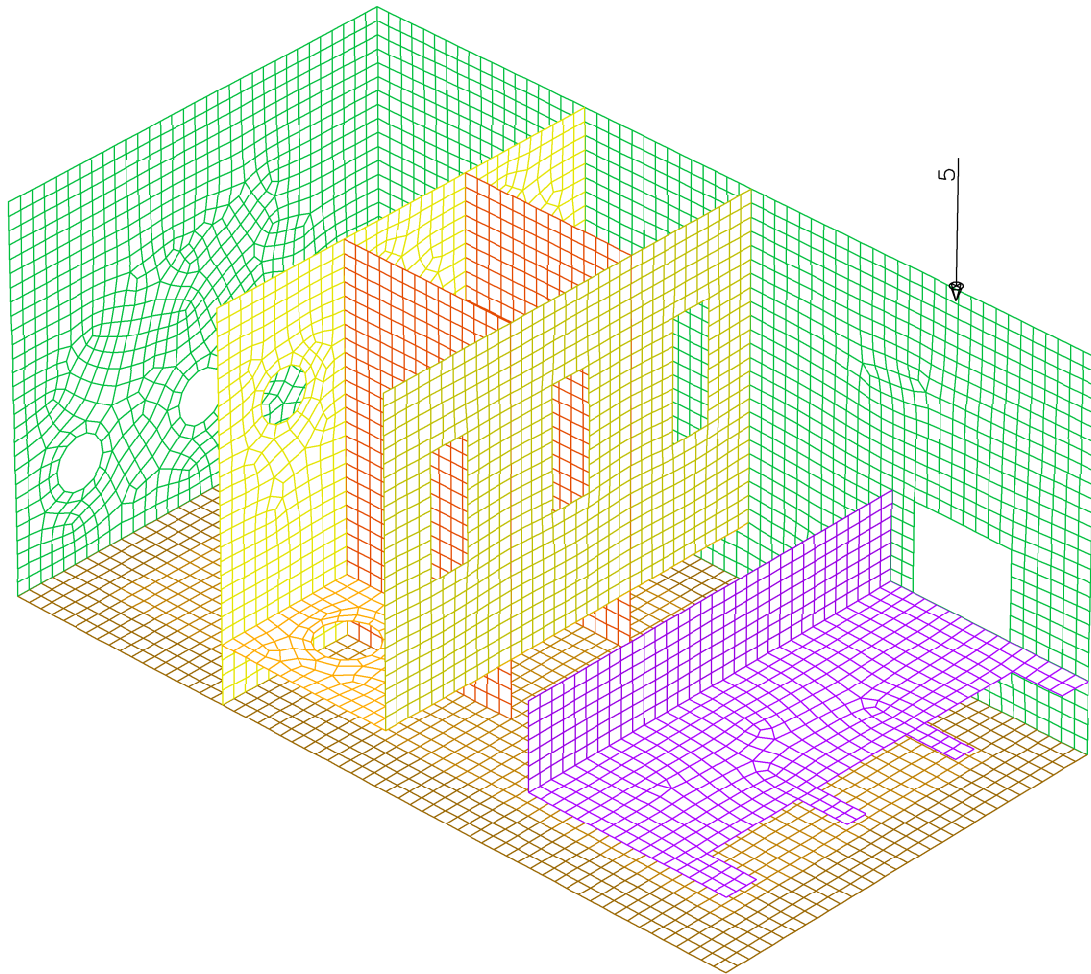
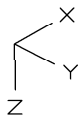
LF 3: Belastung, Wasserfüllung Rohrleitungen

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1: 65

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



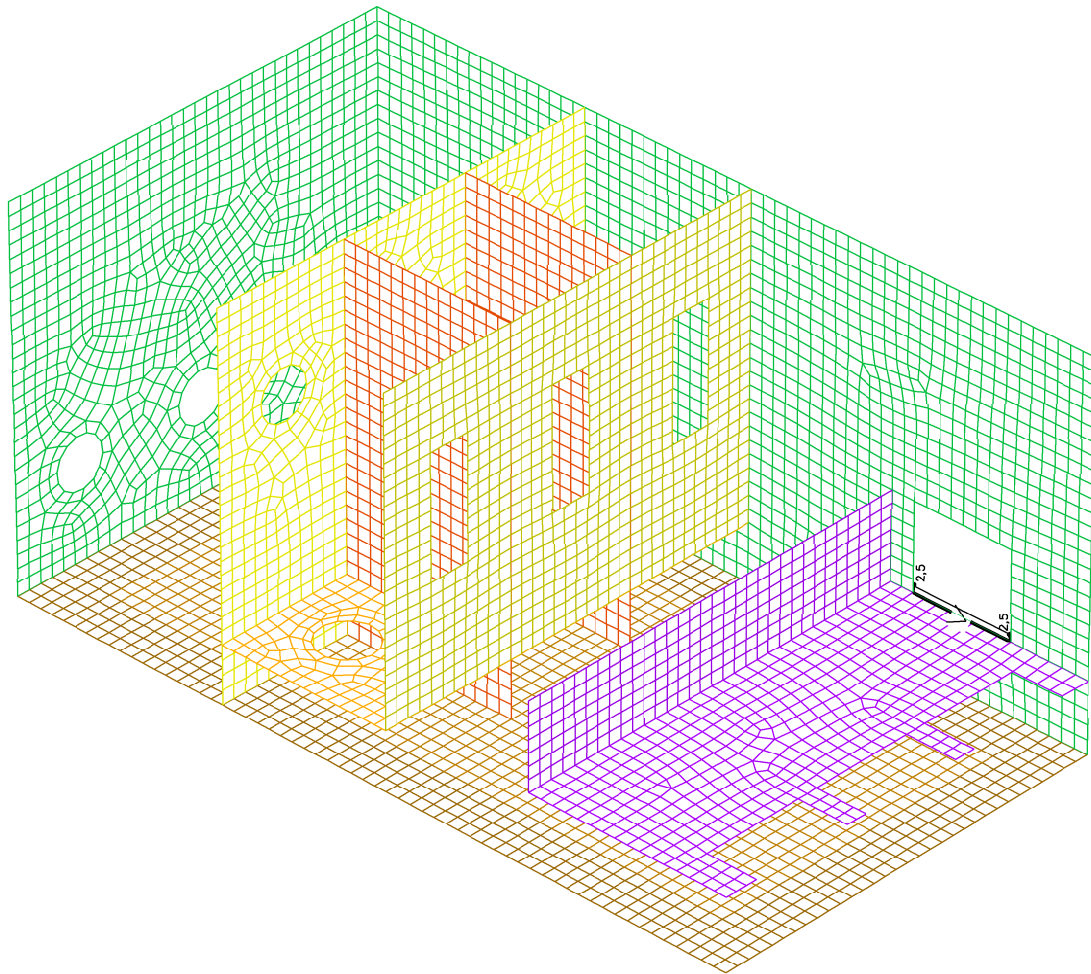
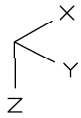
LF 4: Belastung, Eigenlast Schieber, offen

Objekt 8_Schöpfwerk I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



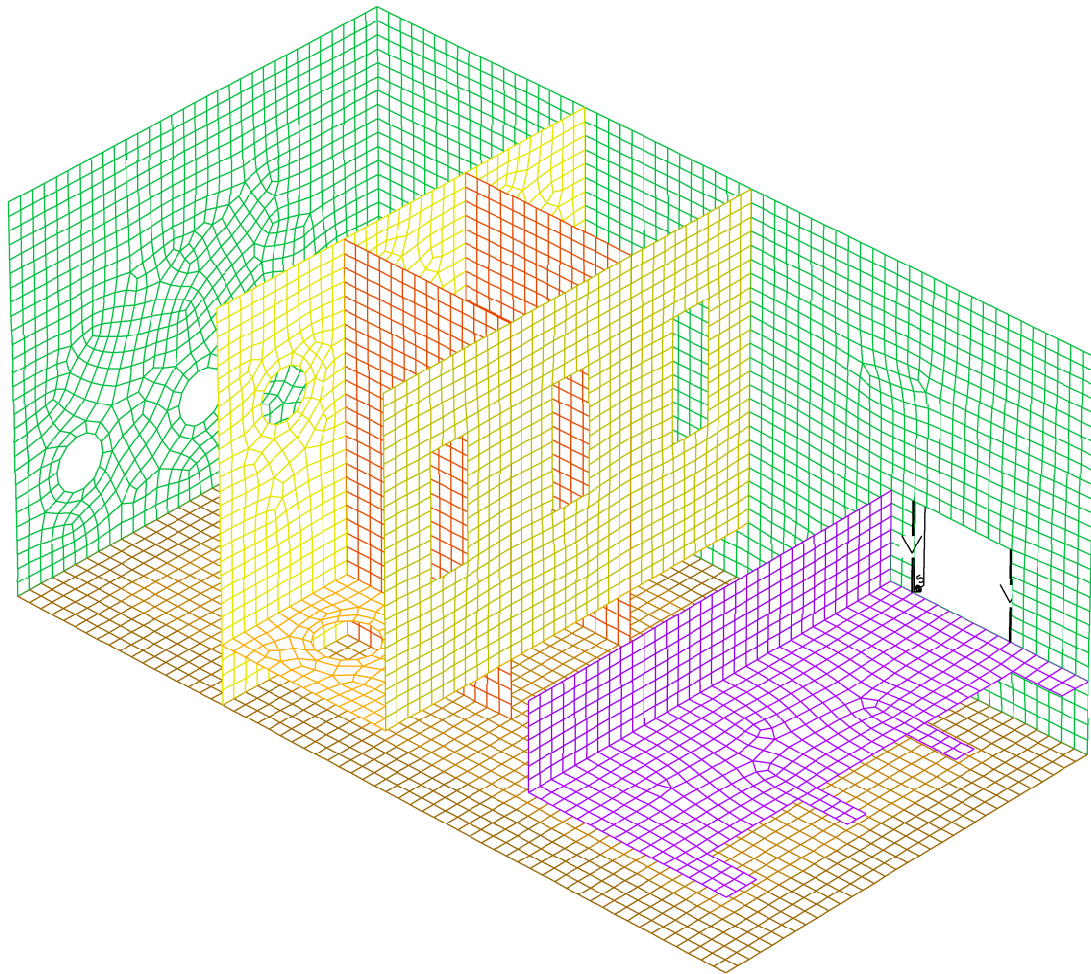
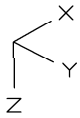
LF 5: Belastung, Eigenlast Schieber, geschlossen

Objekt 8_Schöpfwerk I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



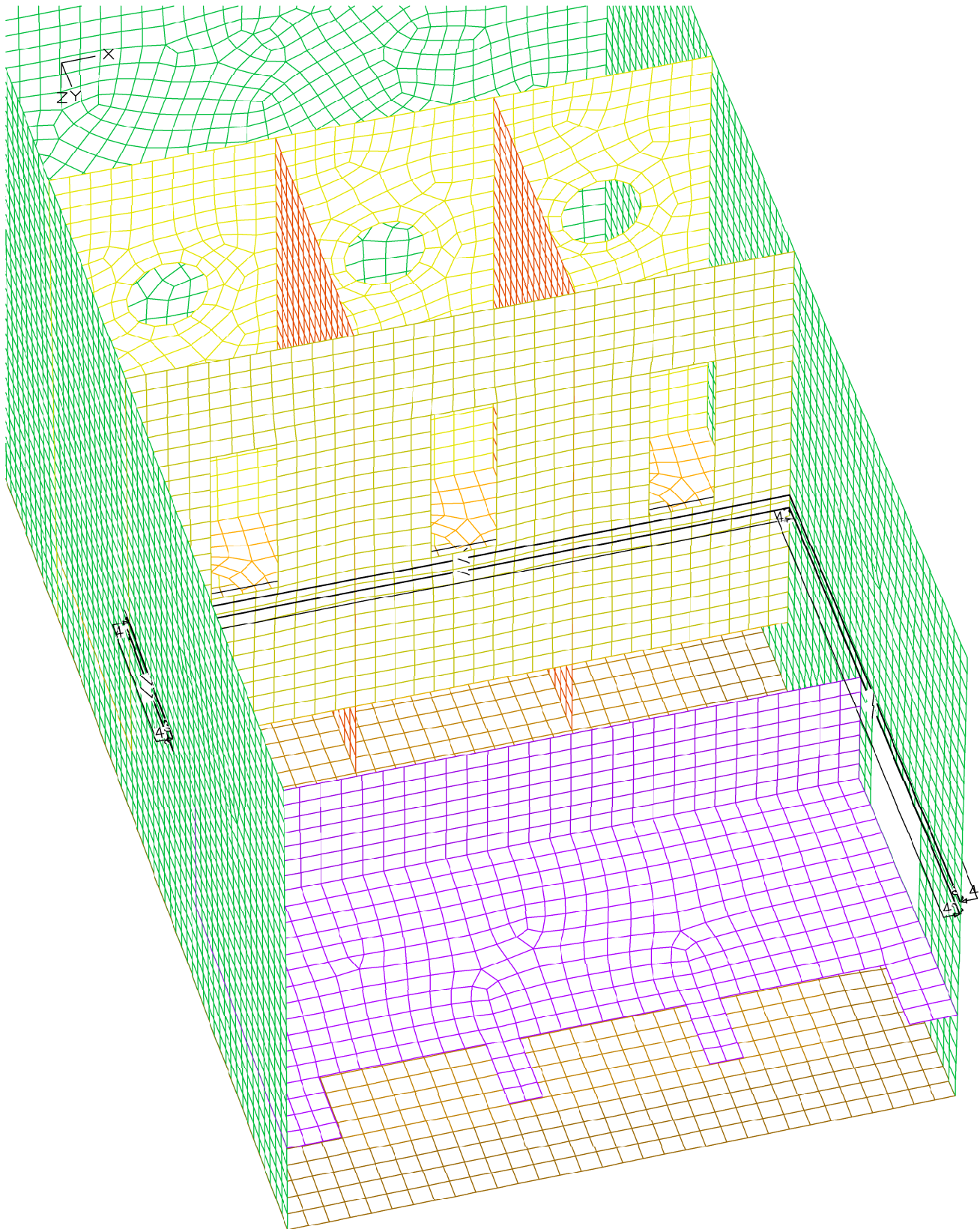
LF 6: Belastung, Wasserdruck auf Absperrschieber

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



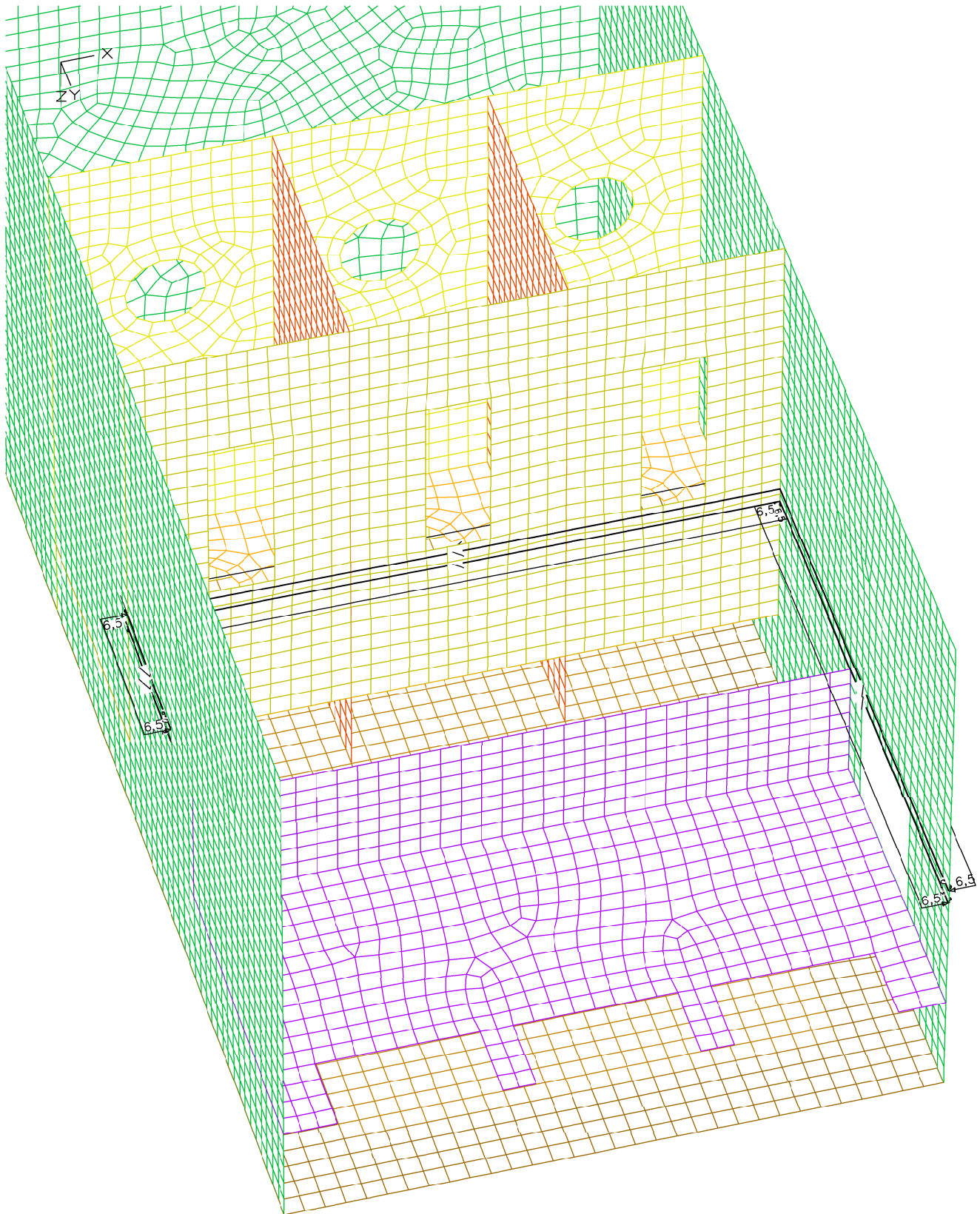
LF 7: Belastung, Eigengewicht des Bedienstegs

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:65

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



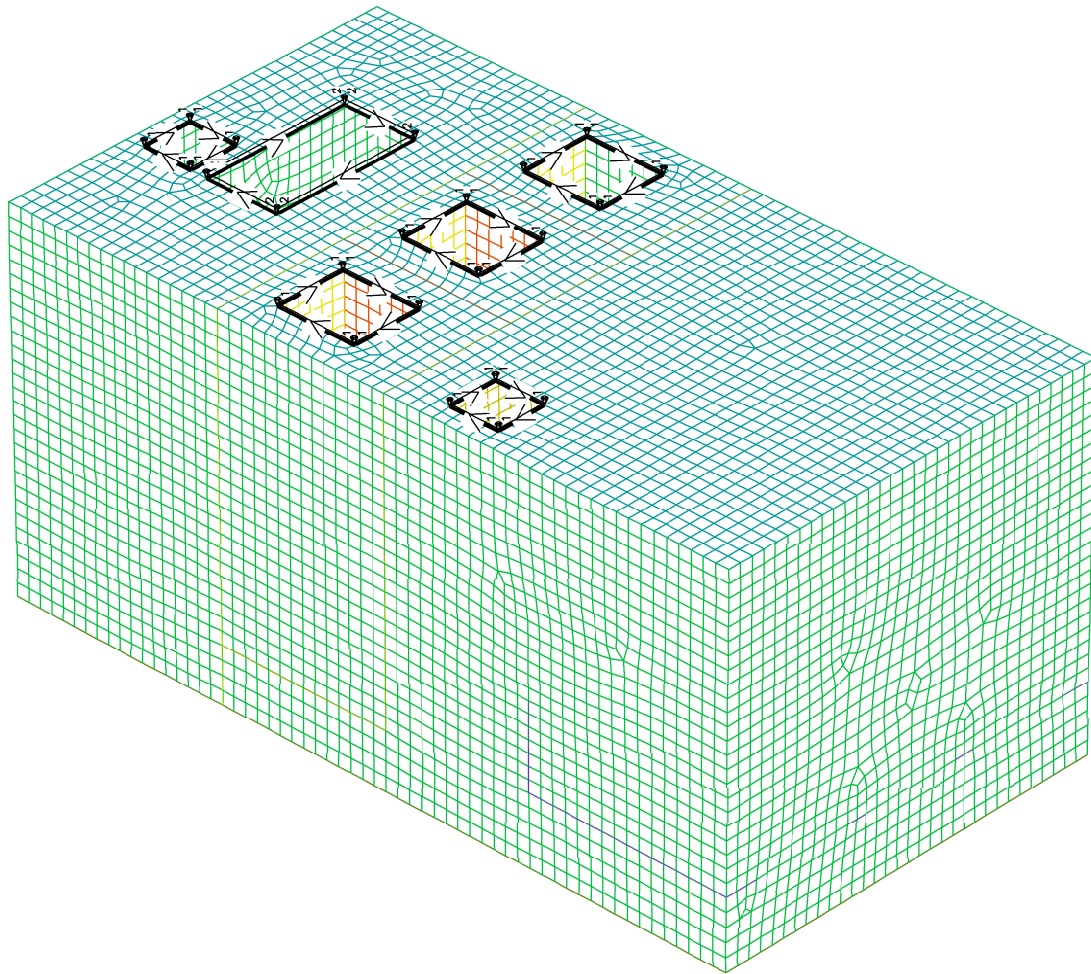
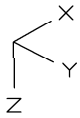
LF 8: Belastung, Verkehrslast auf Bediensteg

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:65

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



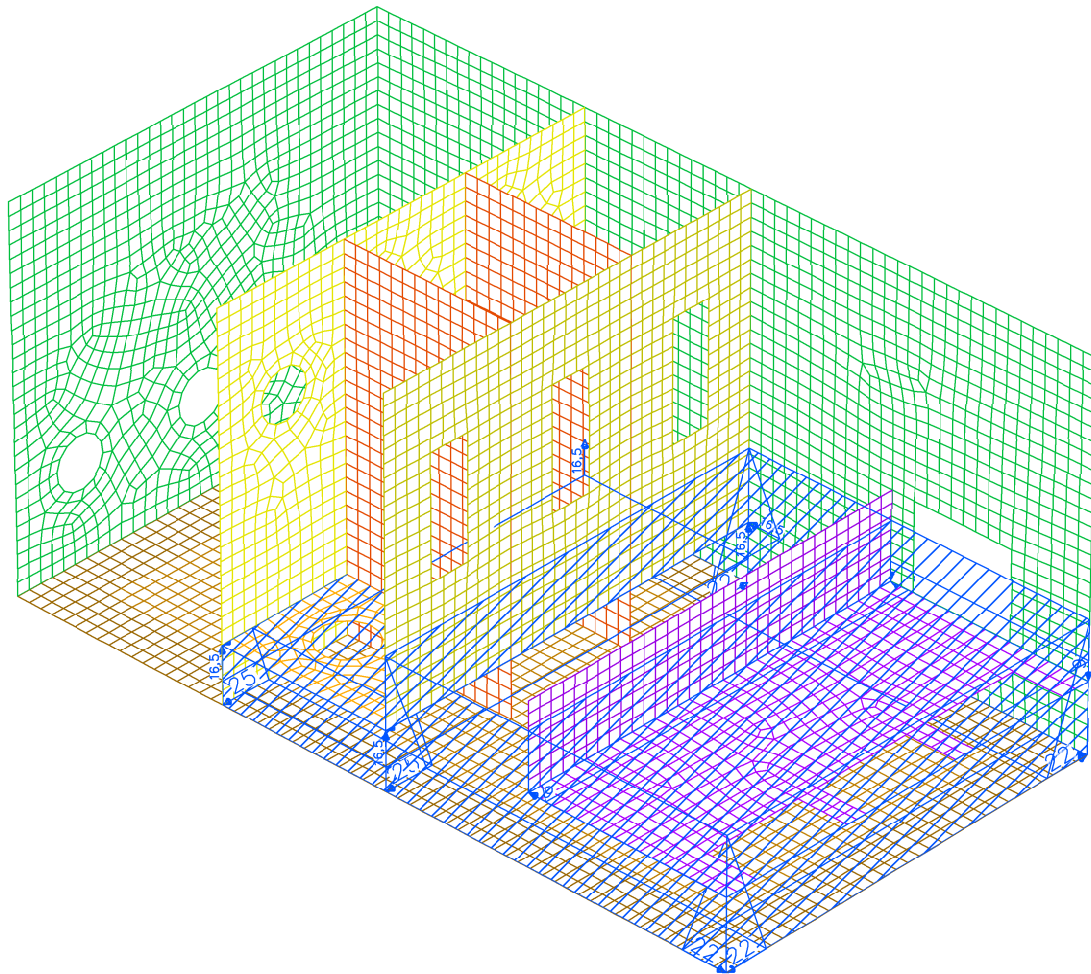
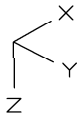
LF 9: Belastung, Eigengewicht Abdeckung Montageöffnung

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



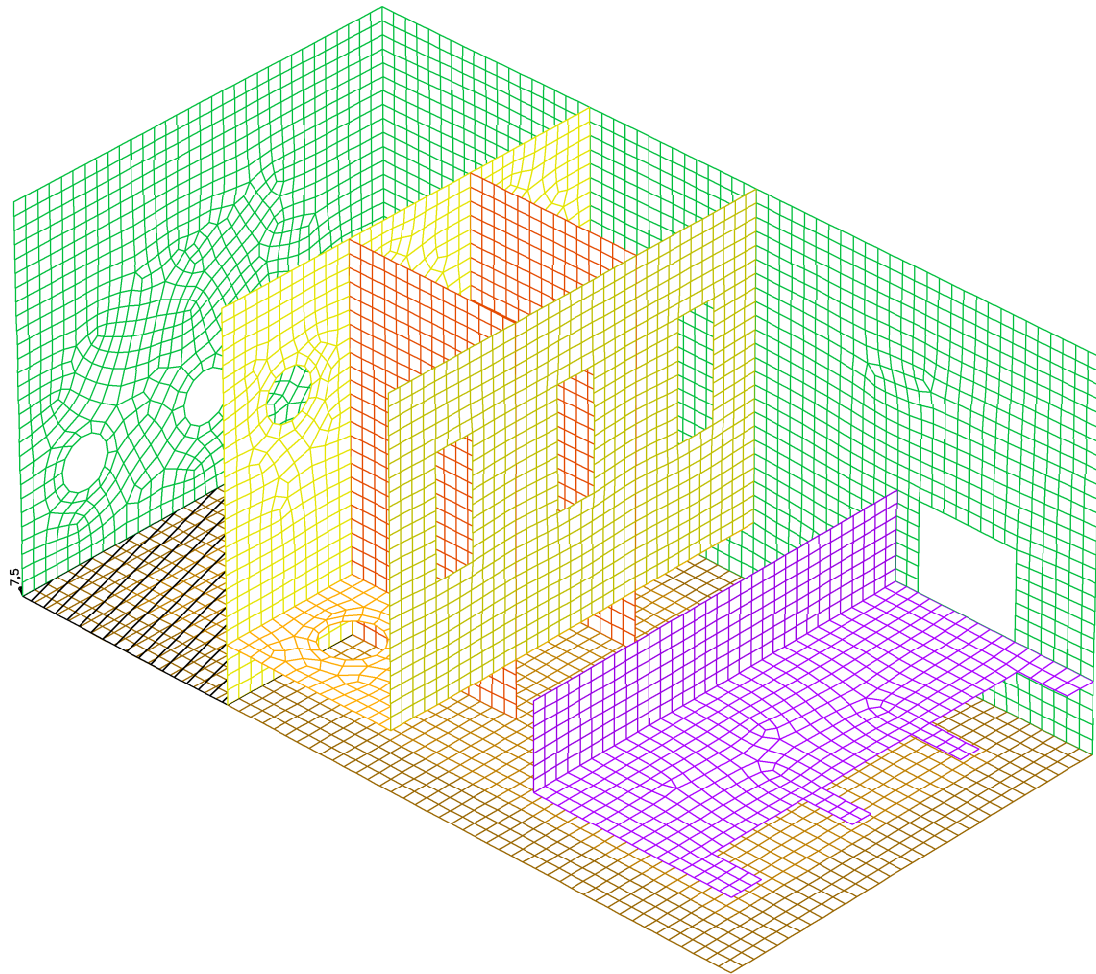
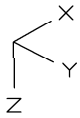
LF 10: Belastung, Wasserfüllung im Bauwerk

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



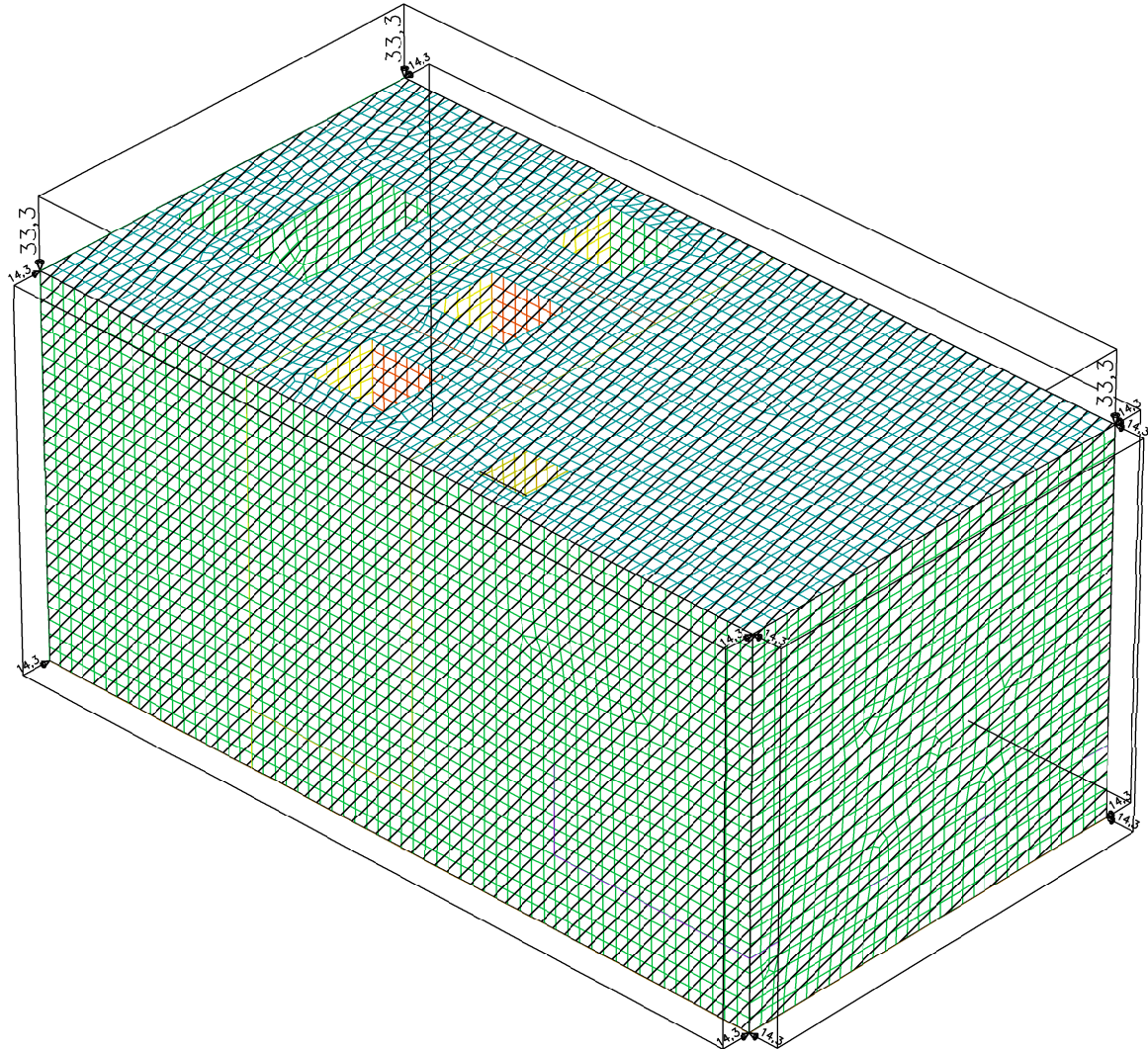
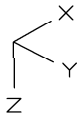
LF 11: Belastung, Nutzlast Bodenplatte

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



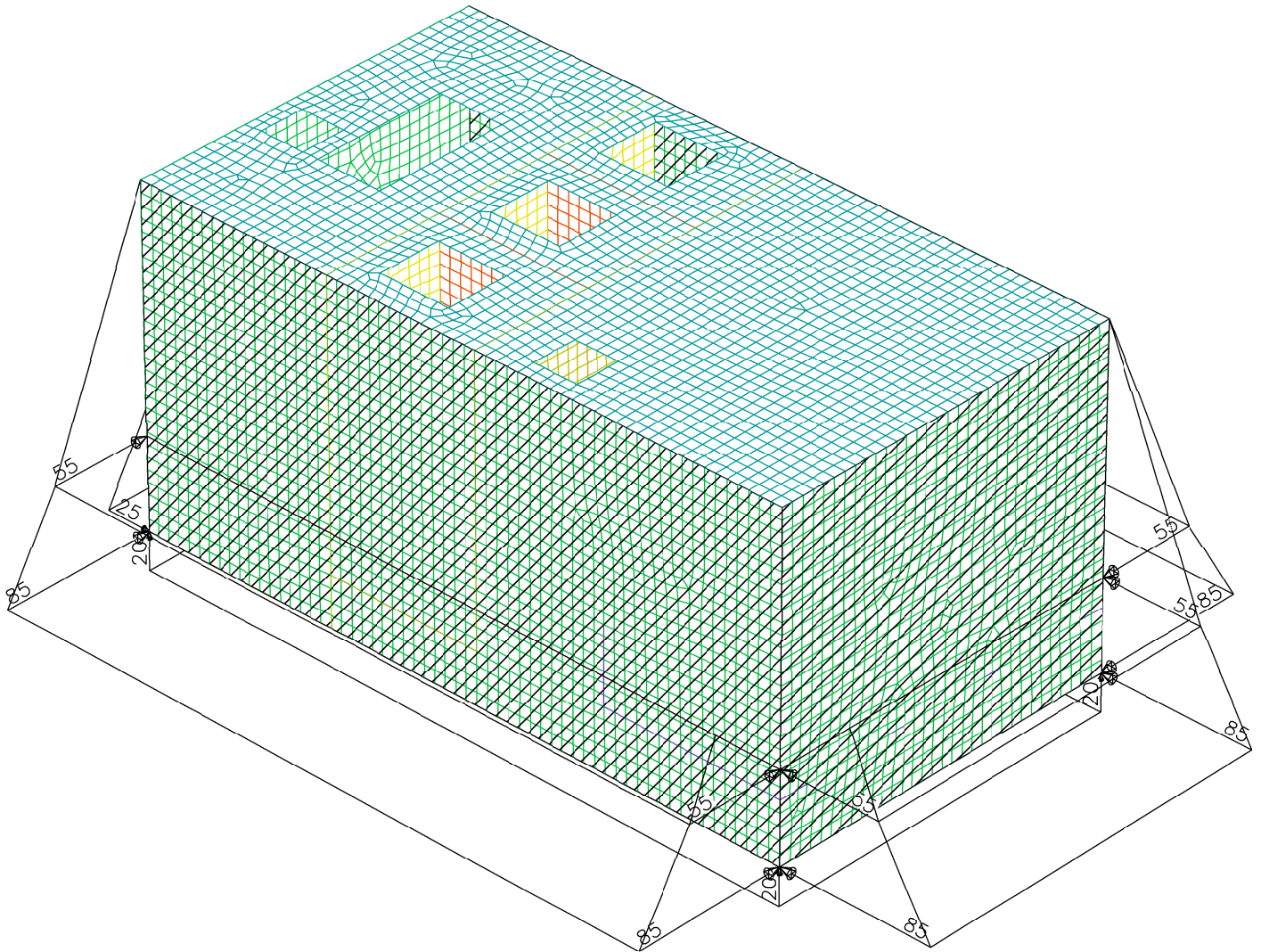
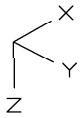
LF 12: Belastung, Verkehrslast Decke

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1: 115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



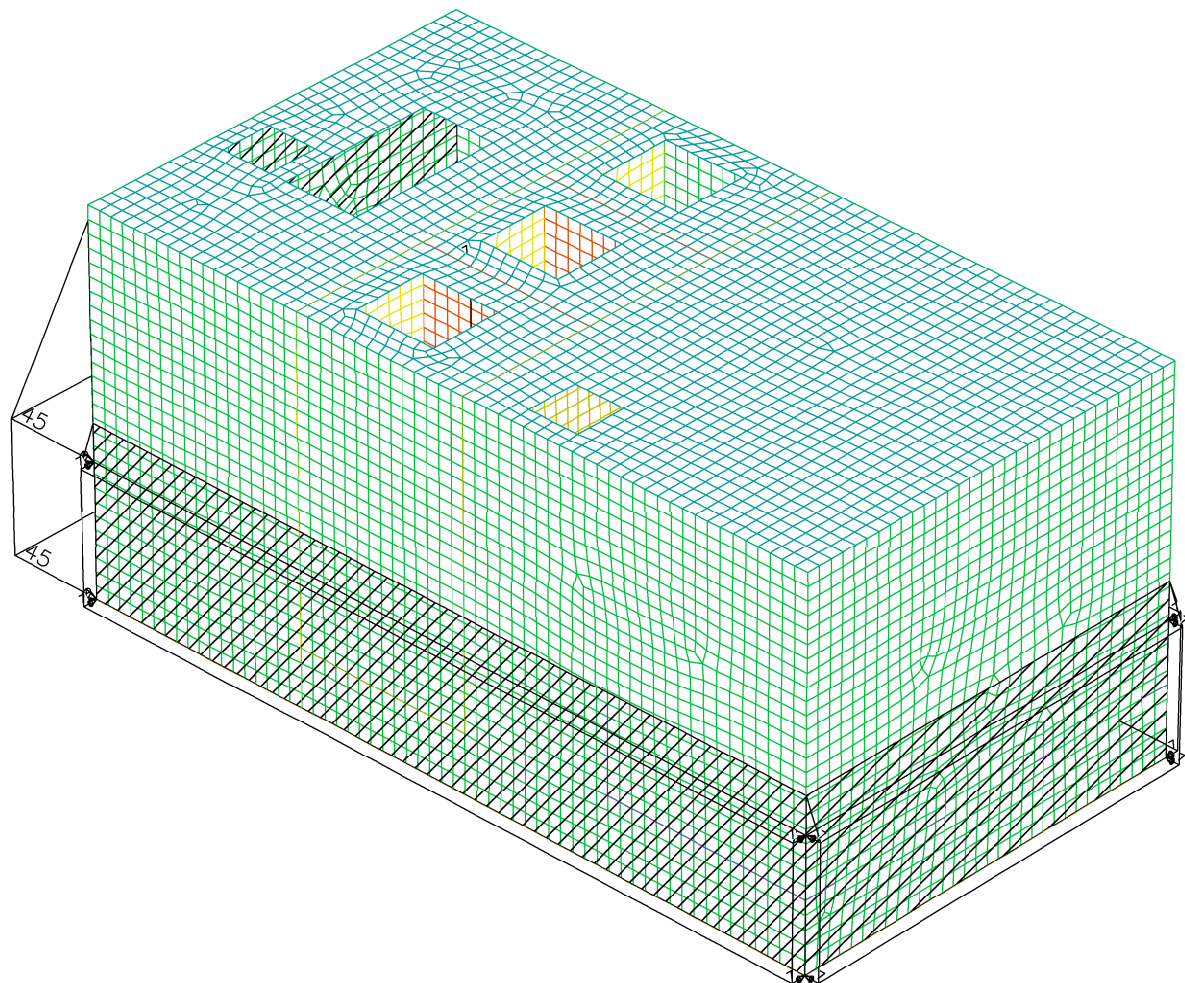
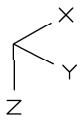
LF 13: Belastung, Erdruchdruck mit Grundwasser

Objekt 8_Schöpfung I_Rev1

M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

Belastung



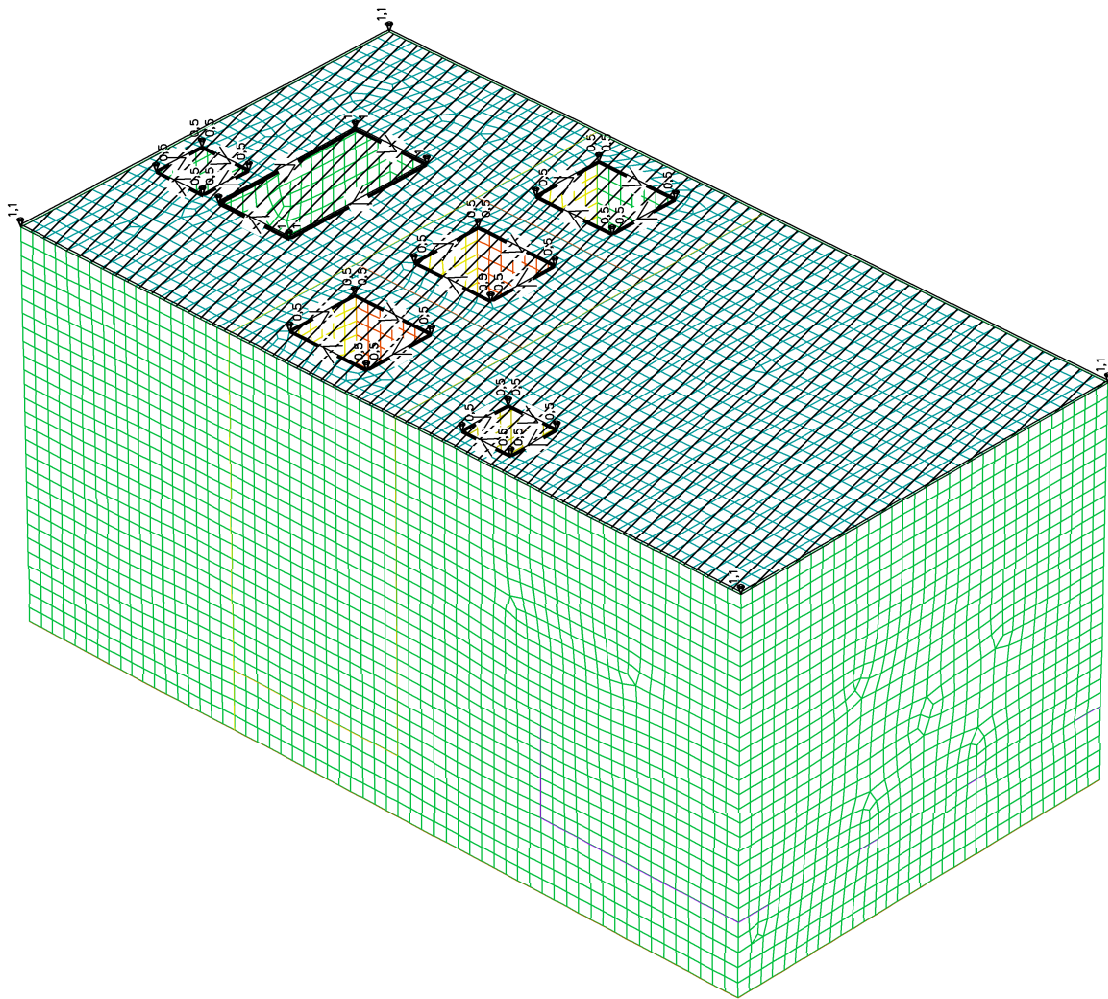
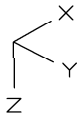
LF 14: Belastung, Wasserdruck im Hochwasserfall

Objekt 8_Schöpfwerk I_Rev1

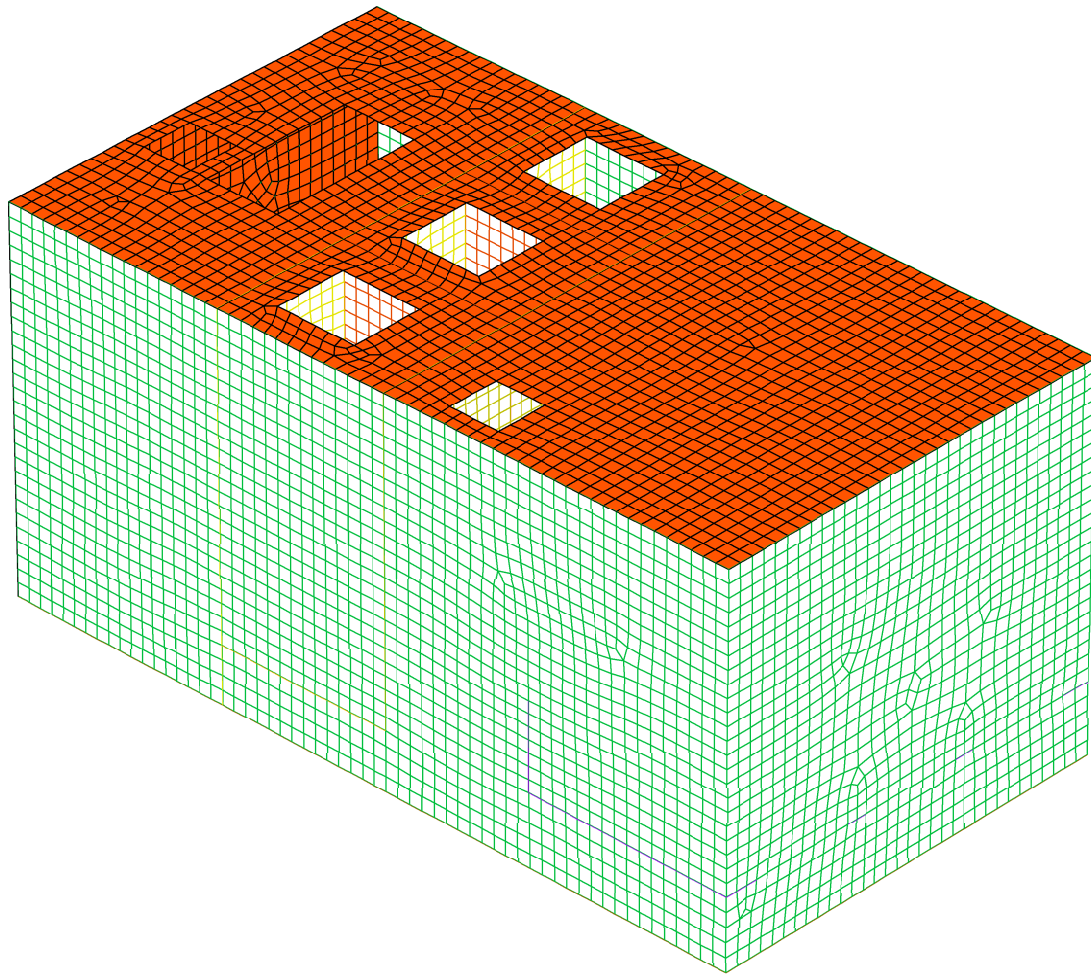
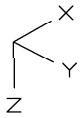
M = 1:115

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

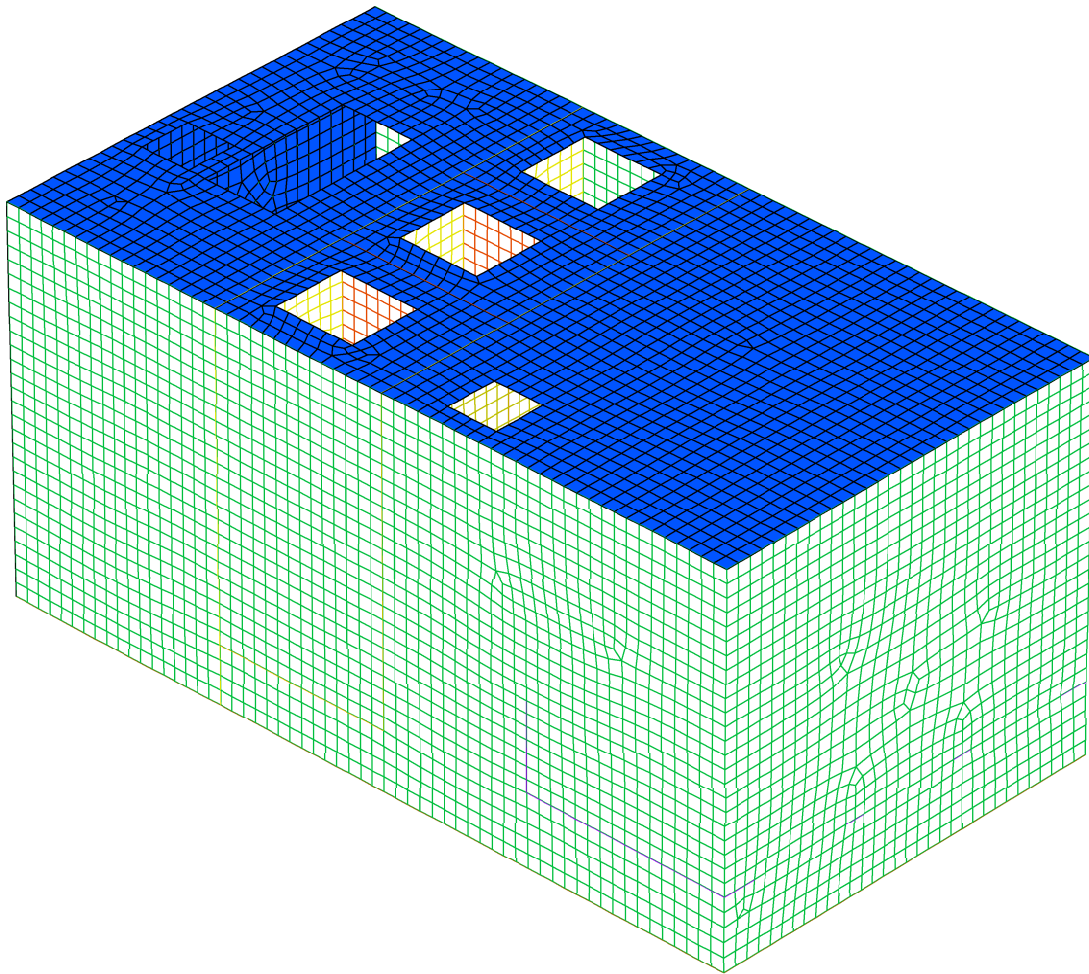
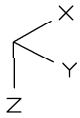
Belastung



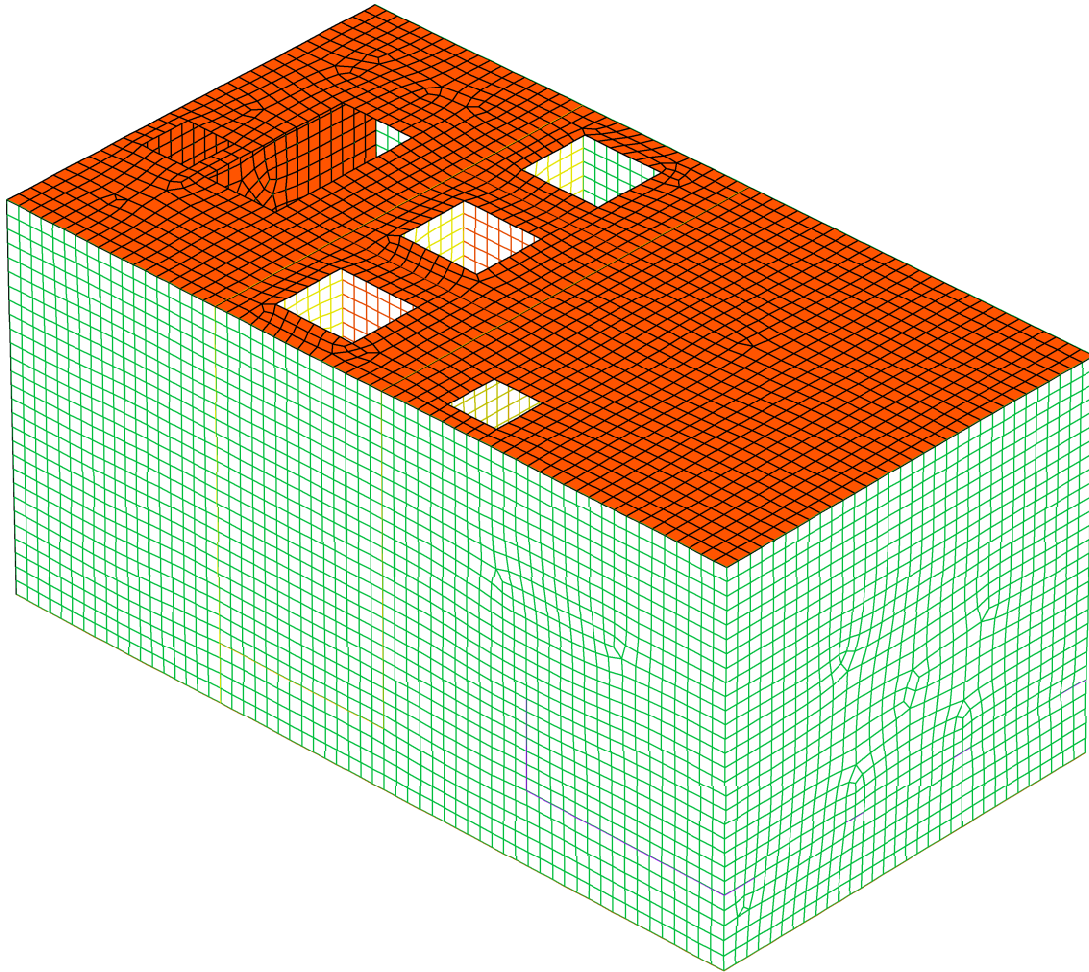
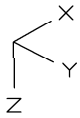
Belastung



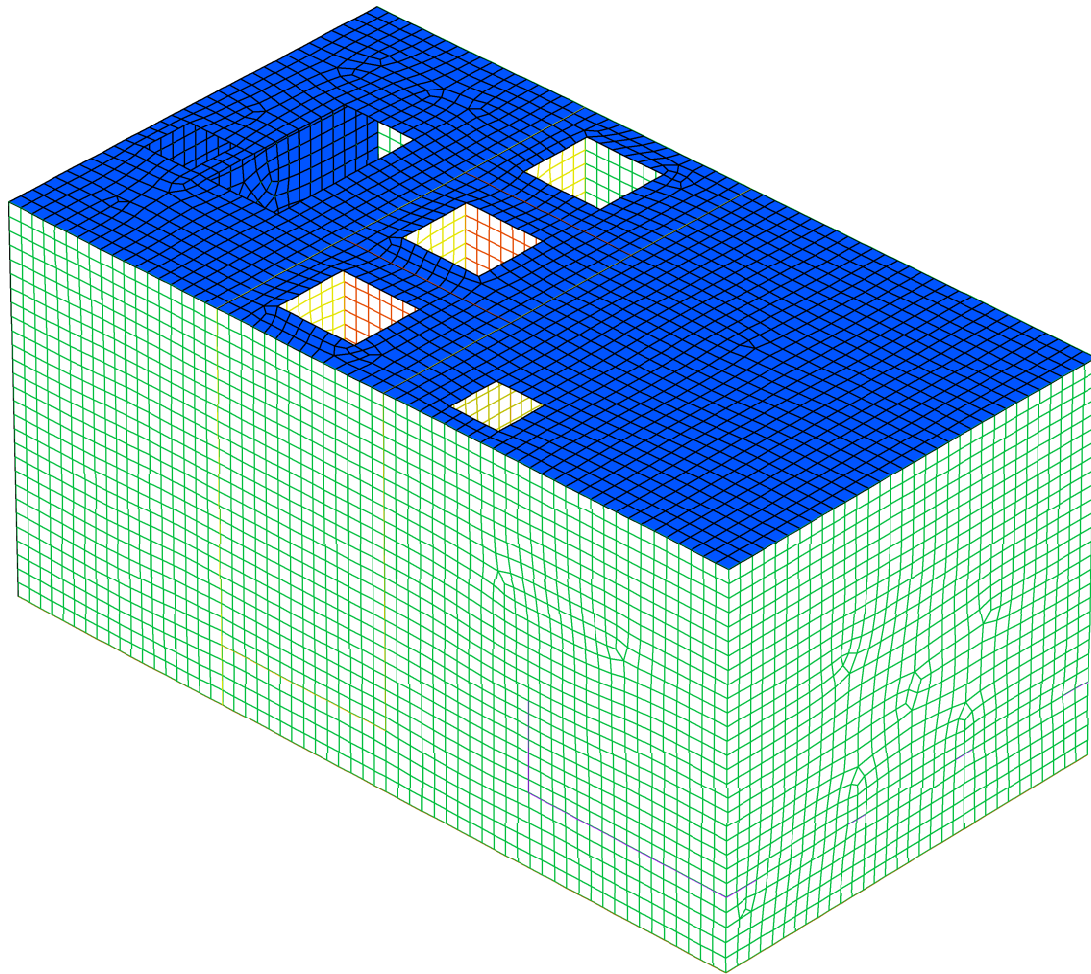
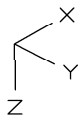
Belastung



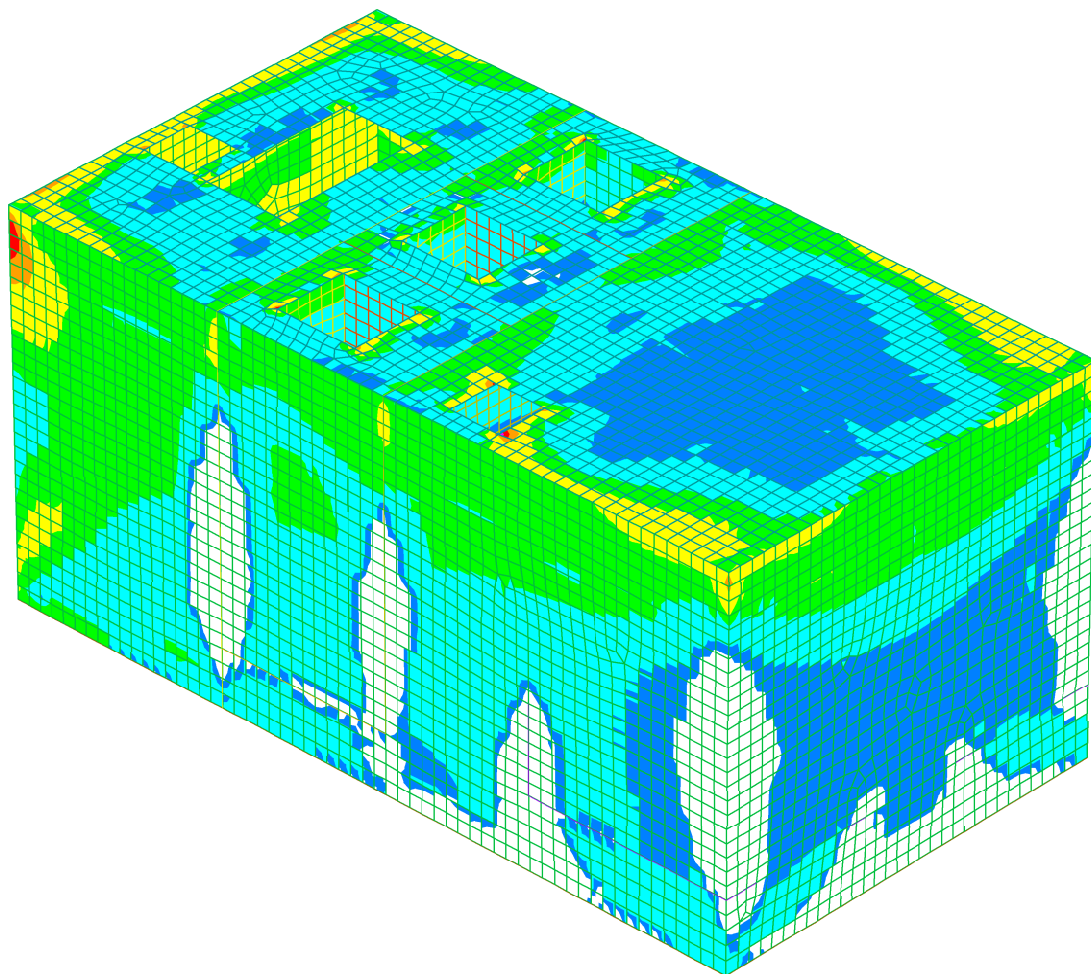
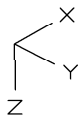
Belastung



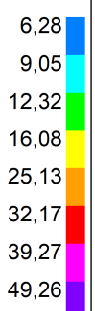
Belastung



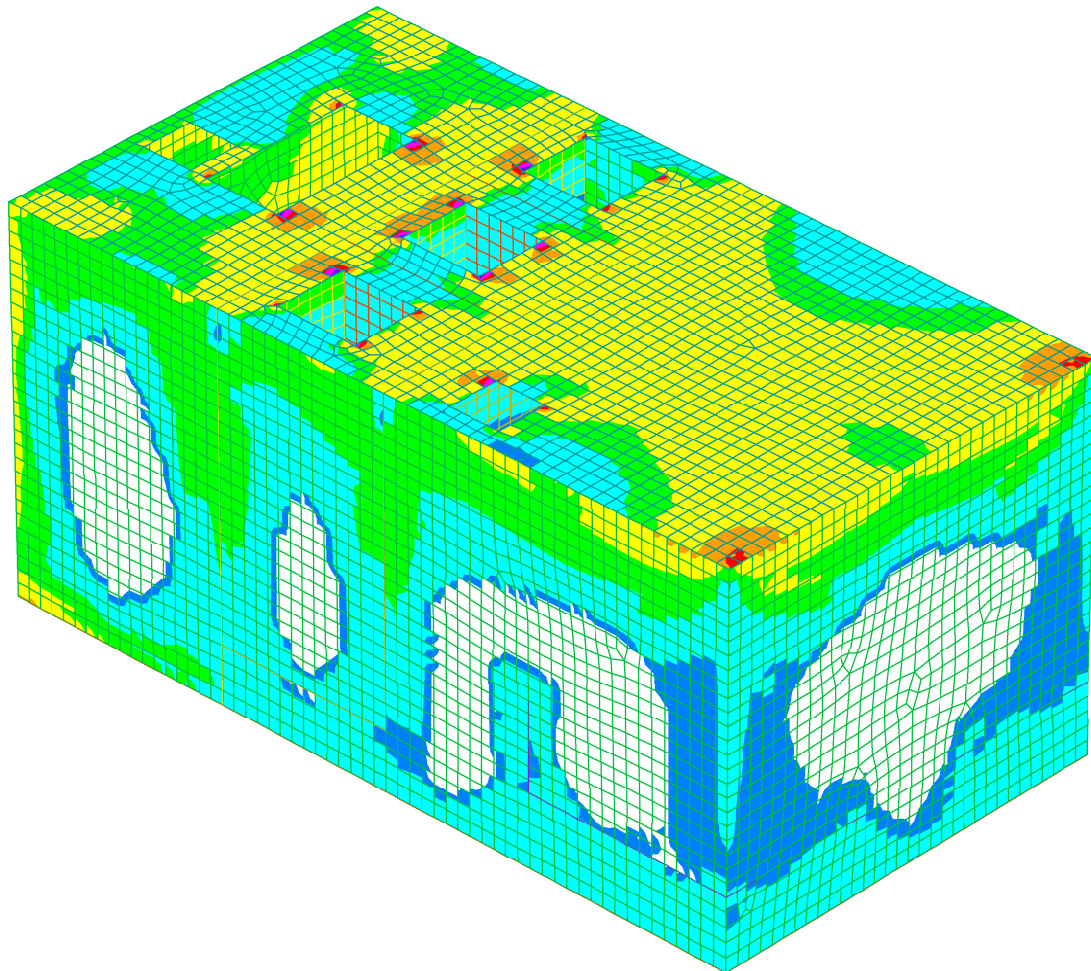
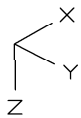
Bewehrung



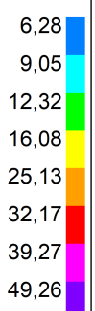
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/53,17 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 25,2 t



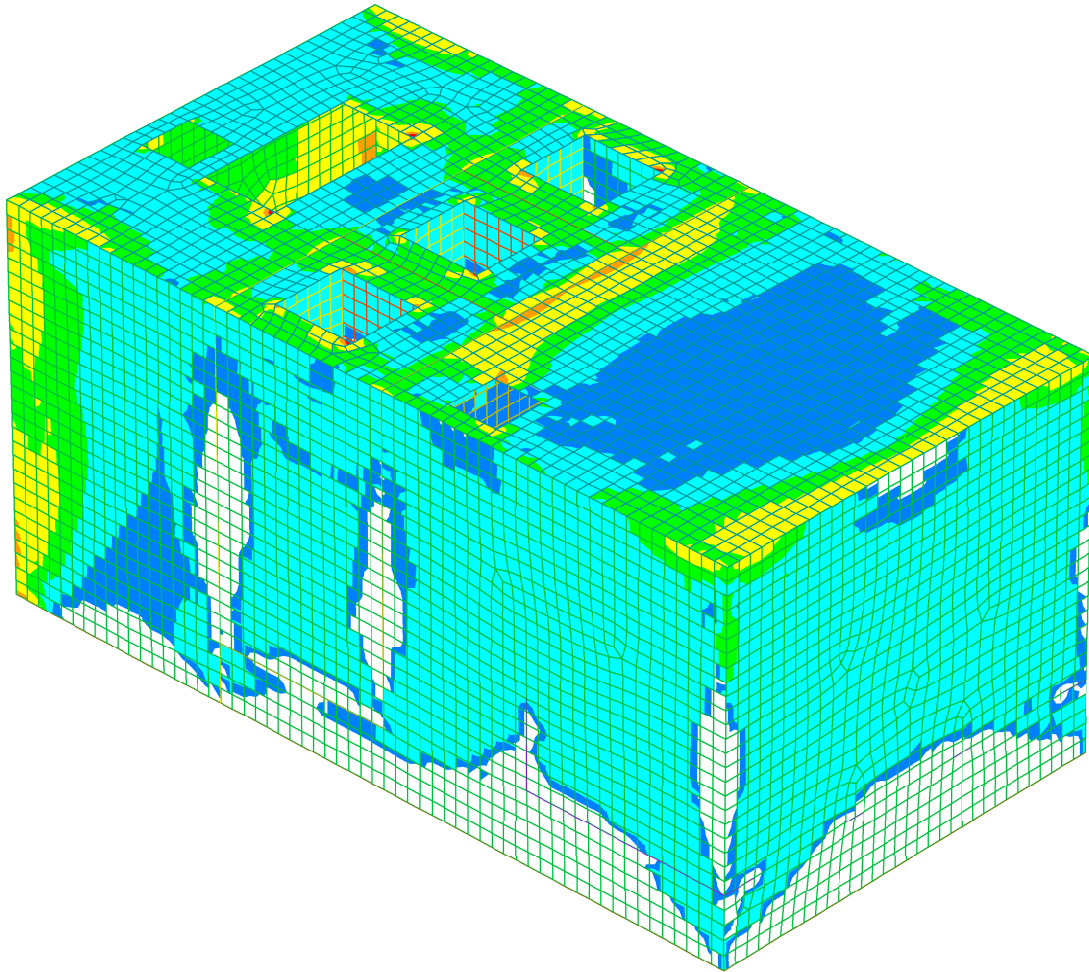
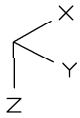
Bewehrung



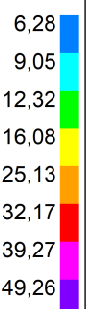
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/65,64 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 25,2 t



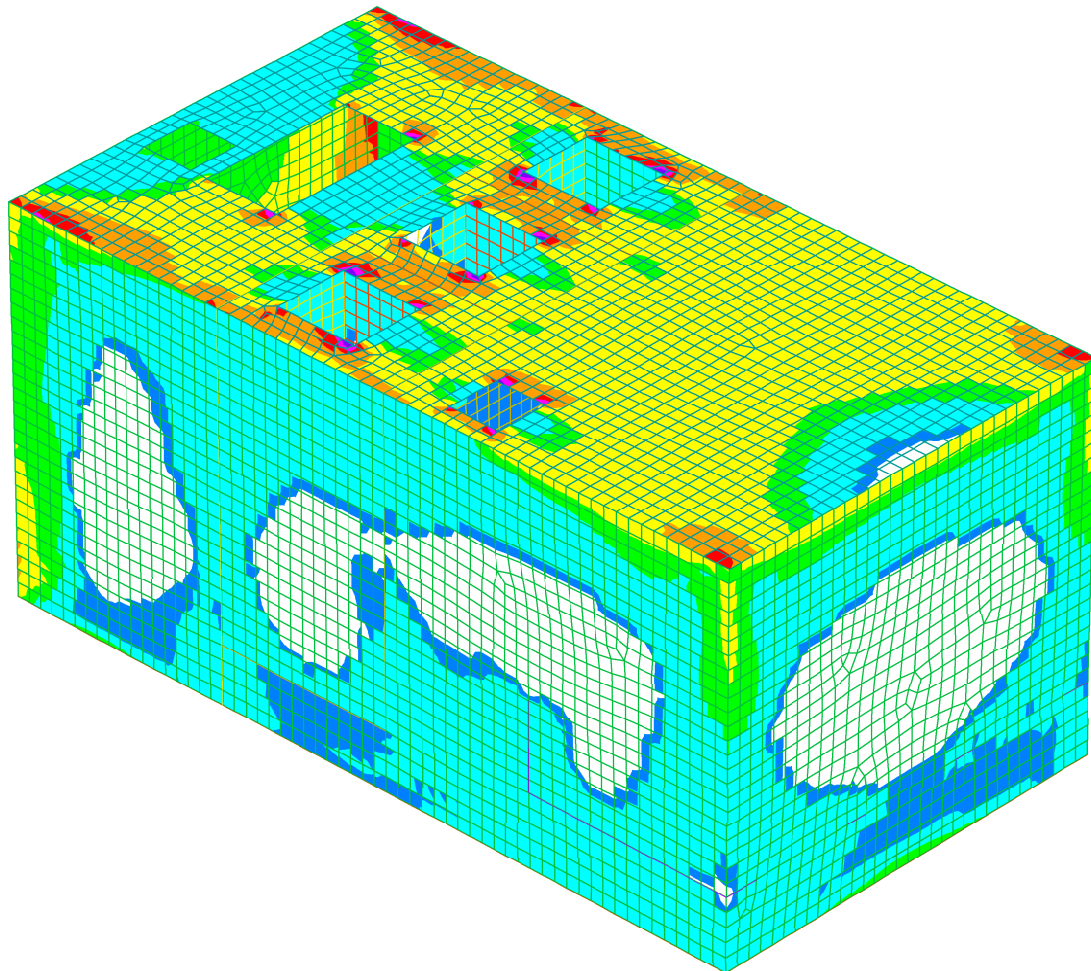
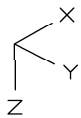
Bewehrung



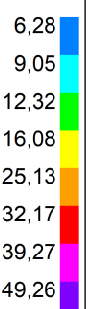
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/56,50 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 25,2 t



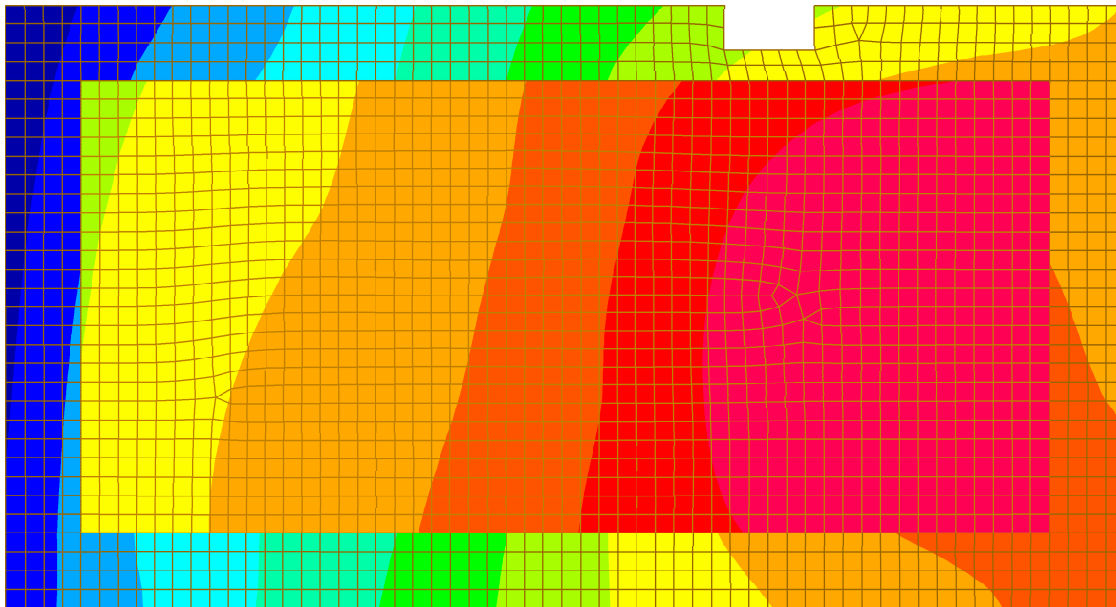
Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/88,90 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 25,2 t



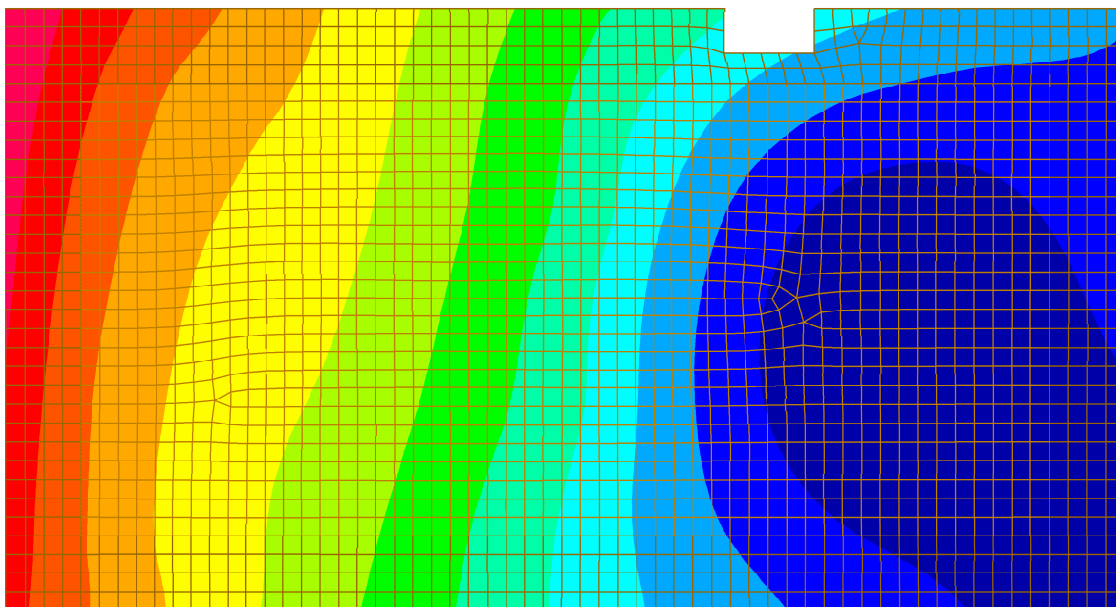
Bodenpressungen



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Bettungskräfte min Sigma.z [kN/m²]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -171,45/-47,65 [kN/m²]

-171,5
-161,1
-150,8
-140,5
-130,2
-119,9
-109,6
-99,2
-88,9
-78,6
-68,3
-58,0
-47,7

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

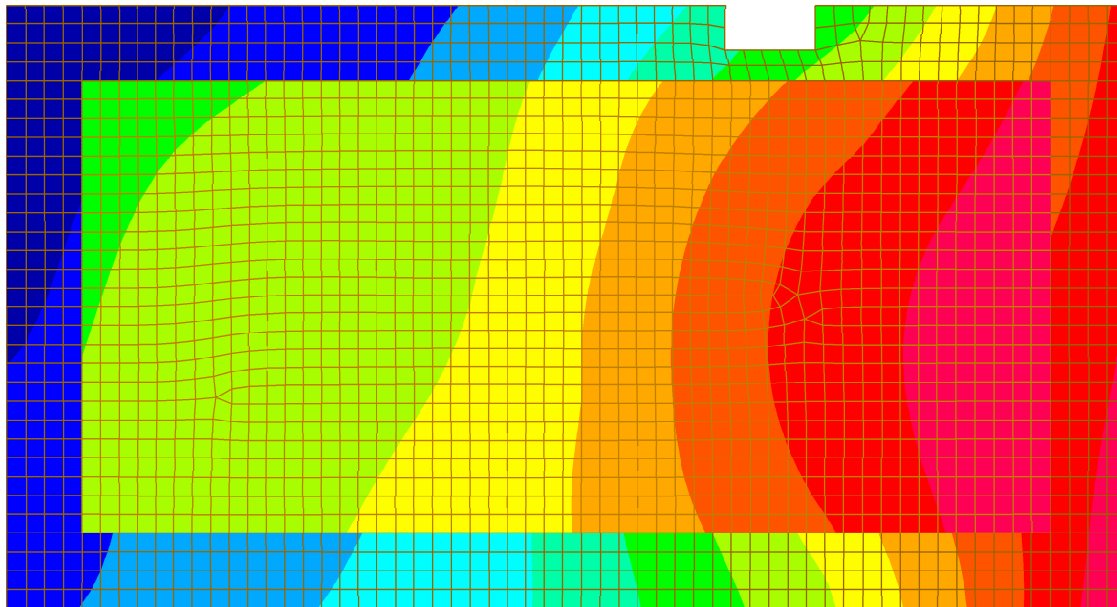


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen max uz [mm]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 4,77/11,43 [mm]

4,77
5,32
5,88
6,43
6,99
7,54
8,10
8,65
9,21
9,76
10,32
10,87
11,43

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

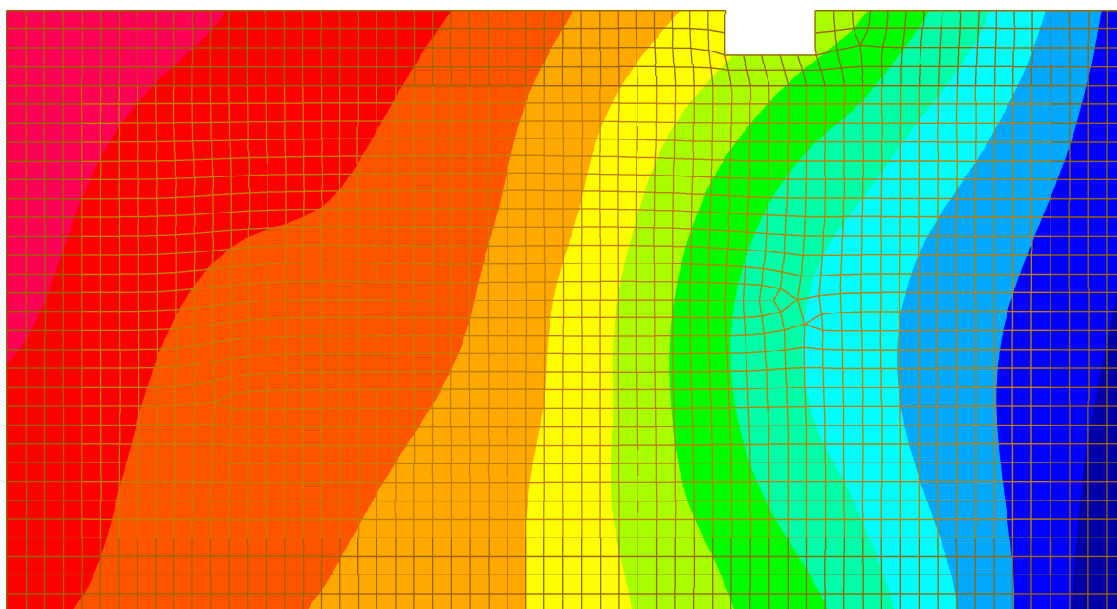
Bodenpressungen



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
 Bettungskräfte max Sigma.z [kN/m²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -75,03/-15,59 [kN/m²]

-75,03
 -70,08
 -65,12
 -60,17
 -55,22
 -50,26
 -45,31
 -40,36
 -35,41
 -30,45
 -25,50
 -20,55
 -15,59

Bettungskräfte 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): 1,10/5,00 [mm]

1,10
 1,43
 1,75
 2,08
 2,40
 2,73
 3,05
 3,38
 3,70
 4,03
 4,35
 4,68
 5,00

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