

Projekt 2527.01

Hochwasserschutz Nittenau

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

Statische Berechnung Nr. 2527.01_3_04_01

Objekt 4

Hochwasserschutzmauern

mit Bohrpfahlgründung



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 31.01.2021

ppa. R. Wach
(Projektleiter)

i.A. S. Siegle
(Projektingenieur)

Indextabelle:

Rev.	Datum	Art der Änderung
01	31.01.2021	Einarbeitung Umplanung, z.B. Entfallen des Haus des Flusses
02		
03		
04		
05		

Inhaltsverzeichnis Standsicherheitsberechnung

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteile / Bezeichnungen	3
1.2.1	HWS-Mauer Angerinsel Ost (Objekt 4.2)	3
1.2.2	HWS-Mauer Angerinsel West (Objekt 4.4)	6
1.3	Verwendete Normen und Unterlagen	7
1.4	Randbedingungen der Planungen	8
1.5	Grundwasserstand	9
1.6	Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung	9
1.7	Gründung / Bettung	11
2	Nachweise	12
3	Bauteileigenschaften	13
3.1	Baustoffe / Expositionsklassen (allgemein)	13
3.2	Rissbreitenbeschränkung (allgemein)	14
4	Rissbreitenbemessung	16
4.1	Hochwasserschutzmauer Angerinsel Ost	16
4.1.1	Kopfbalken (d = 100 cm)	16
4.1.2	HWS-Mauer (d = 40 – 60 cm)	16
4.2	Hochwasserschutzmauer Angerinsel West, Schnitt 1-1	17
4.2.1	Kopfbalken (d = 80 cm)	17
4.2.2	HWS-Mauer (d = 40 - 60 cm)	17
4.2.3	HWS-Mauer (d = 90 cm)	17
4.3	Hochwasserschutzmauer Angerinsel West, Schnitt 2-2	18
4.3.1	Kopfbalken (d = 80 cm)	18
4.3.2	HWS-Mauer (d = 40 - 60 cm)	18

4.4	Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten	19
5	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	20
6	Einwirkungen / Lastfälle	21
6.1	Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel Ost	21
6.1.1	Lastfall 1: Eigengewicht	21
6.1.2	Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchdruck und Grundwasser	21
6.1.3	Lastfall 3: Verdichtungserddruck	22
6.1.4	Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60	22
6.1.5	Lastfall 5: Lasten infolge Fahrzeuganprall	22
6.1.6	Lastfall 6 und 17: Personenlast, erd- und gewässerseitig	22
6.1.7	Lastfall 7: Windlast	22
6.1.8	Lastfall 11: Wasserseitiger Erdruchdruck und Wasserstand Stauziel	23
6.1.9	Lastfall 12: Wasserdruck $HQ_{100} + 15\%$	23
6.1.10	Lastfälle 13: Strömungsdruck	23
6.1.11	Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut	24
6.1.12	Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	24
6.1.13	Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	24
6.2	Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel West 1-1	25
6.2.1	Lastfall 1: Eigengewicht	25
6.2.2	Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchdruck und Grundwasser	25
6.2.3	Lastfall 3: Verdichtungserddruck	26
6.2.4	Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60	26
6.2.5	Lastfall 11: Erdruchdruck im Bereich der Rampe	26
6.2.6	Lastfall 12: Wasserdruck $HQ_{100} + 15\%$	27
6.2.7	Lastfälle 13: Strömungsdruck	27
6.2.8	Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut	27
6.2.9	Lastfall 17: Erddruck infolge von Personenlasten auf der Rampe	28
6.2.10	Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	28
6.2.11	Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	28
6.3	Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel West 2-2	29
6.3.1	Lastfall 1: Eigengewicht	29
6.3.2	Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchdruck und Grundwasser	29
6.3.3	Lastfall 3: Verdichtungserddruck	30
6.3.4	Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60	30
6.3.5	Lastfall 5: Windlast	30
6.3.6	Lastfall 11: Wasserseitiger Erdruchdruck und Wasserstand Stauziel	30
6.3.7	Lastfall 12: Wasserdruck $HQ_{100} + 15\%$	31
6.3.8	Lastfälle 13: Strömungsdruck	31
6.3.9	Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut	31
6.3.10	Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	32
6.3.11	Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel	32
6.4	Erdbeben	32
6.5	Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte	33
6.6	Lastfallkombinationen	33

7	Bauzustand	34
7.1	Bemessung im Bauzustand	34
7.2	Baugruben	34
8	Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung	35
9	Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile	36
10	Anlagenverzeichnis	37
10.1	Anlage 1: Windlast „Frilo“	37
10.2	Anlage 2: Rissbreitenbemessung	40
10.3	Anlage 3: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“	48
10.4	Anlage 4: Bestimmung der erforderlichen Bewehrung der Bohrpfähle	198

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1].....	1
Bild 2:	Angerinsel Ost Schnitt 1-1, klein Venedig.....	3
Bild 3:	Angerinsel Ost Schnitt 2-2.....	3
Bild 4:	Angerinsel Ost Schnitt 3-3.....	4
Bild 5:	Angerinsel Ost Schnitt 4-4.....	4
Bild 6:	Angerinsel Ost Schnitt 5-5.....	5
Bild 7:	Angerinsel Ost Schnitt 6-6.....	5
Bild 8:	Angerinsel West Schnitt 1-1	6
Bild 9:	Angerinsel West Schnitt 2-2	6
Bild 10:	Schnittprofil Anlage 5.3, gemäß Baugrundgutachten.....	10
Bild 11:	Schnittprofil Anlage 5.4, gemäß Baugrundgutachten.....	10
Bild 12:	Schnittprofil Anlage 5.5, gemäß Baugrundgutachten.....	11
Bild 13:	Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“	15

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bauwerksabmessungen	2
Tabelle 2:	Bodenschichten gemäß Bodengutachten	9
Tabelle 3:	Festlegung der Rissbreite nach WU-Richtlinie	14
Tabelle 4:	geschätzte Bewehrungsgehalte HWS-Mauer	36
Tabelle 5:	geschätzte Bewehrungsgehalte Bohrpfähle	36

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 der geplanten Hochwasserschutzmauern.

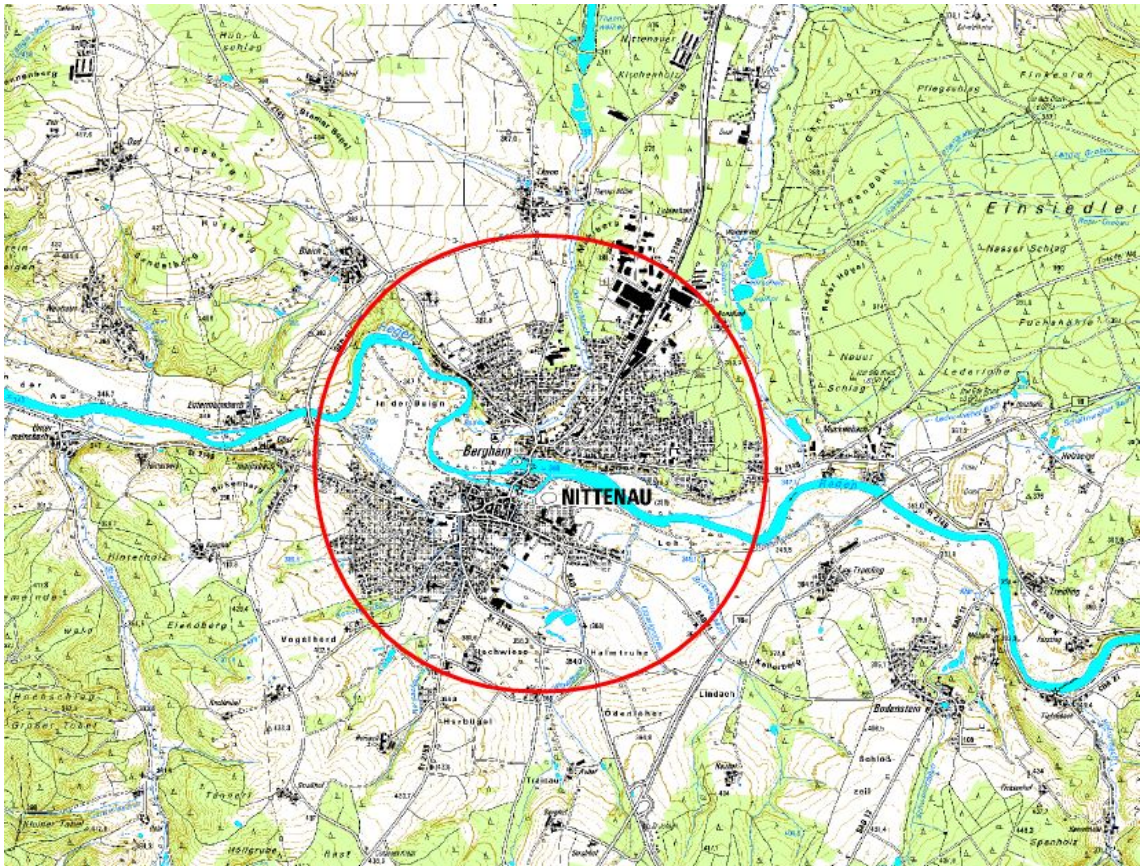


Bild 1: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1]

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 der „Hochwasserschutzmauern“. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

Bauteil	Umbau / Neubau	Abmessungen
HWS-Mauer Angerinsel Ost (Objekt 4.2)	Neubau	ca. 11,60 x 1,50 x 200 m
HWS-Mauer Angerinsel West (Objekt 4.4)	Neubau	ca. 11,30 x 4,60 x 175 m

Tabelle 1: Bauwerksabmessungen

1.2 Bauteile / Bezeichnungen

Nachfolgend werden alle Schnitte durch die Hochwasserschutzmauern Angerinsel Ost und West dargestellt. In der Entwurfsstatik werden die maßgebenden Schnitte Angerinsel Ost Schnitt 1-1, Klein Venedig, sowie die Angerinsel West Schnitt 1-1 und 2-2 bemessen. Die Bemessung der weiteren Schnitte ist mit der Bemessung der drei genannten Schnitte für die Entwurfsstatik abgedeckt.

1.2.1 HWS-Mauer Angerinsel Ost (Objekt 4.2)

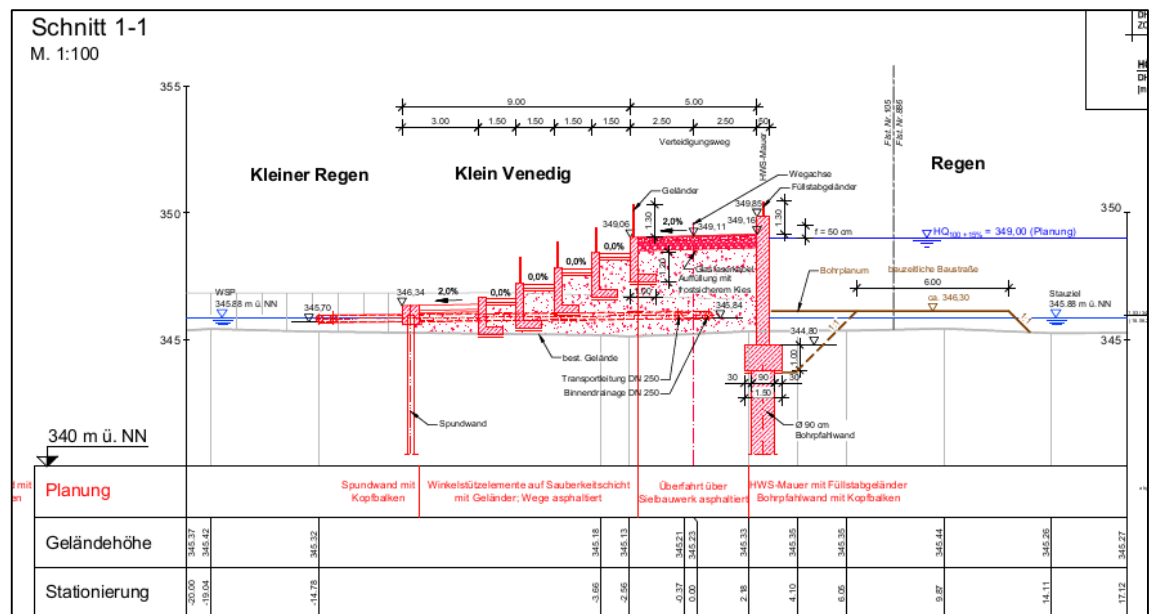


Bild 2: Angerinsel Ost Schnitt 1-1, klein Venedig

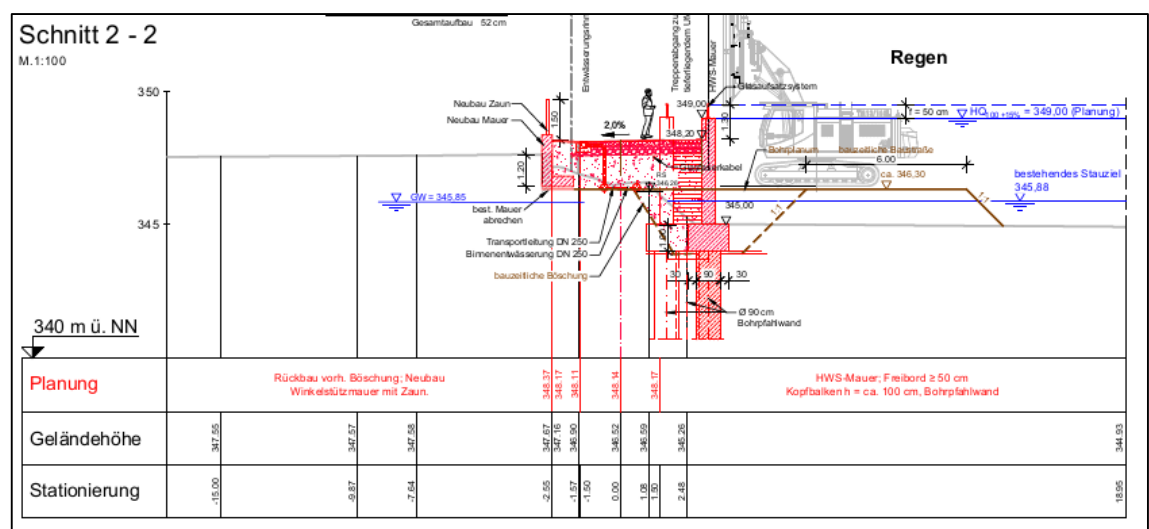


Bild 3: Angerinsel Ost Schnitt 2-2



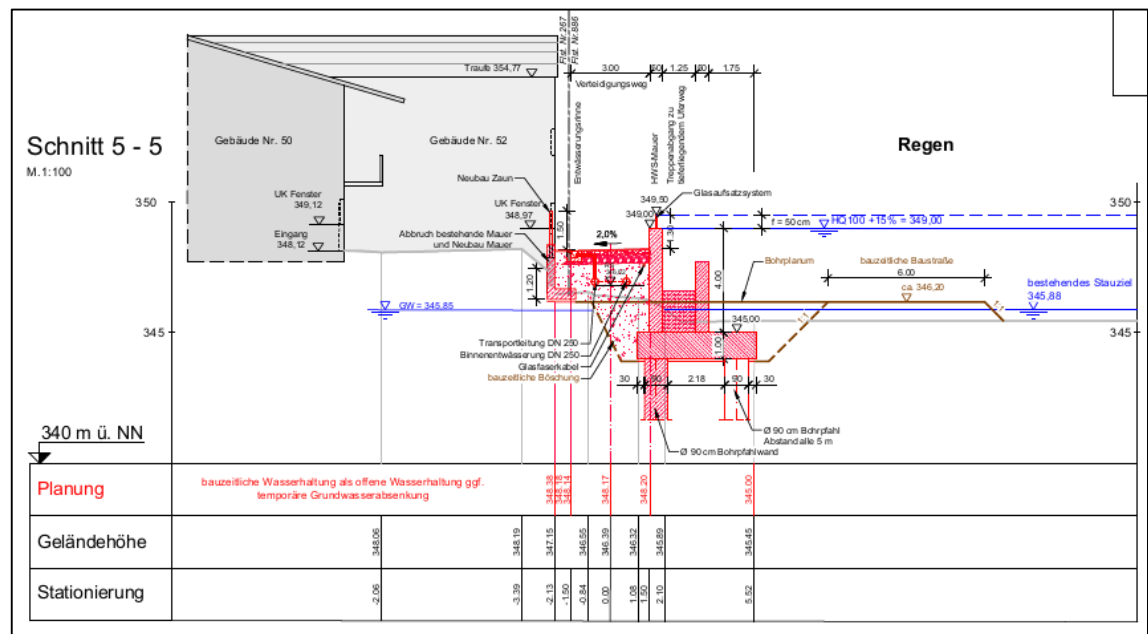


Bild 6: Angerinsel Ost Schnitt 5-5

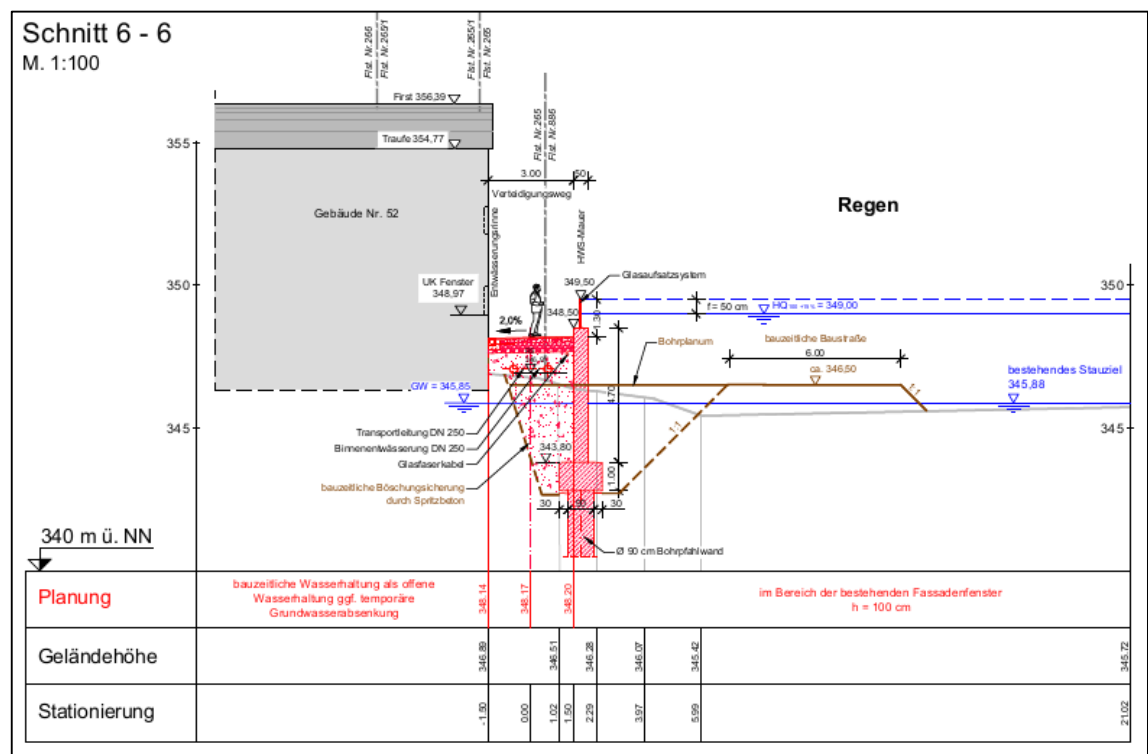


Bild 7: Angerinsel Ost Schnitt 6-6

[illegible]

Technical drawing of a building foundation and drainage system. The drawing shows a cross-section of a building with a basement. Key features include:

- Drainage System:** A drainage system with a "Binnendränge DN 250" and a "GW ~ 344.20" level.
- Ground Level:** A "Gelände" (ground) level with a "Verdichtungsweg B = 5.0 m".
- Groundwater Level:** A "Geländer H = 0.40 m" and "Geländer H = 0.30 m" with "HWS-Wand" (high water level wall).
- Design Level:** A "Bemessungs-GWP = 348.80" level.
- Construction Area:** A "bauzeitliche Baustelle B = 8.0 m" area.
- Front Yard:** A "OK Vorland Planung durch Stadtplaner" area.
- Rock Level:** A "OK Fels" area.
- Flood Protection:** A "Hochwasserschutzwand mit Kopfballen und Bohrpfahlgründung" (flood protection wall with head balls and pile foundation).
- Ground Enclosure:** A "Geländeeingassung" (ground enclosure).

The drawing also includes a table of elevations and dimensions.

-13.14	348.21	-8.81	347.03	-4.70	347.71	0.00	347.71	5.43	347.03	9.10	346.08	13.80	346.08	15.60	346.13
-13.17	348.18	-8.84	347.00	-4.73	347.68	0.03	347.68	5.46	346.96	9.13	346.01	13.83	346.01	15.63	346.16

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG

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

Verwendete Planunterlagen:

- [P1] Hochwasserschutz Nittenau, HWS-Wand Angerinsel West, Lageplan, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 26.08.2019.
- [P2] Hochwasserschutz Nittenau, HWS-Wand Angerinsel West, Abwicklung und Querschnitte, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 26.08.2019.
- [P3] Hochwasserschutz Nittenau, Siel 1 und HWS-Mauer Angerinsel Ost, Lageplan, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 12.02.2017.
- [P4-9] Hochwasserschutz Nittenau, Querschnitt 1-1 bis 6-6, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 30.07.2019.

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. Langsam erhärtender Beton kann jedoch bei vereinzelt Bauteilen vorgesehen werden.
- 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.
- Es ist festzulegen, ob auf den Verteidigungswegen neben den HWS-Mauern der Einsatz von Tausalz zulässig ist. In der Entwurfsplanung wird von einem Einsatz von Tausalzen ausgegangen.
- In der HWS-Mauer soll planmäßig spätestens nach 12 m eine Dehnfuge vorgesehen werden.
- Die HWS-Mauer wird der Sichtbetonklasse 3 zugeordnet und der Rechenwert der Rissbreite auf 0,2 mm reduziert. Damit sollen die gestalterischen Möglichkeiten in den späteren Planungsphasen nicht durch ein zu grobes Rissbild beeinträchtigt werden.
- Die HWS-Mauern werden luftseitig mit einem Anzug versehen. Dabei handelt es sich um eine Verjüngung des Mauerquerschnitts von unten nach oben. Durch diese Maßnahme folgt man den statischen Erfordernissen des Bauwerks und erreicht zudem im oberen Bereich der Wand ein Einsparen von Beton und Bewehrung.

1.5 Grundwasserstand

Als Stauziel ist ein Wasserstand von 345,80 m ü NN vorgesehen. Der Bemessungswasserstand wird auf ein HW100 + 15% festgelegt und liegt bei:

$$\text{HW100} + 15\%: \quad + 349,12 \text{ m ü. NN}$$

1.6 Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung

Folgendes Gutachten lag vor:

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

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

Die Bodenschichtung gemäß dem Gutachten kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	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 ZTV A-StB 97	V3 / V3 / - / -	V1 / V2	V1	-
Konsistenz	überwiegend weich-steif	(weich, steif)	-	mürr - sehr mürr 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 E_s [MN/m²]	3-5 (1)	30-100 / 5-10	40-100	50-500

Tabelle 2: Bodenschichten gemäß Bodengutachten

Die Hochwasserschutzmauer verläuft entlang des Regen vom Siel 1 im Osten bis hinter das Schöpfwerk 1 im Westen. Im Bereich der Angerinsel Ost wurden die Rammkernsondierungen RKS 10 und RKS 11 sowie die Schweren Rammsondierungen DPH 10 bis DPH 13 durchgeführt. Im westlichen Bereich der Angerinsel gelten die Rammkernsondierungen RKS 5 bis 9 und RKS 16 sowie die Schweren Rammsondierungen DPH 6 bis DPH 9.

Nachfolgend die Schnittprofile von West nach Ost:

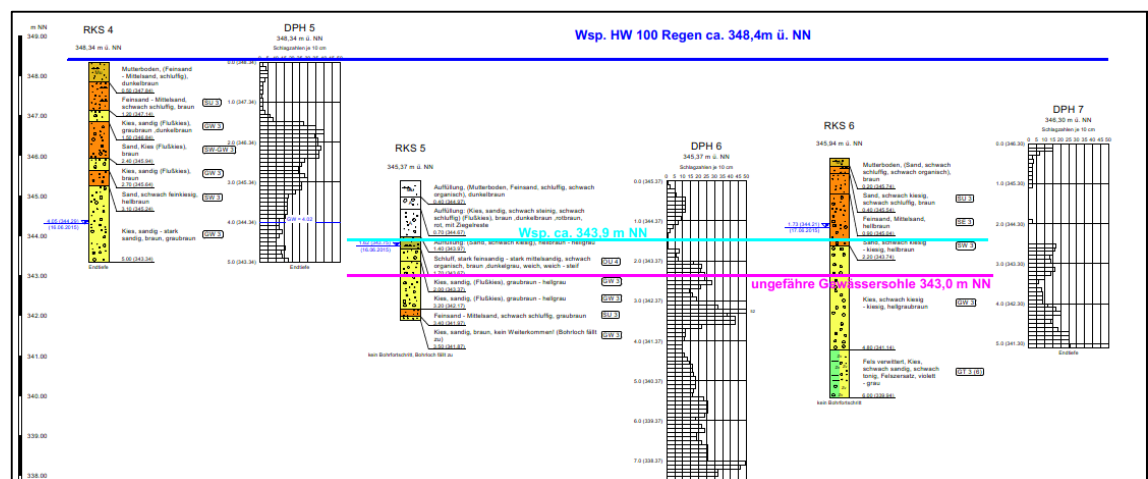


Bild 10: Schnittprofil Anlage 5.3, gemäß Baugrundgutachten

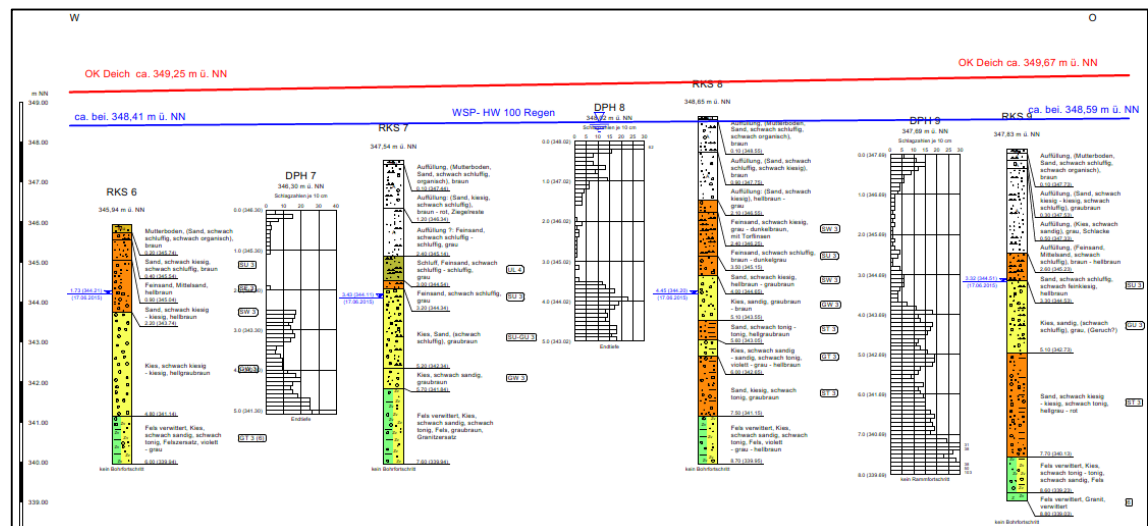


Bild 11: Schnittprofil Anlage 5.4, gemäß Baugrundgutachten

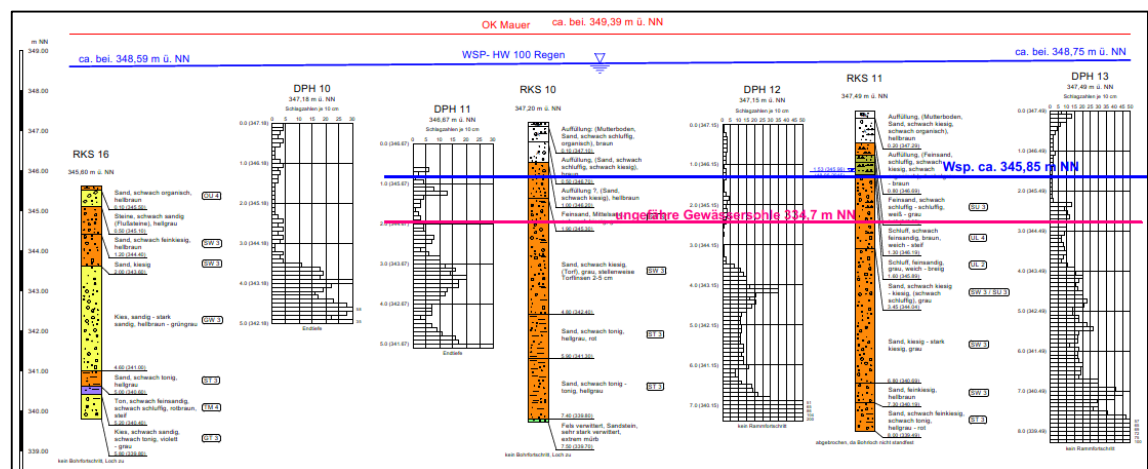


Bild 12: Schnittprofil Anlage 5.5, gemäß Baugrundgutachten

1.7 Gründung / Bettung

Gegründet wird die Hochwasserschutzmauer in diesem Bereich mit einer überschnittenen Bohrpfehlwand und Kopfbalken. Der Durchmesser eines Bohrpfehls wurde zu 90 cm und der Überschnitt der Bohrpfähle zu 15 cm gewählt. Es sind allgemein die Vorgaben des Baugrundgutachten, Kapitel 11.5, zu beachten.

Die Bemessung der Bohrpfähle erfolgt für einen horizontalen Bettungsmodul $k_{sh} = E_{s,k} / d$ für eine rechnerische max. charakteristische Horizontalverschiebung von 2,0 cm oder $0,03 \cdot d_s$.

$E_{s,k}$ Steifemodul

d Pfahlschaftdurchmesser

Gemäß Bodengutachten ist für die Bohrpfähle ein mittleres Bettungsmodul von $k_{sh} = 200-300/d$ für verwitterten Fels und $k_{sh} = 50-100/d$ für mitteldicht gelagerten Sand, Kies und Felszersatz anzusetzen. Auf der sicheren Seite werden die unteren Grenzwerte gewählt.

Daraus ergibt sich für einen Bohrpfehl Durchmesser von 90 cm folgendes mittleres Bettungsmodul:

$$k_{sh, \text{Sand}} = 50 / 0,90 \text{ m} = 55,6 \text{ kN/m}^3$$

$$k_{sh, \text{Fels}} = 200 / 0,90 \text{ m} = 222,2 \text{ kN/m}^3$$

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

2 Nachweise

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

Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen gemäß DIN EN 1997 wurde für die Hochwasserschutzmauer nicht 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)}	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C35/45 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C45/55 vermindere Klasse um 1
Plattenförmiges Bauteil (Lage der Bewehrung wird durch die Bauarbeiten nicht beeinträchtigt)	vermindere Klasse um 1	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 13: Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“

4 Rissbreitenbemessung

4.1 Hochwasserschutzmauer Angerinsel Ost

4.1.1 Kopfbalken (d = 100 cm)

Bauteilabmessung: ca. 1,00 * 1,50 * 12 m

Expositionsklassen: XC2, XD2, XA2, WF, WU

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,20$ mm

In Längs- und Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	100 cm	früher Zwang	0,77	40,1	Ø 25 / 12,0 = 40,9 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 190 kg/m³

4.1.2 HWS-Mauer (d = 40 – 60 cm)

Maximale Bauteilabmessung: ca. 0,50 * 5,05 * 12 m

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF, WU

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	25,6	Ø 20 / 12,0 = 26,2 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 / 12,0 = 26,2 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 240 kg/m³

4.2 Hochwasserschutzmauer Angerinsel West, Schnitt 1-1

4.2.1 Kopfbalken (d = 80 cm)

Bauteilabmessung: ca. 0,80 * 4,60 * 12 m

Expositionsklassen: XC2, XD2, XA2, WF, WU

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,20$ mm

In Längs- und Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	80 cm	früher Zwang	0,75	28,3	Ø 20 / 11,0 = 28,6 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 160 kg/m³

4.2.2 HWS-Mauer (d = 40 - 60 cm)

Maximale Bauteilabmessung: ca. 0,60 * 5,20 * 12 m

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF, WU

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	25,6	Ø 20 / 12,0 = 26,2 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 / 12,0 = 26,2 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 240 kg/m³

4.2.3 HWS-Mauer (d = 90 cm)

Maximale Bauteilabmessung: ca. 0,90 * 5,20 * 60 m

Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF, WU

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,20$ mm

In Horizontalrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	90 cm	früher Zwang	0,69	35,8	Ø 25 / 12,5 = 39,3 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 200 kg/m³

4.3 Hochwasserschutzmauer Angerinsel West, Schnitt 2-2

4.3.1 Kopfbalken (d = 80 cm)

Bauteilabmessung: ca. 0,80 * 1,90 * 12 m
Expositionsklassen: XC2, XD2, XA2, WF, WU
Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm
Zulässige Rissbreite: $w_k = 0,20$ mm

In Längs- und Querrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [-]	$A_{s, erforderlich}$ [cm ² /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	80 cm	früher Zwang	0,75	28,3	Ø 20 / 11,0 = 28,6 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 160 kg/m³

4.3.2 HWS-Mauer (d = 40 - 60 cm)

Maximale Bauteilabmessung: ca. 0,60 * 5,20 * 200 m
Expositionsklassen: XC4, XD1, XF2, XA2, WF, WU
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	25,6	Ø 20 / 12,0 = 26,2 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 / 12,0 = 26,2 cm ² /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.
Geschätzter Bewehrungsgehalt: 240 kg/m³

4.4 Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten

Es wurden noch keine Betonsorten gewählt.

5 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen

Die Hochwasserschutzmauern werden als nicht auftriebsgefährdet eingestuft. Der Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen wird nicht geführt.

6 Einwirkungen / Lastfälle

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

6.1 Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel Ost

6.1.1 Lastfall 1: Eigengewicht

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

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

6.1.2 Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchedruck und Grundwasser

Randbedingungen:

Oberkante Auffüllung: 349,20 m ü. NN

Grundwasserstand: 345,90 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,80 m ü. NN

Unterkante Kopfbalken: 343,80 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: $\phi' = 35^\circ$

Zusätzliche Annahmen:

– Wichte unter Auftrieb: $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$

– Wichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 10 \text{ kN/m}^3$

– Kohäsion: $c = 0$

Erddruck bis zum Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e1} = 349,20 - 345,90 = 3,30 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 3,30 \cdot 21,0 = 69,3 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_0 = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_0 = 69,3 \cdot 0,43 = 29,8 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{\underline{35,00 \text{ kN/m}^2}}$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 345,90 - 343,80 = 2,10 \text{ m}$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma = 2,10 \cdot 11,0 = 23,1 \text{ kN/m}^2$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 2,1 \cdot 10,0 = 21,0 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_0 = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_0 + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 23,1 \cdot 0,43 + 21,0 + 29,8 = 60,7 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{\underline{65,00 \text{ kN/m}^2}}$$

6.1.3 Lastfall 3: Verdichtungserddruck

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

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

Dieser Wert wird in einer Tiefe von 2,5 m erreicht. Darunter wird wieder der Erdruchdruck maßgebend.

Der Verdichtungserddruck wird als Differenzlast auf den Erddruck angesetzt.

6.1.4 Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60

Es wird für den Fall eines unmittelbar vorbeifahrenden Baustellenfahrzeugs oder Vergleichbarem eine Verkehrslast eines SLW 60 auf die HWS-Mauer angesetzt.

Vertikallast:

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

Horizontallast:

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

Im Falle höherer Punktlasten müssen diese über Lastverteilplatten dezentriert werden.

6.1.5 Lastfall 5: Lasten infolge Fahrzeuganprall

Fahrzeuganprall (geländeseitig)

Anprall durch ein langsam fahrendes Fahrzeug

$F_A = 5 \text{ kN/m} \cdot B \text{ (m)}$ in einer Höhe von 1,20m über GOK

6.1.6 Lastfall 6 und 17: Personenlast, erd- und gewässerseitig

$P = + - 0,5 \text{ kN/m}$

OK HWS Wand

6.1.7 Lastfall 7: Windlast

Die Lasten durch Windbeanspruchung werden mithilfe des Programms „Frilo“ ermittelt und in den Anhang „Anlage 1“ beigefügt.

6.1.8 Lastfall 11: Wasserseitiger Erdruchedruck und Wasserstand Stauziel

Randbedingungen:

Höhe Stauziel:	345,90 m ü. NN
Geländeoberkante:	345,30 m ü. NN
Unterkante Kopfbalken:	343,80 m ü. NN

Gemäß Baugrundgutachten Kap. 10 wird für gemischtkörnige Schichten (Schicht Nr. 4) von den folgenden Bodenparametern ausgegangen:

- Wichte: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Reibungswinkel: $\phi' = 32,5^\circ$
- Wichte unter Auftrieb: $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
- Wichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 10 \text{ kN/m}^3$
- Kohäsion: $c = 0$

Wasserdruck bis zur GOK:

$$\Delta h_{e1} = 345,90 - 345,30 = 0,60 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,w1} = \sigma_{h,w1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,6 \cdot 10,0 = 6,0 \text{ kN/m}^2$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 345,30 - 343,80 = 1,50 \text{ m}$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 1,5 \cdot 10,0 = 15,0 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma' = 1,50 \cdot 11,0 = 16,5 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_0 = 1 - \sin \phi = 0,46$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_0 + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 16,5 \cdot 0,46 + 15,0 + 6,0 = 28,6 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{\underline{30,00 \text{ kN/m}^2}}$$

6.1.9 Lastfall 12: Wasserdruck HQ_{100+15%}

Es wird der Wasserstand eines HQ_{100+15%} angesetzt. Dieser liegt gemäß Planung bei 349,0 m ü. NN. Er wird als Differenzwasserdruck zum Mittelwasserstand angesetzt:

$$349,0 - 345,90 = 3,1 \text{ m}$$

6.1.10 Lastfälle 13: Strömungsdruck

Annahme:

- Strömungsgeschwindigkeit: $v = 3,00 \text{ m/s}$
- Anströmwinkel: 20°
- Dichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$p_{\text{Str}} = \rho \cdot (v \cdot \sin \delta)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1000 \text{ kg/m}^3 (3,00 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1.053 \text{ N/m}^2 = 1,05 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \underline{\underline{1.50 \text{ kN/m}^2}}$$

6.1.11 Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut

geneigter Anprall (für Stahlbetonwand)

$$F = v \cdot \sin \delta \cdot \sqrt{m \cdot c_F}$$

$$F = 3,0 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ \cdot \sqrt{0,4t \cdot 14.318 \text{ kN/m}}$$

$$F = 77,65 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad \underline{100 \text{ kN}}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 \quad (\text{für Einzellast auf Kragarm am Ende bei})$$

$$L \text{ (Länge)} = 349,0 - 344,80 = 4,20 \text{ m}$$

$$E = 34\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = b \cdot h^3 / 12 = 1,00 \cdot 0,50^3 \text{ m}^4 / 12 = 0,0104 \text{ m}^4 \text{ (Wanddicke} = 0,50\text{m)}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 = 3 \cdot 34.000 \cdot 0,0104 \text{ m}^4 / 4,20^3 \text{ m}^3$$

$$c_F = 14.318 \text{ kN/m}$$

6.1.12 Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

Da es sich bei dem vorliegenden Bauwerk um ein 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 des Stauziels (Wasserspiegel bei 345,90 m ü. NN) wird die Temperaturänderung nur auf den Bauteilen angesetzt, die aus dem Gelände bzw. aus der Wasseroberfläche herausragen.

6.1.13 Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

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

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

$\Delta T_{G,\text{Winter}} = -30 \text{ K}$

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.

$$\Delta T_G = 30 \cdot 0,74 = 22,2 \text{ K}$$

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 Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel West 1-1

6.2.1 Lastfall 1: Eigengewicht

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

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

6.2.2 Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchedruck und Grundwasser

Randbedingungen:

Oberkante Gelände: 348,40 m ü. NN

Grundwasserstand: 344,50 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,20 m ü. NN

Unterkante Kopfbalken: 343,40 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: $\phi' = 35^\circ$

Zusätzliche Annahmen:

– Wichte unter Auftrieb: $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$

– Wichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 10 \text{ kN/m}^3$

– Kohäsion: $c = 0$

Erddruck bis zum Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e1} = 348,40 - 344,50 = 3,90 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 3,90 \cdot 21,0 = 81,9 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_o = 81,9 \cdot 0,43 = 35,22 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{40,00 \text{ kN/m}^2}$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 344,50 - 343,40 = 1,10 \text{ m}$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma = 1,10 \cdot 11,0 = 12,1 \text{ kN/m}^2$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 1,1 \cdot 10,0 = 11,0 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 12,1 \cdot 0,43 + 11,0 + 35,22 = 51,4 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{55,00 \text{ kN/m}^2}$$

6.2.3 Lastfall 3: Verdichtungserddruck

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

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

Dieser Wert wird in einer Tiefe von 2,5 m erreicht. Darunter wird wieder der Erdruchdruck maßgebend.

Der Verdichtungserddruck wird als Differenzlast auf den Erddruck angesetzt.

6.2.4 Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60

Es wird für den Fall eines unmittelbar vorbeifahrenden Baustellenfahrzeugs oder Vergleichbarem eine Verkehrslast eines SLW 60 auf die HWS-Mauer angesetzt.

Vertikallast:

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

Horizontallast:

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

Im Falle höherer Punktlasten müssen diese über Lastverteilplatten dezentriert werden.

6.2.5 Lastfall 11: Erdruchdruck im Bereich der Rampe

Randbedingungen:

Geländeoberkante Rampe: 348,40 m ü. NN (10% Gefälle)

GOK Ende Rampe: 346,60 m ü. NN

Grundwasserstand: 344,50 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,20 m ü. NN

Die Beanspruchung durch Wasserdruck wird in diesem Lastfall aufgrund der niedrigen Wasserhöhe von 30 cm vernachlässigt.

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

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

Zusätzliche Annahmen:

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

Erddruck bis zur Oberkante Kopfbalken:

$$\Delta h_{e1} = 348,40 - 344,20 = 4,20 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 4,20 \cdot 21,0 = 88,2 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{90, \text{ kN/m}^2}$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \varphi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_o = 88,2 \cdot 0,43 = 37,9 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{40,00 \text{ kN/m}^2}$$

$$\Delta h_{e2} = 346,60 - 344,20 = 2,40 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma = 2,40 \cdot 21,0 = 50,4 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{55, \text{ kN/m}^2}$$

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o = 50,4 \cdot 0,43 = 21,7 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{25,00 \text{ kN/m}^2}$$

6.2.6 Lastfall 12: Wasserdruck $HQ_{100+15\%}$

Es wird der Wasserstand eines $HQ_{100+15\%}$ angesetzt. Dieser liegt gemäß Planung bei 348,84 m ü. NN. Er wird als Differenzwasserdruck zum Mittelwasserstand angesetzt:

$$348,84 - 344,50 = 4,34 \text{ m}$$

6.2.7 Lastfälle 13: Strömungsdruck

Annahme:

- Strömungsgeschwindigkeit: $v = 3,00 \text{ m/s}$
- Anströmwinkel: 20°
- Dichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$p_{\text{Str}} = \rho \cdot (v \cdot \sin \delta)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1000 \text{ kg/m}^3 (3,00 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1.053 \text{ N/m}^2 = 1,05 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow \quad \underline{1,50 \text{ kN/m}^2}$$

6.2.8 Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut

geneigter Anprall (für Stahlbetonwand)

$$F = v \cdot \sin \delta \cdot \sqrt{m \cdot c_F}$$

$$F = 3,0 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ \cdot \sqrt{0,4t \cdot 14.318 \text{ kN/m}}$$

$$F = 77,65 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad \underline{100 \text{ kN}}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 \quad (\text{für Einzellast auf Kragarm am Ende bei})$$

$$L \text{ (Länge)} = 349,0 - 344,80 = 4,20 \text{ m}$$

$$E = 34\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = b \cdot h^3 / 12 = 1,00 \cdot 0,50^3 \text{ m}^4 / 12 = 0,0104 \text{ m}^4 \text{ (Wanddicke} = 0,50\text{m)}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 = 3 \cdot 34.000 \cdot 0,0104 \text{ m}^4 / 4,20^3 \text{ m}^3$$

$$c_F = 14.318 \text{ kN/m}$$

6.2.9 Lastfall 17: Erddruck infolge von Personenlasten auf der Rampe

Es wird eine Nutzlast analog zu DIN EN 1991-1-1/NA, Tab. 6.1 DE, Kategorie C5 angesetzt.

Vertikallast:

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

Horizontallast:

$$p_h = p_v \cdot k_0 = 5,0 \cdot 0,43 = 2,15 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \underline{3,00 \text{ kN/m}^2}$$

6.2.10 Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

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

$$\begin{aligned} \text{Temperaturänderung } \Delta T_M \text{ der Bauteilmittelfläche: } \Delta T_{M,\text{Sommer}} &= 15 \text{ K} \\ \Delta T_{M,\text{Winter}} &= -15 \text{ K} \end{aligned}$$

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 des Stauziels (Wasserspiegel bei 345,90 m ü. NN) wird die Temperaturänderung nur auf den Bauteilen angesetzt, die aus dem Gelände bzw. aus der Wasseroberfläche herausragen.

6.2.11 Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

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

$$\begin{aligned} \text{Temperaturgradient } \Delta T_G \text{ linear über die Bauteildicke: } \Delta T_{G,\text{Sommer}} &= +30 \text{ K} \\ \Delta T_{G,\text{Winter}} &= -30 \text{ K} \end{aligned}$$

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.

$$\Delta T_G = 30 \cdot 0,74 = 22,2 \text{ K}$$

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.

6.3 Einwirkungen HWS-Mauer Angerinsel West 2-2

6.3.1 Lastfall 1: Eigengewicht

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

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

6.3.2 Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchedruck und Grundwasser

Randbedingungen:

Oberkante Gelände: 348,40 m ü. NN

Grundwasserstand: 344,20 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,20 m ü. NN

Unterkante Kopfbalken: 343,40 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: $\phi' = 35^\circ$

Zusätzliche Annahmen:

– Wichte unter Auftrieb: $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$

– Wichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 10 \text{ kN/m}^3$

– Kohäsion: $c = 0$

Erddruck bis zum Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e1} = 348,40 - 344,20 = 4,20 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 4,20 \cdot 21,0 = 88,2 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_o = 88,2 \cdot 0,43 = 37,93 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{\underline{40,00 \text{ kN/m}^2}}$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 344,20 - 343,40 = 0,8 \text{ m}$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma = 0,80 \cdot 11,0 = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,8 \cdot 10,0 = 8,0 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \phi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 8,80 \cdot 0,43 + 8,0 + 37,93 = 49,7 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{\underline{55,00 \text{ kN/m}^2}}$$

6.3.3 Lastfall 3: Verdichtungserddruck

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

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

Dieser Wert wird in einer Tiefe von 2,5 m erreicht. Darunter wird wieder der Erdruchdruck maßgebend. Der Verdichtungserddruck wird als Differenzlast auf den Erddruck angesetzt.

6.3.4 Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60

Es wird für den Fall eines unmittelbar vorbeifahrenden Baustellenfahrzeugs oder Vergleichbarem eine Verkehrslast eines SLW 60 auf die HWS-Mauer angesetzt.

Vertikallast:

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

Horizontallast:

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

Im Falle höherer Punktlasten müssen diese über Lastverteilplatten dezentriert werden.

6.3.5 Lastfall 5: Windlast

Die Lasten durch Windbeanspruchung werden mithilfe des Programms „Frilo“ ermittelt und in den Anhang „Anlage 1“ beigelegt.

6.3.6 Lastfall 11: Wasserseitiger Erdruchdruck und Wasserstand Stauziel

Randbedingungen:

Geländeoberkante: 345,00 m ü. NN

Grundwasserstand: 344,50 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,20 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: $\phi' = 35^\circ$

Zusätzliche Annahmen:

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

Erddruck bis zur Oberkante Kopfbalken:

Die Beanspruchung durch Wasserdruck wird hier aufgrund der niedrigen Wasserhöhe von 30 cm vernachlässigt.

$$\Delta h_{e1} = 345,90 - 344,20 = 0,80 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 0,80 \cdot 21,0 = 16,8 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \varphi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_o = 16,8 \cdot 0,43 = 7,2 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{10,00 \text{ kN/m}^2}$$

Erd- und Wasserdruck bis zur Unterkante Kopfbalken:

$$\Delta h_{e2} = 344,20 - 343,40 = 0,80 \text{ m}$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,8 \cdot 10,0 = 8,0 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma' = 0,80 \cdot 11,0 = 8,8 \text{ kN/m}^2$$

Mit einem Seitendruckbeiwert von $k_o = 1 - \sin \varphi = 0,43$ ergibt sich daraus ein Wert von:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 8,8 \cdot 0,43 + 8,0 + 7,2 = 18,9 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{20,00 \text{ kN/m}^2}$$

6.3.7 Lastfall 12: Wasserdruck HQ_{100+15%}

Es wird der Wasserstand eines HQ_{100+15%} angesetzt. Dieser liegt gemäß Planung bei 348,84 m ü. NN. Er wird als Differenzwasserdruck zum Mittelwasserstand angesetzt:
 $348,84 - 344,50 = 4,34 \text{ m}$

6.3.8 Lastfälle 13: Strömungsdruck

Annahme:

- Strömungsgeschwindigkeit: $v = 3,00 \text{ m/s}$
- Anströmwinkel: 20°
- Dichte Wasser: $\gamma_{\text{Wasser}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$$p_{\text{Str}} = \rho \cdot (v \cdot \sin \delta)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1000 \text{ kg/m}^3 (3,00 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ)^2$$

$$p_{\text{Str}} = 1.053 \text{ N/m}^2 = 1,05 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow \quad \underline{1,50 \text{ kN/m}^2}$$

6.3.9 Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut

geneigter Anprall (für Stahlbetonwand)

$$F = v \cdot \sin \delta \cdot \sqrt{m \cdot c_F}$$

$$F = 3,0 \text{ m/s} \cdot \sin 20^\circ \cdot \sqrt{0,4t \cdot 14.318 \text{ kN/m}}$$

$$F = 77,65 \text{ kN} \quad \rightarrow \quad \underline{100 \text{ kN}}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 \quad (\text{für Einzellast auf Kragarm am Ende bei})$$

$$L \text{ (Länge)} = 349,0 - 344,80 = 4,20 \text{ m}$$

$$E = 34\,000 \text{ N/mm}^2$$

$$I = b \cdot h^3 / 12 = 1,00 \cdot 0,50^3 \text{ m}^4 / 12 = 0,0104 \text{ m}^4 \text{ (Wanddicke} = 0,50 \text{ m)}$$

$$c_F = 3 \cdot E \cdot I / L^3 = 3 \cdot 34.000 \cdot 0,0104 \text{ m}^4 / 4,20^3 \text{ m}^3$$
$$c_F = 14.318 \text{ kN/m}$$

6.3.10 Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

Da es sich bei dem vorliegenden Bauwerk um ein 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: $\Delta T_{M,\text{Sommer}} = 15 \text{ K}$
 $\Delta T_{M,\text{Winter}} = -15 \text{ K}$

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 des Stauziels (Wasserspiegel bei 345,90 m ü. NN) wird die Temperaturänderung nur auf den Bauteilen angesetzt, die aus dem Gelände bzw. aus der Wasseroberfläche herausragen.

6.3.11 Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient ΔT_G bei Wasserstand Stauziel

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

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

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.

$$\Delta T_G = 30 \cdot 0,74 = 22,2 \text{ K}$$

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.

6.4 Erdbeben

Das Bauwerk befindet sich gemäß Erdbebenkarte der DIN EN 1998 in der Erdbebenzone 0. Eine Bemessung auf Erdbebenlasten ist daher nicht erforderlich.

6.5 Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte

Die Bemessungssituationen und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte wurden programmintern angesetzt.

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

6.6 Lastfallkombinationen

Die Lastfallkombinationen werden programmintern zusammengestellt und berechnet.

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

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

7 Bauzustand

7.1 Bemessung im Bauzustand

Für die Herstellung der Hochwasserschutzwände sind keine besonderen Bauzustände zu bemessen.

7.2 Baugruben

Für die Herstellung der Hochwasserschutzwände sind keine Baugruben notwendig.

8 Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung

- Bodenaustausch

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

9 Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile

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
Kopfbalken, Angerinsel Ost	d = 100 cm	200 kg/m ³
HWS-Mauer, Angerinsel Ost	d = 50 cm	250 kg/m ³
Kopfbalken, Angerinsel West	d = 80 cm	200 kg/m ³
HWS-Mauer, Angerinsel West	d = 40-60 cm	260 kg/m ³
HWS-Mauer, Angerinsel West	d = 90 cm	200 kg/m ³

Tabelle 4: geschätzte Bewehrungsgehalte HWS-Mauer

Der Bewehrungsgehalt der Bohrpfähle wurde auf Grundlage der InfoCAD Bemessung bestimmt. Die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung kann Anlage 4 entnommen werden.

Bauteil	Bauteildicke	Bew.gehalt
Bohrpfähle, Angerinsel Ost	d = 90 cm	150 kg/m ³
Bohrpfähle, Angerinsel West 1-1	d = 90 cm	90 kg/m ³
Bohrpfähle, Angerinsel West 2-2	d = 90 cm	160 kg/m ³

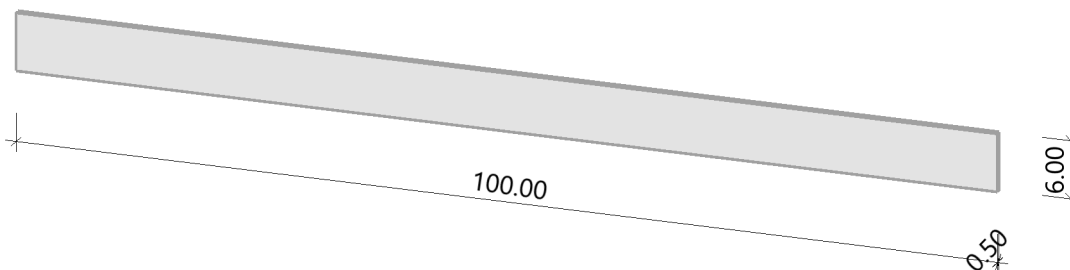
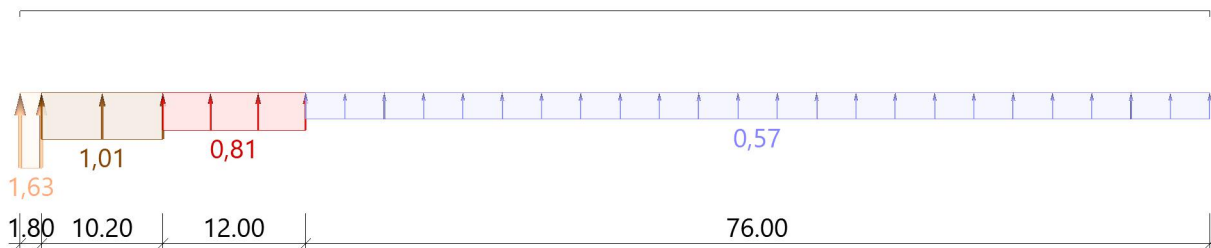
Tabelle 5: geschätzte Bewehrungsgehalte Bohrpfähle

10 Anlagenverzeichnis

10.1 Anlage 1: Windlast „Frilo“

Position: Windlast auf freistehende Mauer

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ 01/20B (FRILO R-2020-1/P07)

System**Basiswerte**Land Deutschland
Wind-Norm DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12Gemeinde -
Geländehöhe h_{NN} = 450.00 m
Windzone 1
Geländekategorie Mischkategorie Binnenland**Beiwerte**Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$ **Geometrie Freistehende Wand**Wandhöhe $h = 6.00$ m
Wandbreite $b = 0.50$ m
Wandlänge $l = 100.00$ m
Schenkellänge $l_1 = 0.00$ m
Völligkeitsgrad $\phi = 1.00$
Abschattungsfaktor $\psi_s = 1.00$ **Grafik****Lasten**Basiswindgeschwindigkeit $v_{b0} = 22.5$ m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b0} = 0.32$ kN/m²
Referenzhöhe $z_e = 6.00$ m
Geschwindigkeitsstaudruck $q_p(h,0) = 0.48$ kN/m² nach Norm $q_p(h,0) = 0.48$ kN/m²**Ergebnisse****Wind****Grafik, Freistehende Wand****Tabelle, Freistehende Wand**Wand $l/h = 16.67$ $l_A = 1.80$ m $l_B = 10.20$ m $l_C = 12.00$ m $l_D = 76.00$ m

Bauteil	Bereich	Cp+	Cp-	W+ [kN/m ²]	W- [kN/m ²]
Wand	A	3.40	0.00	1.63	0.00
	B	2.10	0.00	1.01	0.00
	C	1.70	0.00	0.81	0.00
	D	1.20	0.00	0.57	0.00
Alle Werte sind charakteristische Werte.					

10.2 Anlage 2: Rissbreitenbemessung

Hochwasserschutzmauer Ost:

2.1 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 100 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

2.2 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 60 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

2.3 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 50 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

Hochwasserschutzmauer West:

2.4 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 90 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

2.5 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 80 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

2.6 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 60 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

2.7 Rissbreitenbemessung C35/45, $d = 50 \text{ cm}$, $w_k = 0,20 \text{ mm}$, früher Zwang

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,2 mm	
Bauteildicke h =	100 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} =	20 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	25 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,77 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,464 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,50 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm $k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,46 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} =	0,5 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	90,75 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	9,25 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	43,5 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	29,4 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	29,4 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	154 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	10,8 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	3,08 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	28,5 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	40,1 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	45,7 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	12,3 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	45,7 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)
$A_{s,erforderlich} =$	40,1 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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²
8	0,503	cm ²	
10	0,785	cm ²	
12	1,13	cm ²	
14	1,54	cm ²	
16	2,01	cm ²	
17	2,26	cm ²	12D =
20	3,14	cm ²	
23	4,02	cm ²	16D =
25	4,91	cm ²	
28	6,16	cm ²	

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

4,91

Ø 25 / 12,3

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,2 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} =	20 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,71 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,272 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
$f_{ct,eff}$ =	2,27 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 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	9 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	49,4 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	25,5 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	25,5 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	165 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	6,7 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,67 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	24 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	25,6 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	33,0 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	8,5 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	33,0 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)
$A_{s,erforderlich} =$	25,6 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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²
8	0,503	cm ²	
10	0,785	cm ²	
12	1,13	cm ²	
14	1,54	cm ²	
16	2,01	cm ²	
17	2,26	cm ²	12D =
20	3,14	cm ²	
23	4,02	cm ²	16D =
25	4,91	cm ²	
28	6,16	cm ²	

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

3,14

Ø 20 / 12,3

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} =	20 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 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	9 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	55,6 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)
$h / d_1 =$	5,6 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,56 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	23 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)
$As(2.1) =$	31,2 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)
$As(2) =$	31,2 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)
$A_{s,erforderlich} =$	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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

8	0,503	cm ²
10	0,785	cm ²
12	1,13	cm ²
14	1,54	cm ²
16	2,01	cm ²
12D = 17	2,26	cm ²
20	3,14	cm ²
16D = 23	4,02	cm ²
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 =	0,2 mm	
Bauteildicke h =	90 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} =	20 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	25 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,76 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,432 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,50 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm $k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,43 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} =	0,45 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	80,75 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	9,25 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	49,0 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	29,8 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	29,8 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	153 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	9,7 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,97 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	27,5 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	35,8 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	43,8 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)
$As(2) =$	43,8 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)
$A_{s,erforderlich} =$	35,8 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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

8	0,503	cm ²
10	0,785	cm ²
12	1,13	cm ²
14	1,54	cm ²
16	2,01	cm ²
12D = 17	2,26	cm ²
20	3,14	cm ²
16D = 23	4,02	cm ²
25	4,91	cm ²
28	6,16	cm ²

4,91

Ø 25 / 13,7

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,2 mm	
Bauteildicke h =	80 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} =	20 mm	
Stabdurchmesser Längsbew. d_{sl} =	20 mm	
Stahlspannung f_{yk} =	500 N/mm ²	
$k_{c,t}$ =	0,75 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,4 N/mm ²	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
k_c =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
k =	0,50 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm $k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	2,40 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} =	0,4 m ²	A_{ct} = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe d =	71 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. d_1 =	9 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	43,5 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	24,2 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	24,2 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	170 N/mm ²	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (aus Tabelle 7.2DE)
$h / d_1 =$	8,9 -	
$h_{c,eff} / d_1 =$	2,89 -	$h_{c,eff} / d_1 = 2,5$ für $h/d_1 = 5$ $h_{c,eff} / d_1 = 5,0$ für $h/d_1 = 30$, dazwischen wird interpoliert
$h_{c,eff} =$	26 cm	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	28,3 cm ² /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	36,8 cm ² /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	9,6 cm ² /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	36,8 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)
$A_{s,erforderlich} =$	28,3 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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

8	0,503	cm ²
10	0,785	cm ²
12	1,13	cm ²
14	1,54	cm ²
16	2,01	cm ²
17	2,26	cm ²
20	3,14	cm ²
23	4,02	cm ²
25	4,91	cm ²
28	6,16	cm ²

3,14		
Ø	20	/ 11,1

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

Geforderte Rissbreite w_k =	0,2 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	
$k_{c,t}$ =	0,71 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
f_{ctm} =	3,2 N/mm ²	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,272 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
$f_{ct,eff}$ =	2,27 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	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	47,2 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	25,5 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	25,5 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	165 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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$A_s(1) =$	25,6 cm ² /m	$A_s(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$A_s(2.1) =$	31,9 cm ² /m	$A_s(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$A_s(2.2) =$	8,5 cm ² /m	$A_s(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$A_s(2) =$	31,9 cm ² /m	$A_s(2) = \text{Maximum}(A_s(2.1); A_s(2.2))$
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ($r < 0,30$) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
$A_{s,erforderlich} =$	25,6 cm²/m	$A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(A_s(1); A_s(2))$

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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

8	0,503	cm ²
10	0,785	cm ²
12	1,13	cm ²
14	1,54	cm ²
16	2,01	cm ²
17	2,26	cm ²
20	3,14	cm ²
23	4,02	cm ²
25	4,91	cm ²
28	6,16	cm ²

3,14		
\emptyset	20	/ 12,3

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
C40/50	3,5	3,5	N/mm ²
C45/55	3,8	3,8	N/mm ²
C50/60	4,1	4,1	N/mm ²
C55/67	4,2	4,2	N/mm ²
C60/75	4,4	4,4	N/mm ²
C70/85	4,6	4,6	N/mm ²

	langsam	mittel	schnell
h	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$	$k_{c,t}$
30 cm	-	0,65	0,80
35 cm	-	0,66	0,81
40 cm	-	0,67	0,82
45 cm	-	0,68	0,83
50 cm	-	0,69	0,84
55 cm	-	0,70	0,85
60 cm	-	0,71	0,86
65 cm	-	0,72	0,87
70 cm	-	0,73	0,88
75 cm	-	0,74	0,89
80 cm	0,60	0,75	0,90
100 cm	0,62	0,77	0,92
120 cm	0,63	0,79	0,93
140 cm	0,65	0,80	0,95
160 cm	0,67	0,82	0,97
180 cm	0,68	0,84	0,98
200 cm	0,70	0,85	1,00

8	0,503	cm ²
10	0,785	cm ²
12	1,13	cm ²
14	1,54	cm ²
16	2,01	cm ²
12D = 17	2,26	cm ²
20	3,14	cm ²
16D = 23	4,02	cm ²
25	4,91	cm ²
28	6,16	cm ²

3,14

Ø 20 / 13,6

10.3 Anlage 3: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“

(mit gesonderten Inhaltsverzeichnissen)

- 3.1 InfoCAD Bemessung Angerinsel Ost
- 3.2 InfoCAD Bemessung Angerinsel West 1-1
- 3.3 InfoCAD Bemessung Angerinsel West 2-2

Anlage 3.1

InfoCAD Bemessung Angerinsel Ost

INHALT

Inhalt	50
System	
System	52
Eingabedaten	
Systemkenngrößen	53
Querschnittswerte	53
Materialkennwerte	54
Bettung	54
Steifemodul	-
Kopplungen	55
Übersicht Lastfälle	55
Lastsummen	55
Betonstahl für Flächenelemente	57
Betonstahl für Stäbe	57
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen	58
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1	60
EN 1993-1-1 Einwirkungen	62
EN 1995-1-1 Einwirkungen	62
DIN EN 1992-2 Einwirkungen	62
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2	62
DIN FB 102 Einwirkungen	63
Bemessungsvorgaben	-
Belastung	
1 : Eigengewicht	64
2 : Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser	65
3 : Verdichtungserddruck	66
4 : Erddruck infolge Verkehr SLW 60	67
5 : Fahrzeuganprall	68
6 : Personenlast, erdseitig	69
7 : Windlast 1	70
11 : Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel	71
12 : Wasserdruck HQ 100+15%	72
13 : Strömungsdruck	73
14 : Anprall Treibgut 1	74
15 : Anprall Treibgut 2	75
16 : Anprall Treibgut 3	76
17 : Personenlast, wasserseitig	77
21 : dT,M Stauziel Sommer	78
22 : dT,M Stauziel Winter	79
23 : dT,G Stauziel Sommer	80
24 : dT,G Stauziel Winter	81
Verformung	
Deformationen $u_{y \min}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	82
Deformationen $u_{y \max}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	83
Bewehrung	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	84
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	85
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	86
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	87
Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1	88
Protokoll	
Materialkennwerte - Finite Elemente	89
Bettung - Finite Elemente	89
Kriech- und Schwindbeiwerte - Finite Elemente	89
Querschnittswerte - Finite Elemente	89

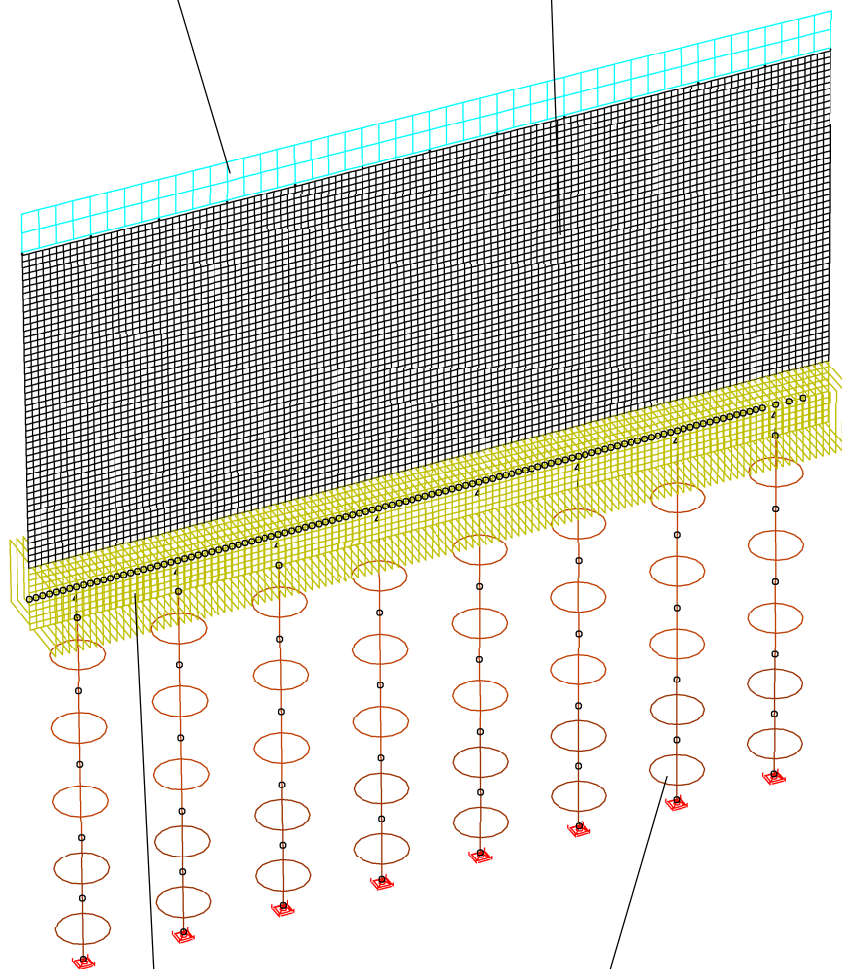
Koppelbedingungen - Finite Elemente	90
Systemkenngrößen - Finite Elemente	90
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	90
DIN EN 1992-1-1 Bemessung	91

System



Glasgelande bzw.
Füllstabgelände
(wird im Zuge dieser
Statik nicht bemessen)

Hochwasserschutzmauer,
 $d = 50 \text{ cm}$



Kopfbalken,
 $h \times b = 100 \times 150 \text{ cm}$

überschnittene Bohrpfehlwand,
 $\varnothing = 90 \text{ cm}$
Überschnitt = 15 cm

Eingabedaten

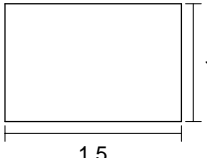
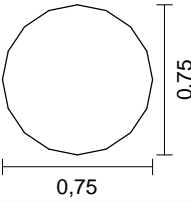
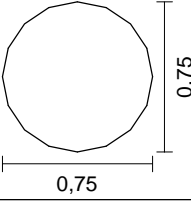
Systemkenngößen

7568 Knoten	
7456 Elemente	160 Stabelemente
8 Festhaltungen	0 Plattenelemente
21 Koppelungen	0 Scheibenelemente
9 Materialkennwerte	7296 Schalenelemente
9 Querschnittswerte	0 Seilelemente
18 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
4486 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	HWS-Wand, d=50cm Elementdicke [m] $dz = 0,5000$ Orthotropie $dzy/dz = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif
2	Fläche	HWS-Wand / Stabzug Elementdicke [m] $dz = 0,5500$ Orthotropie $dzy/dz = 0,100$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif
3	Polygon 	Kopfbalken Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 1,5000e+00$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 2,9368e-01$ $Iy = 1,2500e-01$ $I1 = 1,2500e-01$ $I2 = 2,8125e-01$ $Iz = 2,8125e-01$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	
4	Polygon 	Bohrpfahl, Sand/Kies Schwerpunkt [m] $ys = -0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 4,3052e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 2,9448e-02$ $Iy = 1,4751e-02$ $I1 = 1,4751e-02$ $I2 = 1,4751e-02$ $Iz = 1,4751e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	
5	Polygon 	Bohrpfahl, verwitterter Fels Schwerpunkt [m] $ys = -0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 4,3052e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 2,9448e-02$ $Iy = 1,4751e-02$ $I1 = 1,4751e-02$ $I2 = 1,4751e-02$ $Iz = 1,4751e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	

Eingabedaten

Querschnittswerte

6	Fläche	Glasgeländer Elementdicke [m] dz = 0,1000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
7	Fläche	HWS-Wand, d=40cm Elementdicke [m] dz = 0,4000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
8	Fläche	HWS-Wand, d=45cm Elementdicke [m] dz = 0,4500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
9	Fläche	HWS-Wand, d=55cm Elementdicke [m] dz = 0,5500 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]	Verschiedenes
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	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000	
6	6	Frei	34000	14200	0,20	1,00e-05	15,000	fc = 35 [MN/m²] ft = 0 Raghava Fließbeding.
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	

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m³]			Bettung am Ende [MN/m³]			Bettungsbreite [m]		
		k _{bx}	k _{by}	k _{bz}	k _{bx}	k _{by}	k _{bz}	b _x	b _y	b _z
1	1	0	0	0						
2	2	0	0	1						
3	3	0	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
4	4	0	55,6	55,6	0	55,6	55,6	0,000	0,900	0,900
5	5	0	222,2	222,2	0	222,2	222,2	0,000	0,900	0,900
6	6	0	0	0						
7	7	0	0	0						
8	8	0	0	0						
9	9	0	0	0						

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

Eingabedaten

Koppelungen

	Abh. Knoten	Freih grad	Nr.	Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade					
				ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
1	220	SS ...	147						
2	230	SS ...	151						
3	240	SS ...	155						
4	250	SS ...	159						
5	260	SS ...	163						
6	270	SS ...	167						
7	280	SS ...	171						
8	290	SS ...	175						
9	300	SS ...	179						
10	310	SS ...	183						
11	320	SS ...	187						
12	330	SS ...	191						
13	340	SS ...	195						
14	11087	SS ...	10182						
15	11102	SS ...	10197						
16	11117	SS ...	10212						
17	11132	SS ...	10227						
18	11147	SS ...	10242						
19	11162	SS ...	10257						
20	11177	SS ...	10272						
21	11192	SS ...	10287						

SS Beidseitig starre Koppelung

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60
5	Fahrzeuganprall
6	Personenlast, erdseitig
7	Windlast
11	Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
17	Personenlast, wasserseitig
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Summe der aufgebrauchten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	0,000	1818,981
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	1818,981
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
2	Auffüllung: Erdruchedruck + Grundw...	0,000	2005,500	0,000

Eingabedaten

Summe der aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	2005,500	0,000
3	Verdichtungserddruck	0,000	375,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	375,000	0,000
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60	0,000	969,540	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	969,540	0,000
5	Fahrzeuganprall	0,000	60,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	60,000	0,000
6	Personenlast, erdseitig	0,000	6,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	6,000	0,000
11	Erdruhedruck + Wasserdruck Stauz...	0,000	-345,600	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-345,600	0,000
12	Wasserdruck HQ 100+15%	0,000	-1357,800	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-1357,800	0,000
13	Strömungsdruck	0,000	-66,600	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-66,600	0,000
14	Anprall Treibgut 1	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
15	Anprall Treibgut 2	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
16	Anprall Treibgut 3	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
17	Personenlast, wasserseitig	0,000	-6,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-6,000	0,000
21	dT,M Stauziel Sommer	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	0,000
22	dT,M Stauziel Winter	-0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
24	dT,G Stauziel Winter	0,000	-0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	0,000

Eingabedaten

Betonstahl für Flächenelemente

Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm ² /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm ² /m]	as fix	Walz- art
1	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
2	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
7	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
8	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
9	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm

as Grundbewehrung

d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand

d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand

Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

Betonstahl für Stäbe

Nr.	Lage	E-Modul [MN/m ²]	f _{yk} [MN/m ²]	y [m]	z [m]	As [cm ²]	Zv0 [kN]	Walz- art
3	1		500	-0,690	0,440	0,000	0,00	Warm
	2		500	0,690	0,440	0,000	0,00	Warm
	3		500	0,690	-0,440	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,690	-0,440	0,000	0,00	Warm
4	1		500	-0,314	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,290	-0,120	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,222	-0,222	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,120	-0,290	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,314	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,120	-0,290	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,222	-0,222	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,290	-0,120	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,314	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,290	0,120	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,222	0,222	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,120	0,290	0,000	0,00	Warm
5	13		500	0,000	0,314	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,120	0,290	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,222	0,222	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,290	0,120	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,314	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,290	-0,120	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,222	-0,222	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,120	-0,290	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,314	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,120	-0,290	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,222	-0,222	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,290	-0,120	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,314	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,290	0,120	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,222	0,222	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,120	0,290	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,314	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,120	0,290	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,222	0,222	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,290	0,120	0,000	0,00	Warm

Eingabedaten

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.

y, z Koordinaten des Betonstahls

As Grundbewehrung

Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

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

Lastfälle

2 Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser

3 Verdichtungserddruck

11 Erdruchedruck + Wasserdruk Stauziel

QN - Erddruck Verkehrslast

$\Gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Fahrzeugverkehr - Kategorie G: Fahrzeuggewicht über 30 kN bis zu 160 kN

$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4 Erddruck infolge Verkehr SLW 60

QN - Nutzlast, Verkehrslast

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

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Fahrzeugverkehr - Kategorie G: Fahrzeuggewicht über 30 kN bis zu 160 kN

$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

5 Fahrzeuganprall

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, exklusiv

6 Personenlast, erdseitig

Eingabedaten

17 Personenlast, wasserseitig

QW - Windlast

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

7 Windlast

QT - Temperatureinwirkung

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,5 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

21 dT,M Stauziel Sommer

23 dT,G Stauziel Sommer

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

22 dT,M Stauziel Winter

24 dT,G Stauziel Winter

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

12 Wasserdruck HQ 100+15%

13 Strömungsdruck

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

14 Anprall Treibgut 1

15 Anprall Treibgut 2

16 Anprall Treibgut 3

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G Eigenlast

GE Erddruck

QN Erddruck Verkehrslast

QN Nutzlast, Verkehrslast

QN Nutzlast, Verkehrslast

QW Windlast

QT Temperatureinwirkung

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

Eingabedaten

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung
 A Außergewöhnliche Einwirkung
 A Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QN Nutzlast, Verkehrslast
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

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	.
2	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
4	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
8	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
9	XC4	Nicht vorgespannt	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.

Eingabedaten

(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.

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.
 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] Bild 6.3 vorh.	Faktor rhov	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	.	60
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,00	.	60
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
9	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60

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	.	0,440	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
5	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	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	sr max	Beiwerte Xil k kt	Fakt.fctm As wk	Komb. As wk	Methode kc wk	RI	DB
1	0,30	14	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL auto Berech.	.	.
3	0,30	10	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL auto Berech.	.	.
7	0,30	14	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL auto Berech.	.	.
8	0,30	14	.	.	1,00 0,4	1,00 1,00	KL KL auto Berech.	.	.
9	0,30	14	.	.	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 .
3	.	.	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 .

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 . .	. . . . .	.	.	. . . . .
3	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
4	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
5	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
7	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
8	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .
9	XC4	Nicht vorgespannt	x . x x . .	. . . . .	.	.	. . . . .

(M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.
 (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.
 (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.

Eingabedaten

(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 Bild 6.3 vorh.	Faktor max	rhov	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	.	60	.
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	60	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.
9	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60	.

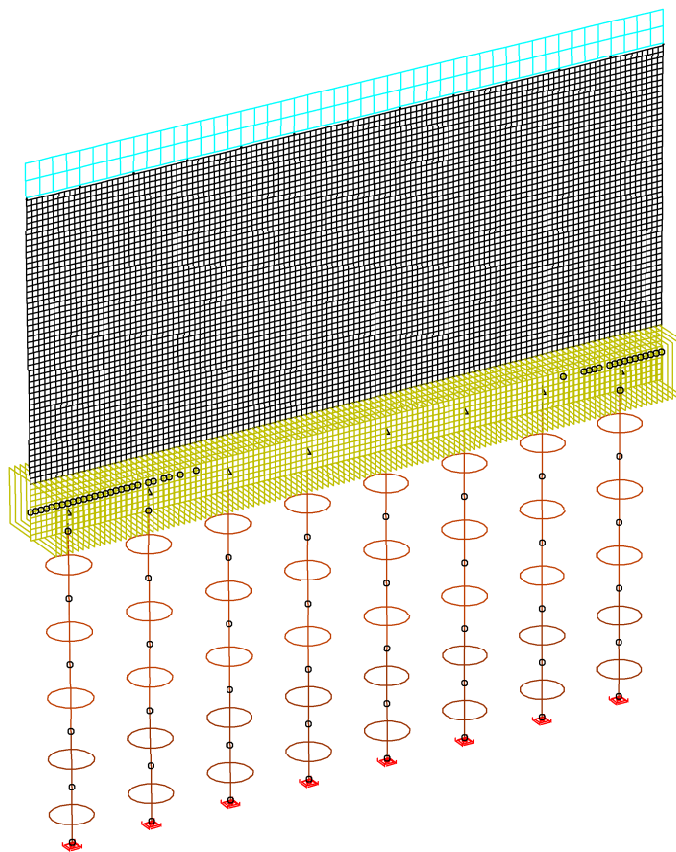
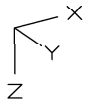
Schubquerschnitte

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	.	0,440	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
5	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.

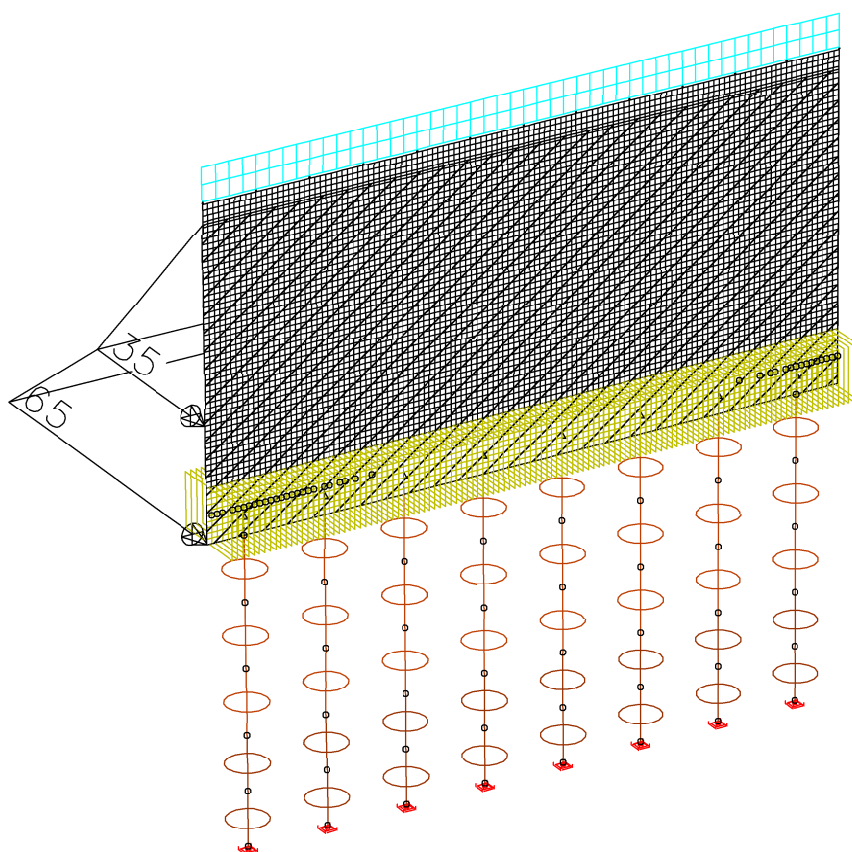
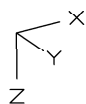
Belastung

EIGENLAST



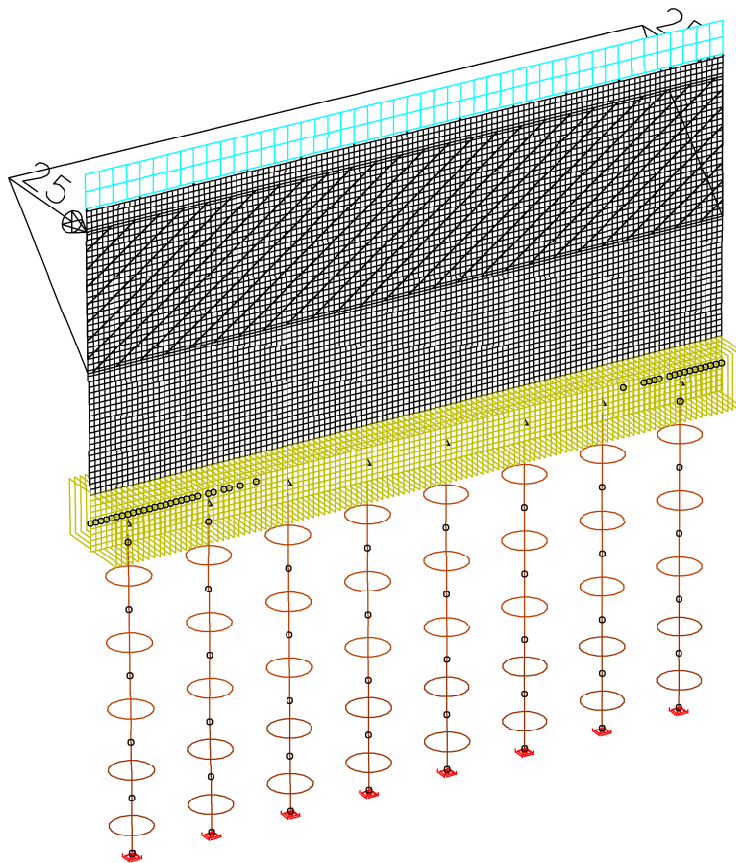
LF 1: Belastung, Eigengewicht

Belastung



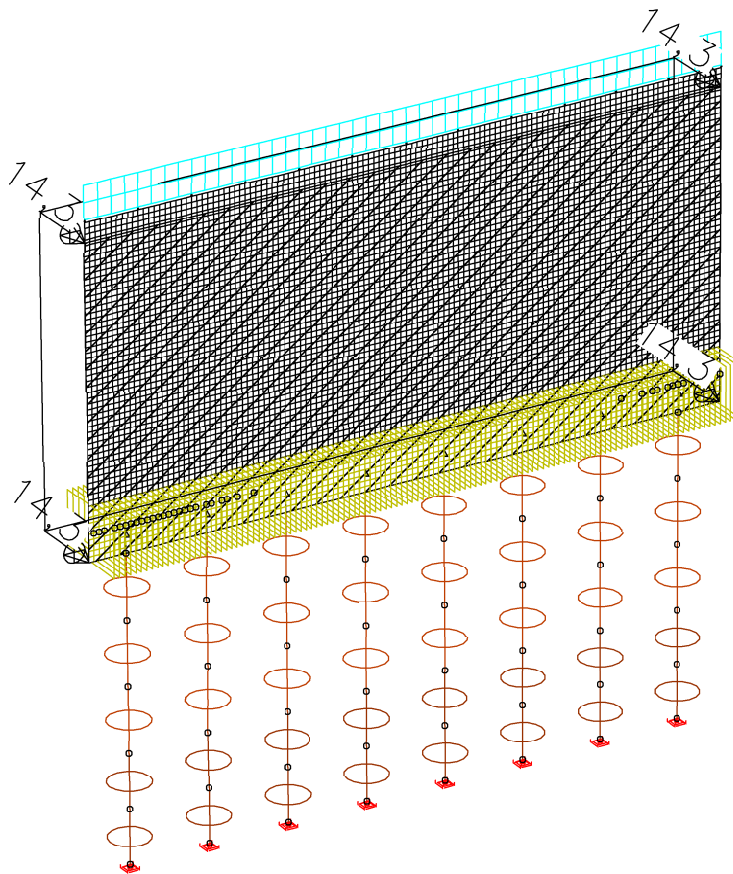
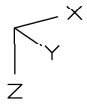
LF 2: Belastung, Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser

Belastung



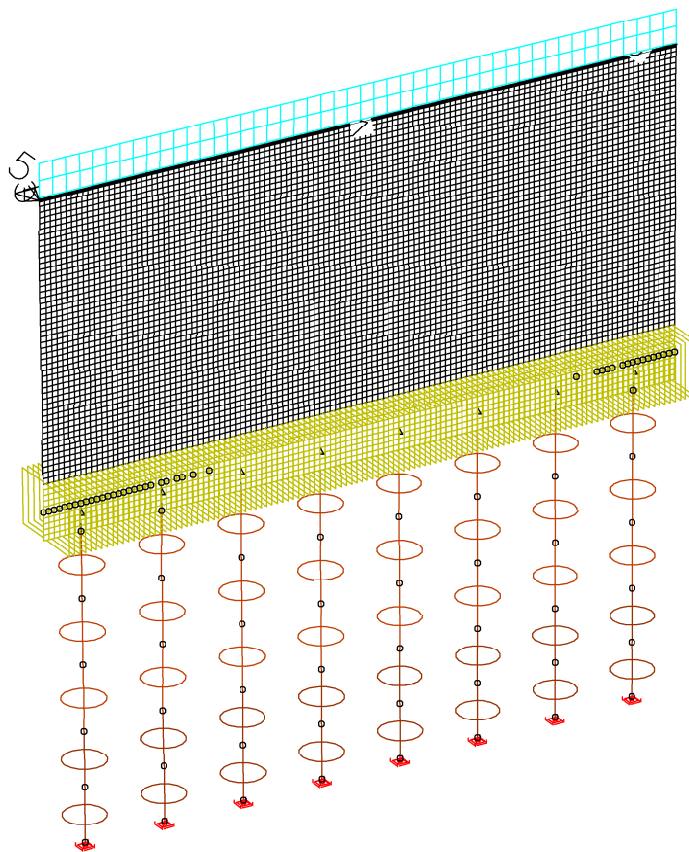
LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

Belastung



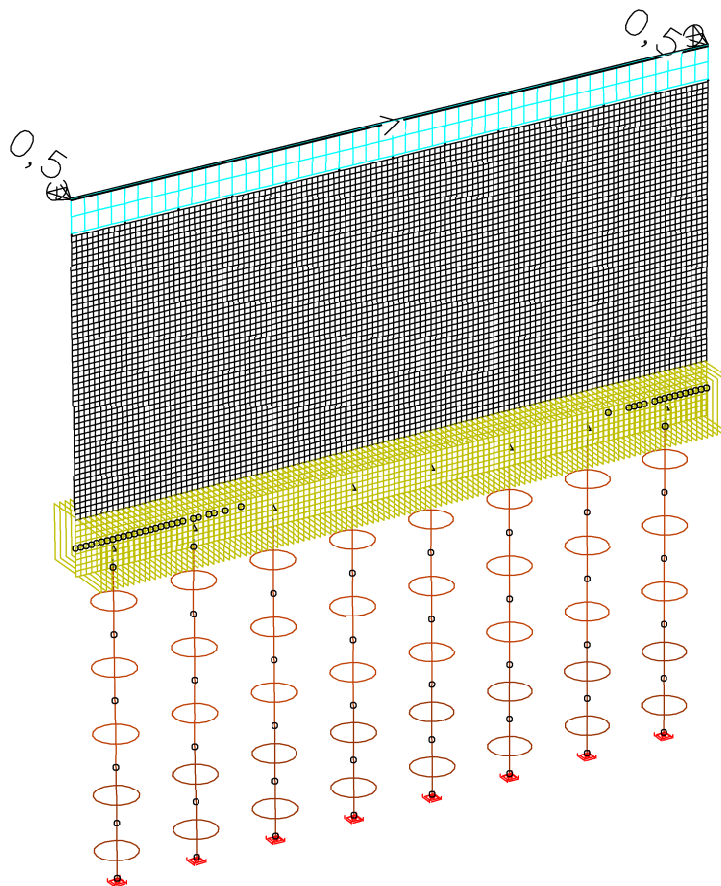
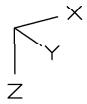
LF 4: Belastung, Erddruck infolge Verkehr SLW 60

Belastung



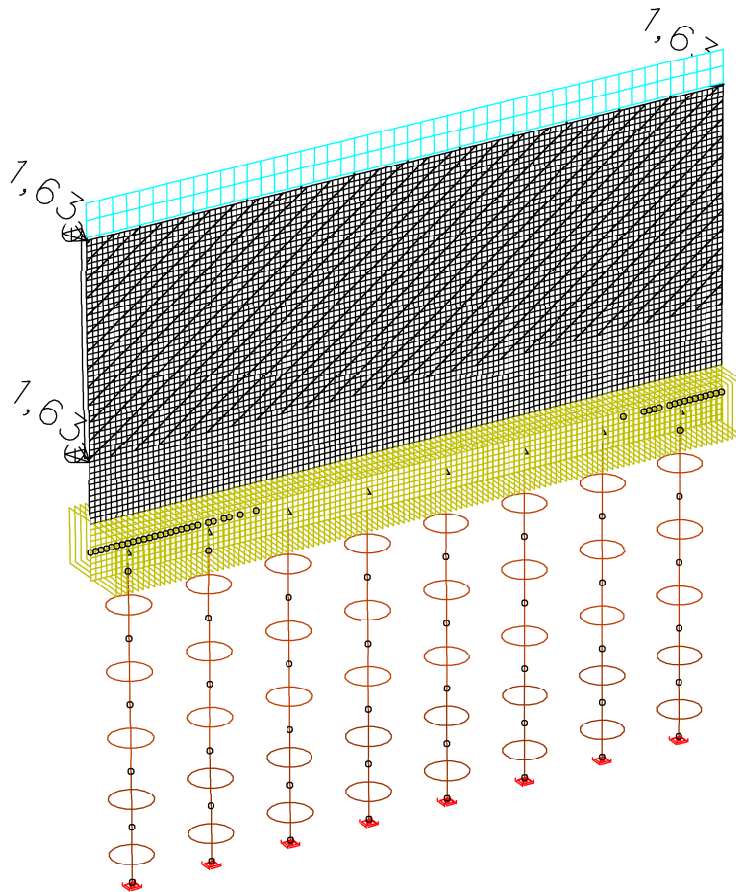
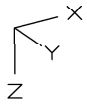
LF 5: Belastung, Fahrzeuganprall

Belastung



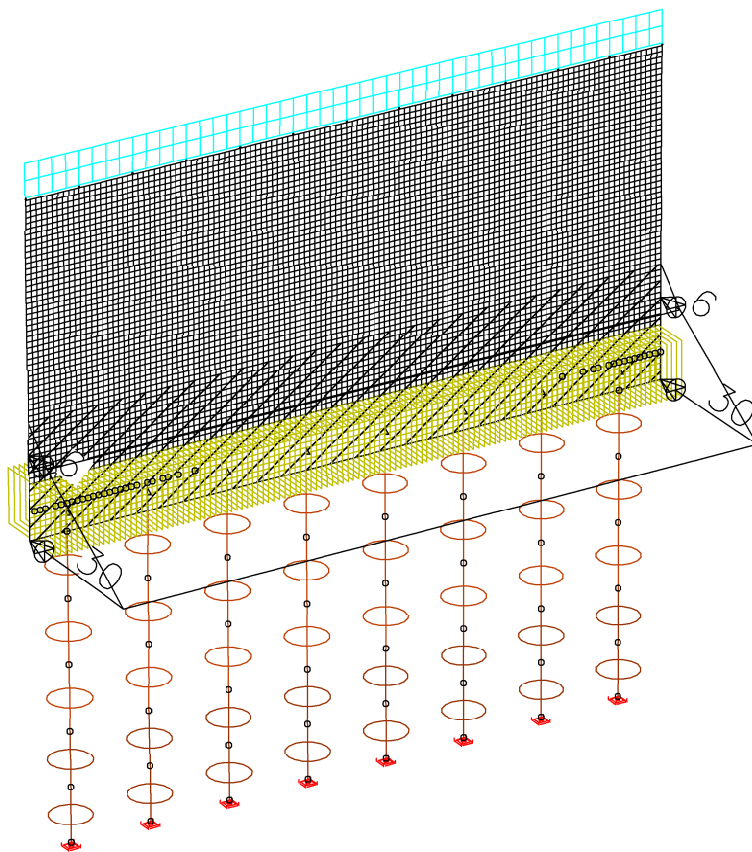
LF 6: Belastung, Personenlast, erdseitig

Belastung



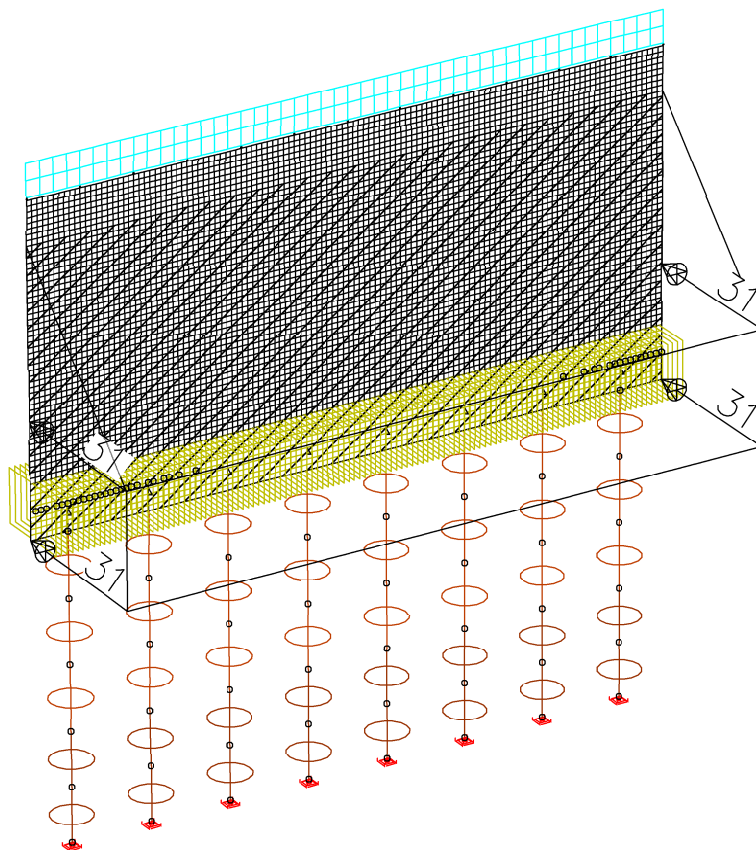
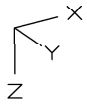
LF 7: Belastung, Windlast

Belastung



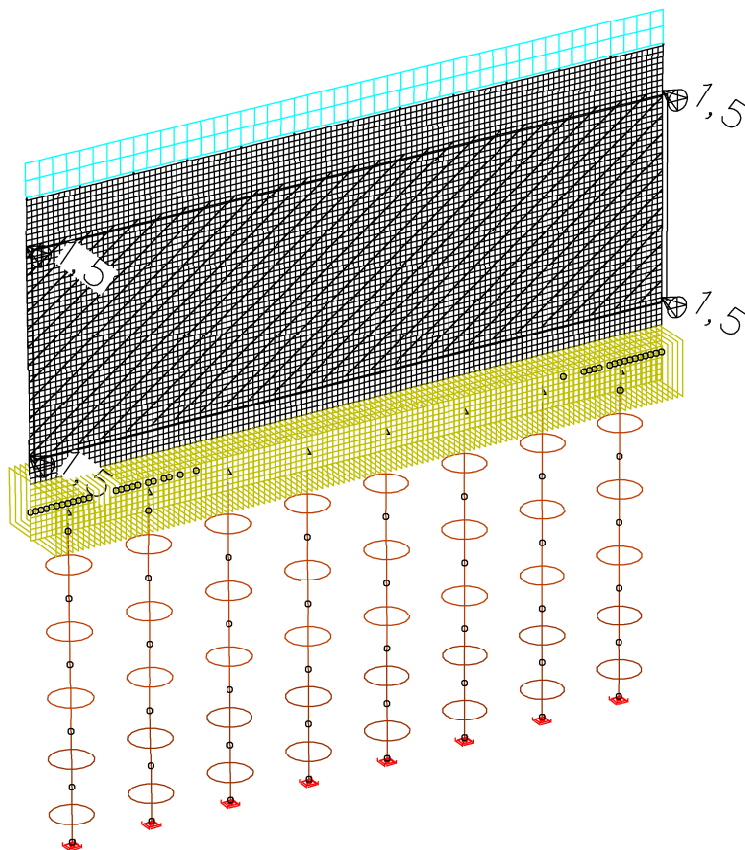
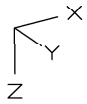
LF 11: Belastung, Erdruchdruck + Wasserdruck Stauziel

Belastung

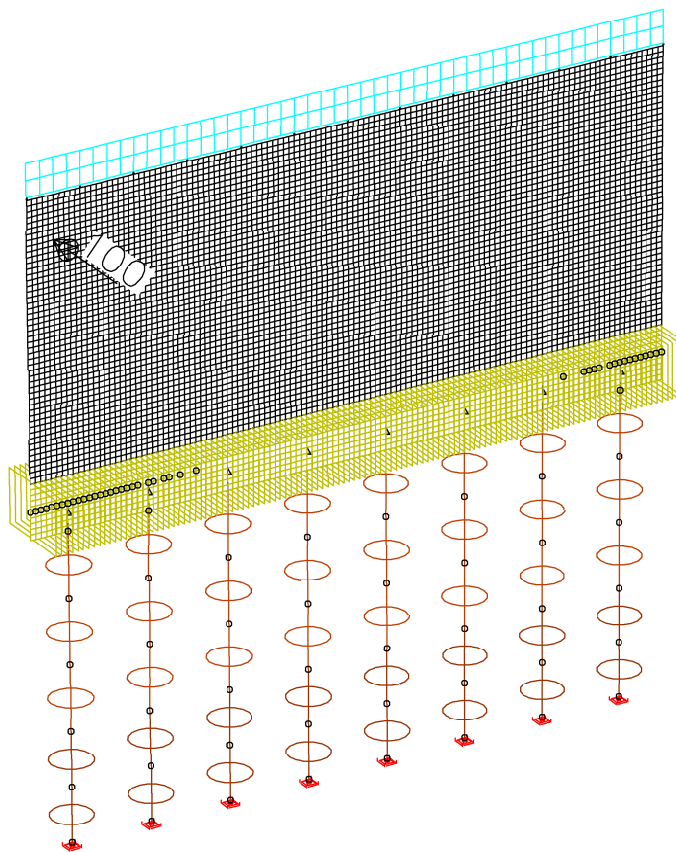
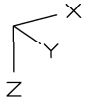


LF 12: Belastung, Wasserdruck HQ 100+15%

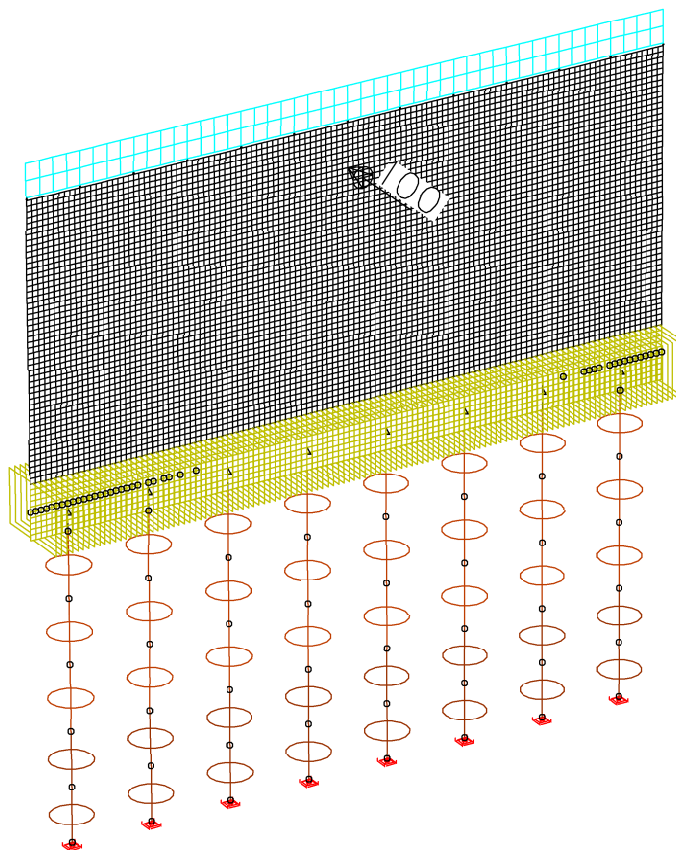
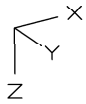
Belastung



Belastung

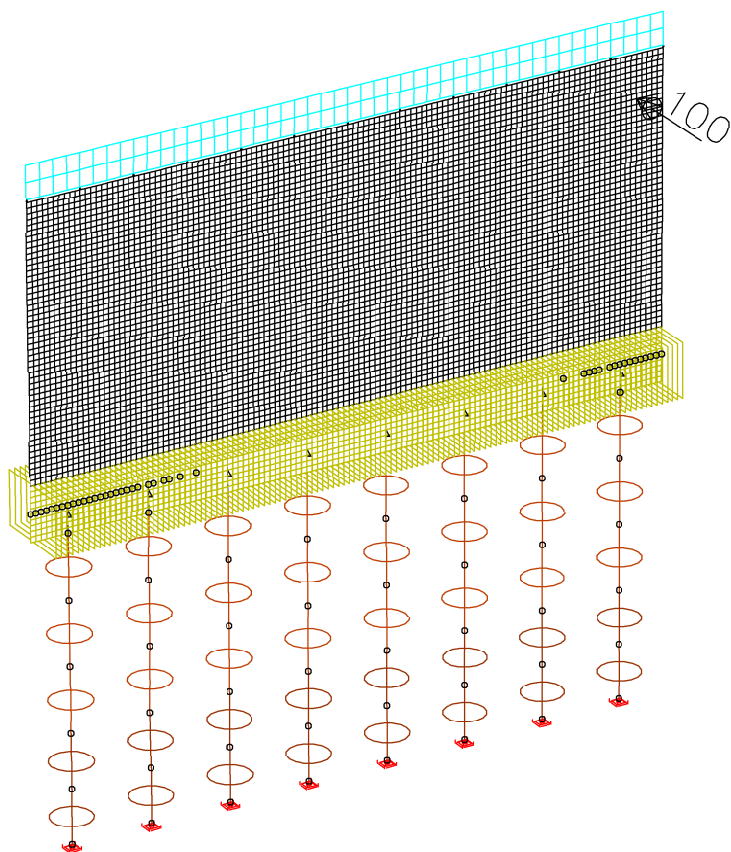
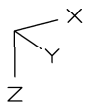


Belastung



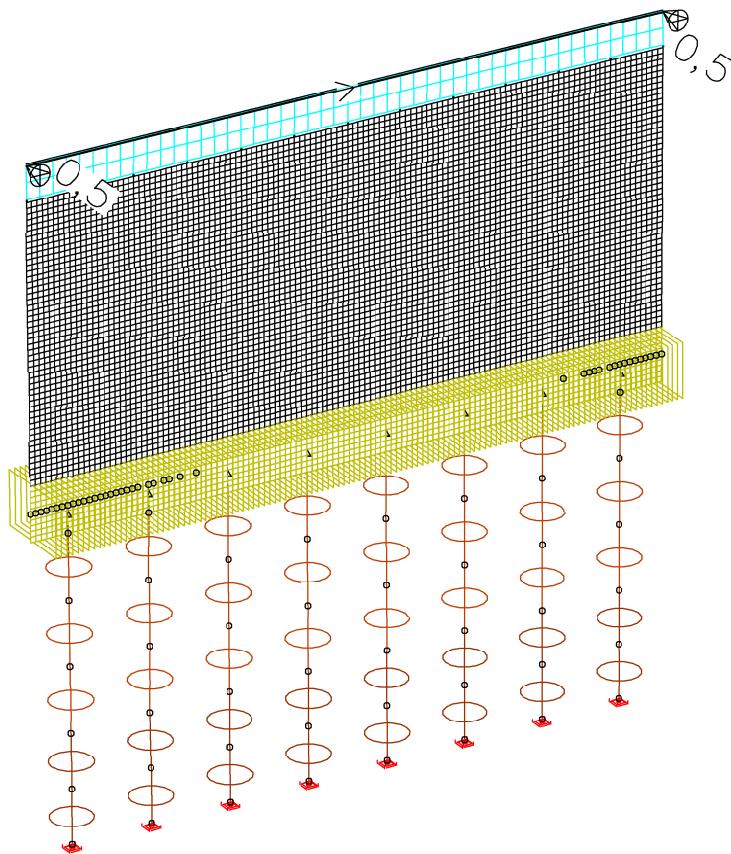
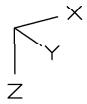
LF 15: Belastung, Anprall Treibgut 2

Belastung



LF 16: Belastung, Anprall Treibgut 3

Belastung



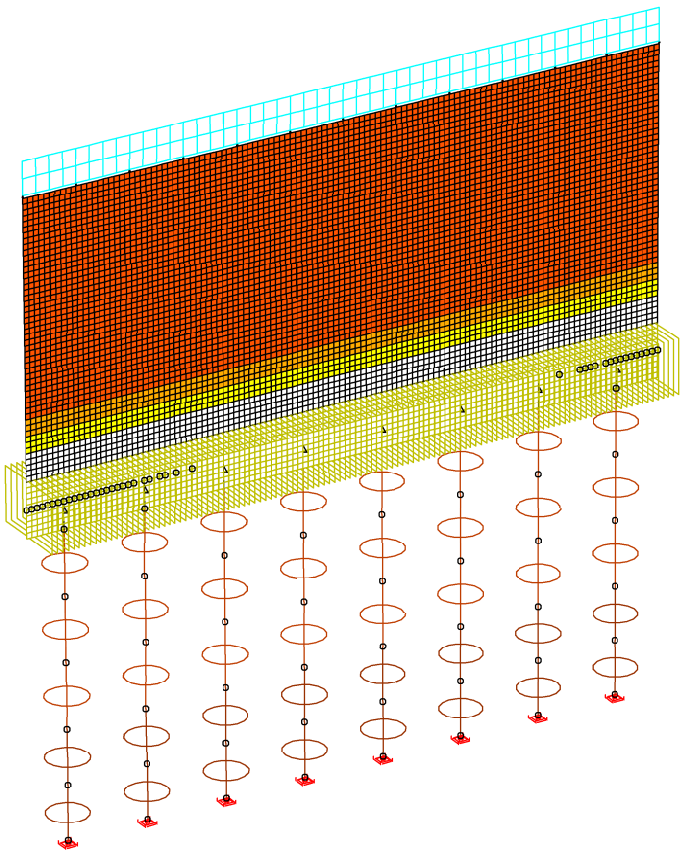
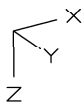
LF 17: Belastung, Personenlast, wasserseitig

A 3.1_HWS-Mauer_Angerinsel Ost_Klein Venedig

M = 1:125

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

Belastung



LF 21: Belastung, dT,M Stauziel Sommer

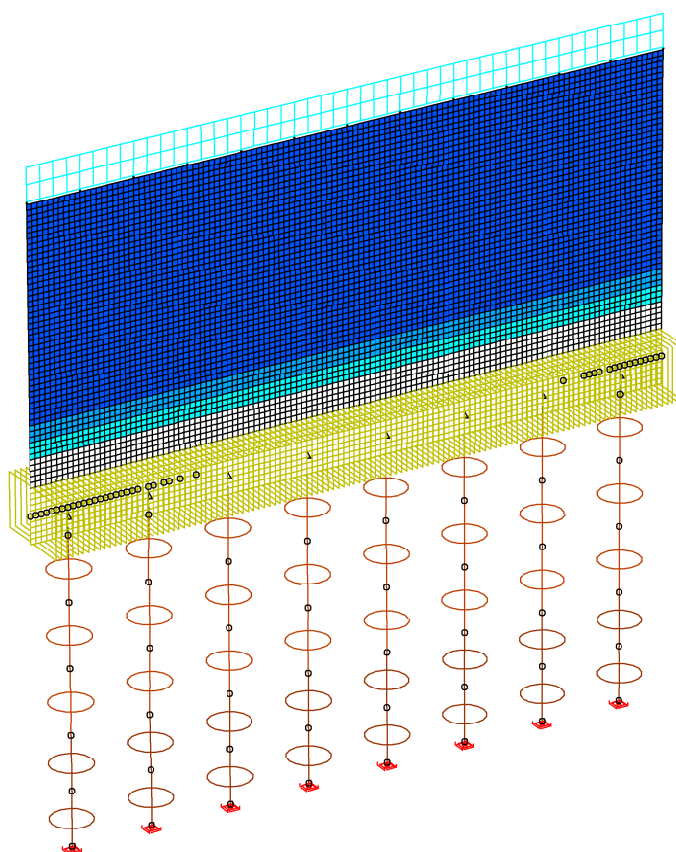
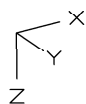
A 3.1_HWS-Mauer_Angerinsel Ost_Klein Venedig

M = 1: 125

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



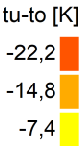
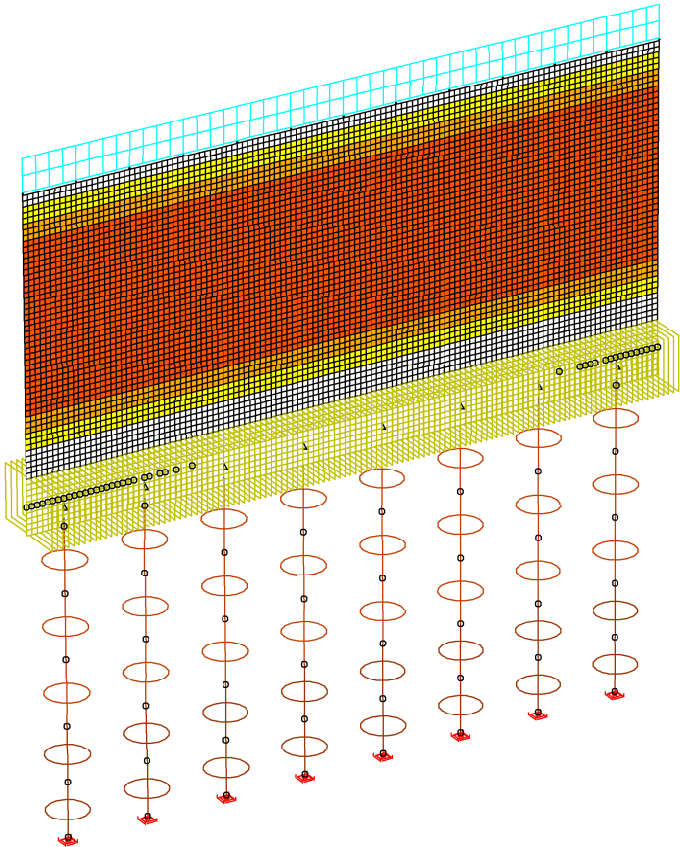
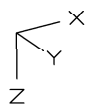
Belastung



LF 22: Belastung, dT,M Stauziel Winter

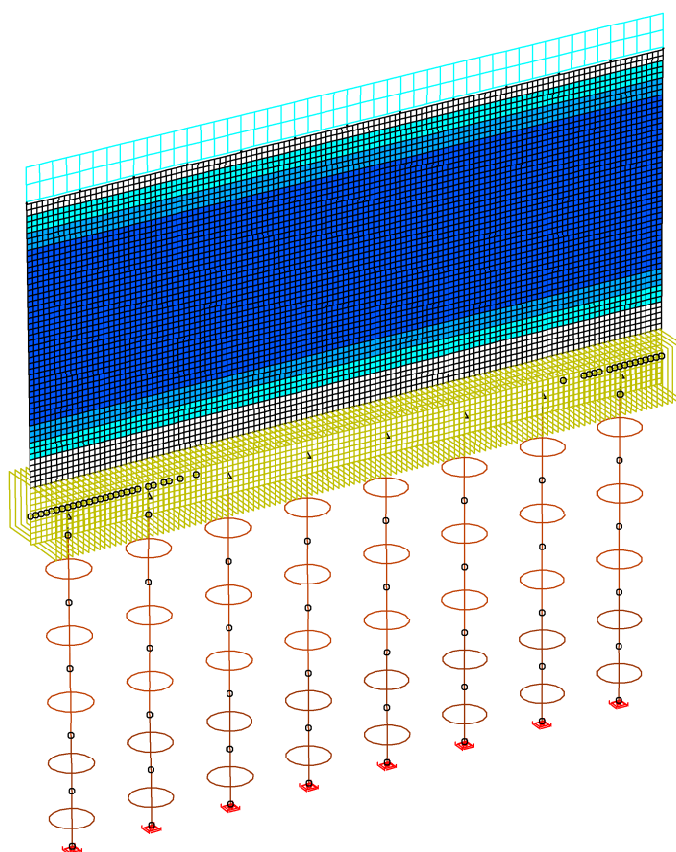
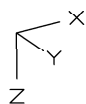
tm [K]
-3,7
-7,4
-11,1

Belastung



LF 23: Belastung, dT,G Stauziel Sommer

Belastung



LF 24: Belastung, dT,G Stauziel Winter

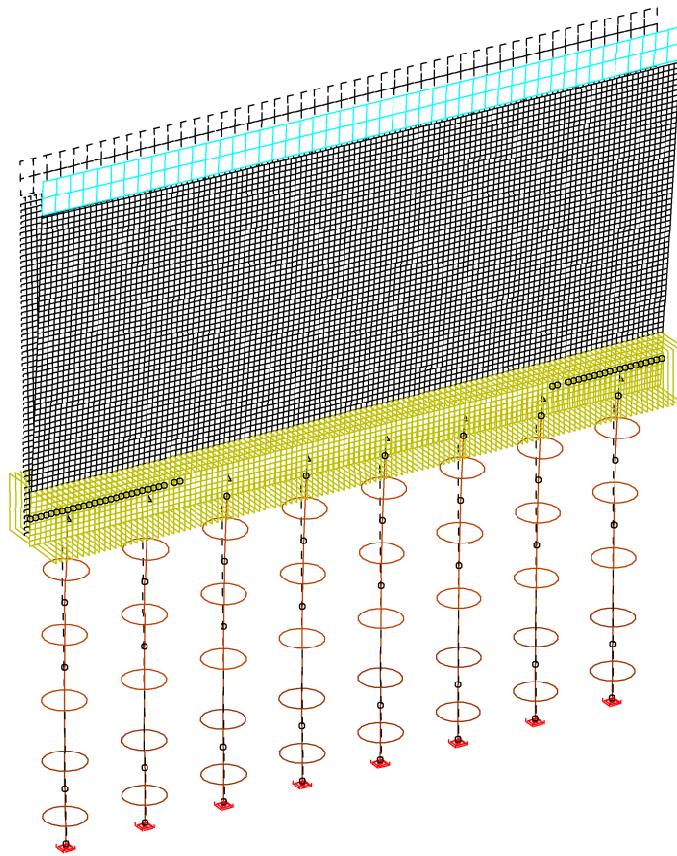
tu-to [K]

7,4

14,8

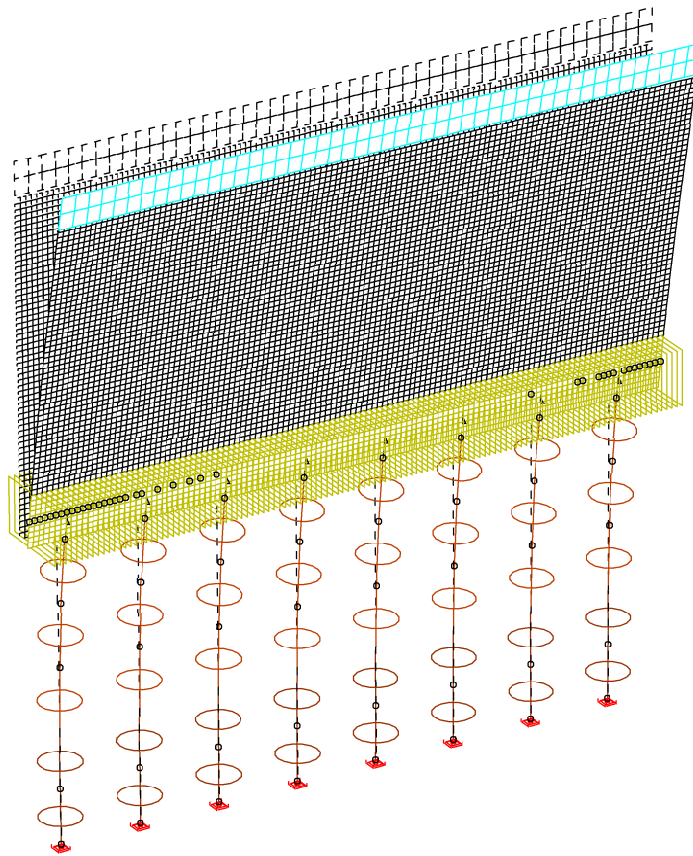
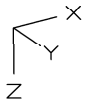
22,2

Verformung



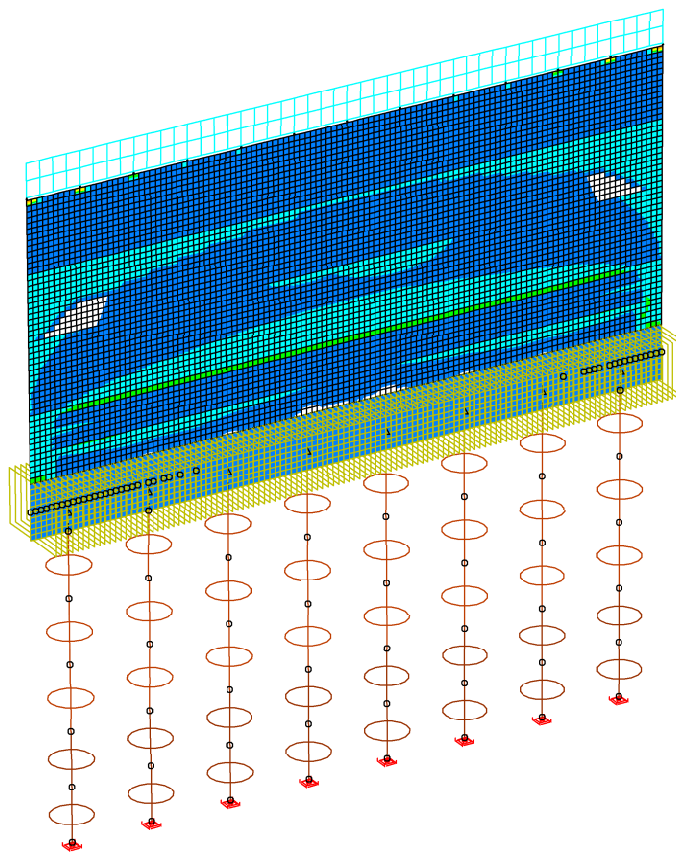
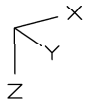
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (min u_y) [mm], Faktor = 20,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/39,90 [mm]

Verformung

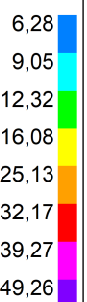


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 20,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/76,55 [mm]

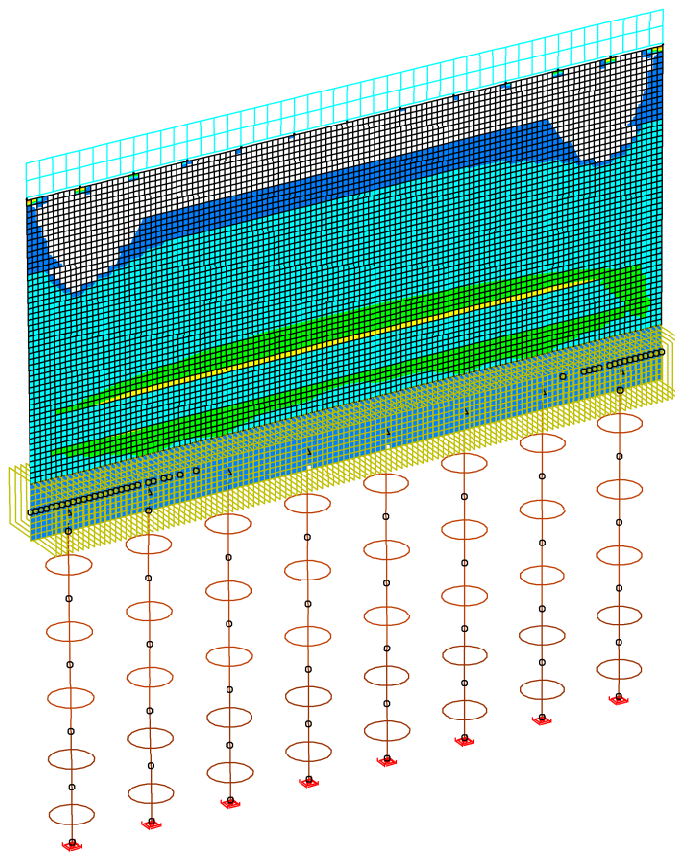
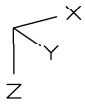
Bewehrung



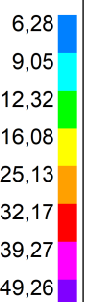
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 4,57/36,24 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t



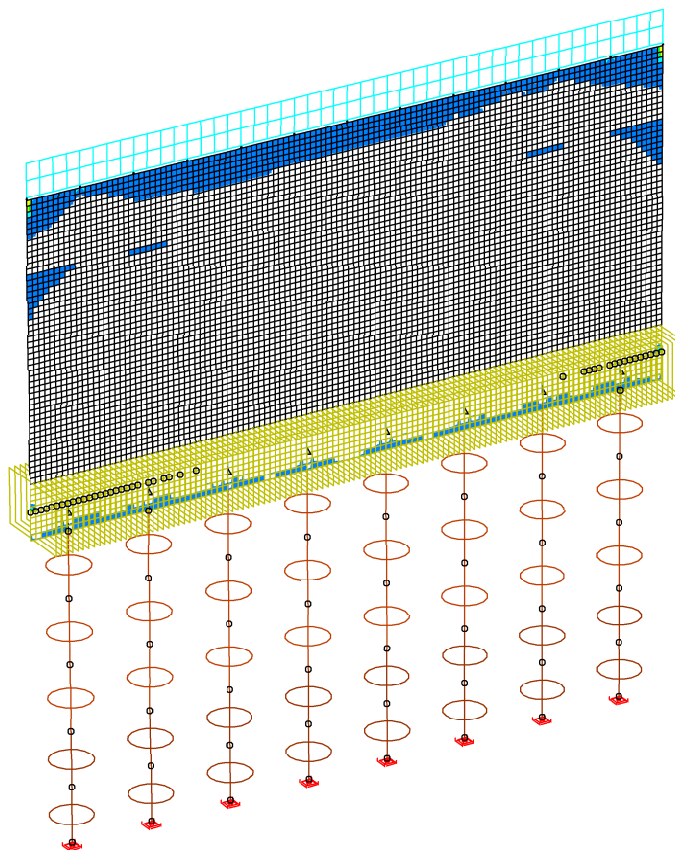
Bewehrung



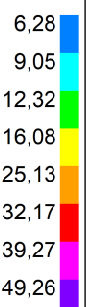
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,02/36,17 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t



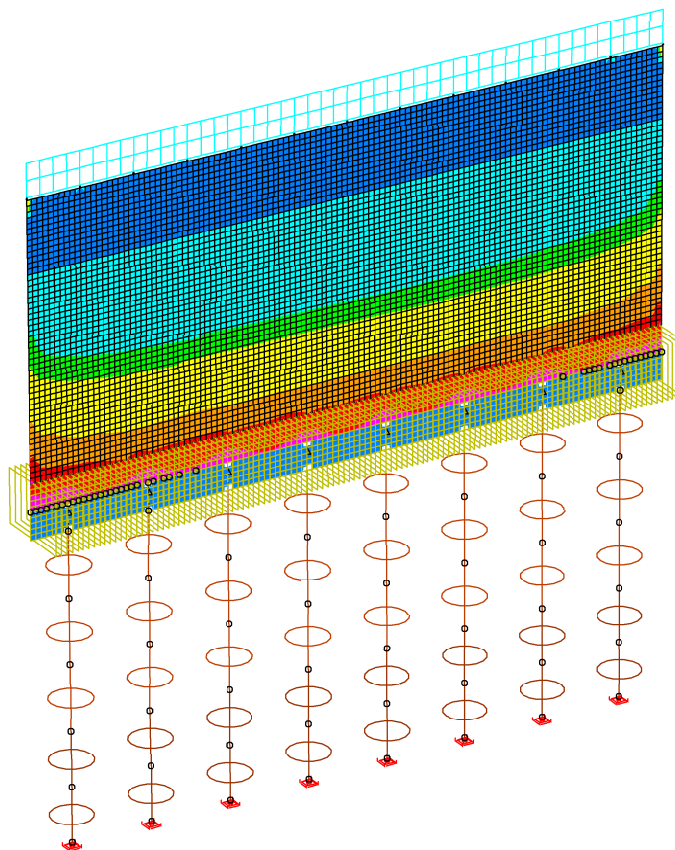
Bewehrung



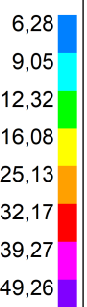
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/24,60 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t



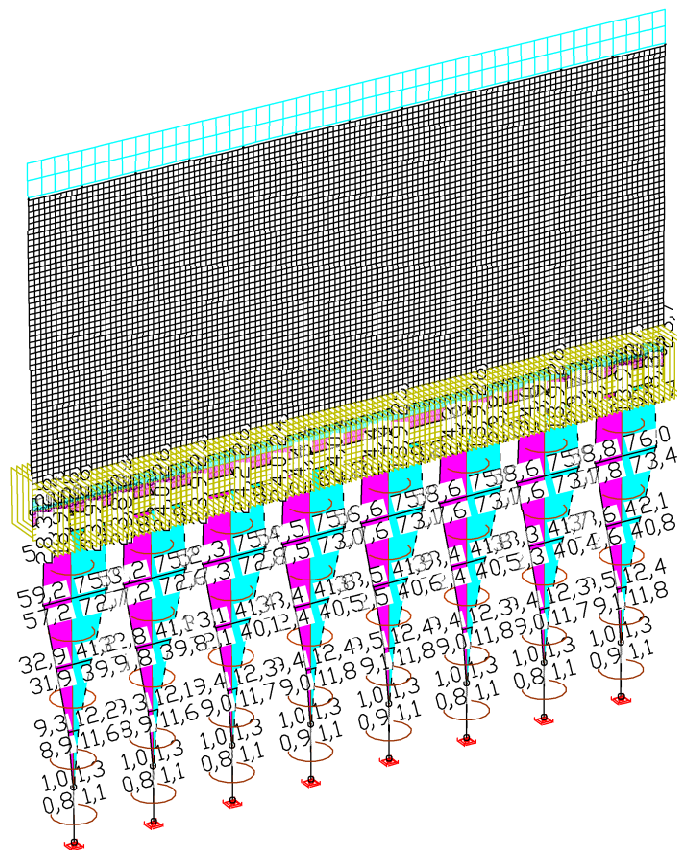
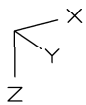
Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/53,86 [cm²/m]
Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 2,1 t



Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) [cm²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/76,01 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 2,6 t

Protokoll

Materialkennwerte

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
2	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
3	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
4	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
5	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
6	Frei	34000	14200	0,20	1,000e-05	15,000
7	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
8	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
9	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000

Bettung

Qu.- Nr.	k _{bx} -a	k _{bx} -e	k _{by} -a [MN/m ³]	k _{by} -e	k _{bz} -a	k _{bz} -e	b _x	b _y [m]	b _z
1	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
2	0	0	0	0	1	1	1,00	1,00	1,00
3	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
4	0	0	55,6	55,6	55,6	55,6	0,00	0,90	0,90
5	0	0	222,2	222,2	222,2	222,2	0,00	0,90	0,90
6	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
7	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
8	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
9	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00

Kriech- und Schwindbeiwerte

Material	phi.t	rho	epsilon.s
1	0,000	0,800	0,00E-05
2	0,000	0,800	0,00E-05
3	0,000	0,800	0,00E-05
4	0,000	0,800	0,00E-05
5	0,000	0,800	0,00E-05
6	0,000	0,800	0,00E-05
7	0,000	0,800	0,00E-05
8	0,000	0,800	0,00E-05
9	0,000	0,800	0,00E-05

Querschnittswerte

Nr.	1 FL d=0,5 A = 5,000e-01 [m ²], I _y = 1,042e-02 [m ⁴]
Nr.	2 FL d=0,55 (DzRatio=0,1) A = 5,500e-01 [m ²], I _y = 1,386e-02 [m ⁴]
Nr.	3 Polygon A = 1,500e+00 [m ²] I _x = 2,937e-01 [m ⁴], I _y = 1,250e-01 [m ⁴], I _z = 2,813e-01 [m ⁴]
Nr.	4 Polygon A = 4,305e-01 [m ²] I _x = 2,945e-02 [m ⁴], I _y = 1,475e-02 [m ⁴], I _z = 1,475e-02 [m ⁴]
Nr.	5 Polygon A = 4,305e-01 [m ²] I _x = 2,945e-02 [m ⁴], I _y = 1,475e-02 [m ⁴], I _z = 1,475e-02 [m ⁴]

Protokoll

Querschnittswerte

Nr.	6	FL d=0,1
		A = 1,000e-01 [m²], Iy = 8,333e-05 [m4]
Nr.	7	FL d=0,4
		A = 4,000e-01 [m²], Iy = 5,333e-03 [m4]
Nr.	8	FL d=0,45
		A = 4,500e-01 [m²], Iy = 7,594e-03 [m4]
Nr.	9	FL d=0,55
		A = 5,500e-01 [m²], Iy = 1,386e-02 [m4]

Koppelbedingungen

Abh.-Kn. Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade

Nr.	Fr.	Nr.	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
11087	SS	10182	.-	.-	.-	.-	.-	.-
220	SS	147	.-	.-	.-	.-	.-	.-
230	SS	151	.-	.-	.-	.-	.-	.-
240	SS	155	.-	.-	.-	.-	.-	.-
250	SS	159	.-	.-	.-	.-	.-	.-
260	SS	163	.-	.-	.-	.-	.-	.-
270	SS	167	.-	.-	.-	.-	.-	.-
280	SS	171	.-	.-	.-	.-	.-	.-
290	SS	175	.-	.-	.-	.-	.-	.-
300	SS	179	.-	.-	.-	.-	.-	.-
310	SS	183	.-	.-	.-	.-	.-	.-
320	SS	187	.-	.-	.-	.-	.-	.-
330	SS	191	.-	.-	.-	.-	.-	.-
340	SS	195	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11102	SS	10197	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11117	SS	10212	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11132	SS	10227	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11147	SS	10242	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11162	SS	10257	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11177	SS	10272	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11192	SS	10287	.-	.-	.-	.-	.-	.-

Systemkenngrößen

Knoten	7568
Elemente	7456
Festhaltungen	8
Koppelbedingungen	21
Unbekannte	45408
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	9,3 MB
Massenmatrix	9,3 MB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60
5	Fahrzeuganprall
6	Personenlast, erdseitig
7	Windlast 1

Protokoll

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr. Bezeichnung

11	Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
17	Personenlast, wasserseitig
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

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 vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
2	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
8	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
9	XC4	Nicht vorgesp.	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.

Protokoll

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. 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	.	60	.
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,00	.	60	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	60	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	60	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	60	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
9	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.

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	.	0,440	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
5	0,530	.	0,470	0,90	0,530	.	0,470	0,90	0,410	0,410	0,120	.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.

Protokoll

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	Berech. = 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	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]		s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,30	14	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
3	0,30	10	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
7	0,30	14	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
8	0,30	14	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
9	0,30	14	.	.	.	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)	zul.sigma.c(t)	zul.sigma.c	zul.sigma.s	Dekompression	
	[MN/m²]	(CK, QK)	(CK) (QK)	(CK)	Komb.	Spannung
1	.	.	0,60 fck	0,80 fyk	.	.
3	.	.	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	.	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Der Nachweis der Stahlspannungen erfolgt durch Ermittlung des Dehnungs-

Protokoll

zustands am gerissenen Betonquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.
Der Nachweis der Betonstahlspannungen erfolgt durch Ermittlung des Dehnungszustands am gerissenen Betonquerschnitt.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl					
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
3	1	-0,750	-0,500	200000	500	-0,690	0,440	0,060	0,00
	2	0,750	-0,500	200000	500	0,690	0,440	0,060	0,00
	3	0,750	0,500	200000	500	0,690	-0,440	0,060	0,00
	4	-0,750	0,500	200000	500	-0,690	-0,440	0,060	0,00
4	1	-0,375	-0,000	200000	500	-0,314	-0,000	0,060	0,00
	2	-0,346	-0,144	200000	500	-0,290	-0,120	0,060	0,00
	3	-0,265	-0,265	200000	500	-0,222	-0,222	0,060	0,00
	4	-0,144	-0,346	200000	500	-0,120	-0,290	0,060	0,00
	5	0,000	-0,375	200000	500	0,000	-0,314	0,060	0,00
	6	0,144	-0,346	200000	500	0,120	-0,290	0,060	0,00
	7	0,265	-0,265	200000	500	0,222	-0,222	0,060	0,00
	8	0,346	-0,144	200000	500	0,290	-0,120	0,060	0,00
	9	0,375	-0,000	200000	500	0,314	-0,000	0,060	0,00
	10	0,346	0,144	200000	500	0,290	0,120	0,060	0,00
	11	0,265	0,265	200000	500	0,222	0,222	0,060	0,00
	12	0,144	0,346	200000	500	0,120	0,290	0,060	0,00
	13	0,000	0,375	200000	500	0,000	0,314	0,060	0,00
	14	-0,144	0,346	200000	500	-0,120	0,290	0,060	0,00
	15	-0,265	0,265	200000	500	-0,222	0,222	0,060	0,00
	16	-0,346	0,144	200000	500	-0,290	0,120	0,060	0,00
5	1	-0,375	-0,000	200000	500	-0,314	-0,000	0,060	0,00
	2	-0,346	-0,144	200000	500	-0,290	-0,120	0,060	0,00
	3	-0,265	-0,265	200000	500	-0,222	-0,222	0,060	0,00
	4	-0,144	-0,346	200000	500	-0,120	-0,290	0,060	0,00
	5	0,000	-0,375	200000	500	0,000	-0,314	0,060	0,00
	6	0,144	-0,346	200000	500	0,120	-0,290	0,060	0,00
	7	0,265	-0,265	200000	500	0,222	-0,222	0,060	0,00
	8	0,346	-0,144	200000	500	0,290	-0,120	0,060	0,00
	9	0,375	-0,000	200000	500	0,314	-0,000	0,060	0,00
	10	0,346	0,144	200000	500	0,290	0,120	0,060	0,00
	11	0,265	0,265	200000	500	0,222	0,222	0,060	0,00
	12	0,144	0,346	200000	500	0,120	0,290	0,060	0,00
	13	0,000	0,375	200000	500	0,000	0,314	0,060	0,00
	14	-0,144	0,346	200000	500	-0,120	0,290	0,060	0,00
	15	-0,265	0,265	200000	500	-0,222	0,222	0,060	0,00
	16	-0,346	0,144	200000	500	-0,290	0,120	0,060	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_{s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Protokoll

Betonstahl für Flächenelemente

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m ²]	do x [m]	du x [m]	asx [cm ² /m]	do y [m]	du y [m]	asy [cm ² /m]	as fix
1	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
2	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
7	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
8	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
9	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_{as}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Protokoll

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

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

Lastfälle

2 Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser

3 Verdichtungserddruck

11 Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel

QN - Erddruck Verkehrslast

$\gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Fahrzeugverkehr - Kategorie G: Fahrzeuggewicht über 30 kN bis zu 160 kN

$\psi_{0.0} / \psi_{0.1} / \psi_{0.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4 Erddruck infolge Verkehr SLW 60

QN - Nutzlast, Verkehrslast

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

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Fahrzeugverkehr - Kategorie G: Fahrzeuggewicht über 30 kN bis zu 160 kN

$\psi_{0.0} / \psi_{0.1} / \psi_{0.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

5 Fahrzeuganprall

QN - Nutzlast, Verkehrslast

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

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude

$\psi_{0.0} / \psi_{0.1} / \psi_{0.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

6 Personenlast, erdseitig

17 Personenlast, wasserseitig

QW - Windlast

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

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Protokoll

Windlasten

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

7 Windlast 1

QT - Temperatureinwirkung

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,5 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

21 dT,M Stauziel Sommer

23 dT,G Stauziel Sommer

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

22 dT,M Stauziel Winter

24 dT,G Stauziel Winter

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

12 Wasserdruck HQ 100+15%

13 Strömungsdruck

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

14 Anprall Treibgut 1

15 Anprall Treibgut 2

16 Anprall Treibgut 3

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Erddruck Verkehrslast

QN - Nutzlast, Verkehrslast

QN - Nutzlast, Verkehrslast

QW - Windlast

QT - Temperatureinwirkung

Protokoll

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung
A - Außergewöhnliche Einwirkung
A - Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QN - Nutzlast, Verkehrslast
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

Protokoll

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung und der Torsionslängsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betondruckspannungen

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Stahlspannungen

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Nachweis erfolgt unter Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts.

Typ S Längsbewehrung aus N und M, Nr. der Lage, Charakt. K. (CK)
 $\sigma_{s,zul} = 0,80 \cdot f_{yk}$ bzw. $1,0 \cdot f_{yk}$ (CK) nach 7.2 (5)

Stab		Stahl	As	$\sigma_{s,zul}$	Situation			
Nr.	Qu.	Ort	Typ	Nr.	[cm ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	

Protokoll

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Mindestbewehrungsgrad nach Gl. (9.5a/bDE) wird berücksichtigt

vRd Aufnehmbare Querkraft der Druckstreben nach 6.2.3 (3) [kN/m]
Neigung Neigung cot Theta der Betondruckstreben gegen die Elementebene
Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 für erf. asb [cm²]
qr Bemessungsquerkraft = $(q_x^2 + q_y^2)^{1/2}$ [kN/m]
erf.asb Erf. Bügelbewehrung [cm²/m²]
 Überschreitungen nach Gl. (6.12) werden mit "!" gekennzeichnet
erf.As1 Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 [cm²] für erf. asb

Element	qx	qy	n	qr	qr/	Nei-	erf. asb	Asl f. asb=0	erf. Asl
Nr. Ort	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	vRd	gung	[cm ² /m ²]	[cm ²]	[cm ²]
15113 3	-1997,74	2254,14	-0,08	3012,00	1,01>1	1,00	173,19!	.	.

Nachweis der Betondruckspannungen

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betonstahlspannungen für die Charakteristische (seltene) Kombination

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Nachweis erfolgt unter Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts.

Sigma.s,zul = 0,80 * fyk bzw. 1,0 * fyk (CK) nach 7.2 (5)

Element	Nachweis in x-Richtung			Nachweis in y-Richtung		
Nr. Qu. Ort Lage	as	Sigma.s	zul.	as	Sigma.s	zul.
	[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]

** Warnungen **

DFB-270: Element 15113, Ort 3: Querkraftbew. asw = 173,19 > asw,max = 171,06 cm²/m².
DFB-024: Element 15113 Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

Anlage 3.2

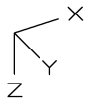
InfoCAD Bemessung Angerinsel West 1-1

INHALT

Inhalt	102
System	
System	104
System	105
1 : Eigengewicht	106
2 : Erdruhedruck + Grundwasser, landseitig	107
3 : Verdichtungserddruck	108
4 : Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60	109
11 : Erdruhedruck Rampe	110
12 : Wasserdruck HQ 100+15%	111
13 : Strömungsdruck	112
14 : Anprall Treibgut 1	113
15 : Anprall Treibgut 2	114
16 : Anprall Treibgut 3	115
17 : Verkehrslast Personen Rampe	116
21 : dT,M Stauziel Sommer	117
22 : dT,M Stauziel Winter	118
23 : dT,G Stauziel Sommer	119
24 : dT,G Stauziel Winter	120
Eingabedaten	
Systemkenngrößen	121
Querschnittswerte	121
Materialkennwerte	122
Bettung	123
Steifemodul	-
Kopplungen	123
Übersicht Lastfälle	124
Lastsummen	124
Betonstahl für Flächenelemente	125
Betonstahl für Stäbe	125
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen	126
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1	128
EN 1993-1-1 Einwirkungen	130
EN 1995-1-1 Einwirkungen	130
DIN EN 1992-2 Einwirkungen	130
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2	130
DIN FB 102 Einwirkungen	132
Bemessungsvorgaben	-
Belastung	
Verformung	
Deformationen $u_{y \min}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	133
Deformationen $u_{y \max}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	134
Bewehrung	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	135
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	136
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	137
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	138
Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1	139
Protokoll	
Materialkennwerte - Finite Elemente	140
Bettung - Finite Elemente	140
Kriech- und Schwindbeiwerte - Finite Elemente	140
Querschnittswerte - Finite Elemente	140
Koppelbedingungen - Finite Elemente	141
Systemkenngrößen - Finite Elemente	141

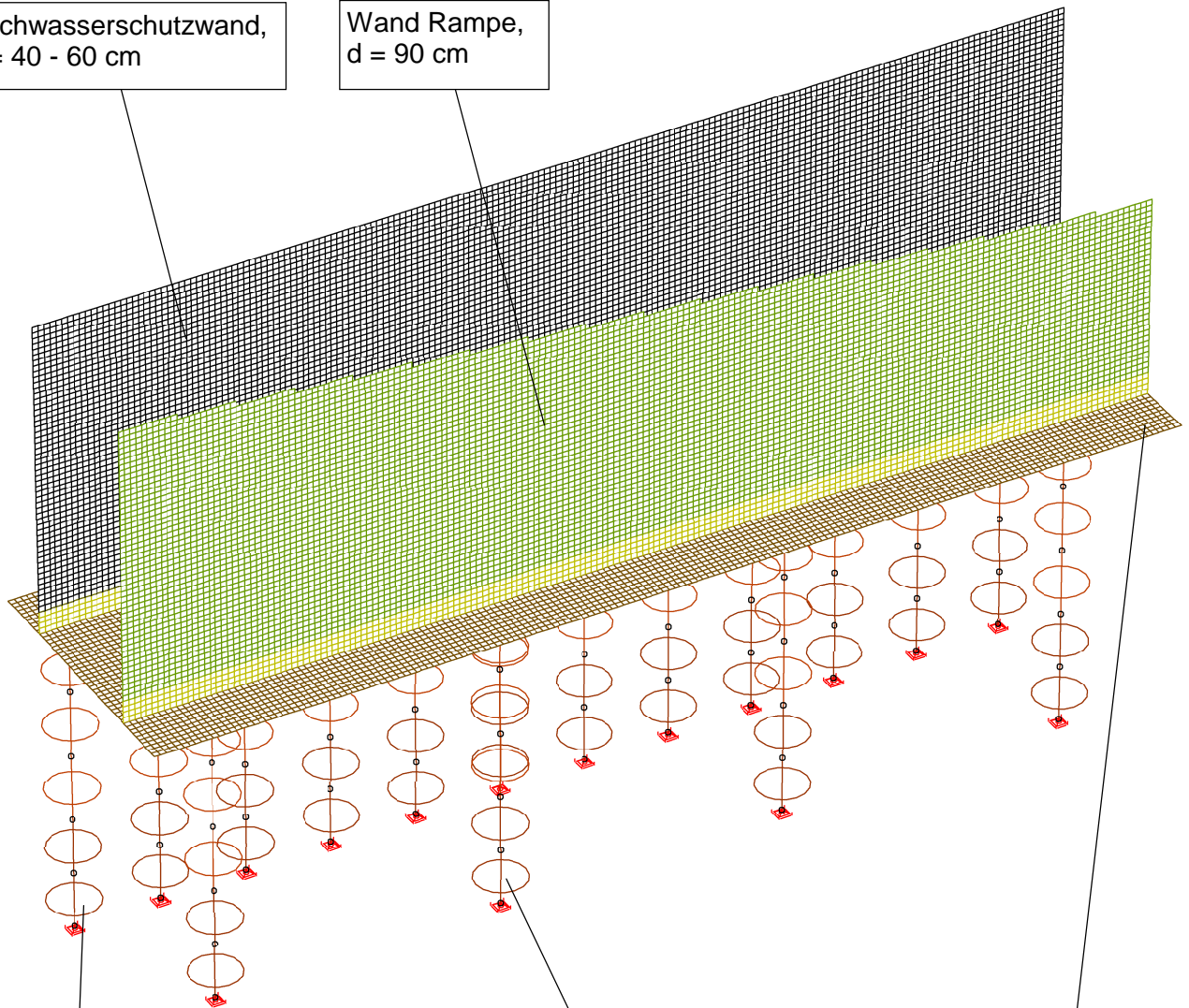
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	141
DIN EN 1992-1-1 Bemessung	142

System



Hochwasserschutzwand,
d = 40 - 60 cm

Wand Rampe,
d = 90 cm

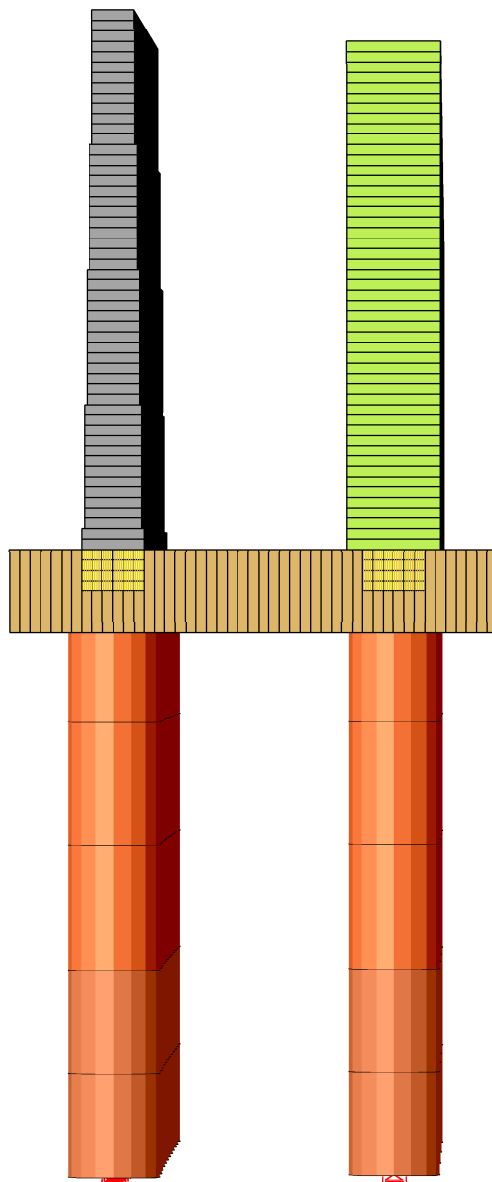


überschnittene Bohrpfehlwand,
 $\varnothing = 90$ cm
Überschnitt = 15 cm

einzelne Bohrpfähle,
 $\varnothing = 90$ cm
Abstand = 5,0 m

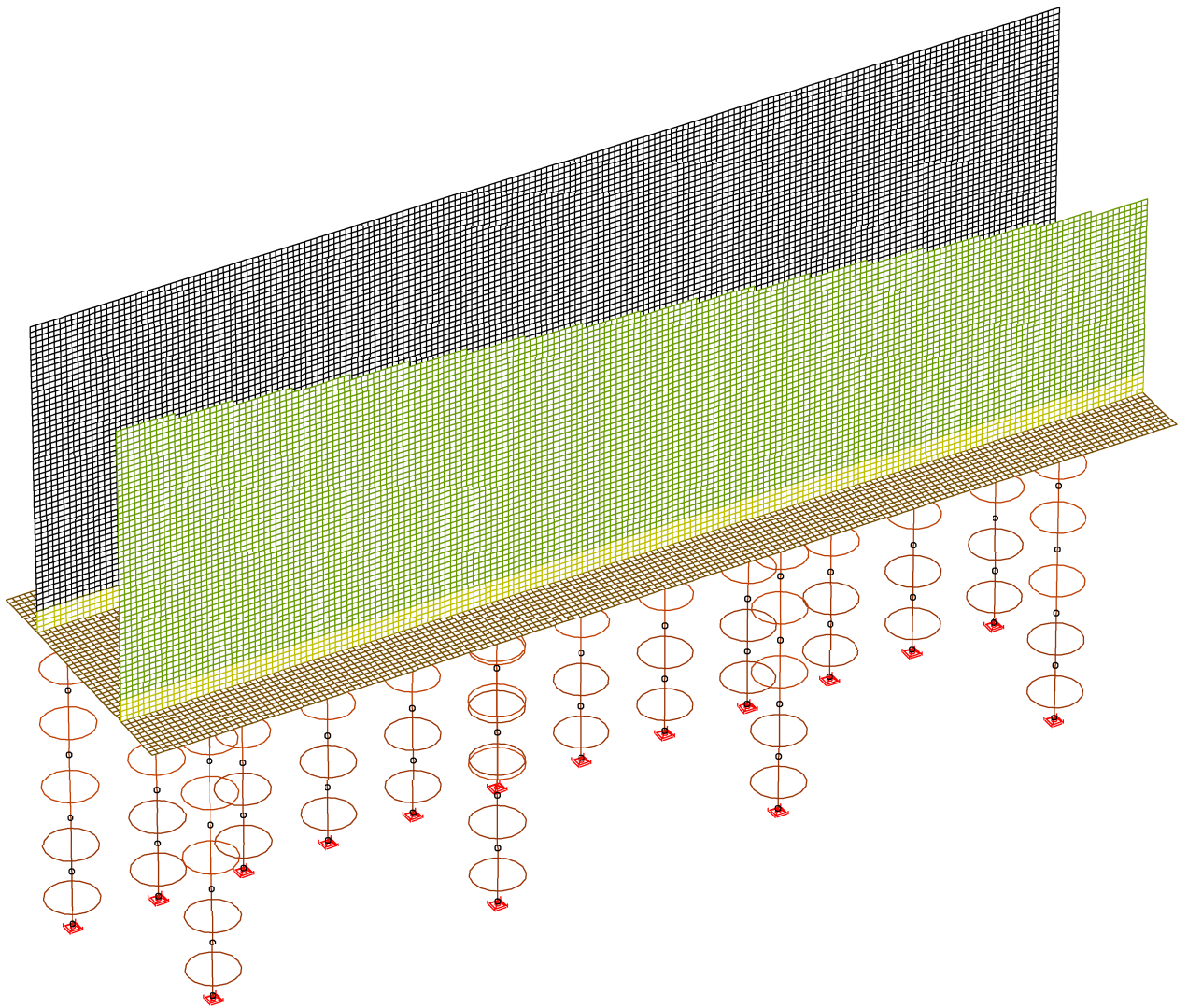
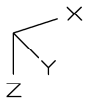
Kopfbalken,
h x b = 80 x 460 cm

System



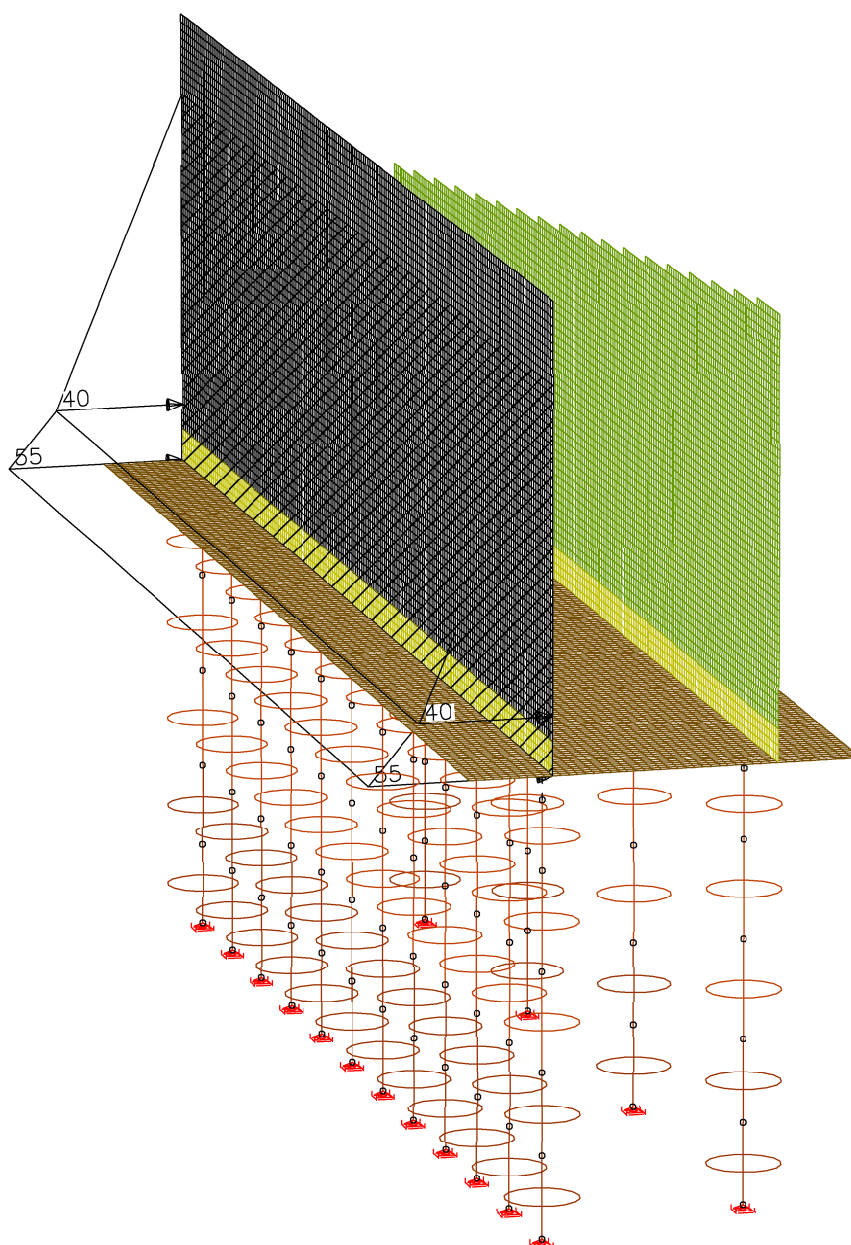
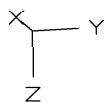
System

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigengewicht

System



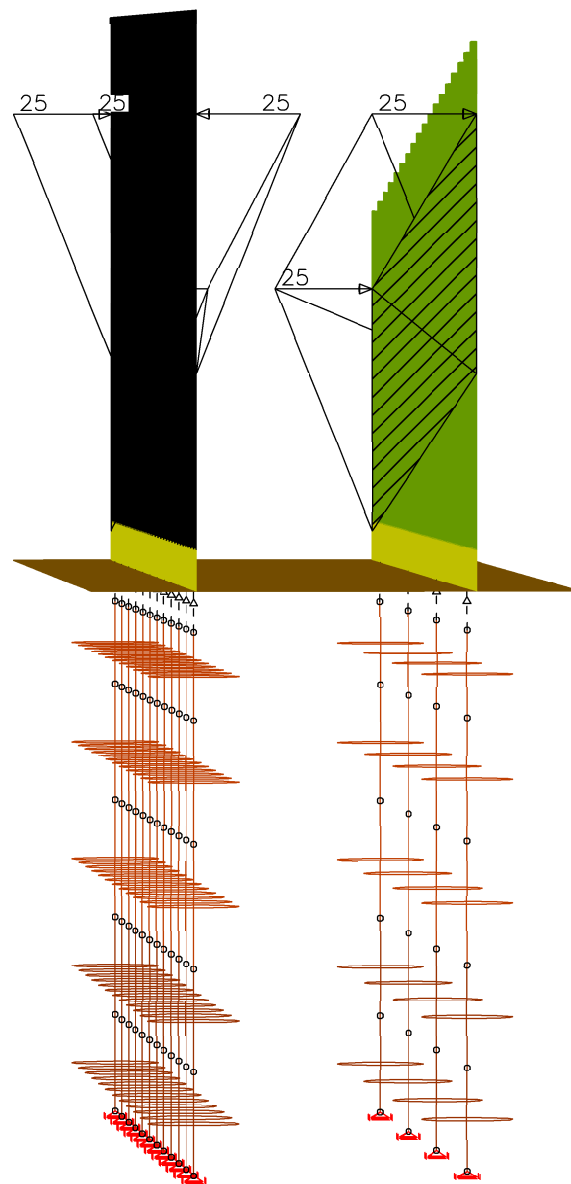
LF 2: Belastung, Erdruchdruck + Grundwasser, landseitig

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1:90

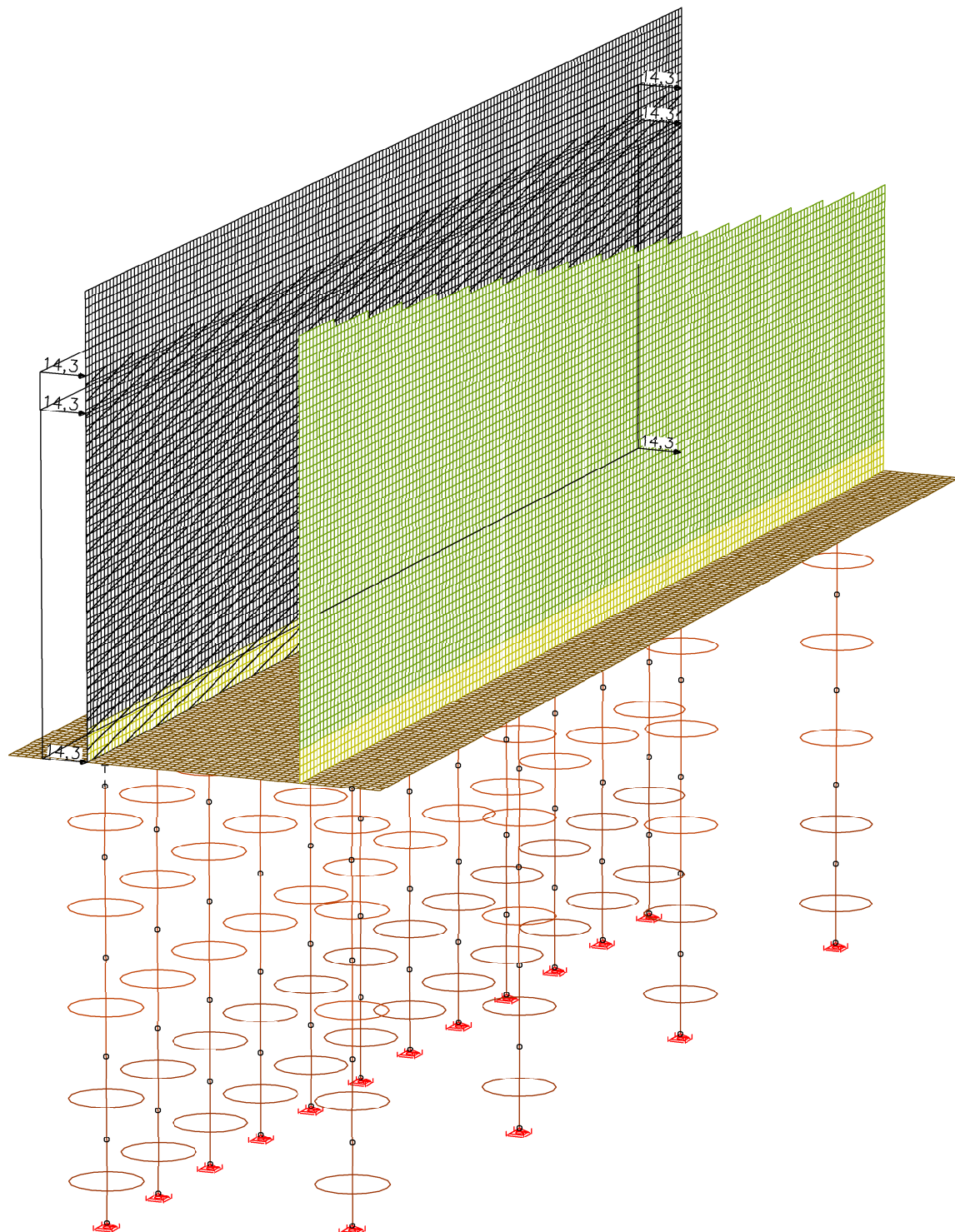
Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

System



LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

System



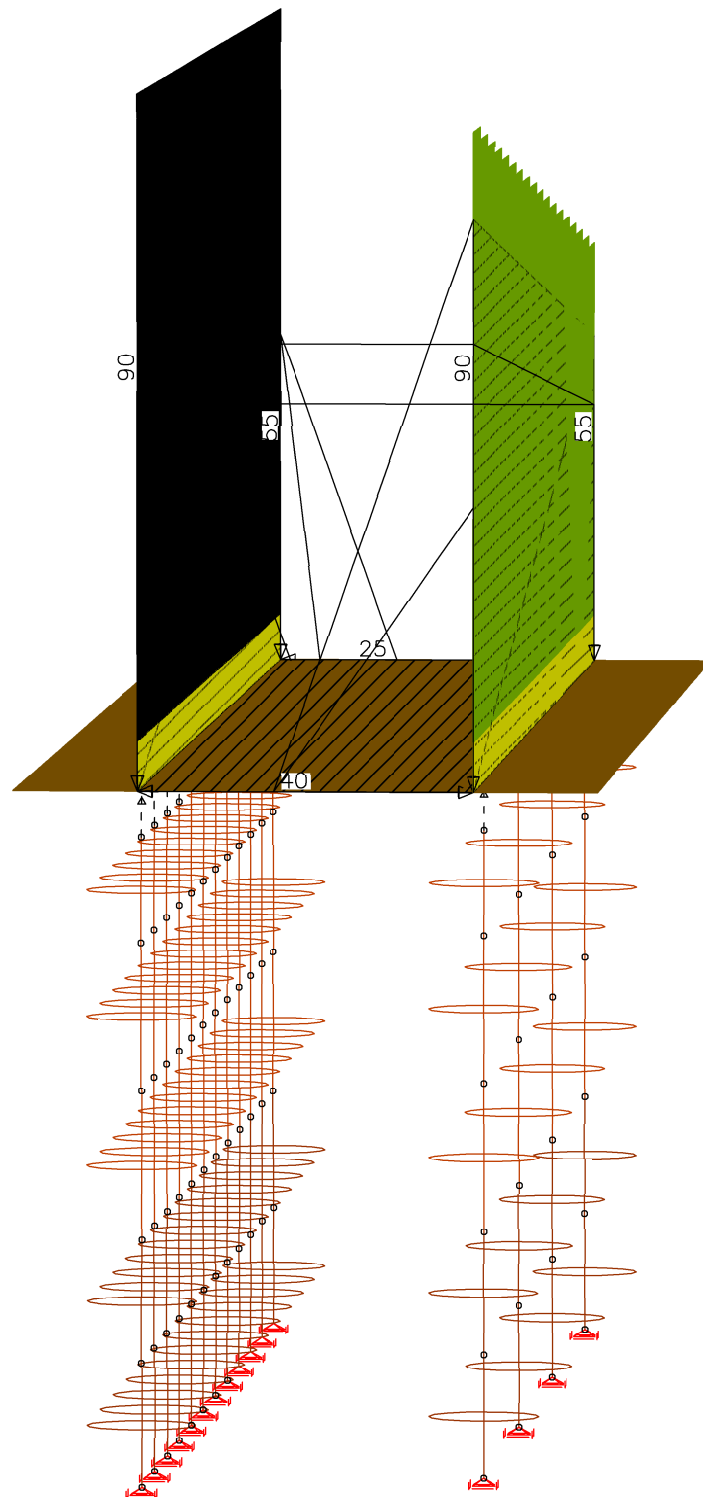
LF 4: Belastung, Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1:75

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

System



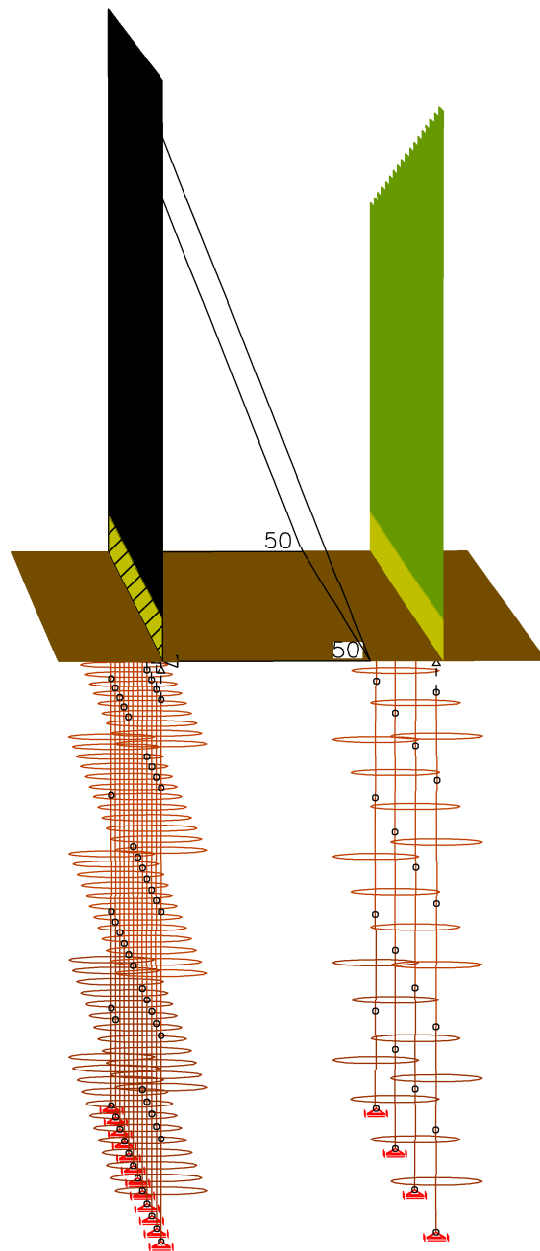
LF 11: Belastung, Erdruchdruck Rampe

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1:65

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

System



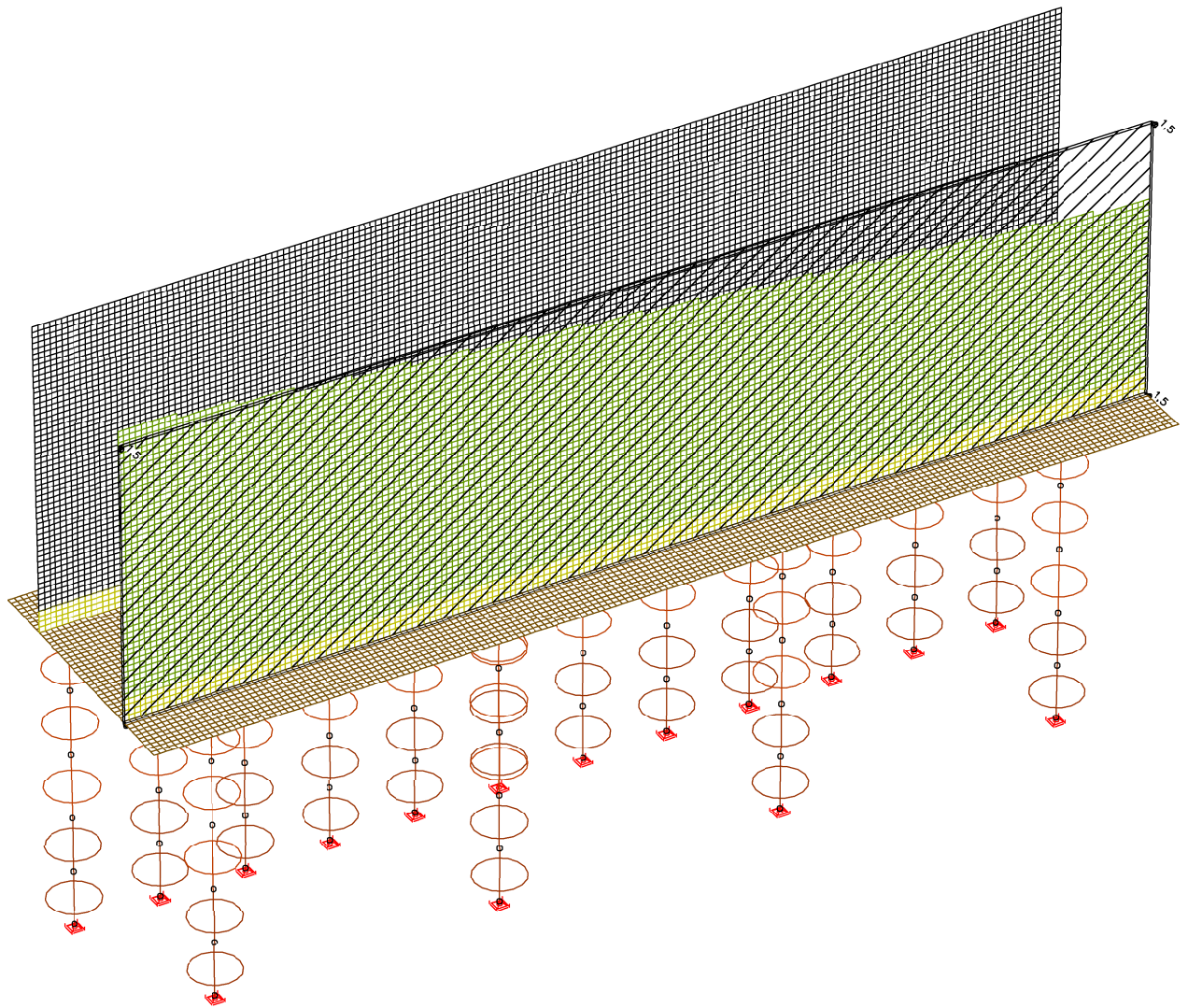
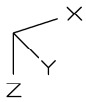
LF 12: Belastung, Wasserdruck HQ 100+15%

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1:75

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

System



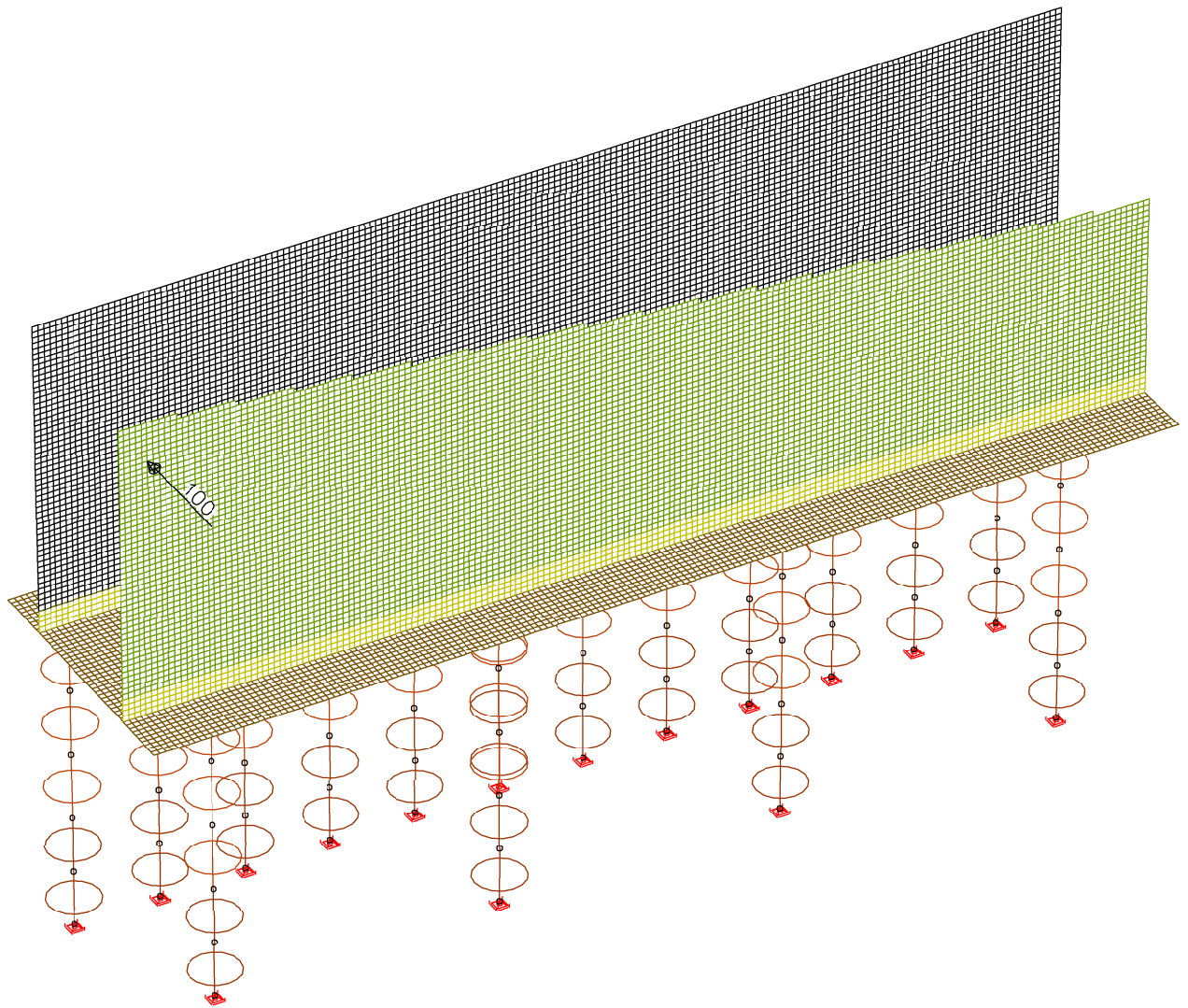
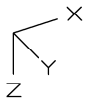
LF 13: Belastung, Strömungsdruck

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



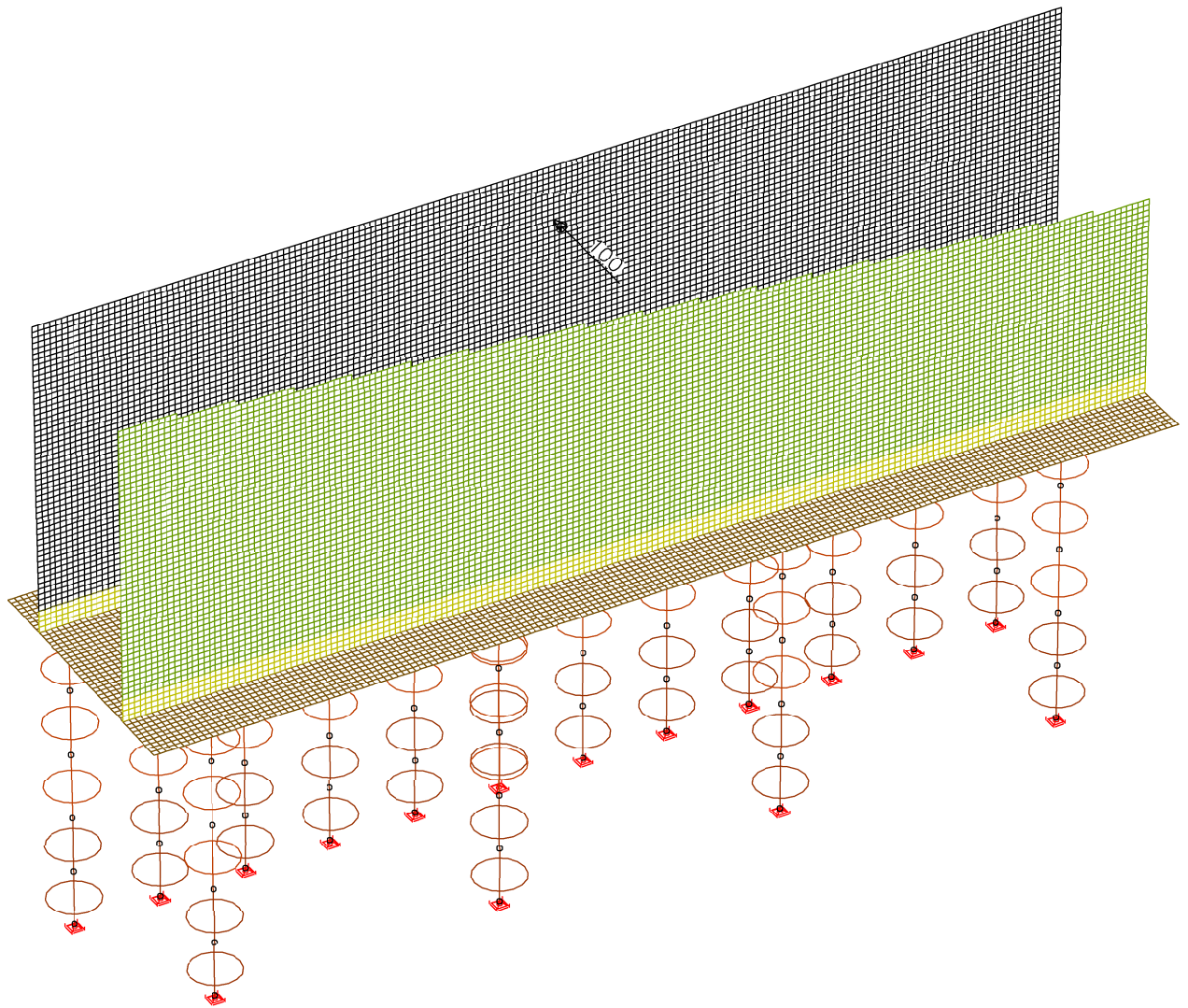
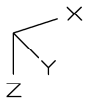
LF 14: Belastung, Anprall Treibgut 1

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



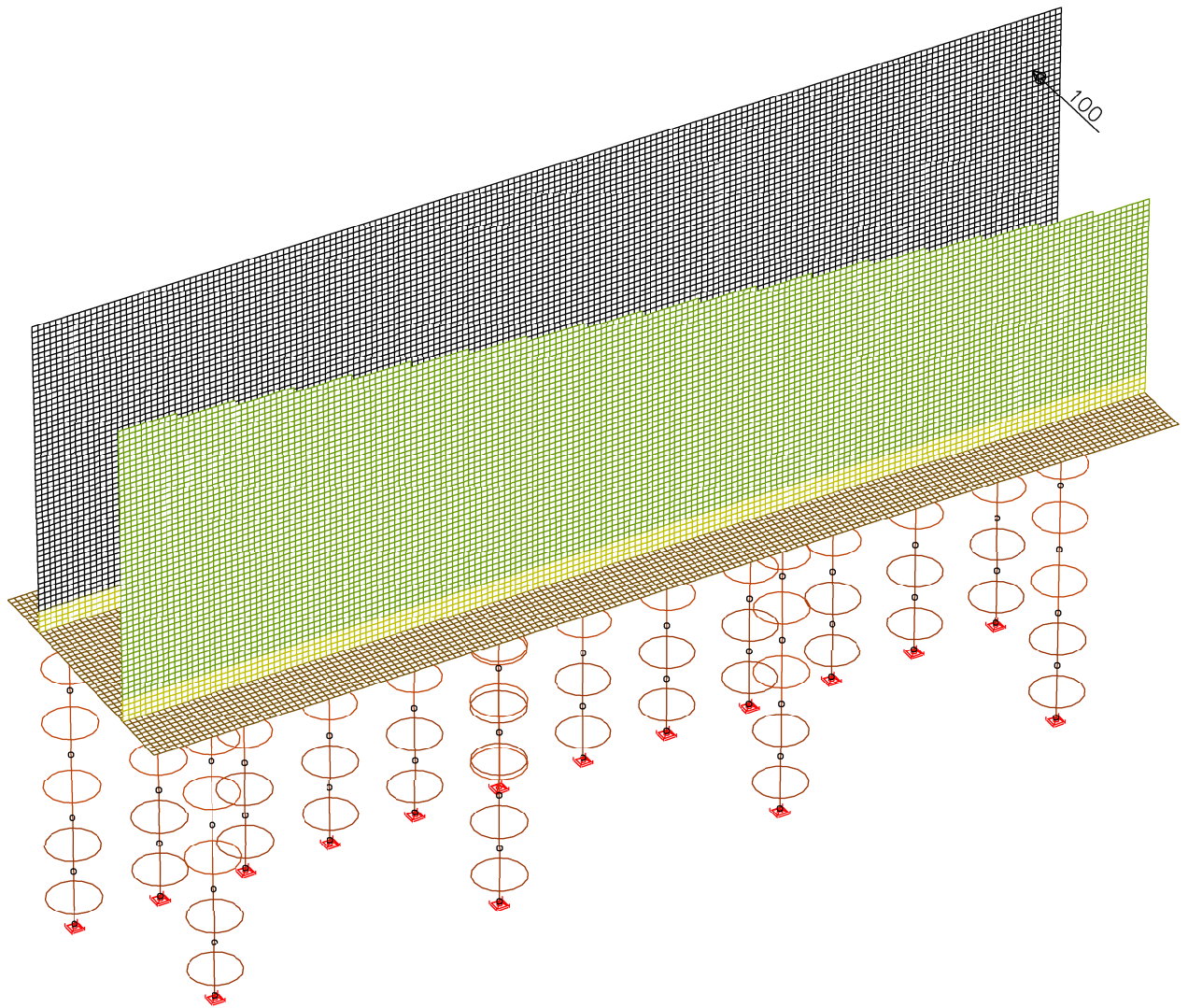
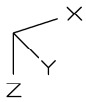
LF 15: Belastung, Anprall Treibgut 2

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



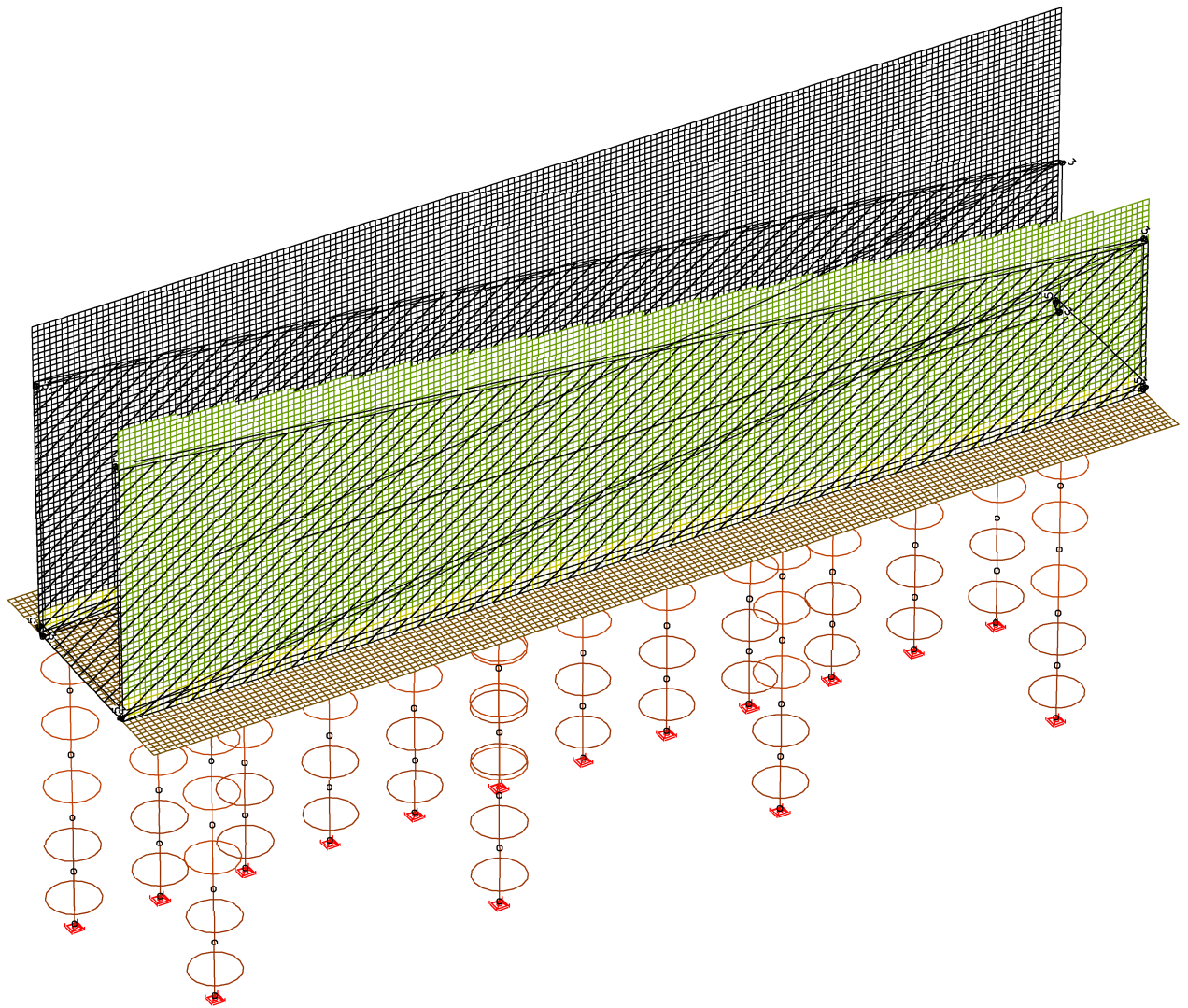
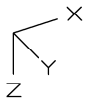
LF 16: Belastung, Anprall Treibgut 3

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



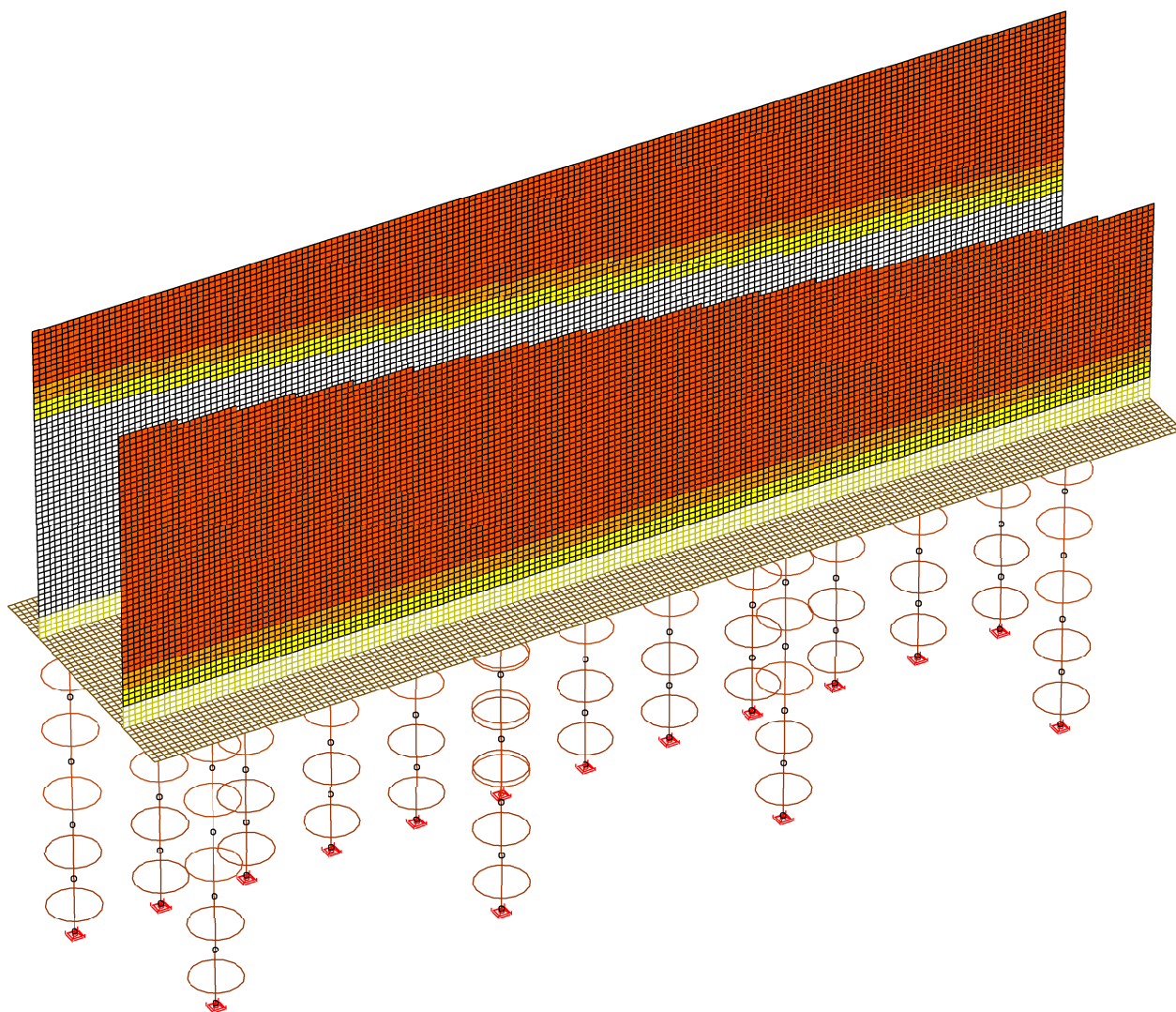
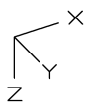
LF 17: Belastung, Verkehrslast Personen Rampe

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



LF 21: Belastung, dT,M Stauziel Sommer

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

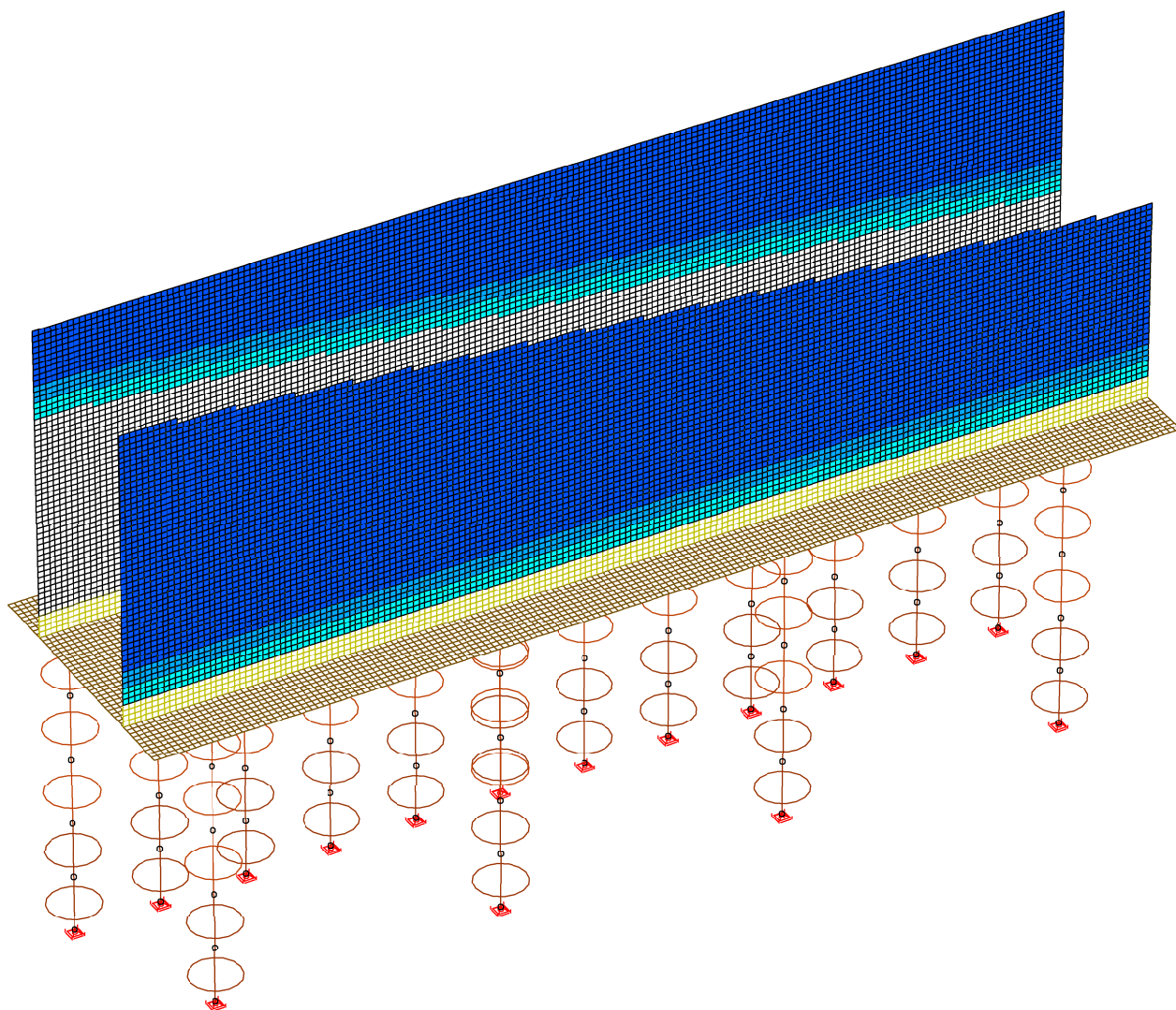
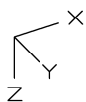
M = 1: 110

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

tm [K]

11,1	Orange
7,4	Yellow
3,7	Light Yellow

System



LF 22: Belastung, dT,M Stauziel Winter

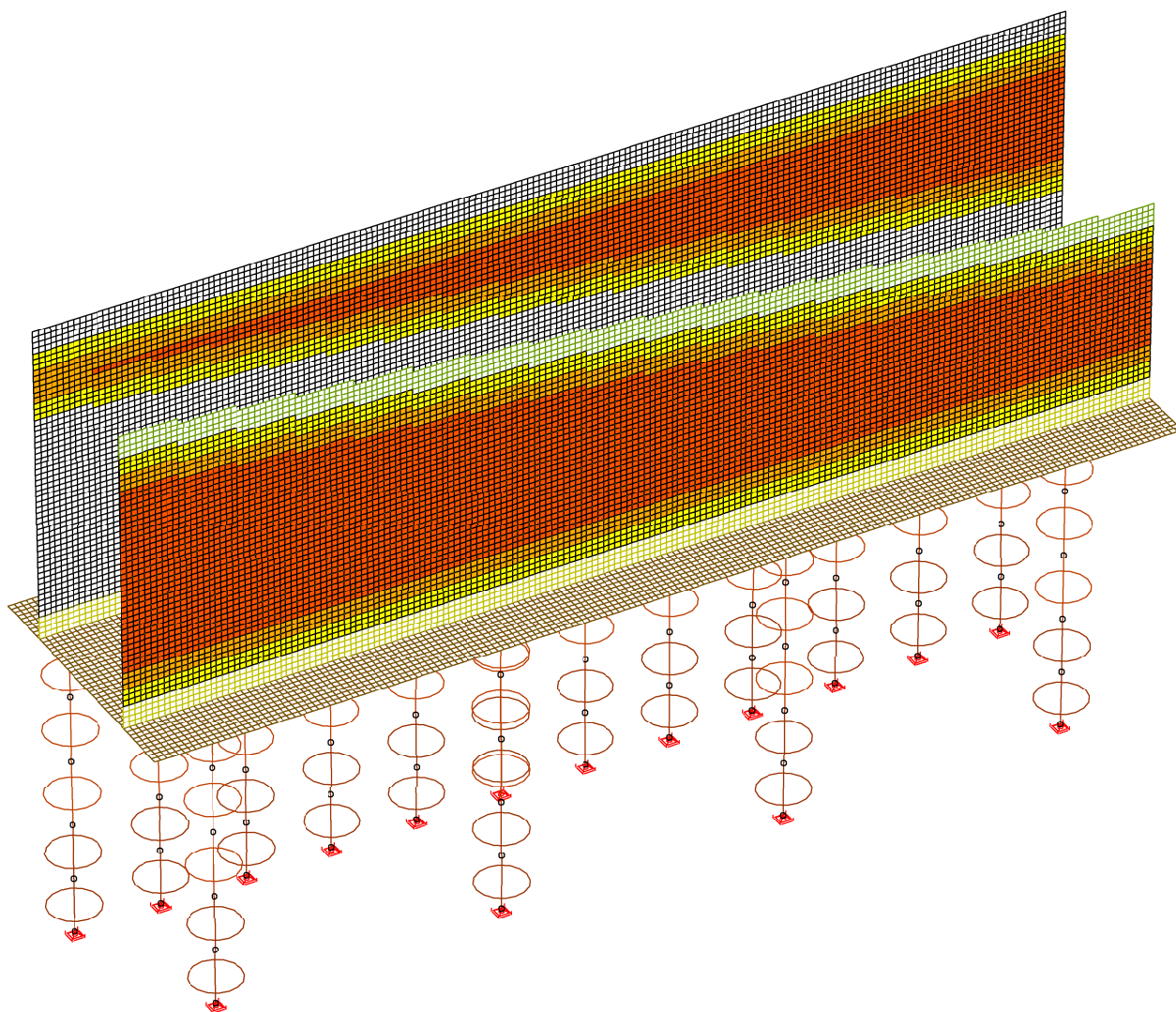
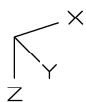
tm [K]
-3,7
-7,4
-11,1

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

System



LF 23: Belastung, dT,G Stauziel Sommer

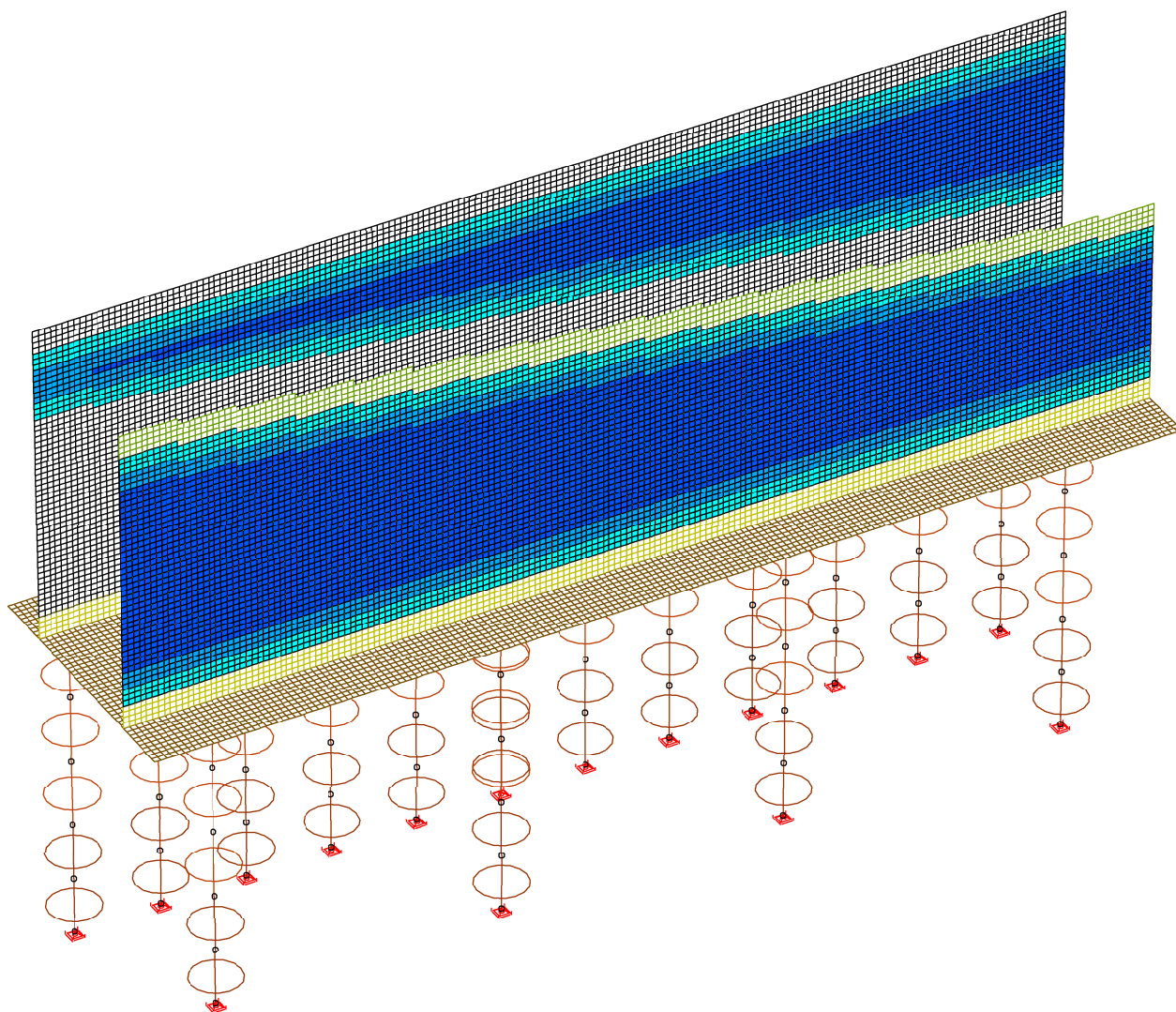
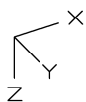
tu-to [K]

-22,2

-14,8

-7,4

System



LF 24: Belastung, dT,G Stauziel Winter

tu-to [K]

7,4

14,8

22,2

A 3.2_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 1-1

M = 1: 110

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

Eingabedaten

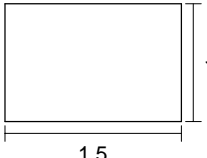
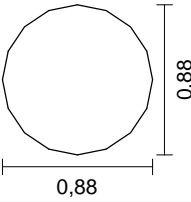
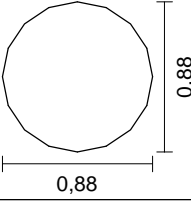
Systemkenngößen

26983 Knoten	
26630 Elemente	80 Stabelemente
16 Festhaltungen	0 Plattenelemente
16 Koppelungen	0 Scheibenelemente
13 Materialkennwerte	26550 Schalenelemente
13 Querschnittswerte	0 Seilelemente
15 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
15092 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	HWS-Wand, d=60cm Elementdicke [m] $dz = 0,6000$ Orthotropie $dzy/dz = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$ drillsteif
2	Fläche	HWS-Wand / Stabzug Elementdicke [m] $dz = 0,6000$ Orthotropie $dzy/dz = 0,100$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$ drillsteif
3	Polygon 	Kopfbalken Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 1,5000e+00$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 2,9368e-01$ $Iy = 1,2500e-01$ $I1 = 1,2500e-01$ $I2 = 2,8125e-01$ $Iz = 2,8125e-01$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	Bohrpfahl, Sand/Kies Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 5,9270e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 5,5814e-02$ $Iy = 2,7959e-02$ $I1 = 2,7959e-02$ $I2 = 2,7959e-02$ $Iz = 2,7959e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5	Polygon 	Bohrpfahl, verwitterter Fels Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 5,9270e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 5,5814e-02$ $Iy = 2,7959e-02$ $I1 = 2,7959e-02$ $I2 = 2,7959e-02$ $Iz = 2,7959e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Eingabedaten

Querschnittswerte

6	Fläche	Glasgeländer Elementdicke [m] dz = 0,1000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
7	Fläche	Kopfbalken, Platte d=80cm Elementdicke [m] dz = 0,8000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
8	Fläche	Wand Rampe, d=90cm Elementdicke [m] dz = 0,9000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
9	Fläche	Kopfbalken, Platte d=80cm; keine Bemessung Elementdicke [m] dz = 0,8000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
10	Fläche	HWS-Wand, d=40cm Elementdicke [m] dz = 0,4000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
11	Fläche	HWS-Wand, d=45cm Elementdicke [m] dz = 0,4500 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
12	Fläche	HWS-Wand, d=50cm Elementdicke [m] dz = 0,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
13	Fläche	HWS-Wand, d=55cm Elementdicke [m] dz = 0,5500 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]	Verschiedenes
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	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000	
6	6	Frei	34000	14200	0,20	1,00e-05	15,000	fc = 35 [MN/m²] ft = 0 Raghava Fließbeding.
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	

Eingabedaten

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
10	10	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
11	11	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
12	12	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000
13	13	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,00e-05	25,000

Bettung

	Nr.	Bettung am Anfang [MN/m ³]			Bettung am Ende [MN/m ³]			Bettungsbreite [m]		
		kbx	kby	kbz	kbx	kby	kbz	bx	by	bz
1	1	0	0	0						
2	2	0	0	0						
3	3	0	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
4	4	0	55,6	55,6	0	55,6	55,6	0,000	0,900	0,900
5	5	0	222,2	222,2	0	222,2	222,2	0,000	0,900	0,900
6	6	0	0	0						
7	7	0	0	5						
8	8	0	0	0						
9	9	0	0	5						
10	10	0	0	0						
11	11	0	0	0						
12	12	0	0	0						
13	13	0	0	0						

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

Koppelungen

	Abh. Knoten	Freih. grad	Nr.	Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade					
				ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
1	10801	SS ...	10014						
2	10877	SS ...	10029						
3	11085	SS ...	9999						
4	11318	SS ...	10044						
5	11324	SS ...	10059						
6	11330	SS ...	10074						
7	11336	SS ...	10089						
8	11342	SS ...	10104						
9	11348	SS ...	10119						
10	11354	SS ...	10134						
11	11360	SS ...	10149						
12	11366	SS ...	10164						
13	18914	SS ...	16831						
14	18920	SS ...	16781						
15	18926	SS ...	16731						
16	18932	SS ...	16681						

SS Beidseitig starre Koppelung

Eingabedaten

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60
11	Erdruchedruck Rampe
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
17	Verkehrslast Personen Rampe
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Summe der aufgebrauchten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	-0,000	5913,420
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4012,210
	Bettungskräfte	0,000	0,000	1901,210
2	Erdruchedruck + Grundwasser, lands...	0,000	2002,500	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-182,442
	Bettungskräfte	-0,000	2002,500	182,442
3	Verdichtungserddruck	0,000	562,500	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-88,984
	Bettungskräfte	-0,000	562,500	88,984
4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW...	0,000	1184,040	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-133,178
	Bettungskräfte	-0,000	1184,040	133,178
11	Erdruchedruck Rampe	0,000	-0,000	3523,500
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2386,579
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	1136,921
12	Wasserdruck HQ 100+15%	0,000	-2272,500	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	218,107
	Bettungskräfte	-0,000	-2272,500	-218,107
13	Strömungsdruck	-0,000	-119,475	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	13,835
	Bettungskräfte	0,000	-119,475	-13,835
14	Anprall Treibgut 1	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	18,230
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	-18,230
15	Anprall Treibgut 2	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	17,450
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	-17,450
16	Anprall Treibgut 3	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	17,510

Eingabedaten

Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Bettungskräfte	-0,000	-100,000	-17,510
17	Verkehrslast Personen Rampe	-0,000	-0,000	243,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	163,752
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	79,248
21	dT,M Stauziel Sommer	-0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	4,252
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	-4,252
22	dT,M Stauziel Winter	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-4,252
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	4,252
23	dT,G Stauziel Sommer	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	-0,752
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,752
24	dT,G Stauziel Winter	0,000	-0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,752
	Bettungskräfte	-0,000	-0,000	-0,752

Betonstahl für Flächenelemente

Nr.	Lage	Güte	d1x [m]	d2x [m]	asx [cm ² /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm ² /m]	as fix	Walz-art
1	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
2	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
7	1	500M	0,080		0,000	0,090		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,090	0,000		Warm
8	1	500M	0,080		0,000	0,090		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,090	0,000		Warm
9	1	500M	0,080		0,000	0,090		0,000		Warm
	2	500M		0,080	0,000		0,090	0,000		Warm
10	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
11	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
12	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
13	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm

as Grundbewehrung

d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand

d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand

Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

Betonstahl für Stäbe

Nr.	Lage	E-Modul [MN/m ²]	f _{yk} [MN/m ²]	y [m]	z [m]	As [cm ²]	Zv0 [kN]	Walz-art
3	1		500	-0,690	0,440	0,000	0,00	Warm

Eingabedaten

Betonstahl für Stäbe

Nr.	Lage	E-Modul [MN/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	Zv0 [kN]	Walz- art
4	2		500	0,690	0,440	0,000	0,00	Warm
	3		500	0,690	-0,440	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,690	-0,440	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,358	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,358	0,000	0,00	Warm
5	14		500	-0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,358	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,358	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,331	0,137	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.

y, z Koordinaten des Betonstahls

As Grundbewehrung

Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

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

Eingabedaten

Lastfälle

- | | |
|----|---|
| 2 | Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig |
| 3 | Verdichtungserddruck |
| 11 | Erdruchedruck Rampe |

QN - Erddruck infolge Nutzlasten

$\text{Gamma.sup} / \text{gamma.inf} = 1,5 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche
 $\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,7 / 0,7 / 0,6$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 4 | Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60 |
| 17 | Verkehrslast Personen Rampe |

QT - Temperatureinwirkung

$\text{Gamma.sup} / \text{gamma.inf} = 1,35 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Temperatureinwirkungen (ohne Brand)
 $\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,6 / 0,5 / 0$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 21 | dT,M Stauziel Sommer |
| 23 | dT,G Stauziel Sommer |

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 22 | dT,M Stauziel Winter |
| 24 | dT,G Stauziel Winter |

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|------------------------|
| 12 | Wasserdruck HQ 100+15% |
| 13 | Strömungsdruck |

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- | | |
|----|--------------------|
| 14 | Anprall Treibgut 1 |
| 15 | Anprall Treibgut 2 |
| 16 | Anprall Treibgut 3 |

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

- | | |
|----|-----------------------------|
| G | Eigenlast |
| GE | Erddruck |
| QN | Erddruck infolge Nutzlasten |
| QT | Temperatureinwirkung |

Eingabedaten

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck infolge Nutzlasten
 A Außergewöhnliche Einwirkung
 A Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck infolge Nutzlasten
 QT Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck infolge Nutzlasten
 QT Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QN Erddruck infolge Nutzlasten
 QT Temperatureinwirkung

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	.
4	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgespannt	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	.
10	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
11	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
12	XC4	Nicht vorgespannt	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
13	XC4	Nicht vorgespannt	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	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00	.	.	80	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00	.	.	80	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	80	.
10	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60	.
11	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60	.
12	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60	.
13	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60	0,20	.	60	.

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	.	.	.	0,600	.	0,540	0,90	.	.	.	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
7	1,000	.	.	.	0,800	.	0,720	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,900	.	0,820	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
11	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
12	1,000	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
13	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	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 Berechnung = 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			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
					Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,30	14	.	.	.	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	0,20	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.	.	.
11	0,20	20	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
12	0,20	20	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
13	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/m²]	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	.
7	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
8	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
10	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
11	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
12	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
13	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.

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
1	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	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
11	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	XC4	Nicht vorgespannt	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.
 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	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Faktor		x,y Rtg	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
								rho_w	as			
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	80
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	.	1,00	.	.	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	.	60
11	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
12	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60
13	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60	0,20	.	60

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	.	.	.	0,600	.	0,540	0,90	.	.	.	.

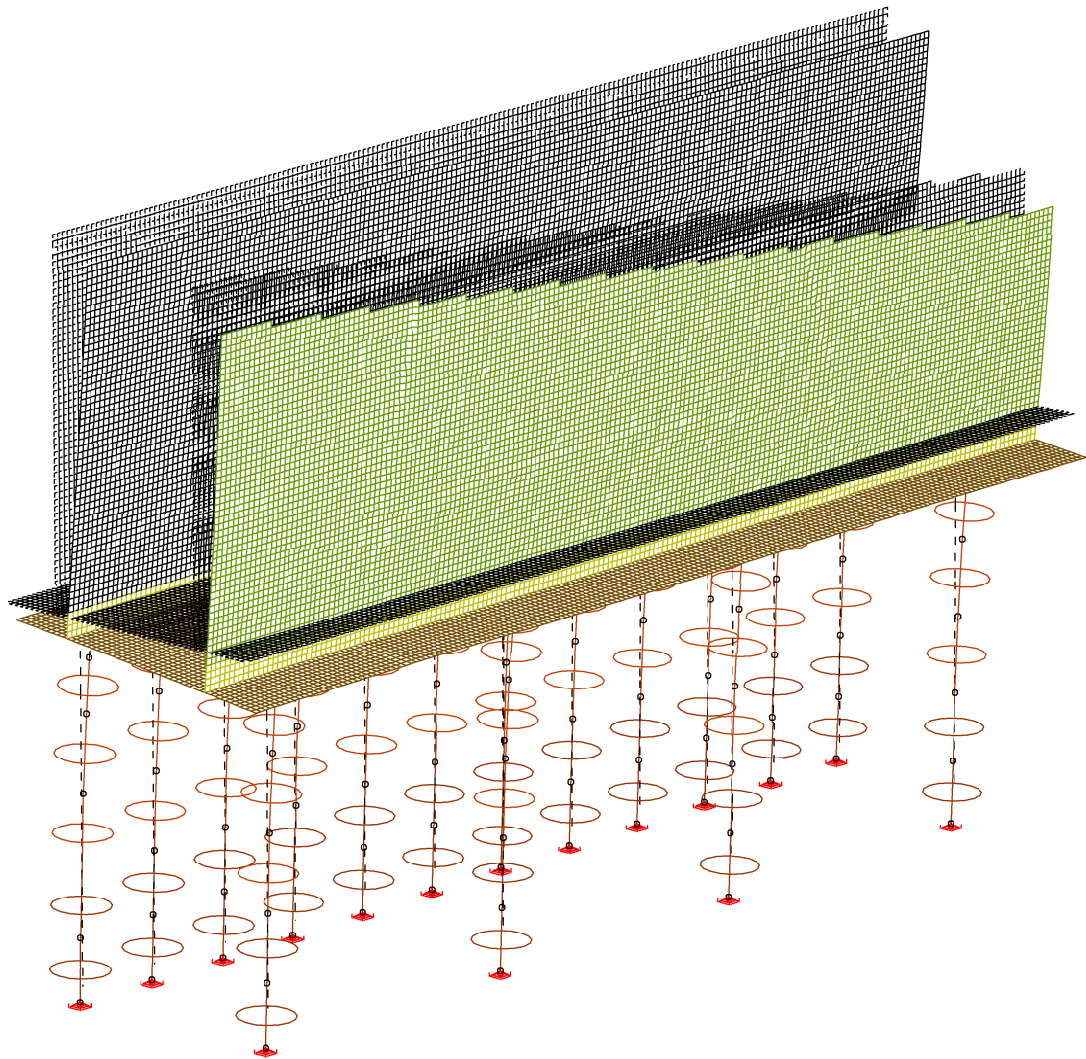
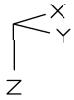
Eingabedaten

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).

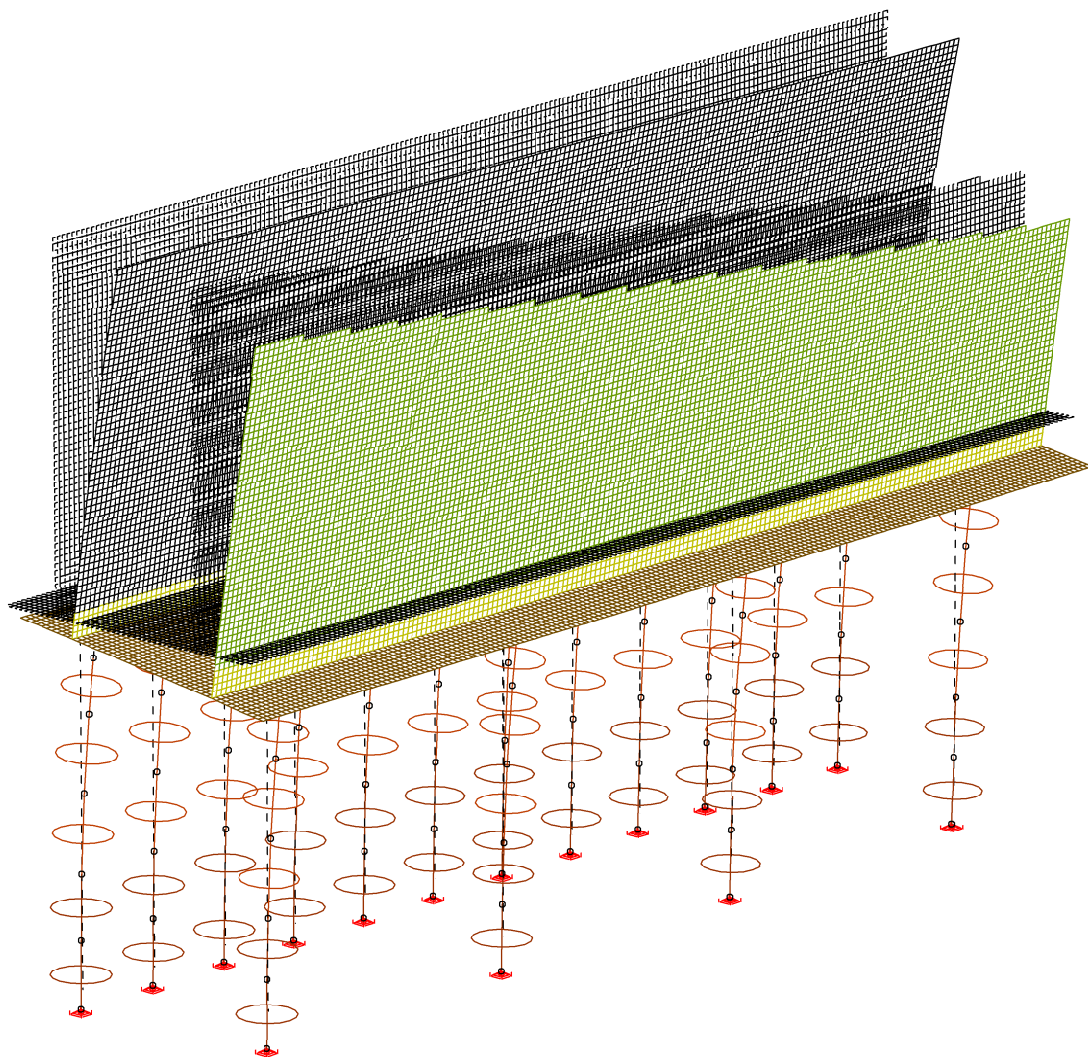
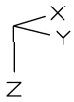
Qu.	Breite [m]		Nutzbreite		Höhe [m]		Nutzhöhe		Torsionsquerschn. [m]			
	bw	bw.nom	bn [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
2	1,000	.	.	.	0,600	.	0,540	0,90	.	.	.	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
7	1,000	.	.	.	0,800	.	0,720	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,900	.	0,820	0,90	.	.	.	.
9	1,000	.	.	.	0,800	.	0,720	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
11	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
12	1,000	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
13	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.

Verformung



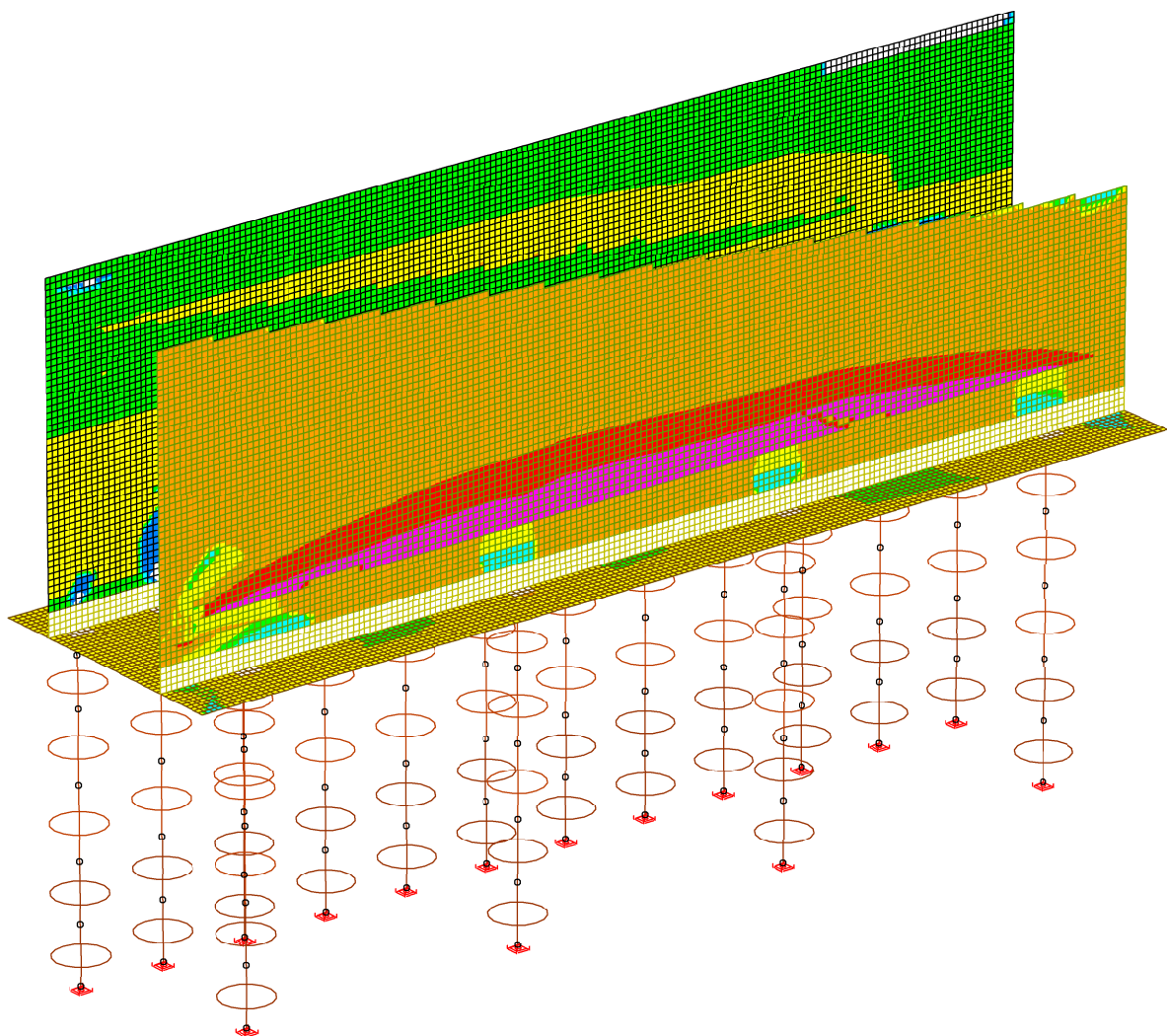
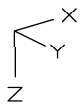
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (min u_y) [mm], Faktor = 50,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/17,81 [mm]

Verformung

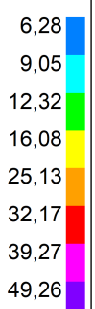


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 50,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/29,30 [mm]

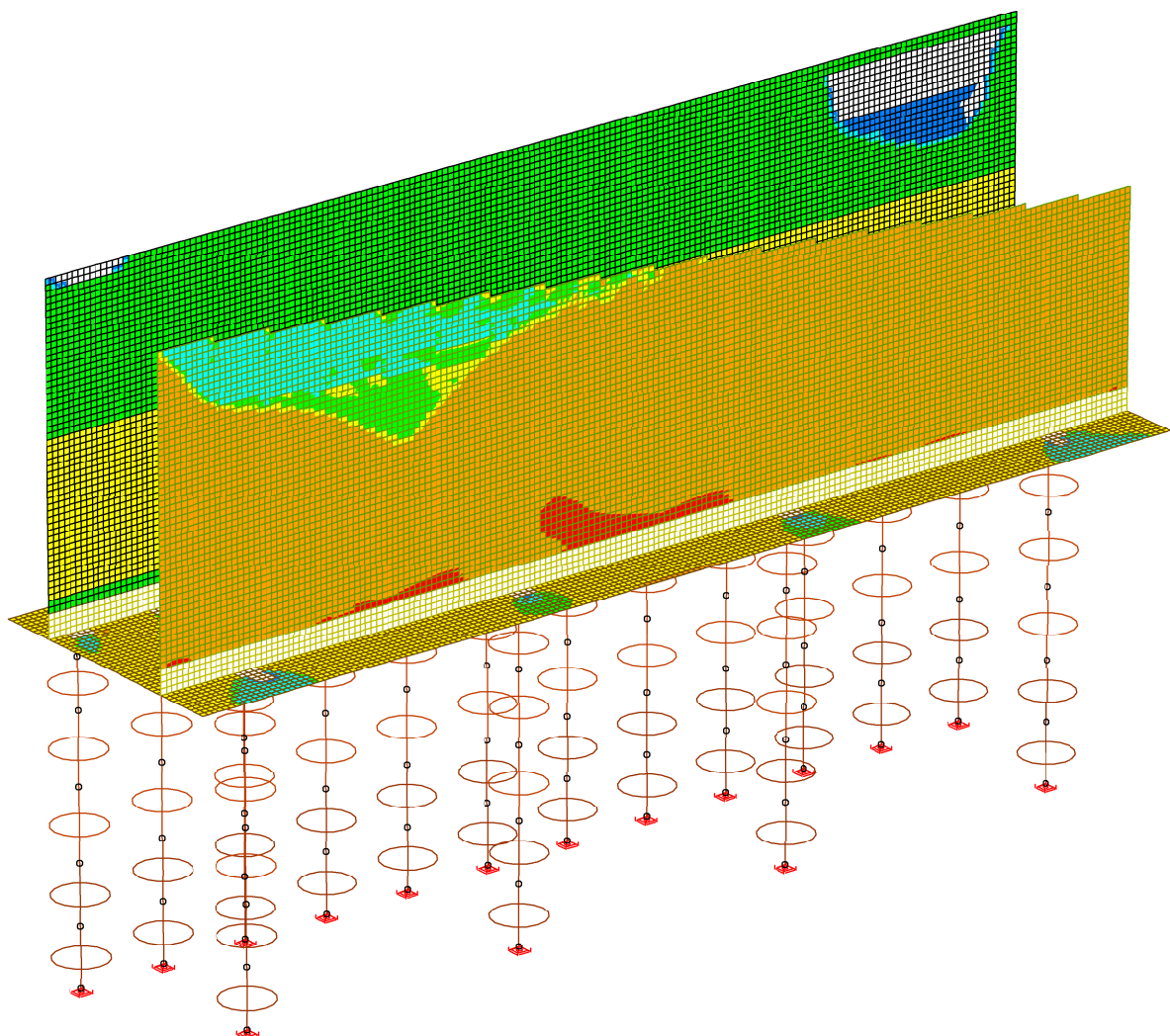
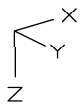
Bewehrung



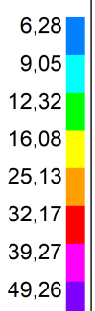
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,06/46,07 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,6 t



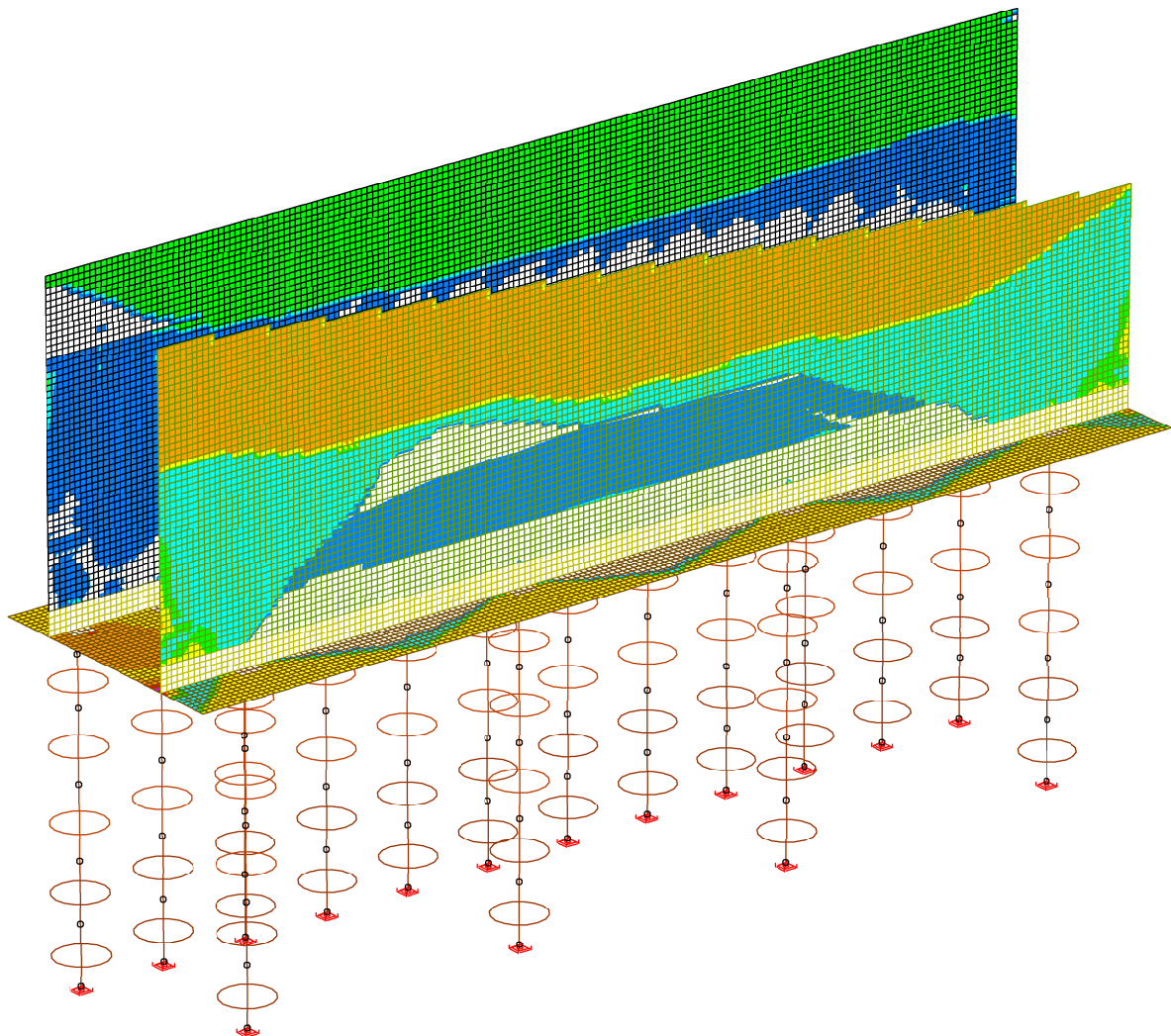
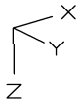
Bewehrung



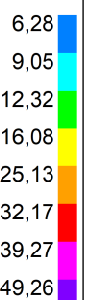
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/41,03 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,6 t



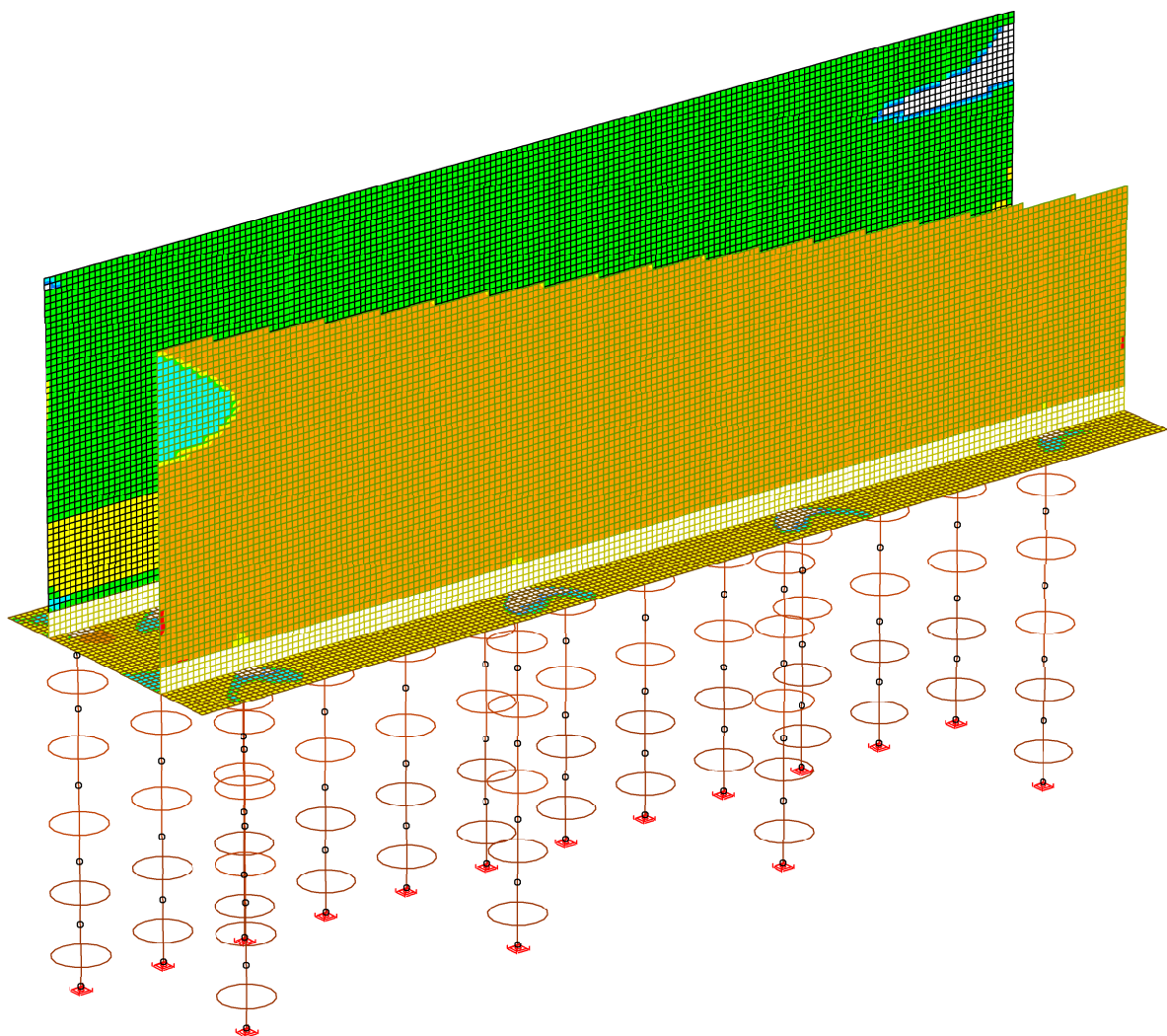
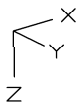
Bewehrung



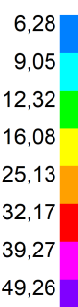
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,11/67,74 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,6 t



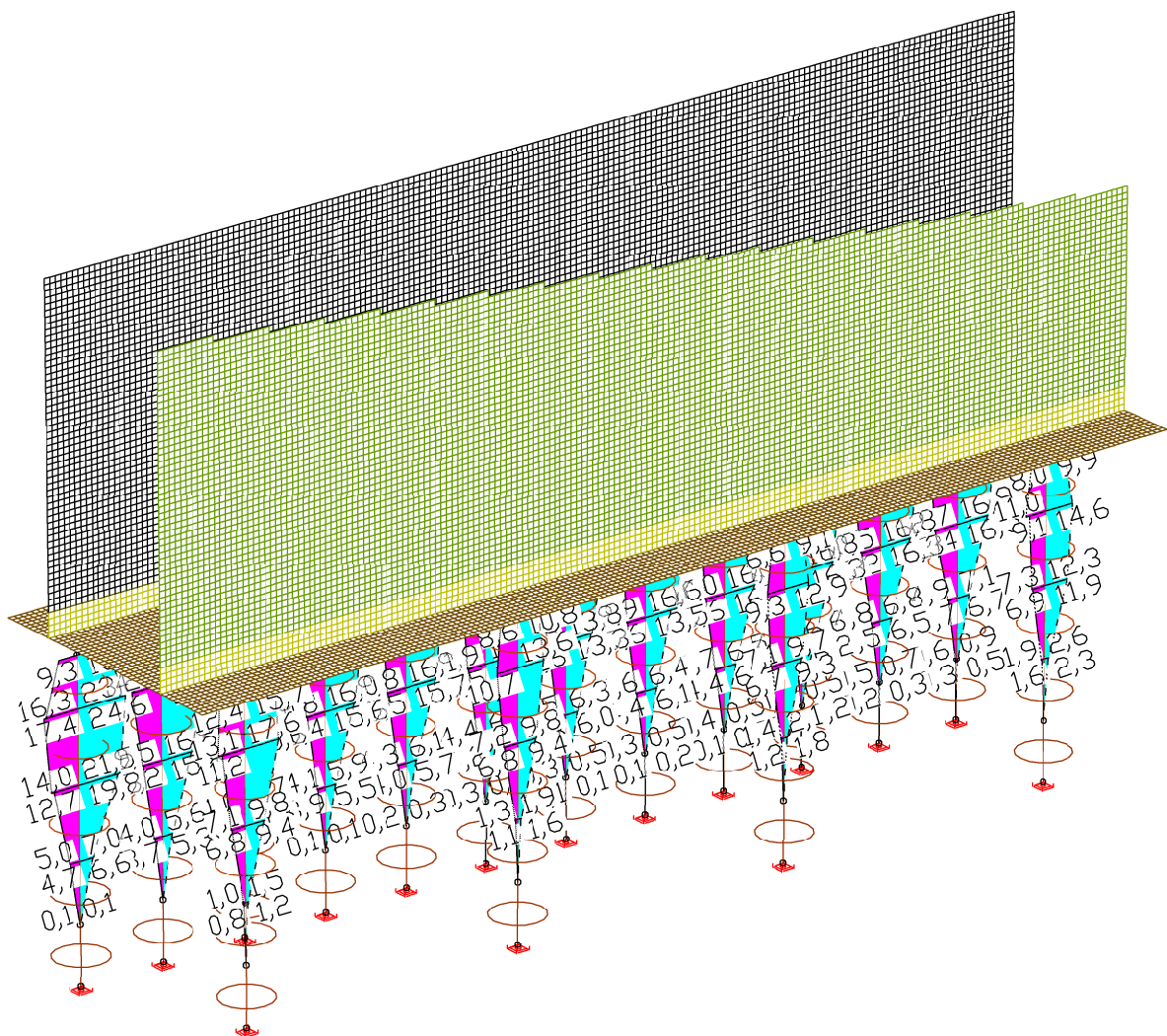
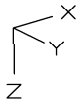
Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/41,39 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 14,6 t



Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) [cm²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/24,61 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 1,0 t

Protokoll

Materialkennwerte

Nr.	Material-Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer-dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
2	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
4	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
5	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
7	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
8	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
9	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
10	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
11	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
12	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
13	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000

Bettung

Qu.-Nr.	k _{bx} -a	k _{bx} -e	k _{by} -a	k _{by} -e	k _{bz} -a	k _{bz} -e	b _x	b _y [m]	b _z
	[MN/m ³]								
1	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
2	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
4	0	0	55,6	55,6	55,6	55,6	0,00	0,90	0,90
5	0	0	222,2	222,2	222,2	222,2	0,00	0,90	0,90
7	0	0	0	0	5	5	1,00	1,00	1,00
8	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
9	0	0	0	0	5	5	1,00	1,00	1,00
10	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
11	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
12	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
13	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00

Kriech- und Schwindbeiwerte

Material	phi.t	rho	epsilon.s
1	0,000	0,800	0,00E-05
2	0,000	0,800	0,00E-05
4	0,000	0,800	0,00E-05
5	0,000	0,800	0,00E-05
7	0,000	0,800	0,00E-05
8	0,000	0,800	0,00E-05
9	0,000	0,800	0,00E-05
10	0,000	0,800	0,00E-05
11	0,000	0,800	0,00E-05
12	0,000	0,800	0,00E-05
13	0,000	0,800	0,00E-05

Querschnittswerte

Nr.	1 FL d=0,6 A = 6,000e-01 [m ²], I _y = 1,800e-02 [m ⁴]
Nr.	2 FL d=0,6 (DzRatio=0,1) A = 6,000e-01 [m ²], I _y = 1,800e-02 [m ⁴]
Nr.	4 Polygon A = 5,927e-01 [m ²] I _x = 5,581e-02 [m ⁴], I _y = 2,796e-02 [m ⁴], I _z = 2,796e-02 [m ⁴]

Protokoll

Querschnittswerte

Nr.	5	Polygon
		A = 5,927e-01 [m ²] Ix = 5,581e-02 [m ⁴], Iy = 2,796e-02 [m ⁴], Iz = 2,796e-02 [m ⁴]
Nr.	7	FL d=0,8
		A = 8,000e-01 [m ²], Iy = 4,267e-02 [m ⁴]
Nr.	8	FL d=0,9
		A = 9,000e-01 [m ²], Iy = 6,075e-02 [m ⁴]
Nr.	9	FL d=0,8
		A = 8,000e-01 [m ²], Iy = 4,267e-02 [m ⁴]
Nr.	10	FL d=0,4
		A = 4,000e-01 [m ²], Iy = 5,333e-03 [m ⁴]
Nr.	11	FL d=0,45
		A = 4,500e-01 [m ²], Iy = 7,594e-03 [m ⁴]
Nr.	12	FL d=0,5
		A = 5,000e-01 [m ²], Iy = 1,042e-02 [m ⁴]
Nr.	13	FL d=0,55
		A = 5,500e-01 [m ²], Iy = 1,386e-02 [m ⁴]

Koppelbedingungen

Abh.-Kn.		Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade						
Nr.	Fr.	Nr.	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
11085	SS	9999	.-	.-	.-	.-	.-	.-
18914	SS	16831	.-	.-	.-	.-	.-	.-
18920	SS	16781	.-	.-	.-	.-	.-	.-
18926	SS	16731	.-	.-	.-	.-	.-	.-
18932	SS	16681	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10801	SS	10014	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10877	SS	10029	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11318	SS	10044	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11324	SS	10059	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11330	SS	10074	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11336	SS	10089	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11342	SS	10104	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11348	SS	10119	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11354	SS	10134	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11360	SS	10149	.-	.-	.-	.-	.-	.-
11366	SS	10164	.-	.-	.-	.-	.-	.-

Systemkenngrößen

Knoten	26983
Elemente	26630
Festhaltungen	16
Koppelbedingungen	16
Unbekannte	161898
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	33,6 MB
Massenmatrix	33,6 MB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig
3	Verdichtungserddruck

Protokoll

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr. Bezeichnung

4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60
11	Erdruchdruck Rampe
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
17	Verkehrslast Personen Rampe
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

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 vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x	x	.
8	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
10	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
11	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
12	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
13	XC4	Nicht vorgesp.	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.

Protokoll

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	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	80	.
8	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	80	.
10	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
11	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
12	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.
13	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	60	.

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	.	.	.	0,600	.	0,540	0,90	.	.	.	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
7	1,000	.	.	.	0,800	.	0,720	0,90	.	.	.	.
8	1,000	.	.	.	0,900	.	0,820	0,90	.	.	.	.
10	1,000	.	.	.	0,400	.	0,340	0,90	.	.	.	.
11	1,000	.	.	.	0,450	.	0,390	0,90	.	.	.	.
12	1,000	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
13	1,000	.	.	.	0,550	.	0,490	0,90	.	.	.	.

Protokoll

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	Berech. = 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	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
	[mm]		s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,30	14	.	.	.	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	0,20	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.	.	.
11	0,20	20	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
12	0,20	20	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
13	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)	zul.sigma.c(t)		zul.sigma.c		zul.sigma.s		Dekompression	
	[MN/m²]	(CK)	(QK)	(CK)	(QK)	(CK)		Komb.	Spannung
1	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
7	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
8	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
10	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
11	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
12	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
13	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung am Bruttoquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.
Der Nachweis der Betonstahlspannungen erfolgt durch Ermittlung des Dehnungszustands am gerissenen Betonquerschnitt.

Protokoll

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl					
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm²]
4	1	-0,440	-0,000	200000	500	-0,358	-0,000	0,080	0,00
	2	-0,407	-0,168	200000	500	-0,331	-0,137	0,080	0,00
	3	-0,311	-0,311	200000	500	-0,253	-0,253	0,080	0,00
	4	-0,168	-0,407	200000	500	-0,137	-0,331	0,080	0,00
	5	0,000	-0,440	200000	500	0,000	-0,358	0,080	0,00
	6	0,168	-0,407	200000	500	0,137	-0,331	0,080	0,00
	7	0,311	-0,311	200000	500	0,253	-0,253	0,080	0,00
	8	0,407	-0,168	200000	500	0,331	-0,137	0,080	0,00
	9	0,440	-0,000	200000	500	0,358	-0,000	0,080	0,00
	10	0,407	0,168	200000	500	0,331	0,137	0,080	0,00
	11	0,311	0,311	200000	500	0,253	0,253	0,080	0,00
	12	0,168	0,407	200000	500	0,137	0,331	0,080	0,00
	13	0,000	0,440	200000	500	0,000	0,358	0,080	0,00
	14	-0,168	0,407	200000	500	-0,137	0,331	0,080	0,00
	15	-0,311	0,311	200000	500	-0,253	0,253	0,080	0,00
	16	-0,407	0,168	200000	500	-0,331	0,137	0,080	0,00
5	1	-0,440	-0,000	200000	500	-0,358	-0,000	0,080	0,00
	2	-0,407	-0,168	200000	500	-0,331	-0,137	0,080	0,00
	3	-0,311	-0,311	200000	500	-0,253	-0,253	0,080	0,00
	4	-0,168	-0,407	200000	500	-0,137	-0,331	0,080	0,00
	5	0,000	-0,440	200000	500	0,000	-0,358	0,080	0,00
	6	0,168	-0,407	200000	500	0,137	-0,331	0,080	0,00
	7	0,311	-0,311	200000	500	0,253	-0,253	0,080	0,00
	8	0,407	-0,168	200000	500	0,331	-0,137	0,080	0,00
	9	0,440	-0,000	200000	500	0,358	-0,000	0,080	0,00
	10	0,407	0,168	200000	500	0,331	0,137	0,080	0,00
	11	0,311	0,311	200000	500	0,253	0,253	0,080	0,00
	12	0,168	0,407	200000	500	0,137	0,331	0,080	0,00
	13	0,000	0,440	200000	500	0,000	0,358	0,080	0,00
	14	-0,168	0,407	200000	500	-0,137	0,331	0,080	0,00
	15	-0,311	0,311	200000	500	-0,253	0,253	0,080	0,00
	16	-0,407	0,168	200000	500	-0,331	0,137	0,080	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_{s}$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m²]	do x [m]	du x [m]	asx [cm²/m]	do y [m]	du y [m]	asy [cm²/m]	as fix
1	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
7	1	500M	200000	0,080	.	0,00	0,090	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,080	0,00	.	0,090	0,00	.
8	1	500M	200000	0,080	.	0,00	0,090	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,080	0,00	.	0,090	0,00	.
10	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
11	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.

Protokoll

Betonstahl für Flächenelemente

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m ²]	do x [m]	du x [m]	asx [cm ² /m]	do y [m]	du y [m]	asy [cm ² /m]	as fix
12	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.
13	1	500M	200000	0,060	.	0,00	0,070	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,060	0,00	.	0,070	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_s$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Protokoll

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

$\text{Gamma}_{\text{sup}} / \text{gamma}_{\text{inf}} = 1,35 / 1$

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

$\text{Gamma}_{\text{sup}} / \text{gamma}_{\text{inf}} = 1,35 / 1$

Lastfälle

2 Erdruhedruck + Grundwasser, landseitig

3 Verdichtungserddruck

11 Erdruhedruck Rampe

QN - Erddruck infolge Nutzlasten

$\text{Gamma}_{\text{sup}} / \text{gamma}_{\text{inf}} = 1,5 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsbereiche

$\psi_{1.0} / \psi_{1.1} / \psi_{1.2} = 0,7 / 0,7 / 0,6$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4 Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60

17 Verkehrslast Personen Rampe

QT - Temperatureinwirkung

$\text{Gamma}_{\text{sup}} / \text{gamma}_{\text{inf}} = 1,35 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

$\psi_{1.0} / \psi_{1.1} / \psi_{1.2} = 0,6 / 0,5 / 0$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

21 dT_{M} Stauziel Sommer

23 dT_{G} Stauziel Sommer

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

22 dT_{M} Stauziel Winter

24 dT_{G} Stauziel Winter

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

12 Wasserdruck HQ 100+15%

13 Strömungsdruck

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Protokoll

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

14 Anprall Treibgut 1
15 Anprall Treibgut 2
16 Anprall Treibgut 3

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck infolge Nutzlasten
QT - Temperatureinwirkung

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck infolge Nutzlasten
A - Außergewöhnliche Einwirkung
A - Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck infolge Nutzlasten
QT - Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck infolge Nutzlasten
QT - Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QN - Erddruck infolge Nutzlasten
QT - Temperatureinwirkung

Protokoll

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung und der Torsionslängsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Protokoll

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Mindestbewehrungsgrad nach Gl. (9.5a/bDE) wird berücksichtigt

vRd Aufnehmbare Querkraft der Druckstreben nach 6.2.3 (3) [kN/m]
Neigung Neigung cot Theta der Betondruckstreben gegen die Elementebene
Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 für erf. asb [cm²]
qr Bemessungsquerkraft = $(q_x^2 + q_y^2)^{1/2}$ [kN/m]
erf.asb Erf. Bügelbewehrung [cm²/m²]
 Überschreitungen nach Gl. (6.12) werden mit "!" gekennzeichnet
erf.As1 Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 [cm²] für erf. asb

Element		qx	qy	n	qr	qr/	Nei-	erf. asb	Asl f. asb=0	erf. Asl
	Nr. Ort	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	vRd	gung	[cm ² /m ²]	[cm ²]	[cm ²]
	19988 3	-5063,80	4790,93	-66,02	6971,02	1,37>1	1,31	172,46!	.	.
	28336 3	4388,22	4148,58	-2,17	6038,81	1,19>1	1,32	147,95	.	.

Nachweis der Rissbreiten

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betondruckspannungen

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betonstahlspannungen für die Charakteristische (seltene) Kombination

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Nachweis erfolgt unter Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts.

$\sigma_{s,zul} = 0,80 \cdot f_{yk}$ bzw. $1,0 \cdot f_{yk}$ (CK) nach 7.2 (5)

Element Nr.	Qu.	Ort	Lage	Nachweis in x-Richtung			Nachweis in y-Richtung		
				as	Sigma.s	zul.	as	Sigma.s	zul.
				[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
20339	8	4	1	30,81	472,66	> 400,00	5,11	4,96	400,00
			2	31,84	275,96	400,00	29,22	125,12	400,00
20434	8	1	1	30,79	472,33	> 400,00	5,10	4,12	400,00
			2	31,80	277,40	400,00	29,19	122,99	400,00
20434	8	3	1	30,77	456,86	> 400,00	4,94	10,19	400,00
			2	31,76	260,85	400,00	29,44	117,50	400,00
20581	8	2	1	30,73	457,24	> 400,00	4,94	5,23	400,00
			2	31,70	262,76	400,00	29,39	115,77	400,00
20858	8	3	1	29,01	191,39	400,00	29,32	31,14	400,00
			2	13,43	422,58	> 400,00	29,32	29,96	400,00
25203	8	3	1	30,31	437,26	> 400,00	4,82	-1,17	400,00
			2	30,95	261,32	400,00	27,70	30,62	400,00
25983	8	4	1	30,46	451,15	> 400,00	5,00	-1,34	400,00
			2	31,22	275,56	400,00	27,89	34,86	400,00

Protokoll

**** Warnungen ****

DFB-270: Element 19988, Ort 3: Querkraftbew. $asw = 172,46 > asw,max = 171,06 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

DFB-024: Element 19988 Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 20339, Ort 4, Lage 1, x: $\sigma_s = 472,66 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 20434, Ort 1, Lage 1, x: $\sigma_s = 472,33 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 20434, Ort 3, Lage 1, x: $\sigma_s = 456,86 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 20581, Ort 2, Lage 1, x: $\sigma_s = 457,24 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 20858, Ort 3, Lage 2, x: $\sigma_s = 422,58 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 25203, Ort 3, Lage 1, x: $\sigma_s = 437,26 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 25983, Ort 4, Lage 1, x: $\sigma_s = 451,15 > 400,00 \text{ MN}/\text{m}^2$.

DFB-024: Element 28336 Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

Anlage 3.3

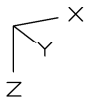
InfoCAD Bemessung Angerinsel West 2-2

INHALT

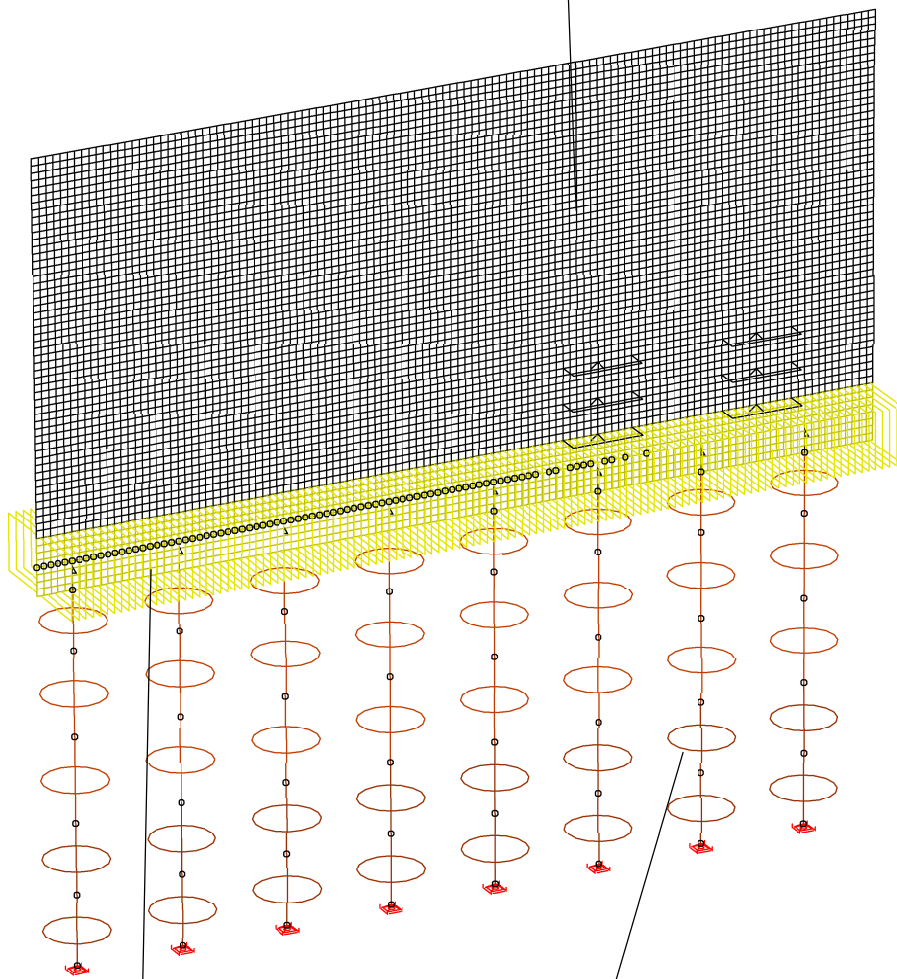
Inhalt	153
System	
System	155
Eingabedaten	
Systemkenngrößen	156
Querschnittswerte	156
Materialkennwerte	157
Bettung	157
Steifemodul	-
Kopplungen	157
Übersicht Lastfälle	158
Lastsummen	158
Betonstahl für Flächenelemente	159
Betonstahl für Stäbe	160
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen	160
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1	162
EN 1993-1-1 Einwirkungen	164
EN 1995-1-1 Einwirkungen	164
DIN EN 1992-2 Einwirkungen	164
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2	164
DIN FB 102 Einwirkungen	165
Bemessungsvorgaben	-
Belastung	
1 : Eigengewicht	166
2 : Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig	167
3 : Verdichtungserddruck	168
4 : Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60	169
5 : Windlast	170
11 : Erdruchedruck +Wasserdruck Stauziel	171
12 : Wasserdruck HQ 100+15%	172
13 : Strömungsdruck	173
14 : Anprall Treibgut 1	174
15 : Anprall Treibgut 2	175
16 : Anprall Treibgut 3	176
21 : dT,M Stauziel Sommer	177
22 : dT,M Stauziel Winter	178
23 : dT,G Stauziel Sommer	179
24 : dT,G Stauziel Winter	180
Verformung	
Deformationen $u_{y \min}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	181
Deformationen $u_{y \max}$; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1	182
Bewehrung	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	183
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	184
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	185
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1	186
Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1	187
Protokoll	
Materialkennwerte - Finite Elemente	188
Bettung - Finite Elemente	188
Kriech- und Schwindbeiwerte - Finite Elemente	188
Querschnittswerte - Finite Elemente	188
Koppelbedingungen - Finite Elemente	188
Systemkenngrößen - Finite Elemente	189
Lastfall-Übersicht - Finite Elemente	189

DIN EN 1992-1-1 Bemessung	189
---------------------------------	-----

System



Hochwasserschutzmauer,
 $d = 40 - 60 \text{ cm}$



Kopfbalken,
 $h \times b = 80 \times 190 \text{ cm}$

überschnittene Bohrpfehlwand,
 $\varnothing = 90 \text{ cm}$
Überschnitt = 15 cm

Eingabedaten


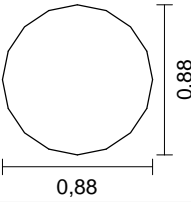
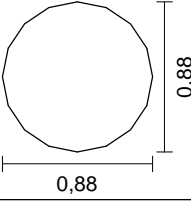
Systemkenngößen

7421 Knoten	
7360 Elemente	160 Stabelemente
8 Festhaltungen	0 Plattenelemente
8 Koppelungen	0 Scheibenelemente
8 Materialkennwerte	7200 Schalenelemente
8 Querschnittswerte	0 Seilelemente
16 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

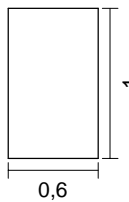
Gedrehte Koordinatensysteme
4319 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	HWS-Wand, d=60cm Elementdicke [m] $dz = 0,6000$ Orthotropie $dzy/dz = 1$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$ drillsteif
2	Fläche	Kopfbalken / Orthotrop 0,1 Elementdicke [m] $dz = 0,6000$ Orthotropie $dzy/dz = 0,100$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$ drillsteif
3	Polygon 	Kopfbalken Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 1,5200e+00$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 2,3841e-01$ $Iy = 8,1067e-02$ $I1 = 8,1067e-02$ $Iz = 4,5727e-01$ $I2 = 4,5727e-01$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	Bohrpfahl, Sand/Kies Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 5,9270e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 5,5814e-02$ $Iy = 2,7959e-02$ $I1 = 2,7959e-02$ $Iz = 2,7959e-02$ $I2 = 2,7959e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
5	Polygon 	Bohrpfahl, verwitterter Fels Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ $zs = 0,000$ Fläche [m²] $A = 5,9270e-01$ Trägheitsmomente [m4] $Ix = 5,5814e-02$ $Iy = 2,7959e-02$ $I1 = 2,7959e-02$ $Iz = 2,7959e-02$ $I2 = 2,7959e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ $Iyz = 0,0000e+00$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite

Eingabedaten

Querschnittswerte

6	Fläche	HWS-Wand, d=50cm Elementdicke [m] dz = 0,5000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
7	Fläche	HWS-Wand, d=40cm Elementdicke [m] dz = 0,4000 Orthotropie dzy/dz = 1 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillsteif
8	Polygon 	Bem.-Objekt Schwerpunkt [m] ys = 0,000 zs = 0,000 Fläche [m²] A = 6,0000e-01 Trägheitsmomente [m4] lx = 1,0000e-06 ly = 5,0000e-02 lz = 1,8000e-02 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -0,000 Mittlung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	l1 = 5,0000e-02 l2 = 1,8000e-02 lyz = 0,0000e+00

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	C35/45-EN-D	34000	14200	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	S235-EN	210000	81000	0,30	1,20e-05	78,500

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	0	0						
2	2	0	0	0						
3	3	0	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000
4	4	0	55,6	55,6	0	55,6	55,6	0,000	0,900	0,900
5	5	0	222,2	222,2	0	222,2	222,2	0,000	0,900	0,900
6	6	0	0	0						
7	7	0	0	0						
8	8	0	0	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000

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

Koppelungen

	Abh. Knoten	Freih grad	Nr.	Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade					
				ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
1	10241	SS ...	10014						
2	10301	SS ...	10029						

Eingabedaten

Koppelungen

	Abh. Knoten	Freih grad	Nr.	Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade					
				ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
3	10359	SS ...	10044						
4	10418	SS ...	10059						
5	10477	SS ...	10074						
6	10536	SS ...	10089						
7	10594	SS ...	10104						
8	11085	SS ...	9999						

SS Beidseitig starre Koppelung

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Erdruhedruck + Grundwasser, landseitig
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60
5	Windlast
11	Erdruhedruck +Wasserdruck Stauziel
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Summe der aufgebrachten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	0,000	2005,335
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2005,335
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
2	Erdruhedruck + Grundwasser, lands...	0,000	1464,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	1464,000	0,000
3	Verdichtungserddruck	0,000	375,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	375,000	0,000
4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW...	0,000	789,360	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	789,360	0,000
5	Windlast	0,000	86,064	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	86,064	0,000
11	Erdruhedruck +Wasserdruck Stauziel	0,000	-192,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-192,000	0,000

Eingabedaten

Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
12	Wasserdruck HQ 100+15%	0,000	-1755,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-1755,000	0,000
13	Strömungsdruck	0,000	-69,300	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-69,300	0,000
14	Anprall Treibgut 1	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
15	Anprall Treibgut 2	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
16	Anprall Treibgut 3	0,000	-100,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-100,000	0,000
21	dT,M Stauziel Sommer	-0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	-0,000	0,000	0,000
22	dT,M Stauziel Winter	0,000	0,000	-0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	0,000	-0,000
23	dT,G Stauziel Sommer	0,000	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-0,000	0,000
24	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 [cm ² /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm ² /m]	as fix	Walz- art
1	1	500M	0,070		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,070	0,000		0,080	0,000		Warm
2	1	500M	0,060		0,000	0,070		0,000		Warm
	2	500M		0,060	0,000		0,070	0,000		Warm
6	1	500M	0,070		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,070	0,000		0,080	0,000		Warm
7	1	500M	0,070		0,000	0,080		0,000		Warm
	2	500M		0,070	0,000		0,080	0,000		Warm

as Grundbewehrung

d1 Abstand vom oberen Querschnittsrand

d2 Abstand vom unteren Querschnittsrand

Die positive z-Achse des Elementsystems zeigt zum unteren Querschnittsrand

Eingabedaten

Betonstahl für Stäbe

Nr.	Lage	E-Modul [MN/m ²]	fyk [MN/m ²]	y [m]	z [m]	As [cm ²]	Zv0 [kN]	Walz- art
3	1		500	-0,870	-0,320	0,000	0,00	Warm
	2		500	0,870	-0,320	0,000	0,00	Warm
	3		500	0,870	0,320	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,870	0,320	0,000	0,00	Warm
4	1		500	-0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,358	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
5	13		500	0,000	0,358	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,358	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,137	-0,331	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,253	-0,253	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,331	-0,137	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,358	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,331	0,137	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,358	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,137	0,331	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,253	0,253	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,331	0,137	0,000	0,00	Warm

Der E-Modul wird nur für vorgespannte Stahllagen benutzt.

y, z Koordinaten des Betonstahls

As Grundbewehrung

Zv0 Vorspannkraft einer vorgespannten Stahllage

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

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

Eingabedaten

Lastfälle

- | | |
|----|---|
| 2 | Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig |
| 3 | Verdichtungserddruck |
| 4 | Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60 |
| 11 | Erdruchedruck +Wasserdruck Stauziel |

QW - Windlast

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Windlasten

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,2 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|---|----------|
| 5 | Windlast |
|---|----------|

QT - Temperatureinwirkung

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten
Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

Psi.0 / Psi.1 / Psi.2 = 0,6 / 0,5 / 0

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 21 | dT,M Stauziel Sommer |
| 23 | dT,G Stauziel Sommer |

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

- | | |
|----|----------------------|
| 22 | dT,M Stauziel Winter |
| 24 | dT,G Stauziel Winter |

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- | | |
|----|------------------------|
| 12 | Wasserdruck HQ 100+15% |
| 13 | Strömungsdruck |

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- | | |
|----|--------------------|
| 14 | Anprall Treibgut 1 |
| 15 | Anprall Treibgut 2 |
| 16 | Anprall Treibgut 3 |

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

- | | |
|----|----------------------|
| G | Eigenlast |
| GE | Erddruck |
| QW | Windlast |
| QT | Temperatureinwirkung |

Eingabedaten

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QW Windlast
 A Außergewöhnliche Einwirkung
 A Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G Eigenlast
 GE Erddruck
 QW Windlast
 QT Temperatureinwirkung

Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1

Qu.	Expos.	Vorspannung	Bewehrung							Ermüdung						Ri.	De-	Spannung		
	klasse	des Bauteils	M	R	B	Q	T	S		B	Q	T	P	C	V	br.	ko.	C	B	P
1	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.		.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
3	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	x	.		.	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.
4	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgesp.	x	.	x	x	x	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC4	Nicht vorgesp.	x	x	x	x	.	.		.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	.
7	XC4	Nicht vorgesp.	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	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
6	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.

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	.	.	.	0,600	.	0,530	0,90	.	.	.	.
3	1,900	.	1,820	0,90	0,800	.	0,720	0,90	0,640	1,740	0,160	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
6	1,000	.	.	.	0,500	.	0,430	0,90	.	.	.	.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,330	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 Berech. = 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 s	max s	sr max	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
					Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,30	14	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
3	0,30	10	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
6	0,30	14	.	.	.	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.	.	.

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	.
3	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
6	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
7	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.

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
1	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	XC4	Nicht vorgespannt	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	XC4	Nicht vorgespannt	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.

Eingabedaten

(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.
 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	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh.	Faktor rho.w max	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	70	.
2	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60 0,20	60	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	1,00	.	80	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	1,00	.	80	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	1,00	.	80	.
6	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60 0,20	70	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00	0,00	0,60 0,20	70	.

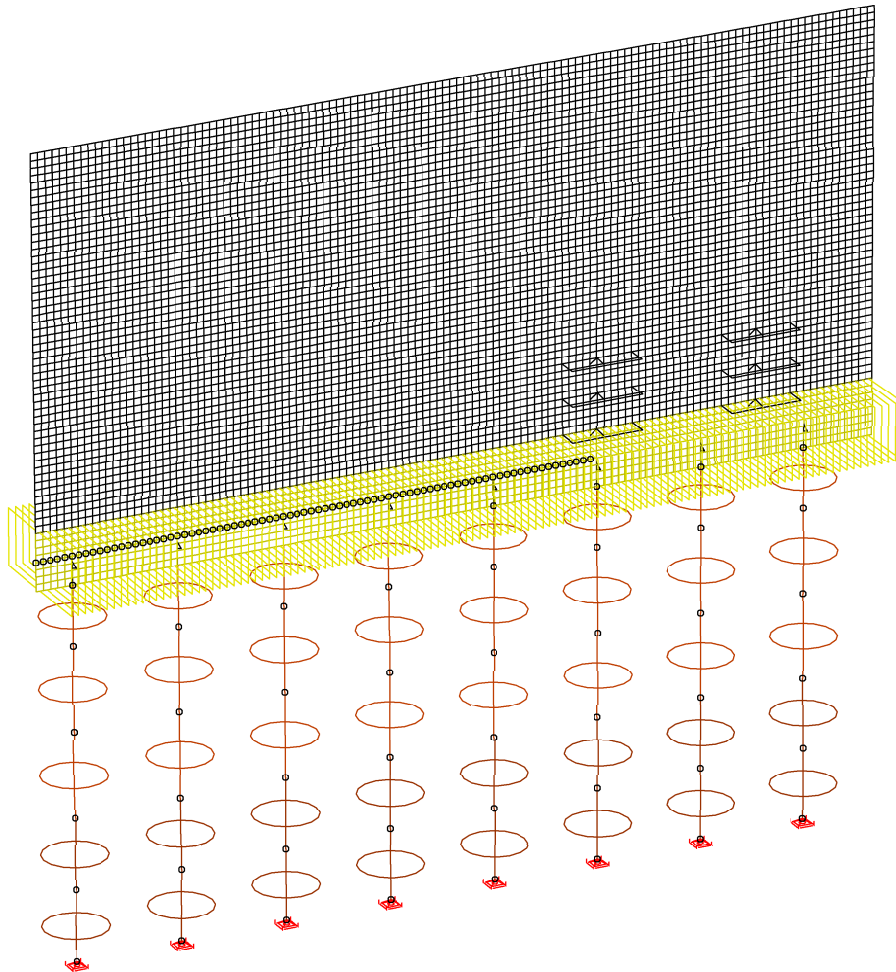
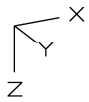
Schubquerschnitte

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	.	.	.	0,600	.	0,530	0,90	.	.	.	.
2	1,000	.	.	.	0,600	.	0,540	0,90	.	.	.	.
3	1,900	.	1,820	0,90	0,800	.	0,720	0,90	0,640	1,740	0,160	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
6	1,000	.	.	.	0,500	.	0,430	0,90	.	.	.	.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,330	0,90	.	.	.	.

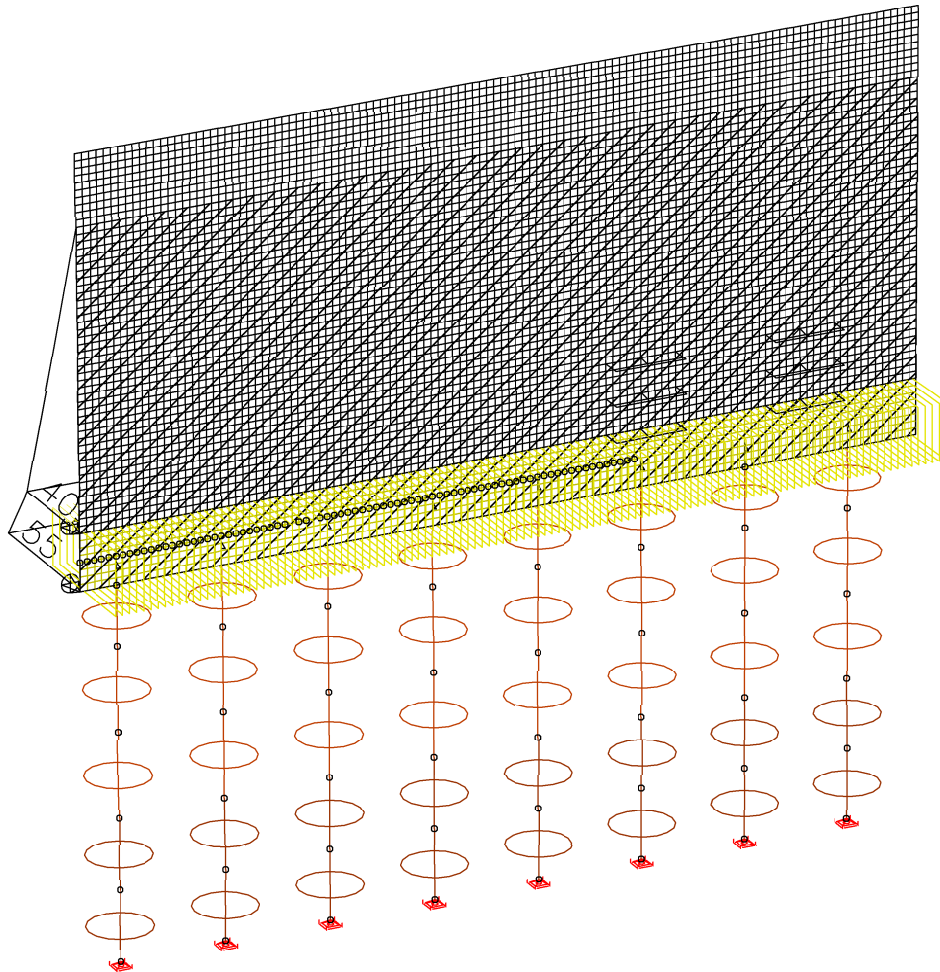
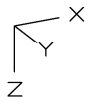
Belastung

EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigengewicht

Belastung



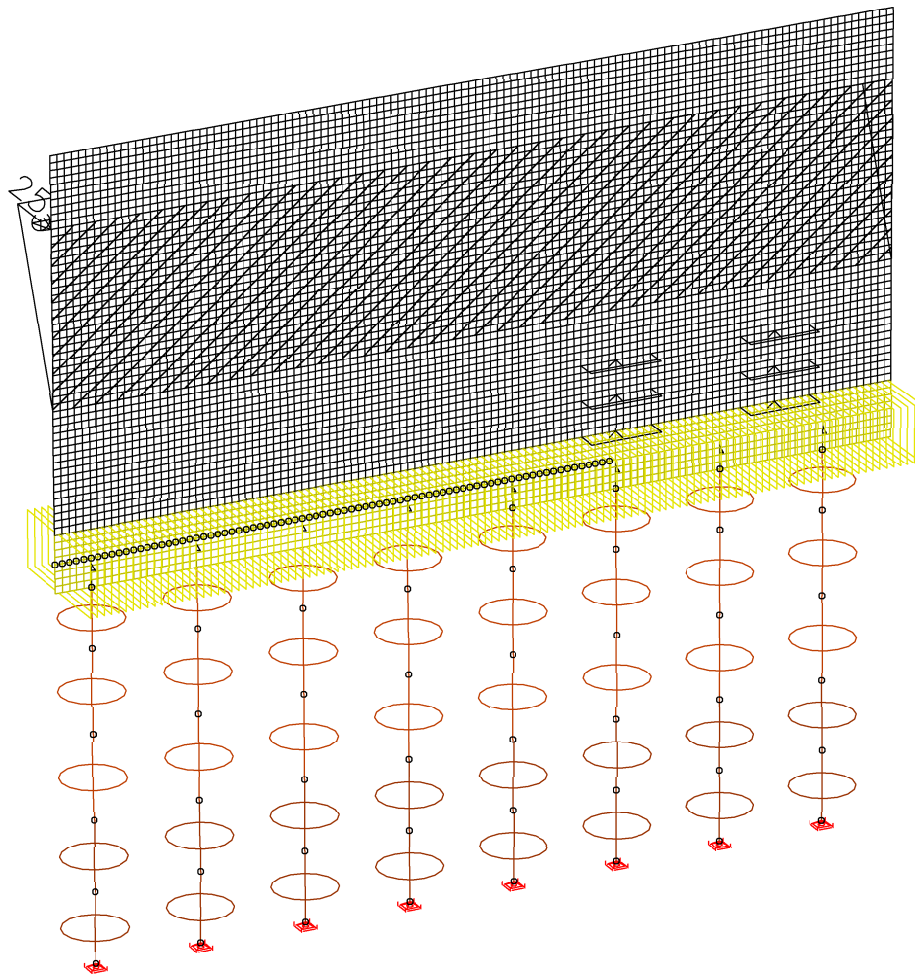
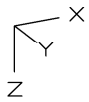
LF 2: Belastung, Erdruchdruck + Grundwasser, landseitig

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1:100

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

Belastung



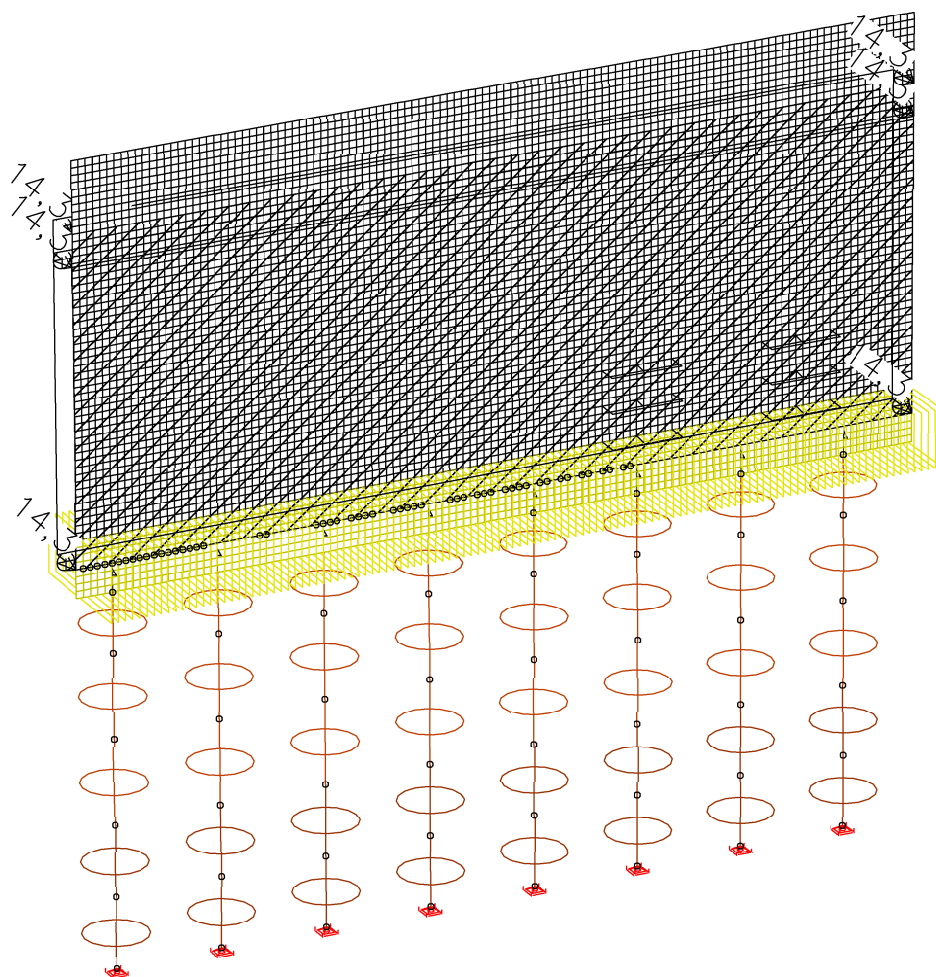
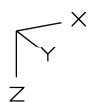
LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1:100

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

Belastung



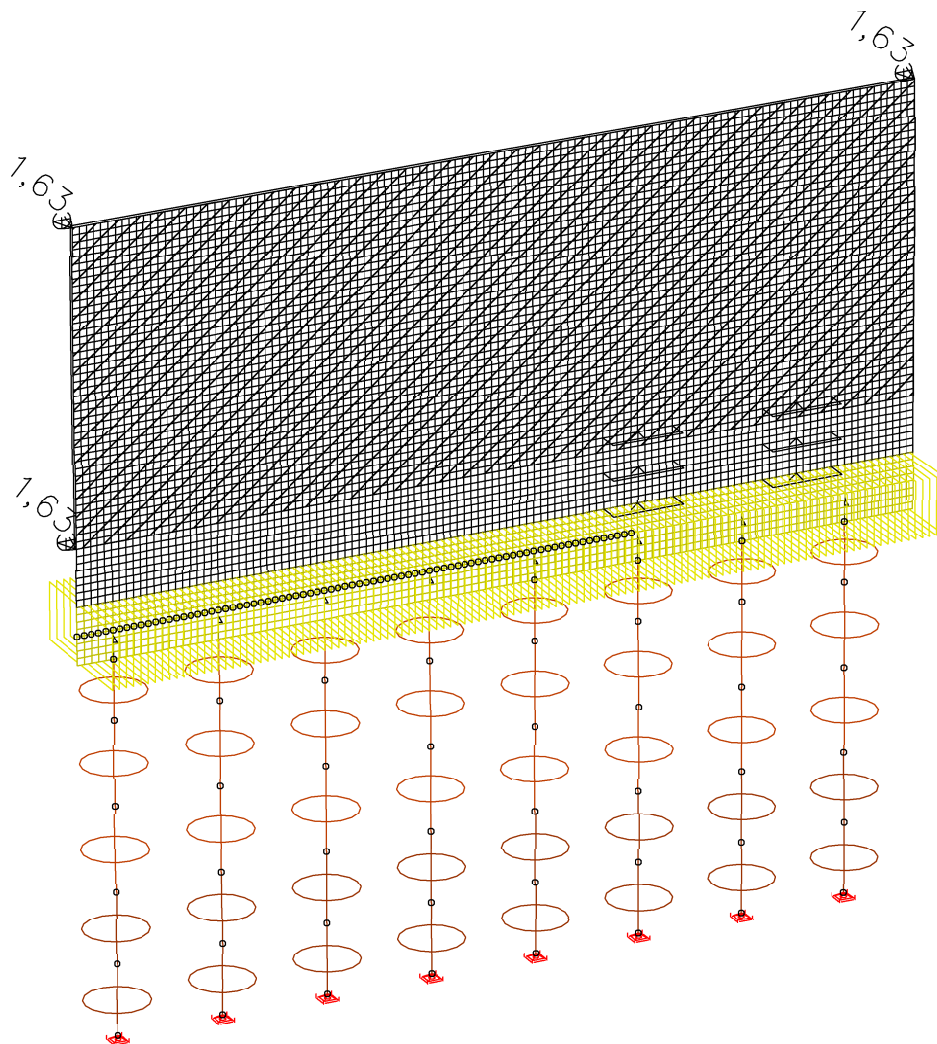
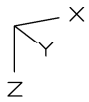
LF 4: Belastung, Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1:100

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

Belastung

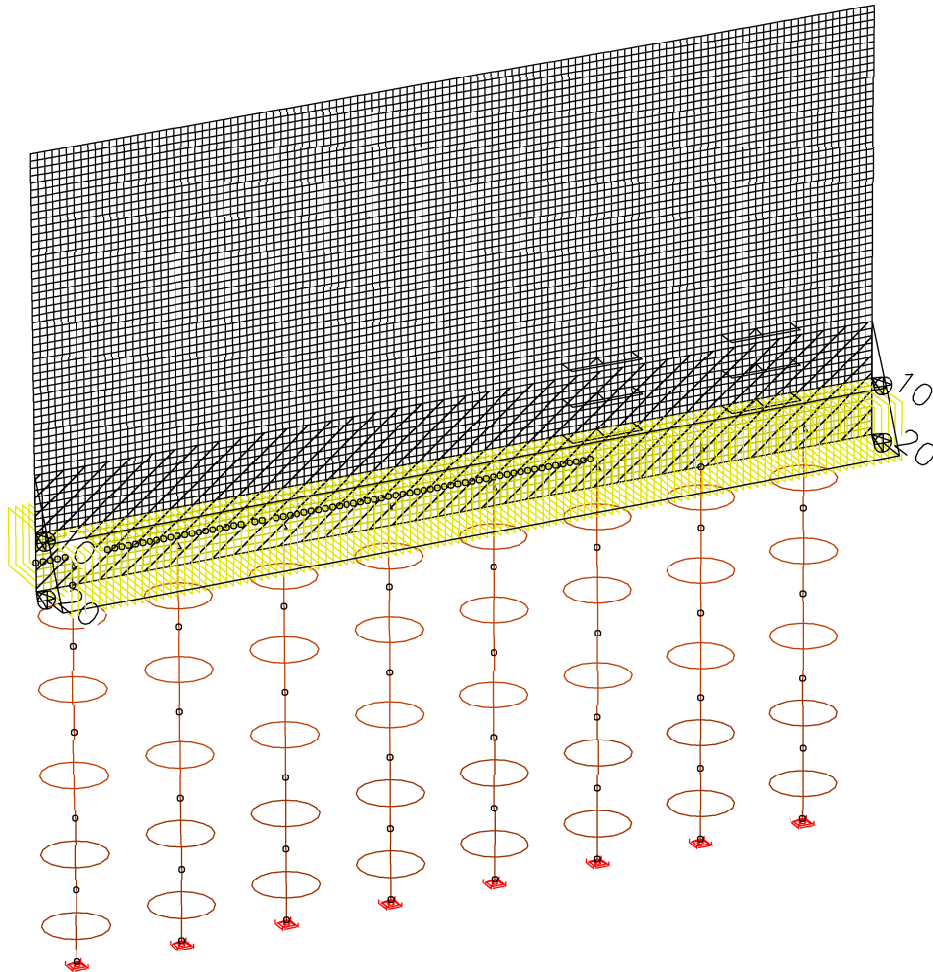


LF 5: Belastung, Windlast

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

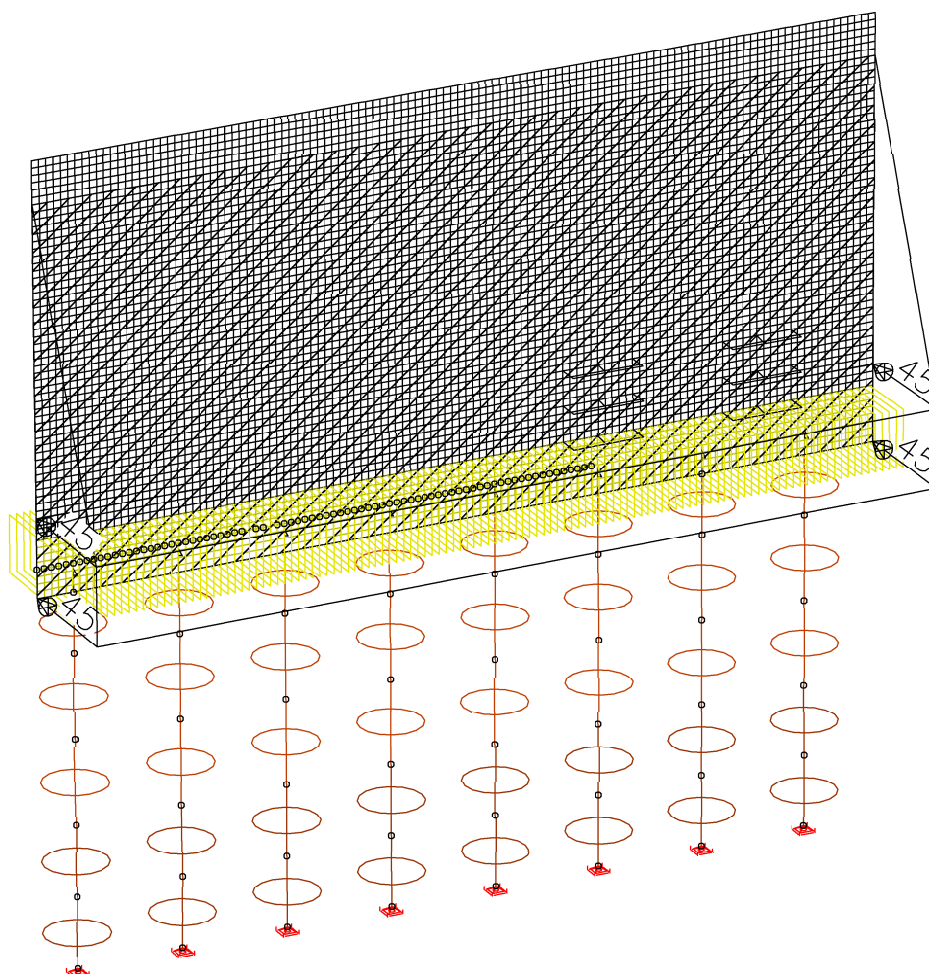
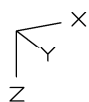
M = 1: 100

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



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

Belastung

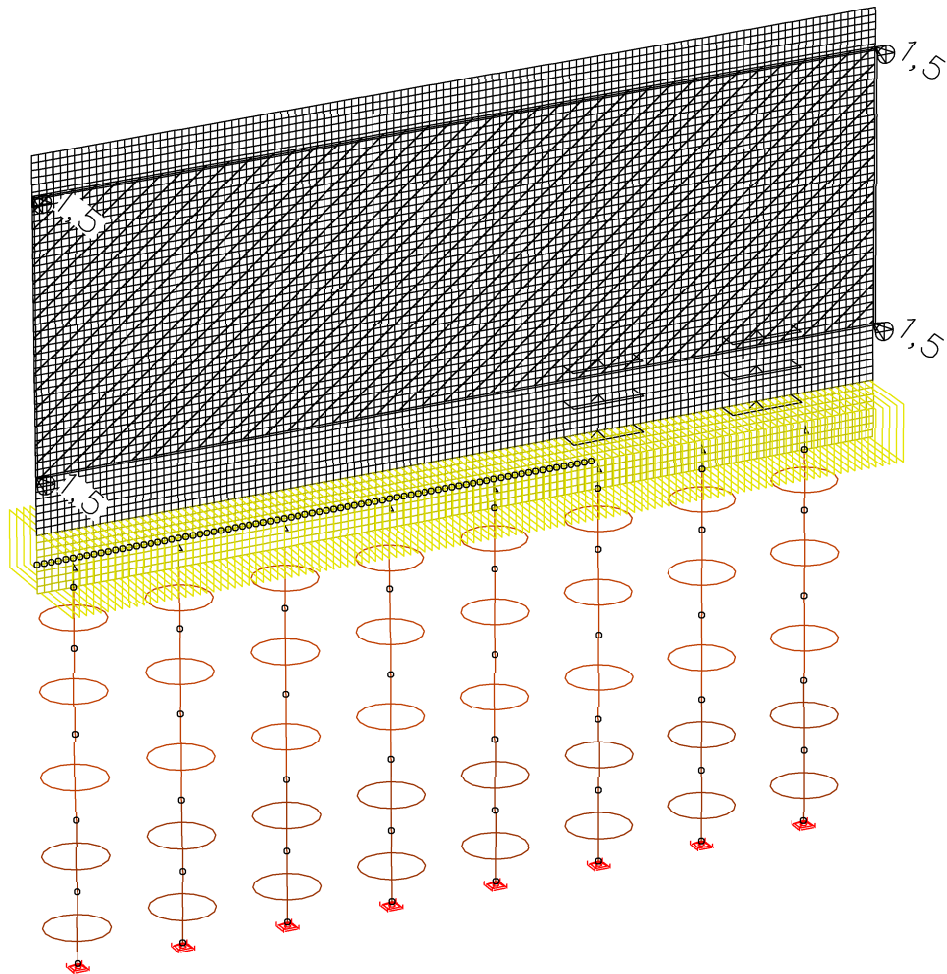


LF 12: Belastung, Wasserdruck HQ 100+15%

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

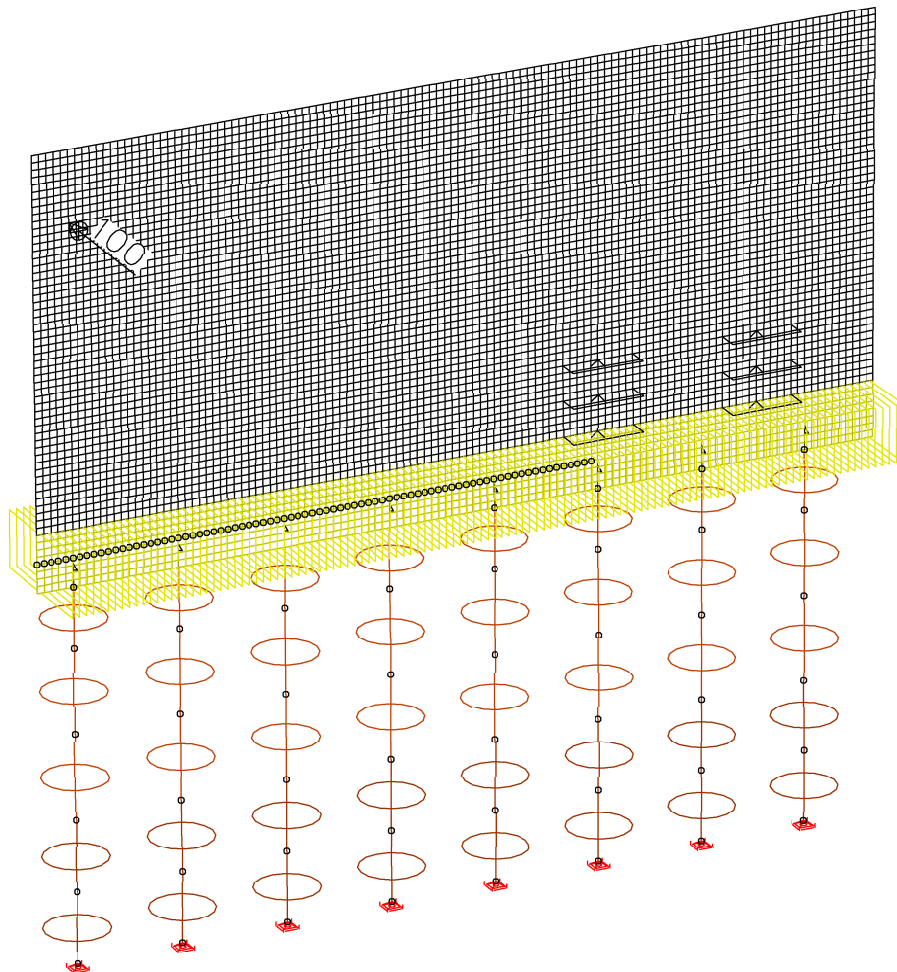
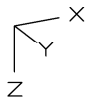
M = 1: 100

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



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

Belastung



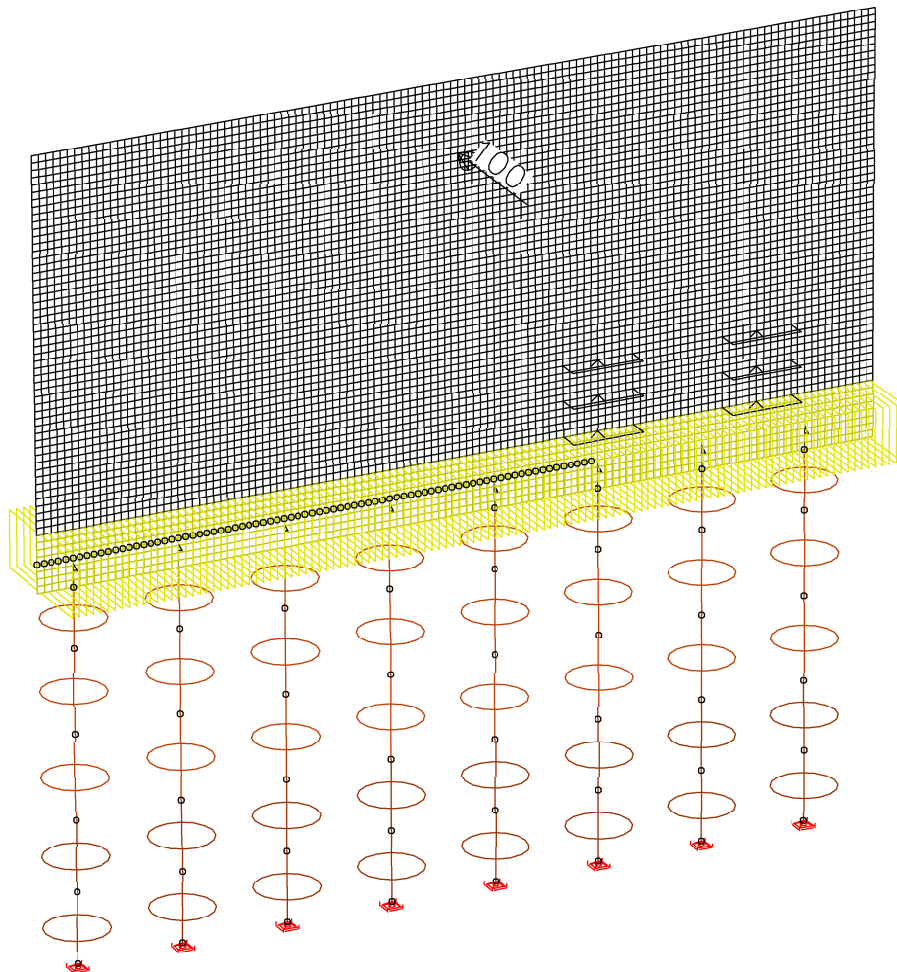
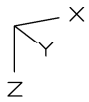
LF 14: Belastung, Anprall Treibgut 1

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1: 100

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

Belastung



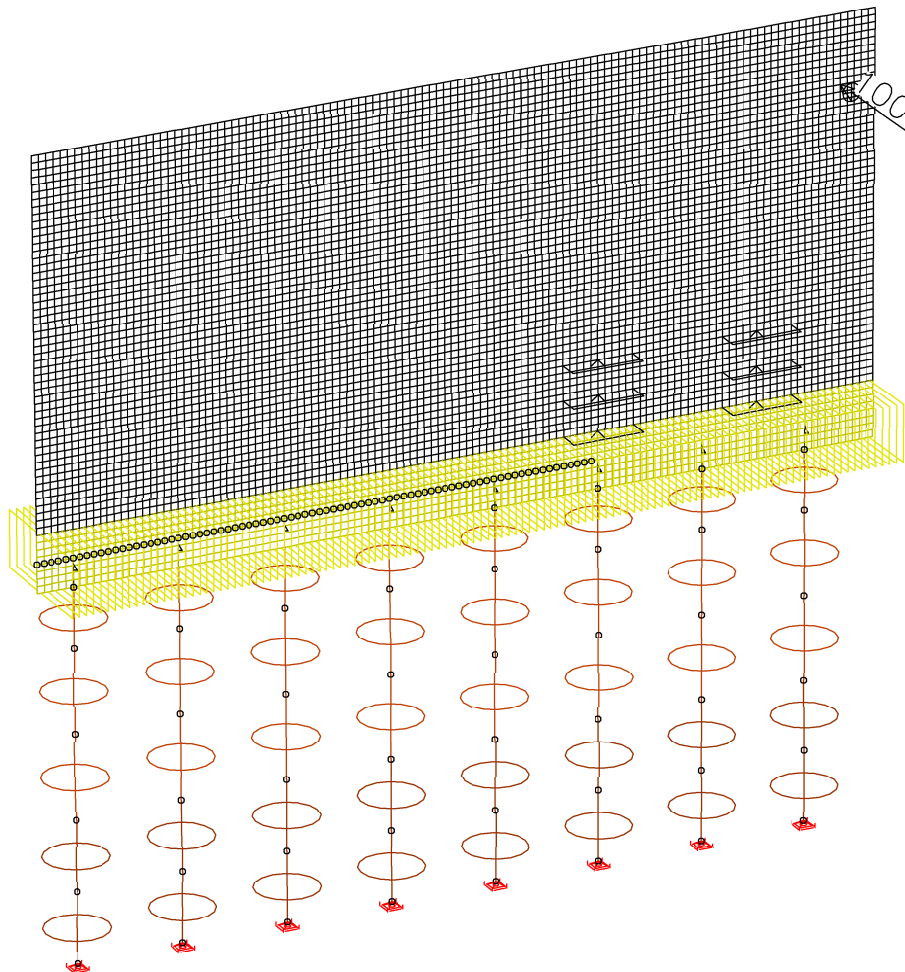
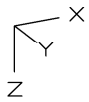
LF 15: Belastung, Anprall Treibgut 2

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1: 100

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

Belastung



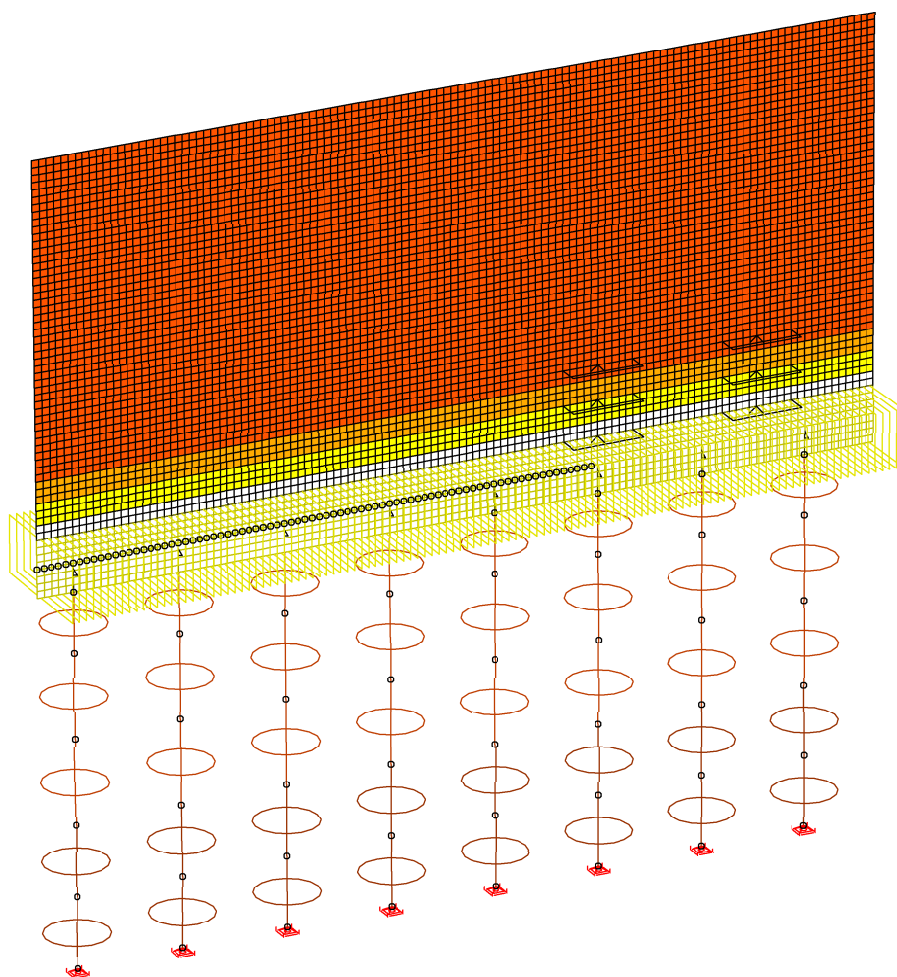
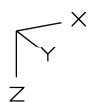
LF 16: Belastung, Anprall Treibgut 3

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1:100

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

Belastung



LF 21: Belastung, dT,M Stauziel Sommer

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

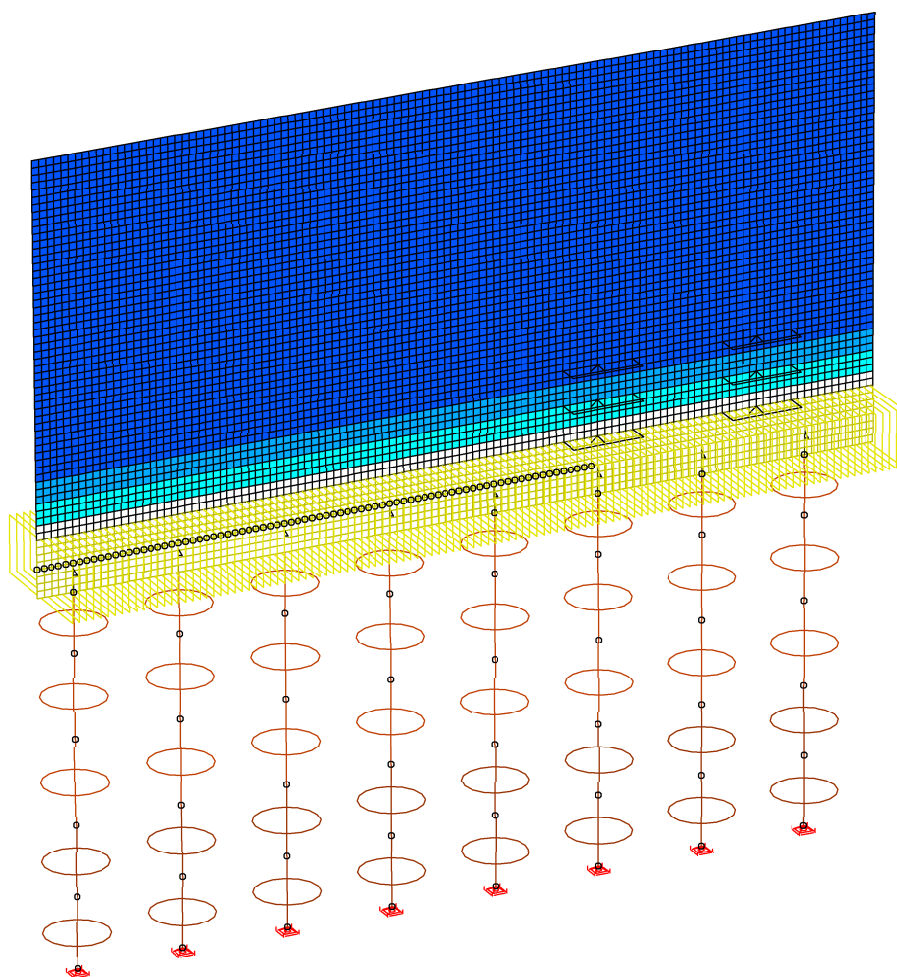
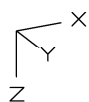
M = 1: 100

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

tm [K]

11,1	Orange
7,4	Yellow
3,7	Light Yellow

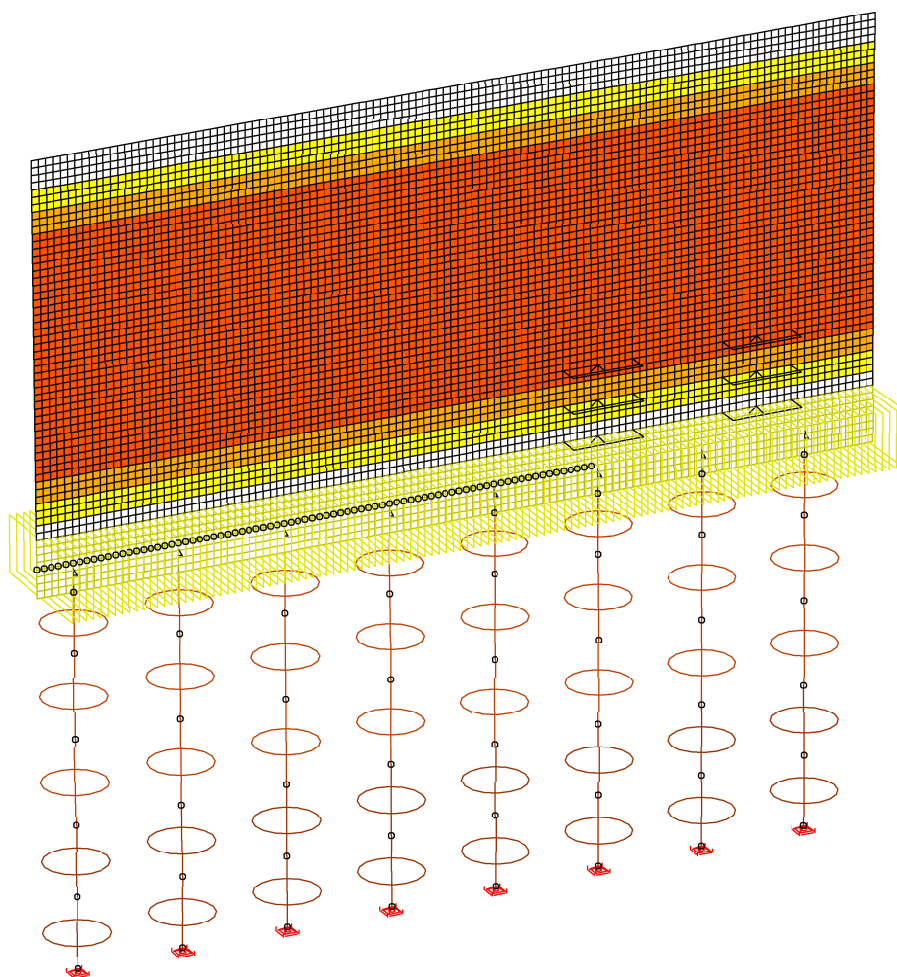
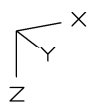
Belastung



LF 22: Belastung, dT,M Stauziel Winter

tm [K]
-3,7
-7,4
-11,1

Belastung



LF 23: Belastung, dT,G Stauziel Sommer

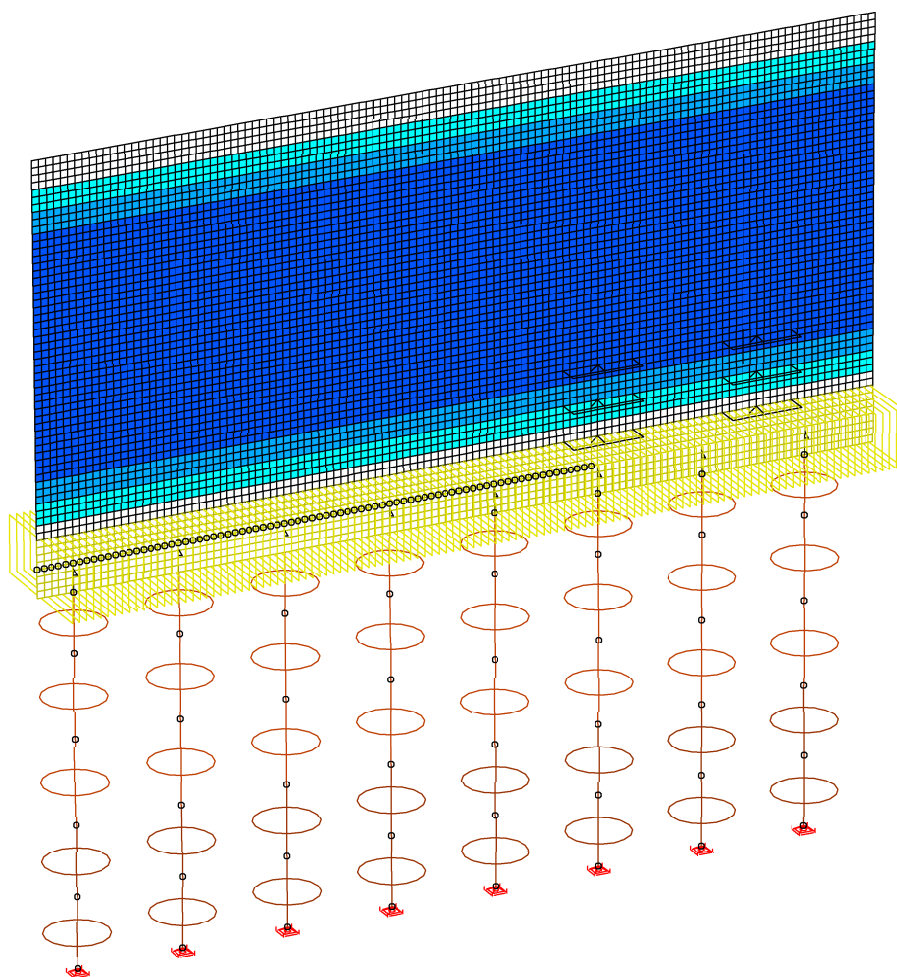
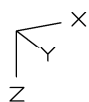
tu-to [K]

-22,2

-14,8

-7,4

Belastung



LF 24: Belastung, dT,G Stauziel Winter

A 3.3_HWS-Mauer Angerinsel West_Schnitt 2-2

M = 1: 100

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

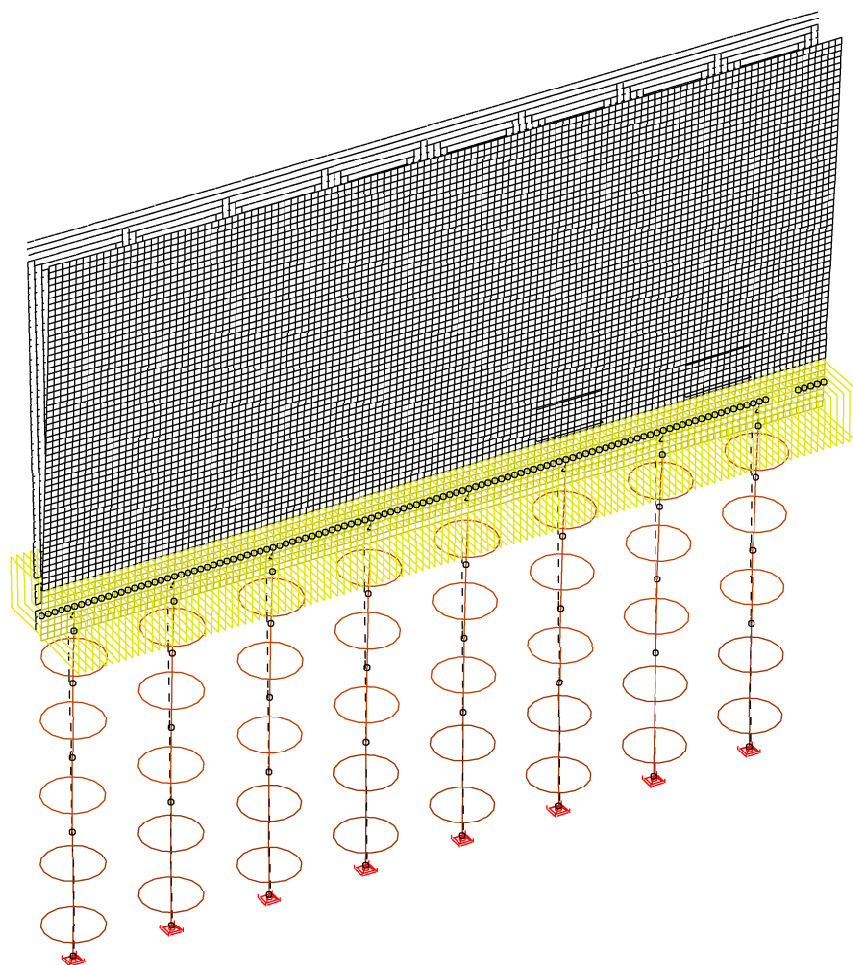
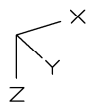
tu-to [K]

7,4

14,8

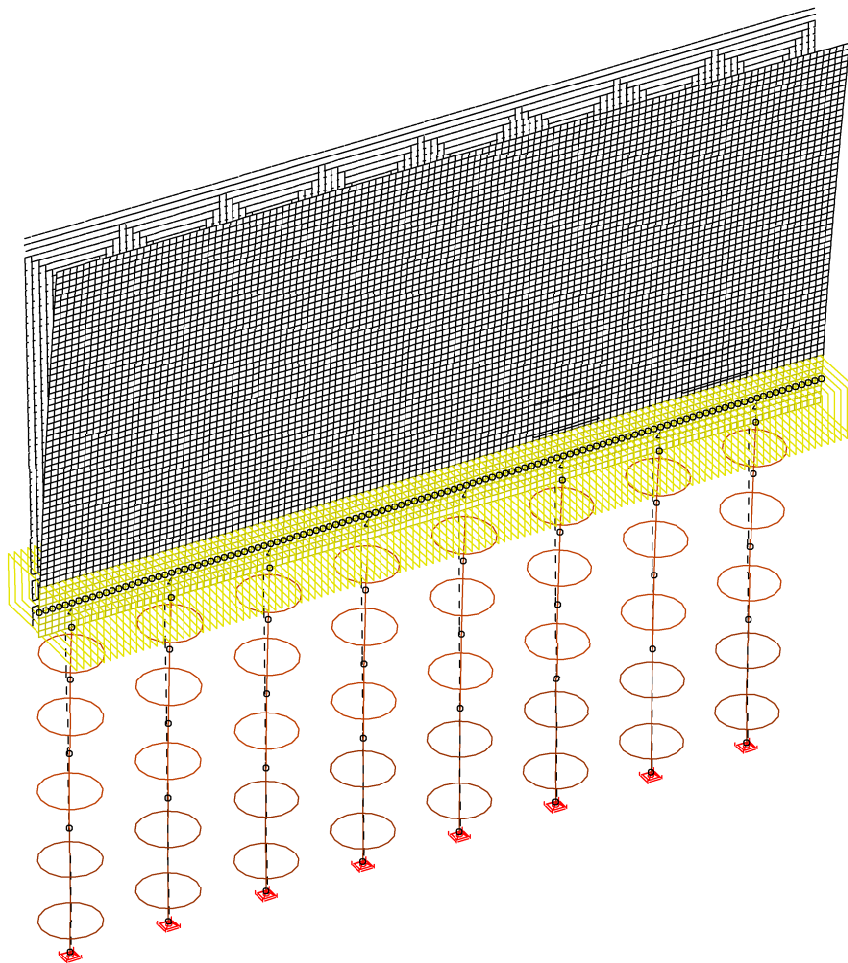
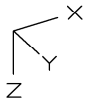
22,2

Verformung



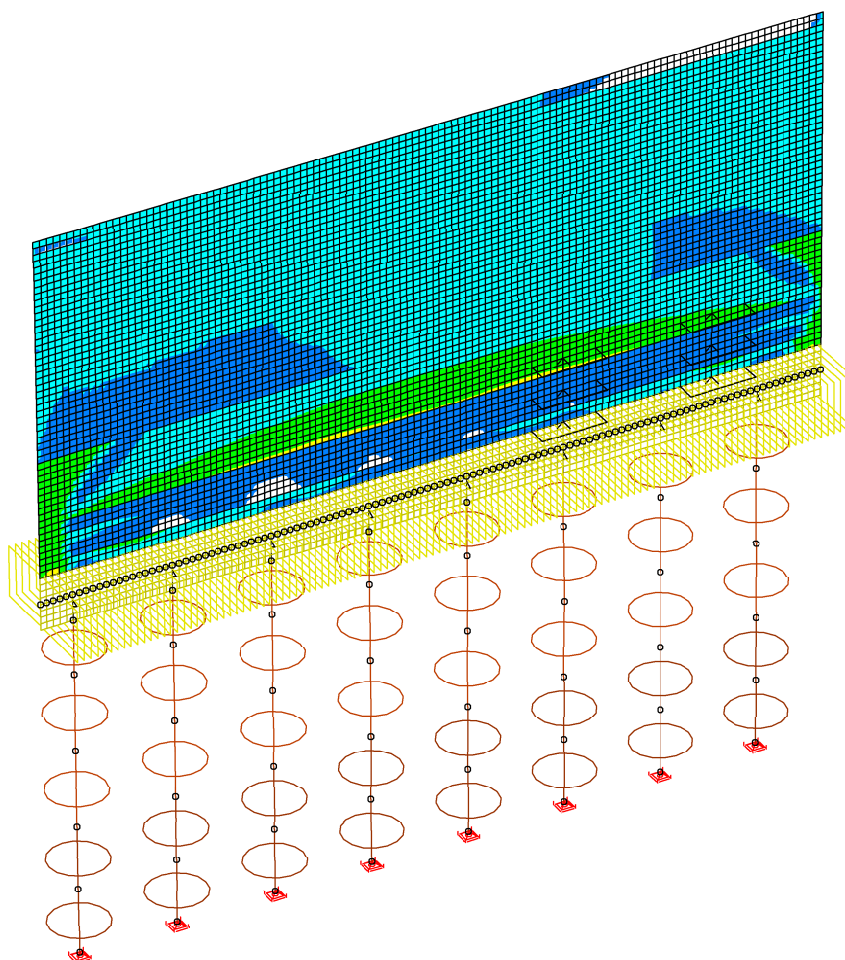
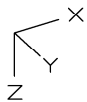
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (min uy) [mm], Faktor = 20,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/32,30 [mm]

Verformung

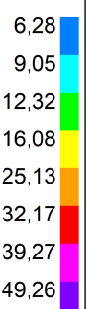


LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 20,0
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/45,22 [mm]

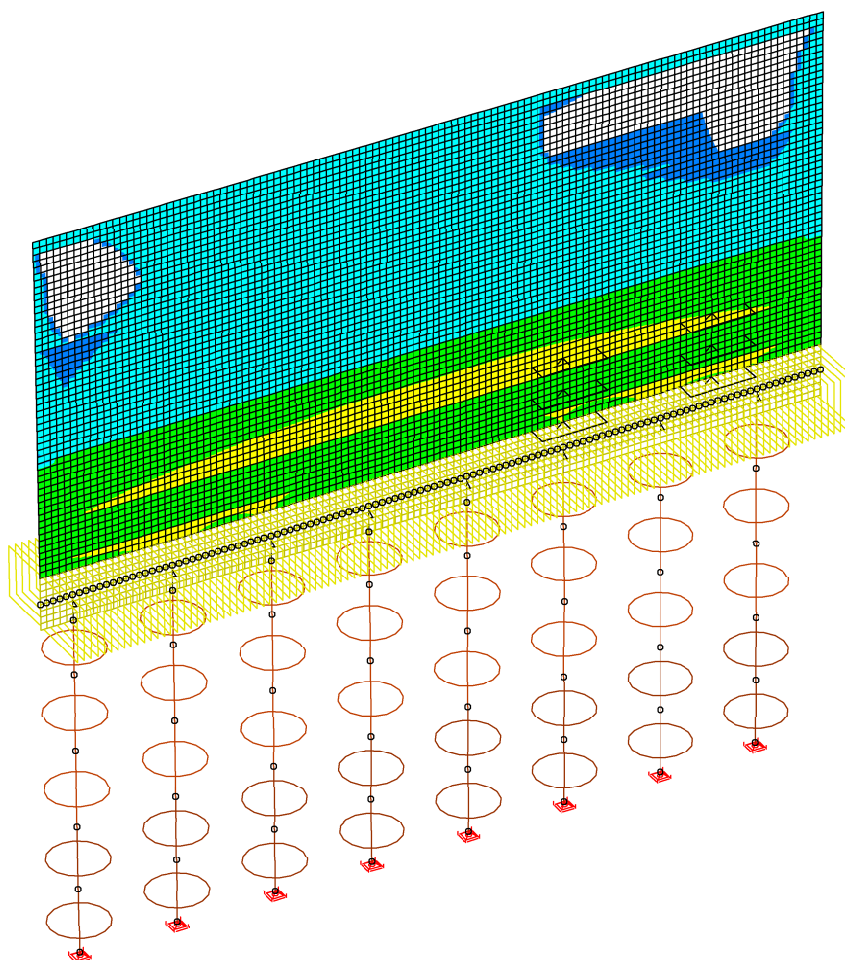
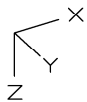
Bewehrung



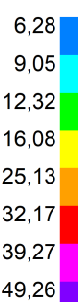
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,14/20,19 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 1,9 t



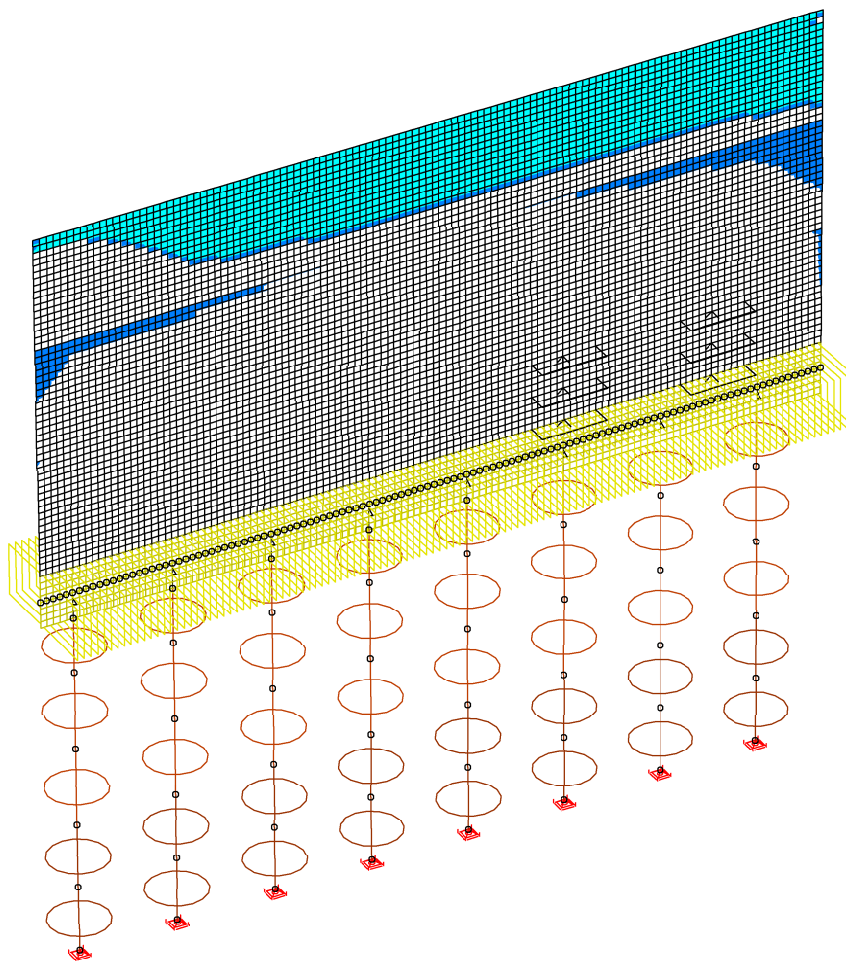
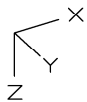
Bewehrung



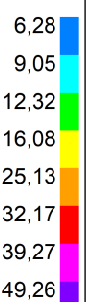
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asx 2. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 5,75/20,68 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 1,9 t



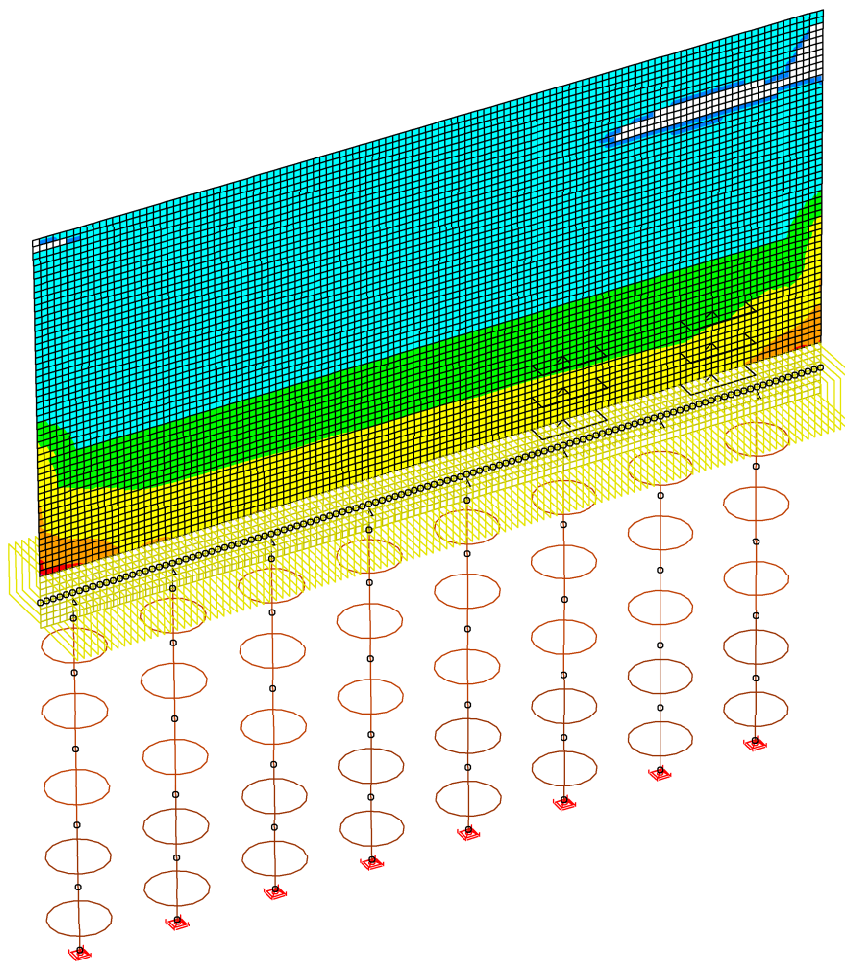
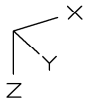
Bewehrung



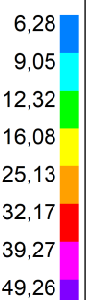
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,03/10,66 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 1,9 t



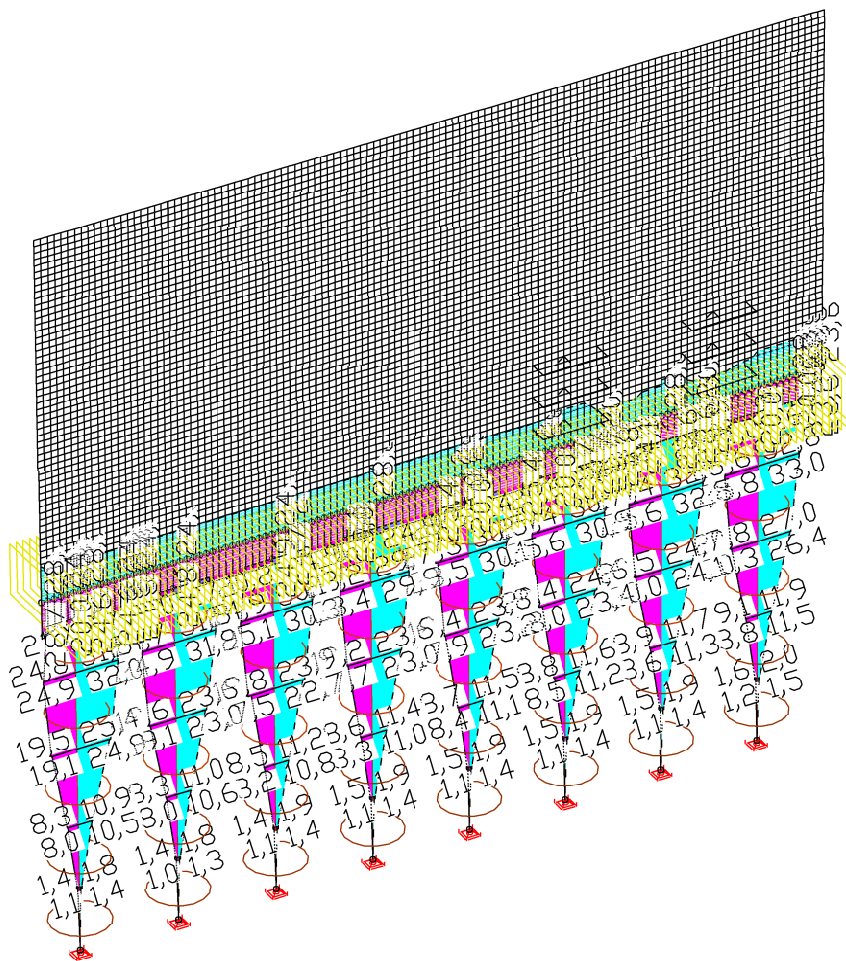
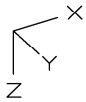
Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1
 Biegebewehrung asy 2. Lage [cm²/m]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 5,93/46,60 [cm²/m]
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 1,9 t



Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1

Biegebewehrung, Stahllagen $z \geq z_s$; $z < z_s$ (strichliert) [cm²]

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/32,99 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 1,4 t

Protokoll

Materialkennwerte

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
2	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
3	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
4	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
5	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
6	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000
7	C35/45-EN-D	34000	14200	0,20	1,000e-05	25,000

Bettung

Qu.- Nr.	k _{bx} -a	k _{bx} -e	k _{by} -a [MN/m ³]	k _{by} -e	k _{bz} -a	k _{bz} -e	b _x	b _y [m]	b _z
1	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
2	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
3	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
4	0	0	55,6	55,6	55,6	55,6	0,00	0,90	0,90
5	0	0	222,2	222,2	222,2	222,2	0,00	0,90	0,90
6	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00
7	0	0	0	0	0	0	1,00	1,00	1,00

Kriech- und Schwindbeiwerte

Material	phi.t	rho	epsilon.s
1	0,000	0,800	0,00E-05
2	0,000	0,800	0,00E-05
3	0,000	0,800	0,00E-05
4	0,000	0,800	0,00E-05
5	0,000	0,800	0,00E-05
6	0,000	0,800	0,00E-05
7	0,000	0,800	0,00E-05

Querschnittswerte

Nr.	1	FL d=0,6 A = 6,000e-01 [m ²], I _y = 1,800e-02 [m ⁴]
Nr.	2	FL d=0,6 (DzRatio=0,1) A = 6,000e-01 [m ²], I _y = 1,800e-02 [m ⁴]
Nr.	3	Polygon A = 1,520e+00 [m ²] I _x = 2,384e-01 [m ⁴], I _y = 8,107e-02 [m ⁴], I _z = 4,573e-01 [m ⁴]
Nr.	4	Polygon A = 5,927e-01 [m ²] I _x = 5,581e-02 [m ⁴], I _y = 2,796e-02 [m ⁴], I _z = 2,796e-02 [m ⁴]
Nr.	5	Polygon A = 5,927e-01 [m ²] I _x = 5,581e-02 [m ⁴], I _y = 2,796e-02 [m ⁴], I _z = 2,796e-02 [m ⁴]
Nr.	6	FL d=0,5 A = 5,000e-01 [m ²], I _y = 1,042e-02 [m ⁴]
Nr.	7	FL d=0,4 A = 4,000e-01 [m ²], I _y = 5,333e-03 [m ⁴]

Protokoll

Koppelbedingungen

Abh.-Kn. Bezogener Knoten und Faktoren für Freiheitsgrade								
Nr.	Fr.	Nr.	ux	uy	uz	phi.x	phi.y	phi.z
11085	SS	9999	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10241	SS	10014	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10301	SS	10029	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10359	SS	10044	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10418	SS	10059	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10477	SS	10074	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10536	SS	10089	.-	.-	.-	.-	.-	.-
10594	SS	10104	.-	.-	.-	.-	.-	.-

Systemkenngrößen

Knoten	7421
Elemente	7360
Festhaltungen	8
Koppelbedingungen	8
Unbekannte	44526
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	9,2 MB
Massenmatrix	9,2 MB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60
5	Windlast
11	Erdruchedruck +Wasserdruck Stauziel
12	Wasserdruck HQ 100+15%
13	Strömungsdruck
14	Anprall Treibgut 1
15	Anprall Treibgut 2
16	Anprall Treibgut 3
21	dT,M Stauziel Sommer
22	dT,M Stauziel Winter
23	dT,G Stauziel Sommer
24	dT,G Stauziel Winter

Bemessung nach DIN EN 1992-1-1:2015 mit NA:2015-12

Die Nachweise gelten für Bauwerke aus Stahlbeton und Spannbeton mit und ohne Verbund. Die Einwirkungen werden nach DIN EN 1990, Gl. (6.10), mit den Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten gemäß NA:2012 kombiniert.

Alle Nachweise erfolgen für die Extremwerte der Einwirkungen.

Bemessungsvorgaben

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

Protokoll

Bemessungsvorgaben

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

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	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	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.
3	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
4	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
5	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 .	1,00 .	.	80	.
6	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.
7	C35/45-EN-D	.	ST	500	2,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	70	.

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	.	.	.	0,600	.	0,530	0,90	.	.	.	.
3	1,900	.	1,820	0,90	0,800	.	0,720	0,90	0,640	1,740	0,160	.
4	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
5	0,622	.	0,542	0,90	0,622	.	0,542	0,90	0,462	0,462	0,160	.
6	1,000	.	.	.	0,500	.	0,430	0,90	.	.	.	.

Protokoll

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 b_n 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	b_n [m]	kb	h	h.nom	d [m]	kd	z1	z2	tef	K.
7	1,000	.	.	.	0,400	.	0,330	0,90	.	.	.	.

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 f_{ctm} 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 k_c für Stege/Gurte nach Gl. (7.2/7.3).
 auto = Gl. (7.2) für rechteckige, Gl. (7.3) für sonstige Querschnitte.
 wk Berech. = 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. σ_{eff} ,
 Abs.(M) = Begr. der Stababstände für mittl. Stahldehnung innerh. σ_{eff} .
 RI Ringförmige Bestimmung von σ_{eff} gemäß Wiese et al., Beton- und
 Stahlbetonbau 2004, Heft 4, S. 253 ff.
 DB Bestimmung von $\sigma_{s,min}$ nach Gl. (NA.7.5.1) für dickere Bauteile.

Qu.	wmax	ds	max	sr	Beiwerte			Fakt.fctm		Komb.		Methode		RI	DB
		[mm]	s	max	Xil	k	kt	As	wk	As	wk	kc	wk		
1	0,30	14	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
3	0,30	10	.	.	.	1,00	0,4	1,00	1,00	KL	KL	auto	Berech.	.	.
6	0,30	14	.	.	.	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.	.	.

Vorgaben für den Nachweis der Betonspannungen und Betonstahlspannungen

$\sigma_{c,c}$ Betondruckspannung im Gebrauchszustand.
 $\sigma_{s,s}$ Betonstahlspannung im Gebrauchszustand.
 (CK),(QK) Charakteristische, Quasi-ständige Kombination.
 (HK),(KL) Häufige Kombination, Kombination gemäß Expositionsklasse.

Qu.	fck(t)	zul. $\sigma_{c,c}(t)$		zul. $\sigma_{c,c}$		zul. $\sigma_{s,s}$		Dekompression	
	[MN/m ²]	(CK)	(QK)	(CK)	(QK)	(CK)		Komb.	Spannung
1	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
3	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
6	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.
7	.	.	.	0,60	fck	.	0,80	fyk	.

Spannungsberechnung für Stäbe

Beim Nachweis der Robustheitsbewehrung erfolgt die Spannungsberechnung

Protokoll

am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Rissbewehrung und der Rissbreite erfolgt die Ermittlung der Biegespannung am Bruttoquerschnitt.

Beim Nachweis der Dekompression und der Betondruckspannungen erfolgt die Berechnung der Biegespannung

- ohne interne Spannglieder am Bruttoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern ohne Verbund am Nettoquerschnitt,
- mit internen Spanngliedern im Verbund vor dem Verpressen am Nettoquerschnitt, ansonsten am ideellen Querschnitt.

Der Nachweis der Stahlspannungen erfolgt durch Ermittlung des Dehnungszustands am gerissenen Betonquerschnitt.

Spannungsberechnung für Flächenelemente

Betonspannungen werden am Bruttoquerschnitt berechnet.

Der Nachweis der Betonstahlspannungen erfolgt durch Ermittlung des Dehnungszustands am gerissenen Betonquerschnitt.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	Beton (gamma.c)	Betonstahl (gamma.s)	Spannstahl (gamma.s)
Ständige und vorübergehende Kombination	1,50	1,15	1,15
Außergewöhnliche Kombination	1,30	1,00	1,00
Erdbebenkombination	1,50	1,15	1,15
Nachweis gegen Ermüdung	1,50	1,15	1,15

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl					As [cm²]
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m²]		y [m]	z [m]	dI [m]	
3	1	-0,950	-0,400	200000	500	-0,870	-0,320	0,080	0,00
	2	0,950	-0,400	200000	500	0,870	-0,320	0,080	0,00
	3	0,950	0,400	200000	500	0,870	0,320	0,080	0,00
	4	-0,950	0,400	200000	500	-0,870	0,320	0,080	0,00
4	1	-0,440	-0,000	200000	500	-0,358	-0,000	0,080	0,00
	2	-0,407	-0,168	200000	500	-0,331	-0,137	0,080	0,00
	3	-0,311	-0,311	200000	500	-0,253	-0,253	0,080	0,00
	4	-0,168	-0,407	200000	500	-0,137	-0,331	0,080	0,00
	5	0,000	-0,440	200000	500	0,000	-0,358	0,080	0,00
	6	0,168	-0,407	200000	500	0,137	-0,331	0,080	0,00
	7	0,311	-0,311	200000	500	0,253	-0,253	0,080	0,00
	8	0,407	-0,168	200000	500	0,331	-0,137	0,080	0,00
	9	0,440	-0,000	200000	500	0,358	-0,000	0,080	0,00
	10	0,407	0,168	200000	500	0,331	0,137	0,080	0,00
	11	0,311	0,311	200000	500	0,253	0,253	0,080	0,00
	12	0,168	0,407	200000	500	0,137	0,331	0,080	0,00
	13	0,000	0,440	200000	500	0,000	0,358	0,080	0,00
	14	-0,168	0,407	200000	500	-0,137	0,331	0,080	0,00
	15	-0,311	0,311	200000	500	-0,253	0,253	0,080	0,00
	16	-0,407	0,168	200000	500	-0,331	0,137	0,080	0,00
5	1	-0,440	-0,000	200000	500	-0,358	-0,000	0,080	0,00
	2	-0,407	-0,168	200000	500	-0,331	-0,137	0,080	0,00
	3	-0,311	-0,311	200000	500	-0,253	-0,253	0,080	0,00
	4	-0,168	-0,407	200000	500	-0,137	-0,331	0,080	0,00
	5	0,000	-0,440	200000	500	0,000	-0,358	0,080	0,00
	6	0,168	-0,407	200000	500	0,137	-0,331	0,080	0,00
	7	0,311	-0,311	200000	500	0,253	-0,253	0,080	0,00
	8	0,407	-0,168	200000	500	0,331	-0,137	0,080	0,00

Protokoll

Querschnittsgeometrie und Betonstahl für Stäbe

Qu.	Pkt.	Beton		Betonstahl					
		y [m]	z [m]	Es, fyk [MN/m ²]		y [m]	z [m]	d1 [m]	As [cm ²]
	9	0,440	-0,000	200000	500	0,358	-0,000	0,080	0,00
	10	0,407	0,168	200000	500	0,331	0,137	0,080	0,00
	11	0,311	0,311	200000	500	0,253	0,253	0,080	0,00
	12	0,168	0,407	200000	500	0,137	0,331	0,080	0,00
	13	0,000	0,440	200000	500	0,000	0,358	0,080	0,00
	14	-0,168	0,407	200000	500	-0,137	0,331	0,080	0,00
	15	-0,311	0,311	200000	500	-0,253	0,253	0,080	0,00
	16	-0,407	0,168	200000	500	-0,331	0,137	0,080	0,00

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_s$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Betonstahl für Flächenelemente

Qu.	Lage	Güte	E-Modul [MN/m ²]	do x [m]	du x [m]	asx [cm ² /m]	do y [m]	du y [m]	asy [cm ² /m]	as fix
1	1	500M	200000	0,070	.	0,00	0,080	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,070	0,00	.	0,080	0,00	.
6	1	500M	200000	0,070	.	0,00	0,080	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,070	0,00	.	0,080	0,00	.
7	1	500M	200000	0,070	.	0,00	0,080	.	0,00	.
	2	500M	200000	.	0,070	0,00	.	0,080	0,00	.

Bei der Querschnittsbemessung wird die Maximalspannung des Betonstahls zu $1,05 \cdot f_{yk} / \gamma_s$ angenommen (DIN 488-1, Duktilitätsklasse A).

Protokoll

DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen

Standard Bemessungsgruppe

G - Eigenlast

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

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

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

Lastfälle

2 Erdruchedruck + Grundwasser, landseitig
3 Verdichtungserddruck
4 Erddruck infolge Verkehrslast, SLW 60
11 Erdruchedruck +Wasserdruck Stauziel

QW - Windlast

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

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Windlasten

$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,6 / 0,2 / 0$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

5 Windlast

QT - Temperatureinwirkung

$\gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten
Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

$\psi_0 / \psi_1 / \psi_2 = 0,6 / 0,5 / 0$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

21 dT,M Stauziel Sommer
23 dT,G Stauziel Sommer

Lastfälle 2. Variante, inklusiv

22 dT,M Stauziel Winter
24 dT,G Stauziel Winter

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

12 Wasserdruck HQ 100+15%
13 Strömungsdruck

A - Außergewöhnliche Einwirkung

Protokoll

Lastfälle 1. Variante, exklusiv

14 Anprall Treibgut 1
15 Anprall Treibgut 2
16 Anprall Treibgut 3

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QW - Windlast
A - Außergewöhnliche Einwirkung
A - Außergewöhnliche Einwirkung

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

1. Häufige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G - Eigenlast
GE - Erddruck
QW - Windlast
QT - Temperatureinwirkung

Protokoll

NACHWEISE FÜR STÄBE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung und der Torsionslängsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betondruckspannungen

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Stahlspannungen

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Nachweis erfolgt unter Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts.

Typ S Längsbewehrung aus N und M, Nr. der Lage, Charakt. K. (CK)
 $\sigma_{s,zul} = 0,80 \cdot f_{yk}$ bzw. $1,0 \cdot f_{yk}$ (CK) nach 7.2 (5)

Stab		Stahl	As	$\sigma_{s,zul}$	Situation			
Nr.	Qu.	Ort	Typ	Nr.	[cm ²]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	

Protokoll

NACHWEISE FÜR FLÄCHENELEMENTE

Nachweis der Längsbewehrung

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Schubbewehrung

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Mindestbewehrungsgrad nach Gl. (9.5a/bDE) wird berücksichtigt

vRd Aufnehmbare Querkraft der Druckstreben nach 6.2.3 (3) [kN/m]
Neigung Neigung cot Theta der Betondruckstreben gegen die Elementebene
Asl Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 für erf. asb [cm²]
qr Bemessungsquerkraft = $(q_x^2 + q_y^2)^{1/2}$ [kN/m]
erf.asb Erf. Bügelbewehrung [cm²/m²]
 Überschreitungen nach Gl. (6.12) werden mit "!" gekennzeichnet
erf.As1 Erf. Biegezugbewehrung nach Bild 6.3 [cm²] für erf. asb

Element		qx	qy	n	qr	qr/	Nei-	erf. asb	Asl f. asb=0	erf. Asl
Nr.	Ort	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	vRd	gung	[cm ² /m ²]	[cm ²]	[cm ²]
15113	3	-3047,59	3101,21	-58,53	4348,02	1,41>1	1,31	177,83!	.	.
	4	-821,05	3101,21	-58,52	3208,05	1,05>1	1,35	127,31	.	.
15232	3	2629,99	2508,20	-8,38	3634,27	1,18>1	1,32	146,84	.	.

Nachweis der Rissbreiten

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betondruckspannungen

Es wurden keine Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte festgestellt.

Nachweis der Betonstahlspannungen für die Charakteristische (seltene) Kombination

Es werden nur Orte mit Überschreitung zulässiger Grenzwerte ausgegeben.
Der Nachweis erfolgt unter Annahme eines gerissenen Betonquerschnitts.

$\sigma_{s,zul} = 0,80 \cdot f_{yk}$ bzw. $1,0 \cdot f_{yk}$ (CK) nach 7.2 (5)

Element				Nachweis in x-Richtung			Nachweis in y-Richtung		
Nr.	Qu.	Ort	Lage	as	$\sigma_{s,s}$	zul.	as	$\sigma_{s,s}$	zul.
				[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[cm ² /m]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
9375	6	2	1	6,89	305,59	400,00	1,28	39,44	400,00
			2	11,15	252,91	400,00	10,97	400,32	> 400,00

** Warnungen **

DFB-221: Spannung Betonstahl Element 9375, Ort 2, Lage 2, y: $\sigma_{s,s} = 400,32 > 400,00$ MN/m².

DFB-270: Element 15113, Ort 3: Querkraftbew. $asw = 177,83 > asw,max = 171,06$ cm²/m².

DFB-024: Element 15113 Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

DFB-024: Element 15113 Ort 4: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

DFB-024: Element 15232 Ort 3: Der Bemessungswiderstand der Betondruckstreben ist unzureichend.

10.4 Anlage 4: Bestimmung der erforderlichen Bewehrung der Bohrpfähle

- 4.1 Bohrpfähle Angerinsel Ost
- 4.2 Bohrpfähle Angerinsel West 1-1
- 4.3 Bohrpfähle Angerinsel West 2-2

Ermittlung Betonstahlmenge für Bohrpfähle

(Rote Werte müssen eingetragen werden, blaue Werte (Zwischenergebnisse) werden berechnet, gelb unterlegt ist das Endergebnis)

Bohrpfahldurchmesser:	90 cm	Zugehörige Tabelle:	
Betondeckung:	8 cm		
Volumen pro m:	0,636 m ²	Durchm.	Gewicht
Umfang in Bew.achse:	2,32 m	8	0,395
Längseisen Durchmesser:	25 mm	10	0,617
Längseisen Anzahl:	16 -	12	0,888
Wendel Durchmesser:	12 mm	14	1,208
Wendel Ganghöhe:	10 cm	16	1,578
Längseisen Gewicht pro m:	3,853 kg	12D = 17	1,782
Wendel Gewicht pro m:	0,888 kg	20	2,466
Stahlgewicht pro m (+5%):	86,4 kg/m	16D = 23	3,261
		25	3,853
		28	4,834

Flachstahl 1 (Distanzringe)	5 kg/m
Flachstahl 2 (Fußkreuz)	5 kg/Bohrpfahl

Länge Bohrpfahl in m:	10,0	11,0	11,5	12,0	13,5	14,5
Gewicht Betonstahl:	864	950	994	1037	1167	1253
Gewicht Flachstahl 1:	50	55	57,5	60	67,5	72,5
Gewicht Flachstahl 2:	5	5	5	5	5	5
Gesamtsumme:	919	1010	1056	1102	1239	1330

Volumen Bpf:	6,36	7,00	7,32	7,63	8,59	9,22
Bew.gehalt (ohne Flachst.) [kg/m ³]:	136	136	136	136	136	136
Bew.gehalt (mit Flachst.) [kg/m ³]:	144	144	144	144	144	144

Ermittlung Betonstahlmenge für Bohrpfähle

(Rote Werte müssen eingetragen werden, blaue Werte (Zwischenergebnisse) werden berechnet, gelb unterlegt ist das Endergebnis)

Bohrpfahldurchmesser:	90 cm	Zugehörige Tabelle:	
Betondeckung:	8 cm		
Volumen pro m:	0,636 m ²	Durchm.	Gewicht
Umfang in Bew.achse:	2,32 m	8	0,395
Längseisen Durchmesser:	16 mm	10	0,617
Längseisen Anzahl:	15 -	12	0,888
Wendel Durchmesser:	12 mm	14	1,208
Wendel Ganghöhe:	10 cm	16	1,578
Längseisen Gewicht pro m:	1,578 kg	12D = 17	1,782
Wendel Gewicht pro m:	0,888 kg	20	2,466
Stahlgewicht pro m (+5%):	46,5 kg/m	16D = 23	3,261
		25	3,853
		28	4,834

Flachstahl 1 (Distanzringe)	5 kg/m
Flachstahl 2 (Fußkreuz)	5 kg/Bohrpfahl

Länge Bohrpfahl in m:	10,0	11,0	11,5	12,0	13,5	14,5
Gewicht Betonstahl:	465	512	535	558	628	675
Gewicht Flachstahl 1:	50	55	57,5	60	67,5	72,5
Gewicht Flachstahl 2:	5	5	5	5	5	5
Gesamtsumme:	520	572	598	623	701	752

Volumen Bpf:	6,36	7,00	7,32	7,63	8,59	9,22
Bew.gehalt (ohne Flachst.) [kg/m ³]:	73	73	73	73	73	73
Bew.gehalt (mit Flachst.) [kg/m ³]:	82	82	82	82	82	82

Ermittlung Betonstahlmenge für Bohrpfähle

(Rote Werte müssen eingetragen werden, blaue Werte (Zwischenergebnisse) werden berechnet, gelb unterlegt ist das Endergebnis)

Bohrpfahldurchmesser:	90 cm	Zugehörige Tabelle:	
Betondeckung:	8 cm		
Volumen pro m:	0,636 m ²	Durchm.	Gewicht
Umfang in Bew.achse:	2,32 m	8	0,395
Längseisen Durchmesser:	25 mm	10	0,617
Längseisen Anzahl:	17 -	12	0,888
Wendel Durchmesser:	12 mm	14	1,208
Wendel Ganghöhe:	10 cm	16	1,578
Längseisen Gewicht pro m:	3,853 kg	12D = 17	1,782
Wendel Gewicht pro m:	0,888 kg	20	2,466
Stahlgewicht pro m (+5%):	90,5 kg/m	16D = 23	3,261
		25	3,853
		28	4,834

Flachstahl 1 (Distanzringe)	5 kg/m
Flachstahl 2 (Fußkreuz)	5 kg/Bohrpfahl

Länge Bohrpfahl in m:	10,0	11,0	11,5	12,0	13,5	14,5
Gewicht Betonstahl:	905	995	1040	1085	1221	1312
Gewicht Flachstahl 1:	50	55	57,5	60	67,5	72,5
Gewicht Flachstahl 2:	5	5	5	5	5	5
Gesamtsumme:	960	1055	1103	1150	1294	1389

Volumen Bpf:	6,36	7,00	7,32	7,63	8,59	9,22
Bew.gehalt (ohne Flachst.) [kg/m ³]:	142	142	142	142	142	142
Bew.gehalt (mit Flachst.) [kg/m ³]:	151	151	151	151	151	151