

# **Projekt 2527.01**

## **Hochwasserschutz Nittenau**

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

**Statische Berechnung Nr. 2527.01\_3\_10\_00**

**Objekt 7.2**  
**Plattform Angerspitz**



**REGIERUNGSBAUMEISTER  
SCHLEGEL**

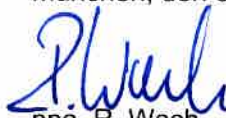
**Bauherr:**

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 30.04.2020

  
ppa. R. Wach  
(Projektleiter)

  
i.A. S. Siegle  
(Projektingenieur)

## Indextabelle:

Rev.	Datum	Art der Änderung
01		
02		
03		
04		
05		

## Inhaltsverzeichnis Standsicherheitsberechnung

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteile / Bezeichnungen	3
1.3	Verwendete Normen und Unterlagen	5
1.4	Randbedingungen der Planungen	6
1.5	Grundwasserstand	7
1.6	Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung	7
1.7	Gründung / Bettung	9
2	Nachweise	10
3	Bauteileigenschaften	11
3.1	Baustoffe / Expositionsklassen (allgemein)	11
3.2	Rissbreitenbeschränkung (allgemein)	13
4	Rissbreitenbemessung	14
4.1	Hochwasserschutzmauer Plattform Angerspitz	14
4.1.1	Kopfbalken (d = 100 cm)	14
4.1.2	HWS-Mauer (d = 50 cm)	14
4.2	Zusammenfassung der verwendeten Betonsorten	15
5	Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen	16
6	Einwirkungen / Lastfälle	17
6.1	Einwirkungen HWS-Mauer Angerspitz	17
6.1.1	Lastfall 1: Eigengewicht	17
6.1.2	Lastfall 2: Erdseitiger Erdruchedruck und Grundwasser	17
6.1.3	Lastfall 3: Verdichtungserddruck	18

6.1.4	Lastfall 4: Erddruck infolge Verkehrslast eines SLW 60	18
6.1.5	Lastfall 5: Lasten infolge Fahrzeuganprall	18
6.1.6	Lastfall 6 und 17: Personenlast, erd- und gewässerseitig	18
6.1.7	Lastfall 7 und 8: Windlast	18
6.1.8	Lastfall 11: Wasserseitiger Erdruchdruck und Wasserstand Stauziel	19
6.1.9	Lastfall 12: Wasserdruck $HQ_{100} + 15\%$	19
6.1.10	Lastfälle 13: Strömungsdruck	19
6.1.11	Lastfälle 14 bis 16: Anprall Treibgut	20
6.1.12	Lastfälle 21 und 22: Temperaturgradient $\Delta T_G$ bei Wasserstand Stauziel	20
6.1.13	Lastfälle 23 und 24: Temperaturgradient $\Delta T_G$ bei Wasserstand Stauziel	20
6.2	Erdbeben	21
6.3	Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte	21
6.4	Lastfallkombinationen	21
7	Bauzustand	22
7.1	Bemessung im Bauzustand	22
7.2	Baugruben	22
8	Hinweise für die weitere Planung und die Bauausführung	23
9	Zusammenfassung / Bewehrung der Bauteile	24
10	Anlagenverzeichnis	25
10.1	Anlage 1: Windlast „Frilo“	25
10.2	Anlage 2: Rissbreitenbemessung	28
10.3	Anlage 3: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“	33
10.4	Anlage 4: Bestimmung der erforderlichen Bewehrung der Bohrpfähle	116

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1].....	1
Bild 2:	Plattform Angerspitz Draufsicht .....	3
Bild 3:	Plattform Angerspitz Schnitt A-A .....	3
Bild 4:	Plattform Angerspitz Schnitt 1-1 .....	4
Bild 5:	Plattform Angerspitz Schnitt 2-2 .....	4
Bild 6:	Schnittprofil Anlage 5.3, gemäß Baugrundgutachten.....	8
Bild 7:	Schnittprofil Anlage 5.4, gemäß Baugrundgutachten.....	8
Bild 8:	Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“ .....	13

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bauwerksabmessungen .....	2
Tabelle 2:	Bodenschichten gemäß Bodengutachten.....	7
Tabelle 3:	Festlegung der Rissbreite nach WU-Richtlinie .....	13
Tabelle 4:	geschätzte Bewehrungsgehalte HWS-Mauer .....	24
Tabelle 5:	geschätzte Bewehrungsgehalte Bohrpfähle .....	24



## 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.

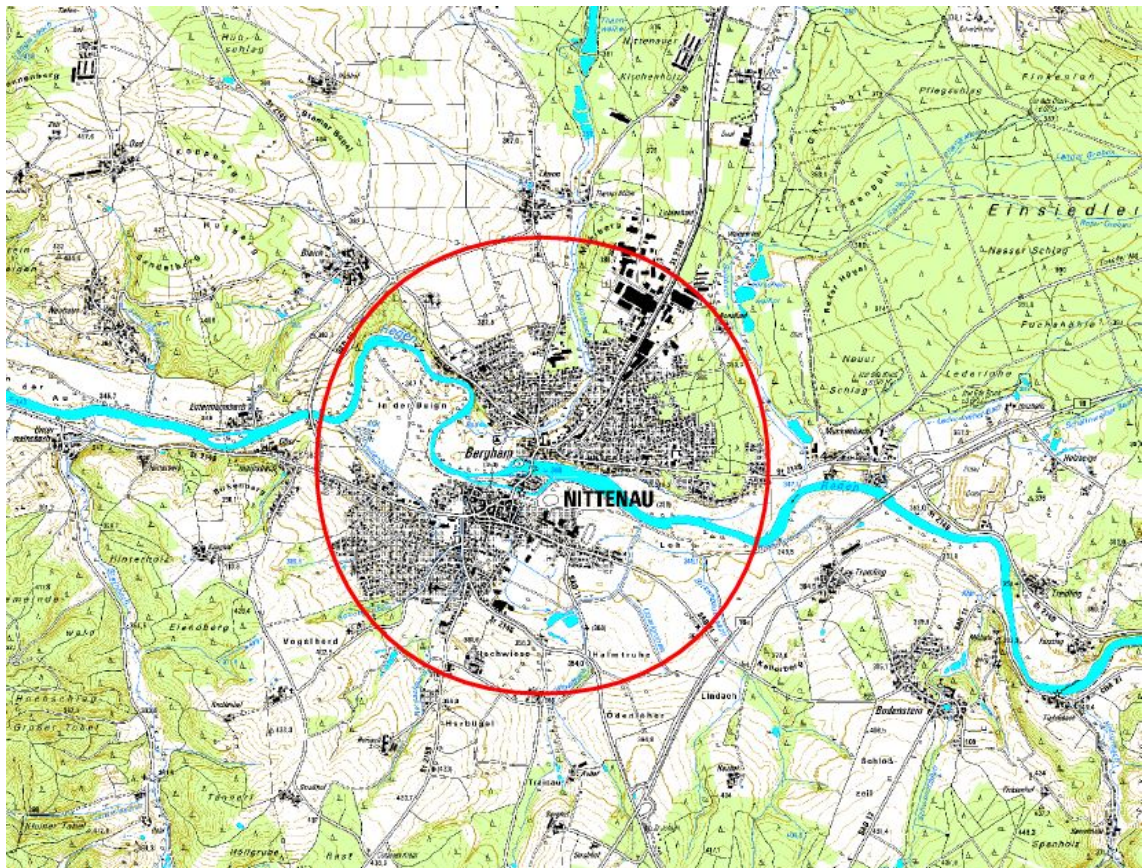


Bild 1: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau [P1]

## 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 des Bereichs „Plattform Angersitz“. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

Bauteil	Umbau / Neubau	Abmessungen
HWS-Mauer mit überschnittener Bohrpfahlwand	Neubau	ca. 11,60 x 1,50 x 200 m
HWS-Mauer mit aufgelöster Bohrpfahlwand (Abstand Pfähle: 2,0 m)	Neubau	ca. 11,30 x 4,60 x 175 m

Tabelle 1: Bauwerksabmessungen

## 1.2 Bauteile / Bezeichnungen

Nachfolgend werden alle Schnitte durch die Hochwasserschutzmauern im Bereich der Plattform Angerspitz dargestellt.

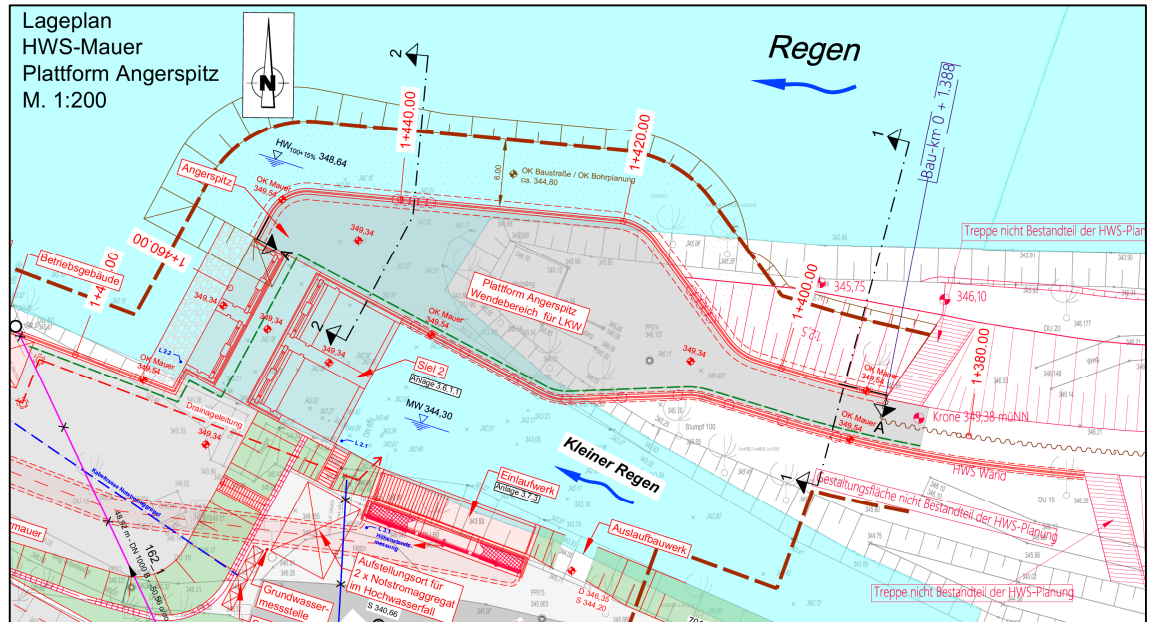


Bild 2: Plattform Angerspitz Draufsicht

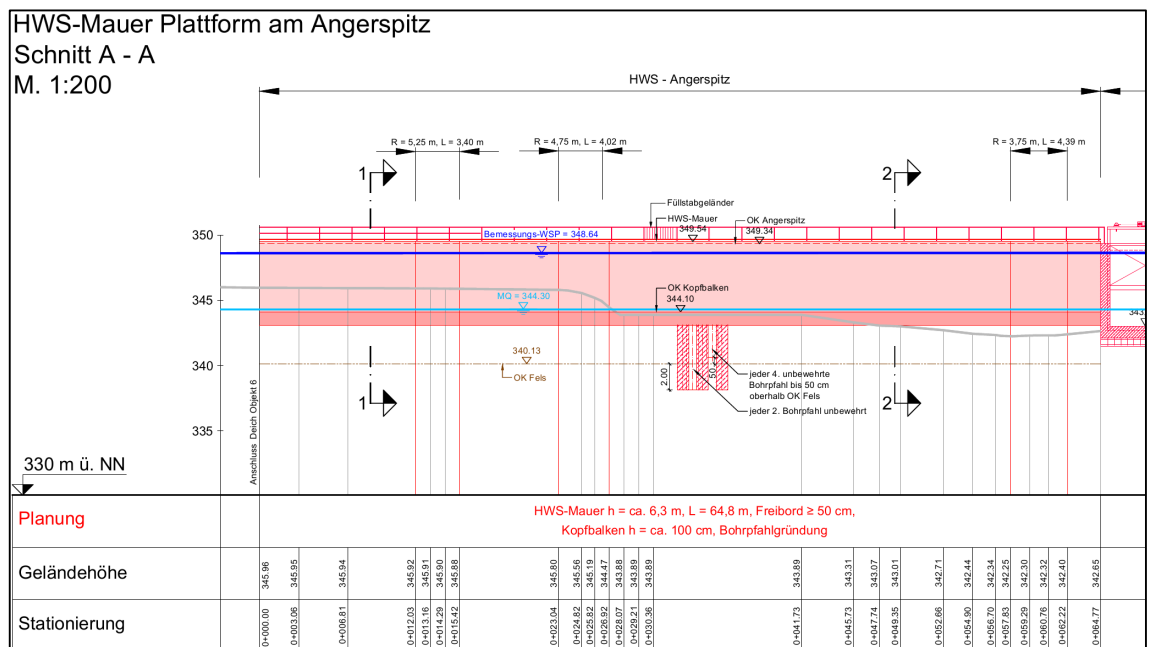
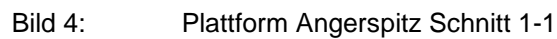


Bild 3: Plattform Angerspitz Schnitt A-A



### 1.3 Verwendete Normen und Unterlagen

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

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

Verwendete Planunterlagen:

- [P1] Hochwasserschutz Nittenau, HWS-Mauer, Plattform Angerinsel West, Lageplan, Längsschnitt, Schnitt 1-1 und Schnitt 2-2, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 31.10.2019.

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.
- Alle Bauteile, die mit Wasser in Berührung kommen, werden nach der WU-Richtlinie des DAfStb bemessen.
- 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 Entwurfsplanung wird eine HWS-Mauer ohne Dehnfugen angenommen.



## 1.5 Grundwasserstand

Der Grundwasserstand liegt gemäß Baugrunderkundung RKS 6 bei 344,21 m ü. NN. Nach stärkeren Niederschlägen kann es im Quartär bzw. in den Auffüllungen zu einem Aufstau von Schichtwasser kommen. Daher ist entsprechend der jahreszeitlichen Bedingungen mit Schwankungen des Grundwassers zu rechnen. Insgesamt ist von einem hydraulischen Ausgleich zwischen dem Grundwasser und dem Regen auszugehen. Als Stauziel des Regens ist ein Wasserstand von 344,30 m ü NN vorgesehen. Der Bemessungswasserstand wird auf ein HW100 + 15% festgelegt und liegt bei:

$$\text{HW100} + 15\%: \quad + 348,64 \text{ m ü. NN}$$

## 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 <sup>+</sup> / G, s, u, t	S, g / G, s, (u <sup>+</sup> )	-
Bodengruppe nach DIN 18196	TM/ UL, TL / (OU / HZ)	SU, GU, GT, ST / SU*	SW, SE / GE, GW	-
Bodenklassen nach DIN 18300	4 / 4 / 4 / 2	3 / 4	3	6 (7)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F3	F2 / F3	F1	F2 (F3)
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 97	V3 / V3 / - / -	V1 / V2	V1	-
Konsistenz	überwiegend weich-steif	(weich, steif)	-	mürb - sehr mürb z.T. hart
Plastizität	leicht / mittel	-	-	-
Lagerungsdichte	-	überwiegend locker- mittel- dicht	überwiegend mitteldicht	-
Wichte [kN/m <sup>3</sup> ] 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/m <sup>3</sup> ] 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/m <sup>2</sup> ] nach DIN 1055	0-5 / 0-2 / 0 / 0	0	-	**
Wasserdurchlässig- keitswert k <sub>f</sub> [m/s]	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-7</sup>	5 x 10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-9</sup> bei starker Klüf- tigkeit > 10 <sup>-4</sup>
Steifemodul E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	3-5 (1)	30-100 / 5-10	40-100	50-500

Tabelle 2: Bodenschichten gemäß Bodengutachten

Die Plattform Angerspitz befindet sich zwischen dem Hochwasserschutzdeich 2 (Objekt 6) und dem Siel 2 (Objekt 7.1) im Bereich der Rückführung des kleinen Regens in den Regen.

Auf dem Angerspitz wurde nahe des Mündungsbereichs des Flusses die Rammkernsondierung RKS 6 sowie die Schwere Rammsondierungen DPH 7 durchgeführt. Etwas weiter im Osten liegend befinden sich RKS 7 und DPH 8 sowie auf der anderen Flussseite im Bereich des Schöpfwerk I die Sondierungen RKS 5 und DPH 6. Für die Bemessung der Plattform Angerspitz wurden jedoch nur RKS 6 und DPH 7 herangezogen und mit den angrenzenden Untersuchungen auf Homogenität des Untergrunds verglichen.

Nachfolgend die Schnittprofile von West nach Ost:

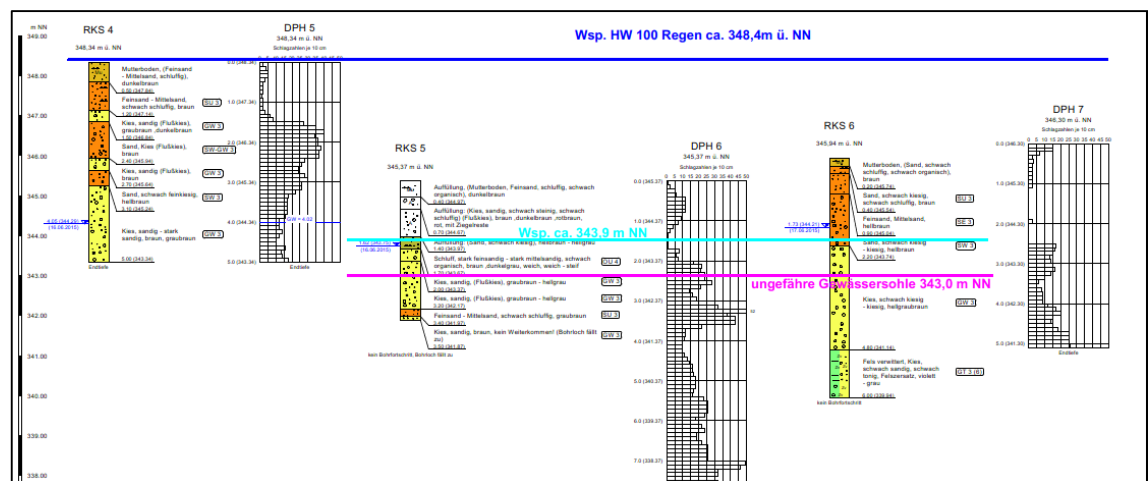


Bild 6: Schnittprofil Anlage 5.3, gemäß Baugrundgutachten

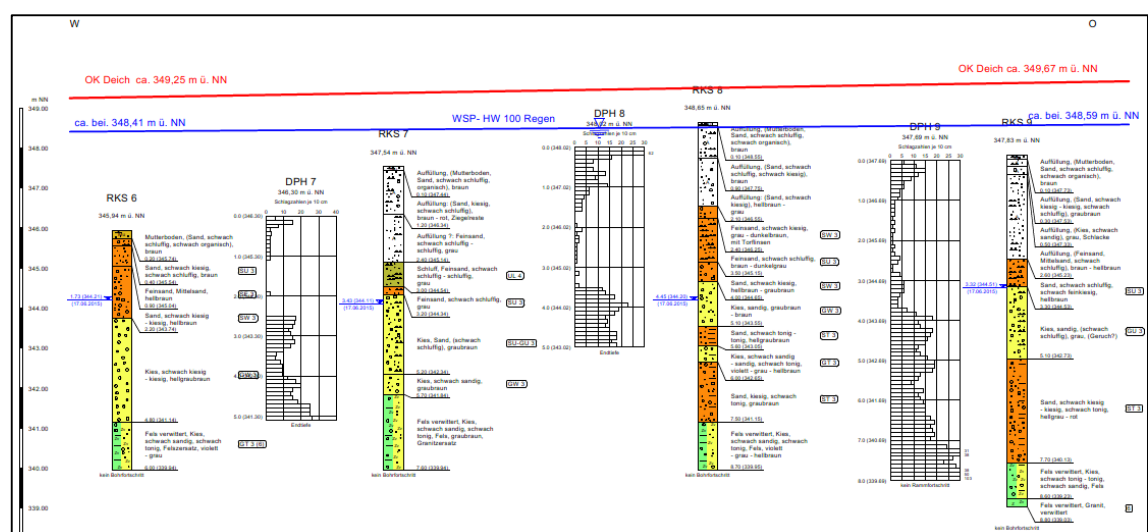


Bild 7: Schnittprofil Anlage 5.4, gemäß Baugrundgutachten



## 1.7 Gründung / Bettung

Gegründet wird die Hochwasserschutzmauer am regenseitigen Ufer mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand samt Kopfbalken und am Ufer zum kleinen Regen mit einer aufgelösten Bohrpfahlwand samt Kopfbalken. Der Durchmesser eines Bohrpfahls 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 Bohrpfahldurchmesser 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 <sup>1) 2)</sup>	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C30/37 vermindere Klasse um 1	≥ C35/45 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C40/50 vermindere Klasse um 1	≥ C45/55 vermindere Klasse um 1
Plattenförmiges Bauteil (Lage der Bewehrung wird durch die Bauarbeiten nicht beeinträchtigt)	vermindere Klasse um 1	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:

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

Gewählt:  $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 50 + 10 = 60 \text{ mm}$

Vorgesehener Betonstahl: B 500 B

### 3.2 Rissbreitenbeschränkung (allgemein)

- aus WU-Richtlinie (Beanspruchungsklasse 1 = Druckwasser, Nutzungsklasse B = Feuchstellen sind zulässig) unter Zwang:

**Tabelle 2 – Rechenwerte der Trennrissbreiten bei Nutzungsklasse B und Entwurfsgrundsatz <sup>b</sup>, 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	$\leq 10$	3,0 m	0,20 mm
2	$> 10$ bis $\leq 15$	6,0 m	0,15 mm
3	$> 15$ bis $\leq 25$	10,0 m	0,10 mm

<sup>a</sup>  $h_w$  = Druckhöhe des Wassers in m;  $h_b$  = Bauteildicke in m  
<sup>b</sup> Für angreifende Wässer mit  $> 40$  mg/l CO<sub>2</sub> (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:  
 $w_k = 0,20$  mm
- Unterscheidung der Nachweise unter Zwang in Nachweise unter frühem / spätem Zwang:  
Früher Zwang in horizontaler Richtung bei Bauteilen mit Abmessungen  $\sim < 10$  m;  
Später Zwang in horizontaler Richtung bei Bauteilen mit Abmessungen  $\sim > 10$  m;  
Früher Zwang in vertikaler Richtung bei Bauteilen mit allen Abmessungen

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

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

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

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

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

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

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

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

Bild 8: Auszug aus DBV-Merkblatt „Rissbildung“

## 4 Rissbreitenbemessung

### 4.1 Hochwasserschutzmauer Plattform Angerspitz

#### 4.1.1 Kopfbalken (d = 100 cm)

Bauteilabmessung: ca. 1,00 \* 1,50 \* 200 m

Expositionsklassen: XC2, XD2, XA2, WF, WU

Betongüte: C35/45, Betondeckung: 60 mm

Zulässige Rissbreite:  $w_k = 0,20$  mm

##### In Längsrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [ - ]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	100 cm	später Zwang	1,0	45,6	Ø 25 / 10,5 = 46,8 cm <sup>2</sup> /m

##### In Querrichtung:

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

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 200 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.1.2 HWS-Mauer (d = 50 cm)

Maximale Bauteilabmessung: ca. 0,50 \* 5,05 \* 200 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 <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	50 cm	später Zwang	1,0	27,8	Ø 20 / 11,0 = 28,6 cm <sup>2</sup> /m

##### In Vertikalrichtung:

Rissbreite [mm]	Bauteildicke [cm]	früher / später Zwang	$K_{c,t}$ [ - ]	$A_{s, erforderlich}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$A_{s, gewählt}$
0,20 mm	50 cm	früher Zwang	0,69	23,1	Ø 20 / 12,0 = 26,2 cm <sup>2</sup> /m

In den hochbelasteten Bereichen werden gemäß Ergebnisgrafik Zulageeisen vorgesehen.

Geschätzter Bewehrungsgehalt: 250 kg/m<sup>3</sup>

#### **4.2 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 Angerspitz

#### 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: 349,35 m ü. NN

Grundwasserstand: 344,20 m ü. NN

Oberkante Kopfbalken: 344,10 m ü. NN

Unterkante Kopfbalken: 343,10 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:

$$\Delta h_{e1} = 349,35 - 344,20 = 5,15 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,e1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma = 5,15 \cdot 21,0 = 108,15 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\sigma_{h1} = \sigma_{v,e1} \cdot k_o = 108,15 \cdot 0,43 = 46,50 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{50,00 \text{ kN/m}^2}$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 344,20 - 343,10 = 1,10 \text{ m}$$

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:

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 12,1 \cdot 0,43 + 11,0 + 46,5 = 62,70 \text{ kN/m}^2 \approx \underline{65,00 \text{ kN/m}^2}$$

### 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 und wirkt nicht in Verbindung mit anderen Erddruckbelastungen (z.B. Erddruck infolge Verkehr).

### 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 und 8: 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:	344,30 m ü. NN
Geländeoberkante:	344,00 m ü. NN
Unterkante Kopfbalken:	343,10 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:

$$\Delta h_{e1} = 344,30 - 344,00 = 0,30 \text{ m}$$

$$\sigma_{v,w1} = \sigma_{h,w1} = \Delta h_{e1} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,3 \cdot 10,0 = 3,0 \text{ kN/m}^2$$

Erd- und Wasserdruck ab dem Grundwasserstand:

$$\Delta h_{e2} = 344,00 - 343,10 = 0,90 \text{ m}$$

Wasserdruck:

$$\sigma_{v,w2} = \sigma_{h,w2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma_{\text{Wasser}} = 0,9 \cdot 10,0 = 9,0 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck:

$$\sigma_{v,e2} = \Delta h_{e2} \cdot \gamma' = 0,90 \cdot 11,0 = 9,9 \text{ kN/m}^2$$

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

$$\sigma_{h2} = \sigma_{v,e2} \cdot k_o + \sigma_{h,w2} + \sigma_{h1} = 9,9 \cdot 0,46 + 9,0 + 3,0 = 16,6 \text{ kN/m}^2 \quad \approx \underline{20,00 \text{ kN/m}^2}$$

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

Es wird der Wasserstand eines  $HQ_{100+15\%}$  angesetzt. Dieser liegt gemäß Planung bei 348,65 m ü. NN.

### 6.1.10 Lastfälle 13: Strömungsdruck

Annahme:

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

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

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

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

#### 6.1.11 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 $\Delta T_G$ 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:

$$\text{Temperaturänderung } \Delta T_M \text{ der Bauteilmittelfläche: } \Delta T_{M,\text{Sommer}} = 15 \text{ K}$$

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

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  $\Delta T_M$  und  $\Delta T_G$  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 $\Delta T_G$ bei Wasserstand Stauziel

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

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

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

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  $\Delta T_M$  und  $\Delta T_G$  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 Erdbeben**

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

## **6.3 Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte**

Die Bemessungssituationen und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte wurden programmintern angesetzt.

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

## **6.4 Lastfallkombinationen**

Die Lastfallkombinationen werden programmintern zusammengestellt und berechnet.

Der Teilsicherheitsbeiwert für ständigen und veränderlichen Wasserdruck wird gemäß DIN 1054:2010-12 (Tabelle A 2.1) mit  $\gamma_G = 1,35$  (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, Angerspitz	d = 100 cm	200 kg/m <sup>3</sup>
HWS-Mauer, Angerspitz	d = 50 cm	250 kg/m <sup>3</sup>

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, Angerspitz, überschnitten (a = 1,50 m)	d = 90 cm	120 kg/m <sup>3</sup>
Bohrpfähle, Angerspitz, aufgelöst (a = 2,0 m)	d = 90 cm	160 kg/m <sup>3</sup>

Tabelle 5: geschätzte Bewehrungsgehalte Bohrpfähle

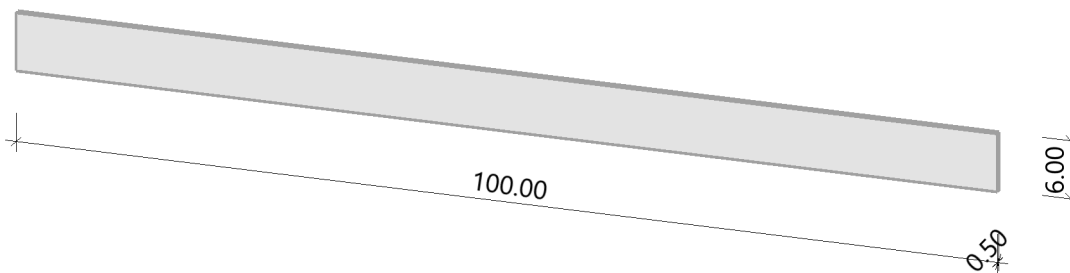
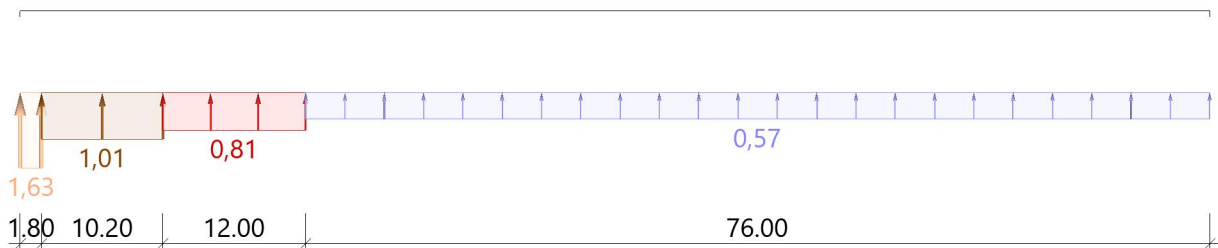


## **10      Anlagenverzeichnis**

### **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<sub>NN</sub> = 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/m<sup>2</sup>  
Referenzhöhe  $z_e = 6.00$  m  
Geschwindigkeitsstaudruck  $q_p(h,0) = 0.48$  kN/m<sup>2</sup> nach Norm  $q_p(h,0) = 0.48$  kN/m<sup>2</sup>**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 <sup>2</sup> ]	W- [kN/m <sup>2</sup> ]
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:

- 2.1 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 100 \text{ cm}$ ,  $w_k = 0,20 \text{ mm}$ , später Zwang
- 2.2 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 100 \text{ cm}$ ,  $w_k = 0,20 \text{ mm}$ , früher Zwang
- 2.3 Rissbreitenbemessung C35/45,  $d = 50 \text{ cm}$ ,  $w_k = 0,20 \text{ mm}$ , später Zwang
- 2.4 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 <sup>2</sup>	
$k_{c,t}$ =	1,00 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
$f_{ctm}$ =	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	3,2 N/mm <sup>2</sup>	=> 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
$f_{ct,eff}$ =	3,20 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct}$ =	0,5 m <sup>2</sup>	$A_{ct}$ = 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	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	33,5 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	22,7 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	22,7 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	175 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	45,6 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	52,0 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	16,0 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	52,0 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) = \text{Maximum}(As(2.1); As(2.2))$
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>45,6 cm<sup>2</sup>/m</b>	<b><math>A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))</math></b>

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$	
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>

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

4,91

Ø 25 / 10,8

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 <sup>2</sup>	
$k_{c,t}$ =	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 <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,464 N/mm <sup>2</sup>	=> 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 <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct}$ =	0,5 m <sup>2</sup>	$A_{ct}$ = 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 <sup>2</sup>	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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 <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	45,7 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	12,3 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	45,7 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) = \text{Maximum}(As(2.1); As(2.2))$
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>40,1 cm<sup>2</sup>/m</b>	<b><math>A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))</math></b>

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$	
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>

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

4,91		
$\emptyset$	25	/ 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 <sup>2</sup>	
$k_{c,t}$ =	1,00 -	$k_{c,t} = 0,65-1,0$ für frühen Zwang, $k_{c,t} = 1,0$ für späten Zwang
$f_{ctm}$ =	3,2 N/mm <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	3,2 N/mm <sup>2</sup>	=> Angabe auf dem Bewehrungsplan
$k_c$ =	1,00 -	$k_c = 1,0$ für zentrischen Zwang
$k$ =	0,68 -	$k = 0,8$ für $d = 30$ cm $k = 0,5$ für $d = 80$ cm, dazwischen wird interpoliert
$f_{ct,eff}$ =	3,20 N/mm <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct}$ =	0,25 m <sup>2</sup>	$A_{ct}$ = halbe Bauteilfläche
Statische Nutzhöhe $d$ =	41 cm	$d = h - c_{nom} - d_{sh} - d_{sl}/2 =$
Abstand der Längsbew. $d_1$ =	9 cm	$d_1 = h - d =$
$\phi_s^*(1) =$	38,4 mm	$\phi_s^*(1) = d_{sl} * 8 * (h-d) / (k_c * k * h_{cr}) * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^*(2) =$	18,1 mm	$\phi_s^*(2) = d_{sl} * 2,9 / f_{ct,eff}$
$\phi_s^* =$	18,1 mm	$\phi_s^* = \text{Minimum}(\phi_s^*(1); \phi_s^*(2))$
$\sigma_s =$	196 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$As(1) =$	27,8 cm <sup>2</sup> /m	$As(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$As(2.1) =$	37,6 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$As(2.2) =$	10,9 cm <sup>2</sup> /m	$As(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$As(2) =$	37,6 cm <sup>2</sup> /m	$As(2) = \text{Maximum}(As(2.1); As(2.2))$
Reduktionsfaktor =	1,00 -	Faktor = 0,85 bei langsam erhärtendem Beton ( $r < 0,30$ ) gemäß NCI Zu 7.3.2 (Na.6)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>27,8 cm<sup>2</sup>/m</b>	<b><math>A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(As(1); As(2))</math></b>

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$	
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>
8	0,503	cm <sup>2</sup>	
10	0,785	cm <sup>2</sup>	
12	1,13	cm <sup>2</sup>	
14	1,54	cm <sup>2</sup>	
16	2,01	cm <sup>2</sup>	
17	2,26	cm <sup>2</sup>	12D =
20	3,14	cm <sup>2</sup>	
23	4,02	cm <sup>2</sup>	16D =
25	4,91	cm <sup>2</sup>	
28	6,16	cm <sup>2</sup>	

	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 / 11,3

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 <sup>2</sup>	
$k_{c,t}$ =	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 <sup>2</sup>	aus Tabelle rechts
Angesetzte Betonzugfestigkeit:	2,208 N/mm <sup>2</sup>	=> 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 <sup>2</sup>	$f_{ct,eff} = k_{c,t} * f_{ctm}$ , aber für $k_c = 1,0$ ist $f_{ct,eff} \geq 3,0$ N/mm <sup>2</sup>
$A_{ct}$ =	0,25 m <sup>2</sup>	$A_{ct}$ = 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 <sup>2</sup>	$\sigma_s = \text{WURZEL}(w_k * 3,48 * 10^6 / \phi_s^*)$ (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	$h_{c,eff} = h_{c,eff} / d_1 * d_1$
$A_s(1) =$	23,1 cm <sup>2</sup> /m	$A_s(1) = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$ (Trennriss für dünne Bauteile)
$A_s(2.1) =$	31,2 cm <sup>2</sup> /m	$A_s(2.1) = f_{ct,eff} * A_{c,eff} / \sigma_s$ (Sekundärriss)
$A_s(2.2) =$	7,5 cm <sup>2</sup> /m	$A_s(2.2) = k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ (Primärriss)
$A_s(2) =$	31,2 cm <sup>2</sup> /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)
<b><math>A_{s,erforderlich} =</math></b>	<b>23,1 cm<sup>2</sup>/m</b>	<b><math>A_{s,erforderlich} = \text{Minimum}(A_s(1); A_s(2))</math></b>

Zugehörige Tabellen:

$f_{ctm}$	$k_{c,t} < 1$	$k_{c,t} = 1$	
C20/25	2,2	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C25/30	2,6	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C30/37	2,9	3,0	N/mm <sup>2</sup>
C35/45	3,2	3,2	N/mm <sup>2</sup>
C40/50	3,5	3,5	N/mm <sup>2</sup>
C45/55	3,8	3,8	N/mm <sup>2</sup>
C50/60	4,1	4,1	N/mm <sup>2</sup>
C55/67	4,2	4,2	N/mm <sup>2</sup>
C60/75	4,4	4,4	N/mm <sup>2</sup>
C70/85	4,6	4,6	N/mm <sup>2</sup>

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

3,14

Ø 20 / 13,6



### **10.3     Anlage 3: Ergebnisausdrucke „InfoCAD“**

(mit gesonderten Inhaltsverzeichnissen)

- 3.1     InfoCAD Bemessung Angerspitz, Bohrpfahlwand überschnitten
- 3.2     InfoCAD Bemessung Angerspitz, Bohrpfahlwand aufgelöst

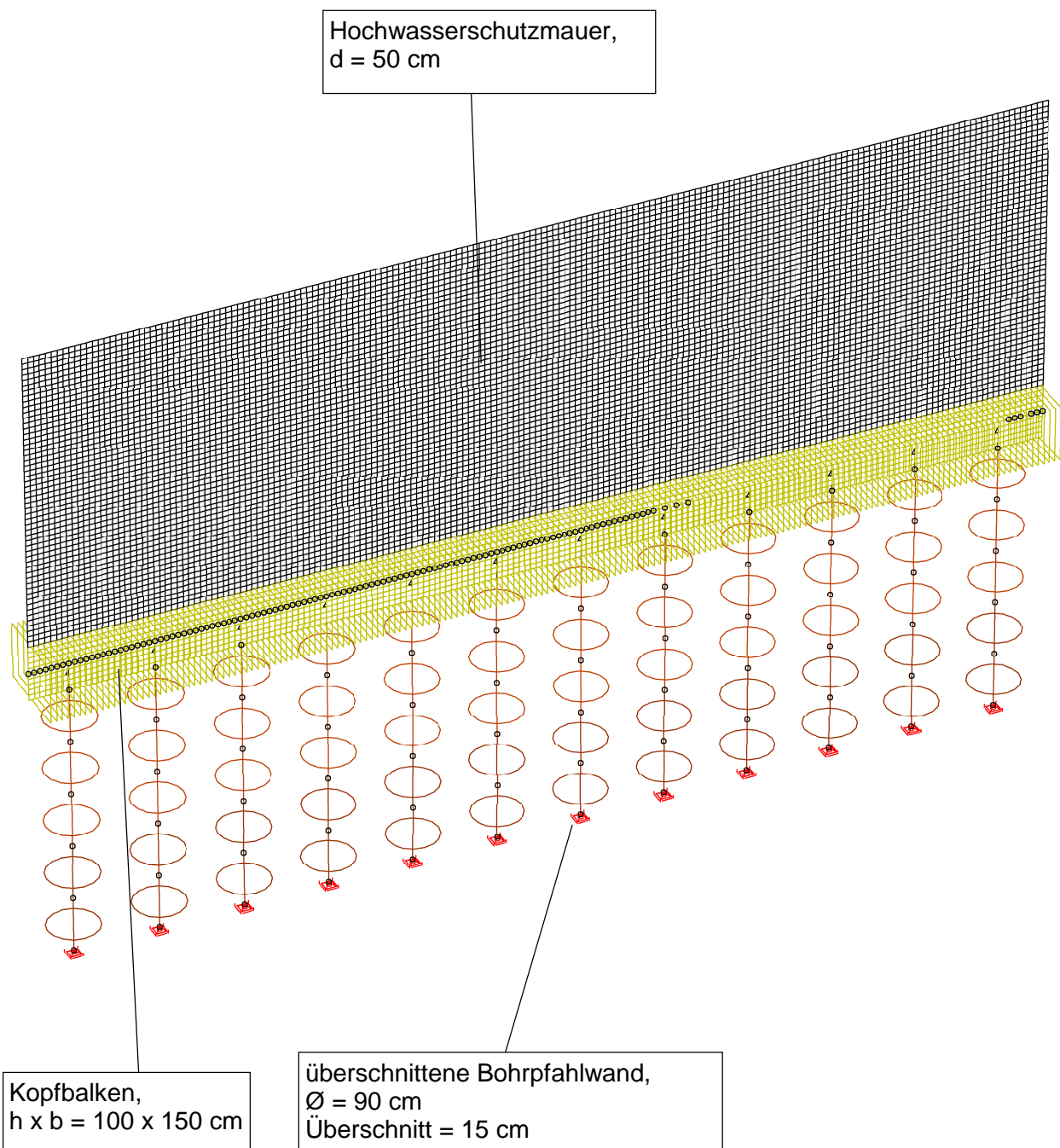
## **Anlage 3.1**

### **InfoCAD Bemessung Angerspitz, Bohrpfahlwand überschnitten**

**INHALT**

Inhalt .....	35
<b>System</b>	
System .....	36
<b>Eingabedaten</b>	
Systemkenngrößen .....	37
Querschnittswerte .....	37
Materialkennwerte .....	38
Bettung .....	38
Steifemodul .....	-
Kopplungen .....	38
Übersicht Lastfälle .....	39
Lastsummen .....	39
Betonstahl für Flächenelemente .....	40
Betonstahl für Stäbe .....	41
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen .....	41
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1 .....	44
EN 1993-1-1 Einwirkungen .....	46
EN 1995-1-1 Einwirkungen .....	46
DIN EN 1992-2 Einwirkungen .....	46
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2 .....	46
DIN FB 102 Einwirkungen .....	47
Bemessungsvorgaben .....	-
<b>Belastung</b>	
1 : Eigengewicht .....	48
2 : Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser .....	49
3 : Verdichtungserddruck .....	50
4 : Erddruck infolge Verkehr SLW 60 .....	51
5 : Fahrzeuganprall .....	52
6 : Personenlast, erdseitig .....	53
7 : Windlast 1 .....	54
8 : Windlast 2 .....	55
11 : Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel .....	56
12 : Wasserdruck HQ 100+15% .....	57
13 : Strömungsdruck .....	58
14 : Anprall Treibgut 1 .....	59
15 : Anprall Treibgut 2 .....	60
16 : Anprall Treibgut 3 .....	61
17 : Personenlast, wasserseitig .....	62
21 : dT,M Stauziel Sommer .....	63
22 : dT,M Stauziel Winter .....	64
23 : dT,G Stauziel Sommer .....	65
24 : dT,G Stauziel Winter .....	66
<b>Verformung</b>	
Deformationen $u_{y \min}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	67
Deformationen $u_{y \max}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	68
<b>Bewehrung</b>	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	69
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	70
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	71
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	72
Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	73
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 .....	74

# System



## Eingabedaten

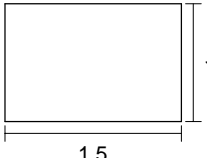
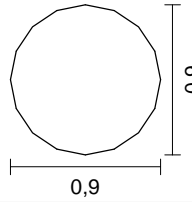
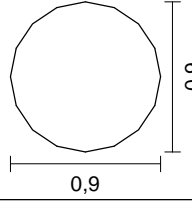
### Systemkenngößen

11825 Knoten	
11760 Elemente	240 Stabelemente
12 Festhaltungen	0 Plattenelemente
12 Koppelungen	0 Scheibenelemente
6 Materialkennwerte	11520 Schalenelemente
6 Querschnittswerte	0 Seilelemente
19 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten  
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme  
7137 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] $dz = 0,5000$ Orthotropie $dzy/dz = 0,100$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif
3	Polygon 	Kopfbalken Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 1,5000e+00$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 2,9368e-01$ $ly = 1,2500e-01$ $lz = 2,8125e-01$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 1,2500e-01$ $I2 = 2,8125e-01$ $lyz = 0,0000e+00$
4	Polygon 	Bohrpfahl, Sand/Kies Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 6,1995e-01$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 6,1063e-02$ $ly = 3,0588e-02$ $lz = 3,0588e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 3,0588e-02$ $I2 = 3,0588e-02$ $lyz = 0,0000e+00$
5	Polygon 	Bohrpfahl, verwitterter Fels Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 6,1995e-01$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 6,1063e-02$ $ly = 3,0588e-02$ $lz = 3,0588e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 3,0588e-02$ $I2 = 3,0588e-02$ $lyz = 0,0000e+00$

## Eingabedaten

### Querschnittswerte

6	Fläche	Glasgeländer Elementdicke [m] dz = 0,1000 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.

### 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	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						

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	11087	SS ...	10182						
2	11102	SS ...	10197						
3	11117	SS ...	10212						
4	11132	SS ...	10227						
5	11147	SS ...	10242						
6	11162	SS ...	10257						
7	11177	SS ...	10272						
8	11192	SS ...	10287						
9	11207	SS ...	10302						
10	11222	SS ...	10317						
11	11237	SS ...	10332						
12	11252	SS ...	10347						

SS Beidseitig starre Koppelung

## Eingabedaten

### Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Auffüllung: Erdruhedruck + Grundwasser
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60
5	Fahrzeuganprall
6	Personenlast, erdseitig
7	Windlast 1
8	Windlast 2
11	Erdruhedruck + 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 aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	0,000	3044,921
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	3044,921
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
2	Auffüllung: Erdruhedruck + Grundw...	0,000	3456,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	3456,000	0,000
3	Verdichtungserddruck	0,000	562,500	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	562,500	0,000
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60	0,000	1608,750	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	1608,750	0,000
5	Fahrzeuganprall	0,000	90,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	90,000	0,000
6	Personenlast, erdseitig	0,000	9,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	9,000	0,000
7	Windlast 1	0,000	95,004	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	95,004	0,000
8	Windlast 2	0,000	95,004	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	95,004	0,000
11	Erdruhedruck + Wasserdruck Stau...	0,000	-194,400	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000

## Eingabedaten

### Summe der aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Bettungskräfte	0,000	-194,400	0,000
12	Wasserdruck HQ 100+15%	0,000	-2592,900	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-2592,900	0,000
13	Strömungsdruck	0,000	-116,100	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-116,100	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	-9,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-9,000	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 <sup>2</sup> /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm <sup>2</sup> /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

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 <sup>2</sup> ]	fyk [MN/m <sup>2</sup> ]	y [m]	z [m]	As [cm <sup>2</sup> ]	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	-0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,389	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
5	13		500	0,000	0,389	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,389	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,389	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,359	0,149	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      Auffüllung: Erdruhedruck + Grundwasser  
11     Erdruhedruck + Wasserdruck Stauziel

### **QN - Erddruck Verkehrslast**

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

Kombinationsbeiwerte  $\psi$  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, exklusiv

- 3      Verdichtungserddruck  
4      Erddruck infolge Verkehr SLW 60

### **QN - Nutzlast, Verkehrslast**

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

Kombinationsbeiwerte  $\psi$  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  $\psi$  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  
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 1  
8      Windlast 2

### **QT - Temperatureinwirkung**

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

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

## Eingabedaten

### 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

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

# Eingabedaten

## 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 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	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.  
 (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.  
 (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.  
 (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.  
 (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.  
 (S) Nachweis der Schubfuge.  
 (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.  
 (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.  
 (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

## Eingabedaten

### Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

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

fyk Stahlgüte der Bügel.

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

Pl. Balken werden wie Platten bemessen.

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

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

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

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

cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

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

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

### 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	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.
5	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.

## 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 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.	.	.

### 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)	zul.sigma.c (QK)	zul.sigma.s (CK)	Dekompression Komb.	Spannung
1	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.	.
3	.	.	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 . .	. . . . .	.	.	. . . . .

(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.

## 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. (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 [MPa]	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rho.w as	x,y Rtg	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	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	.

### 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.

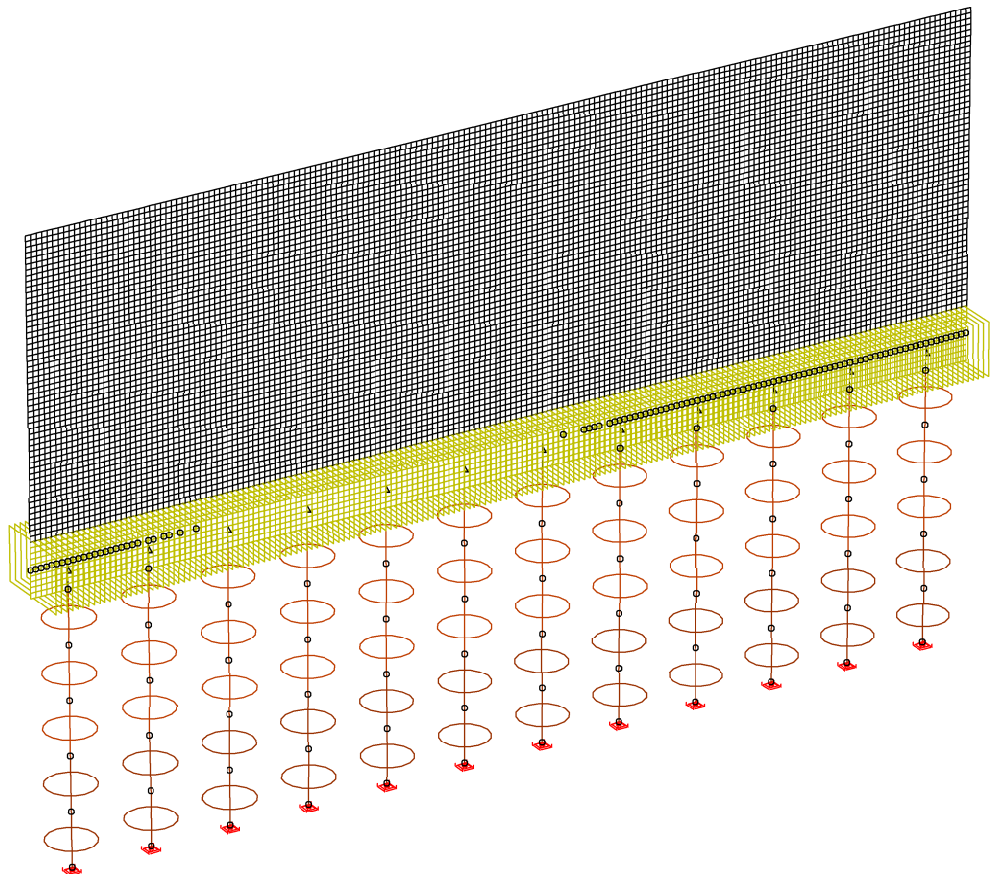
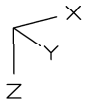
tef Wanddicke des Torsionskastens.

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	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.
5	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.

# Belastung

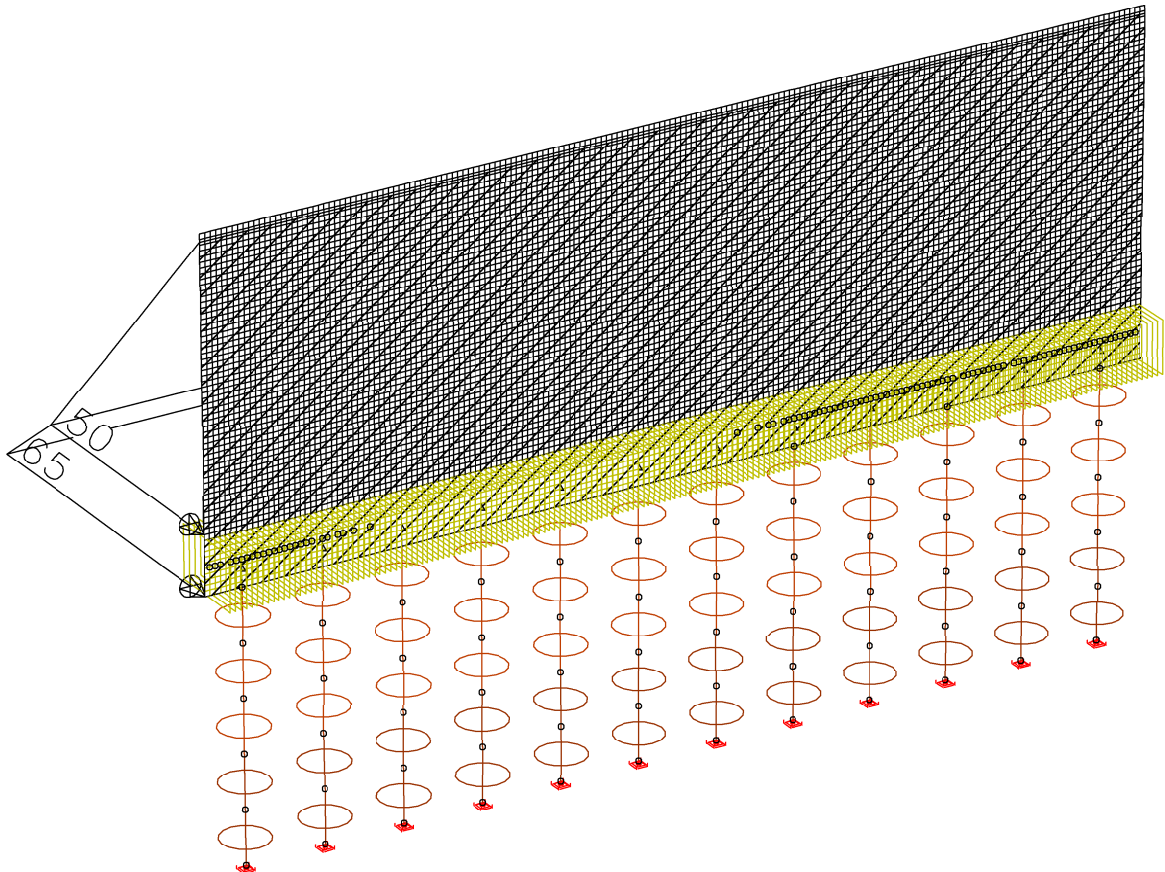
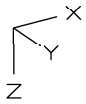
EIGENLAST



LF 1: Belastung, Eigengewicht



# Belastung



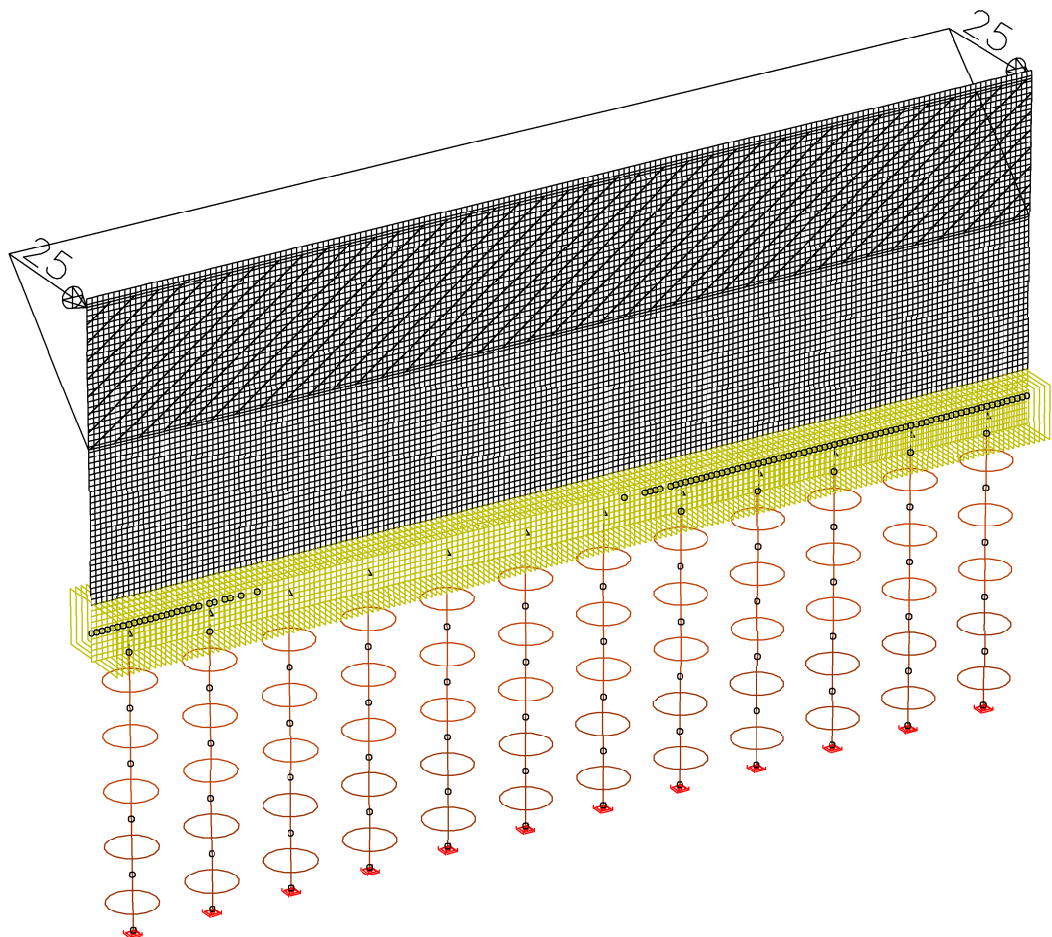
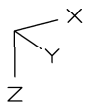
LF 2: Belastung, Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1: 125

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

# Belastung



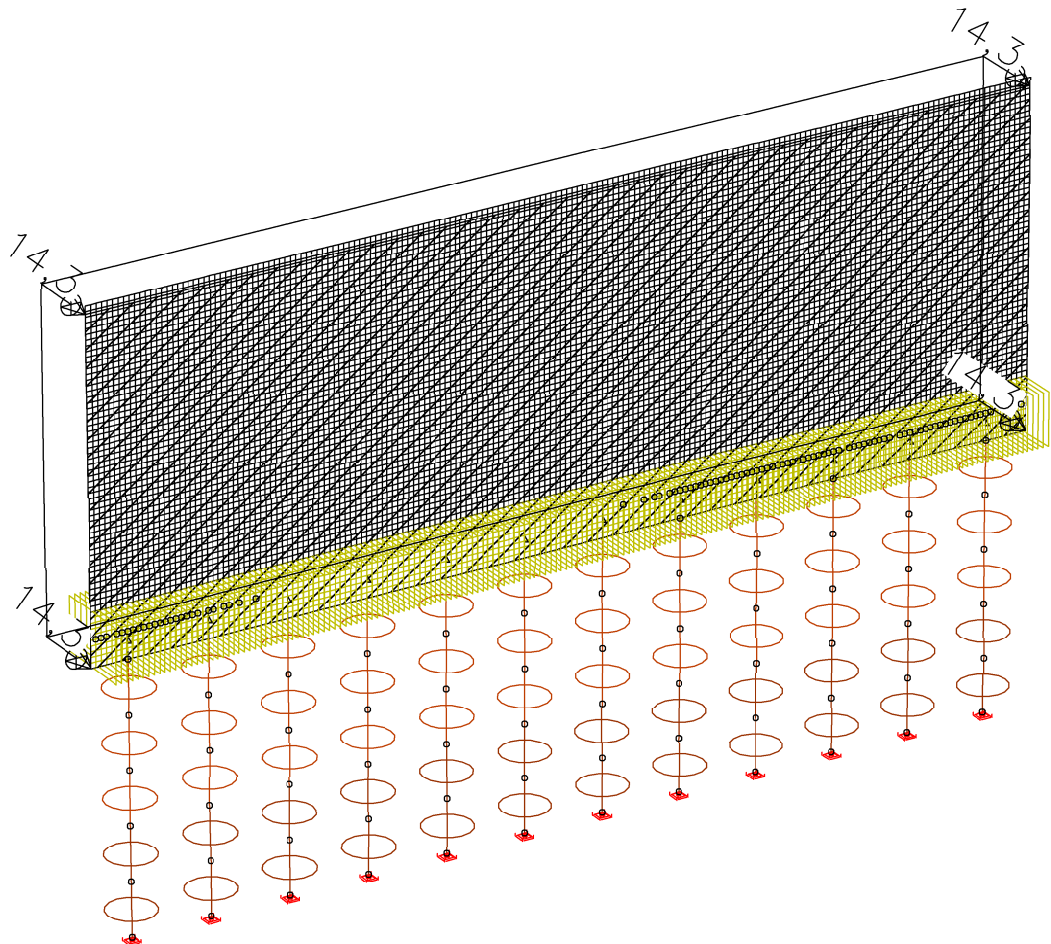
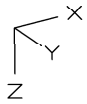
LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



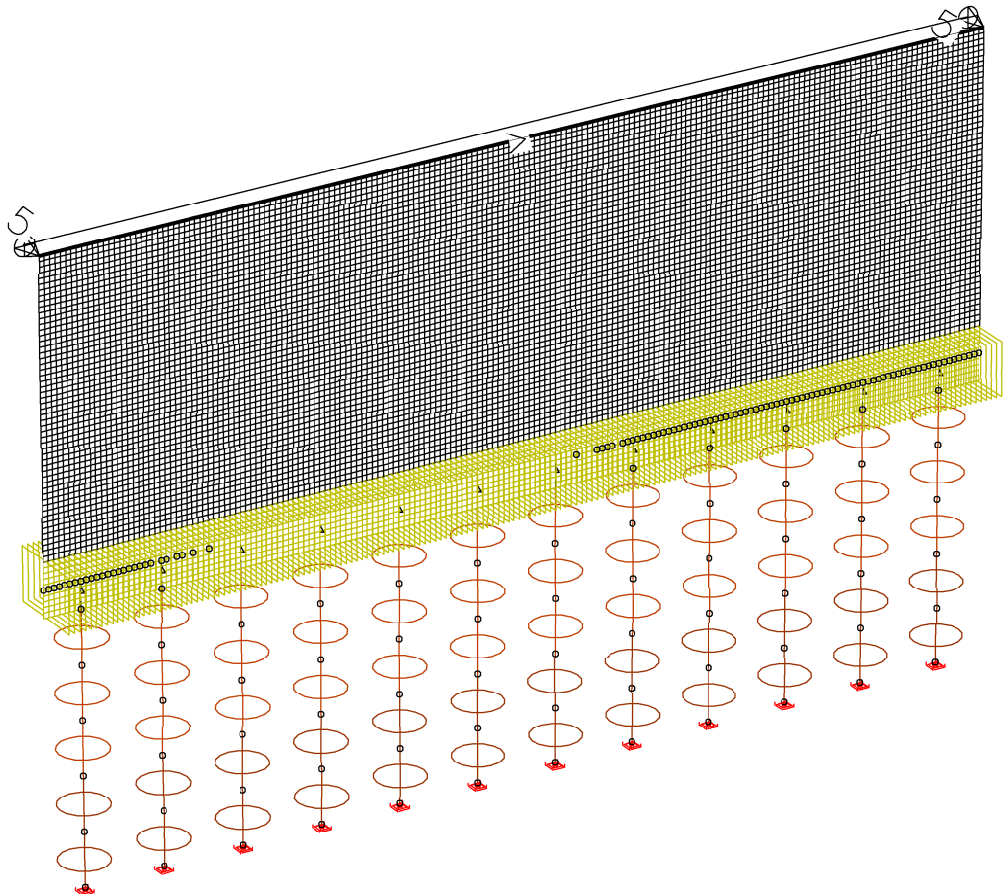
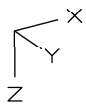
LF 4: Belastung, Erddruck infolge Verkehr SLW 60

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



LF 5: Belastung, Fahrzeuganprall

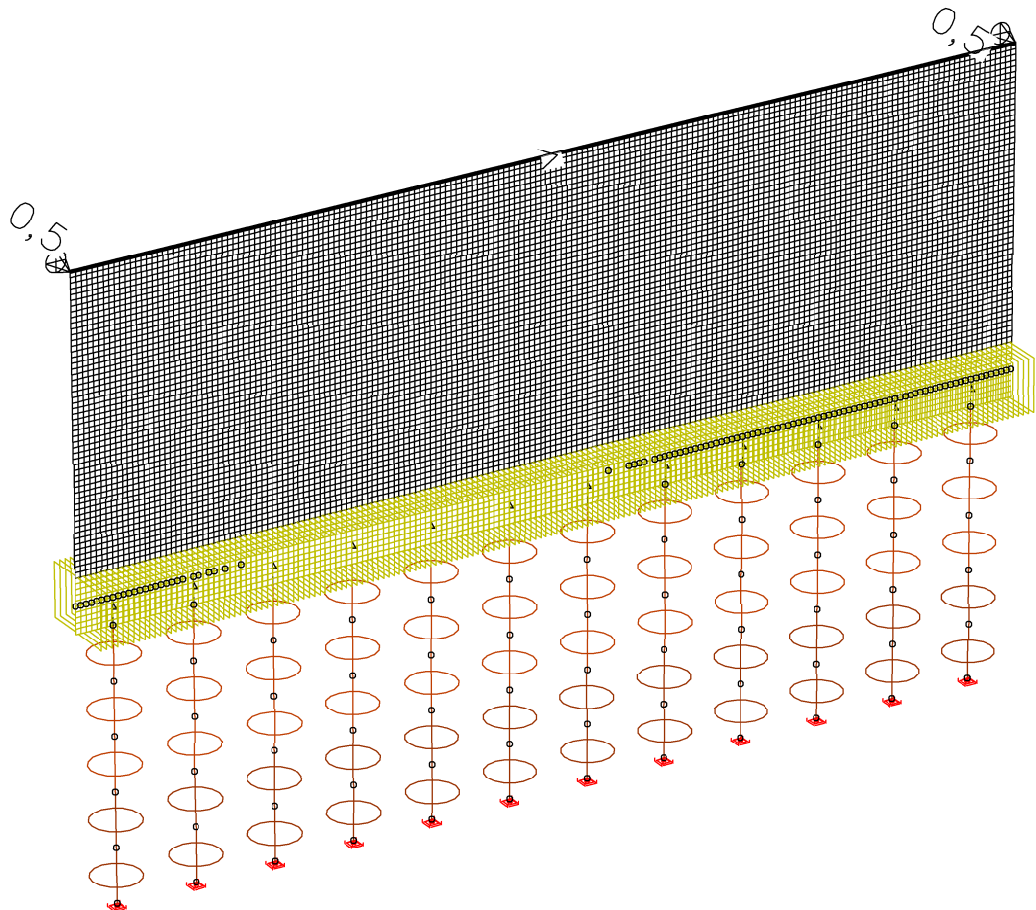
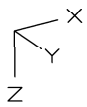
A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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



# Belastung



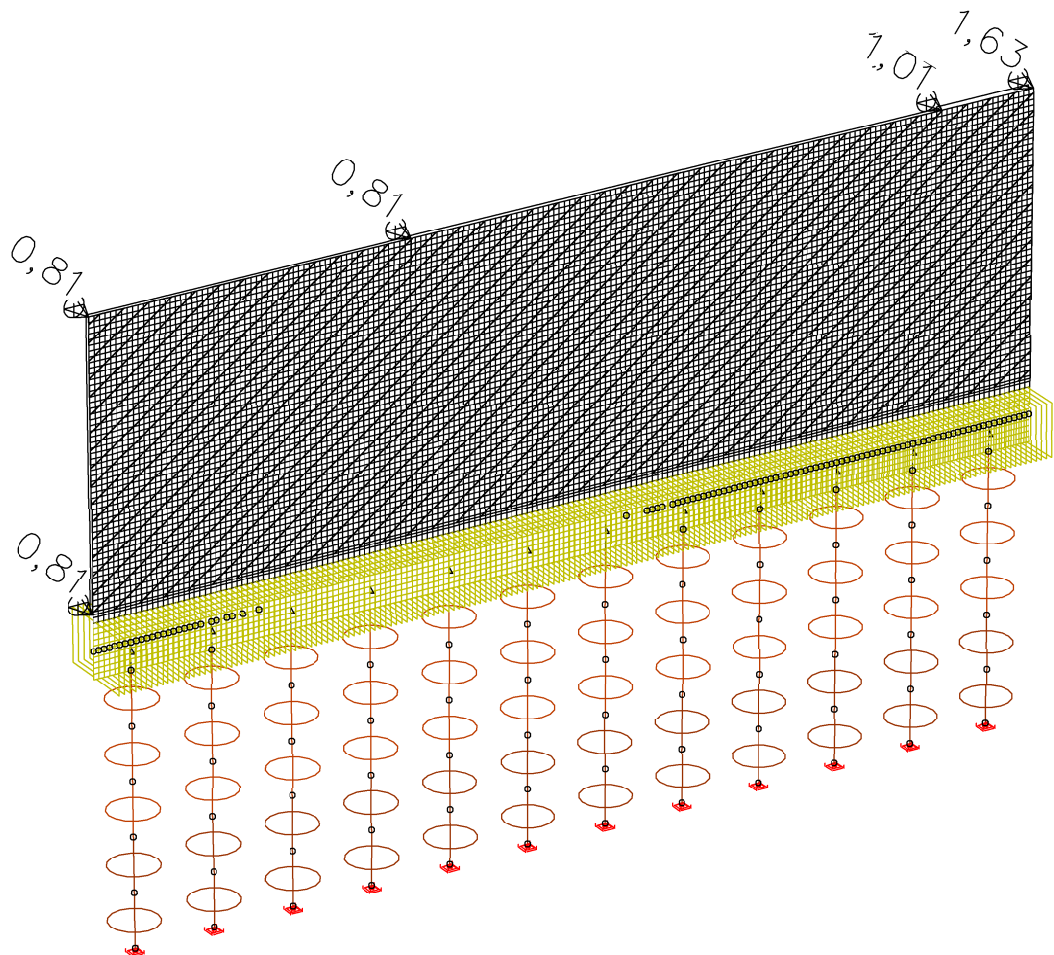
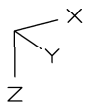
LF 6: Belastung, Personenlast, erdseitig

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



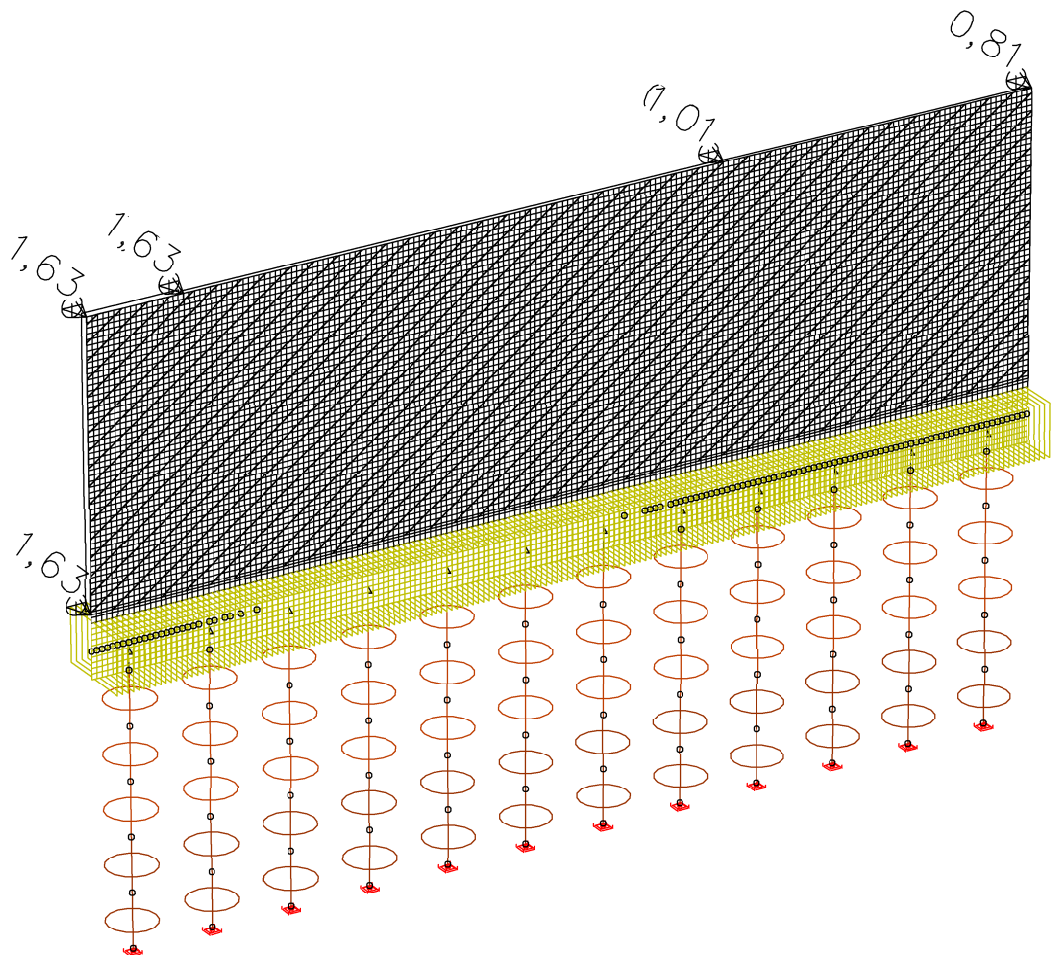
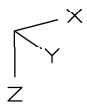
LF 7: Belastung, Windlast 1

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1: 125

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

# Belastung



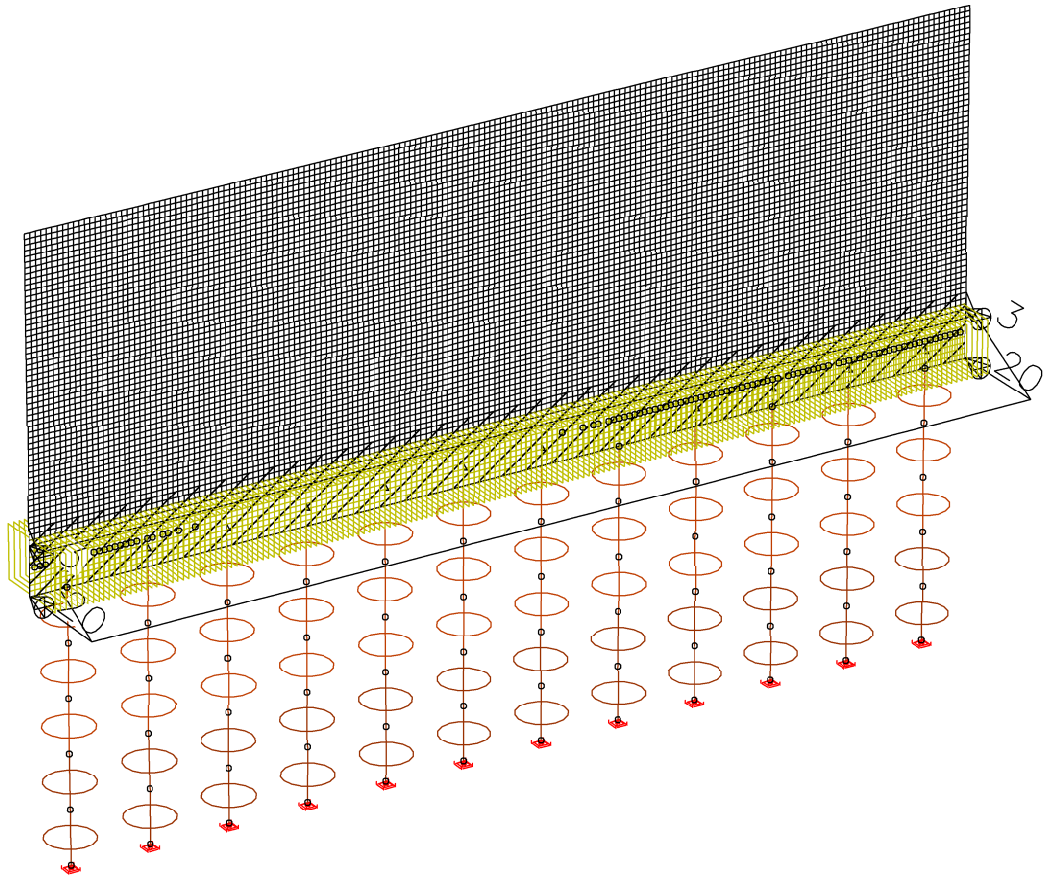
LF 8: Belastung, Windlast 2

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1: 125

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

# Belastung



LF 11: Belastung, Erdruchdruck + Wasserdruck Stauziel

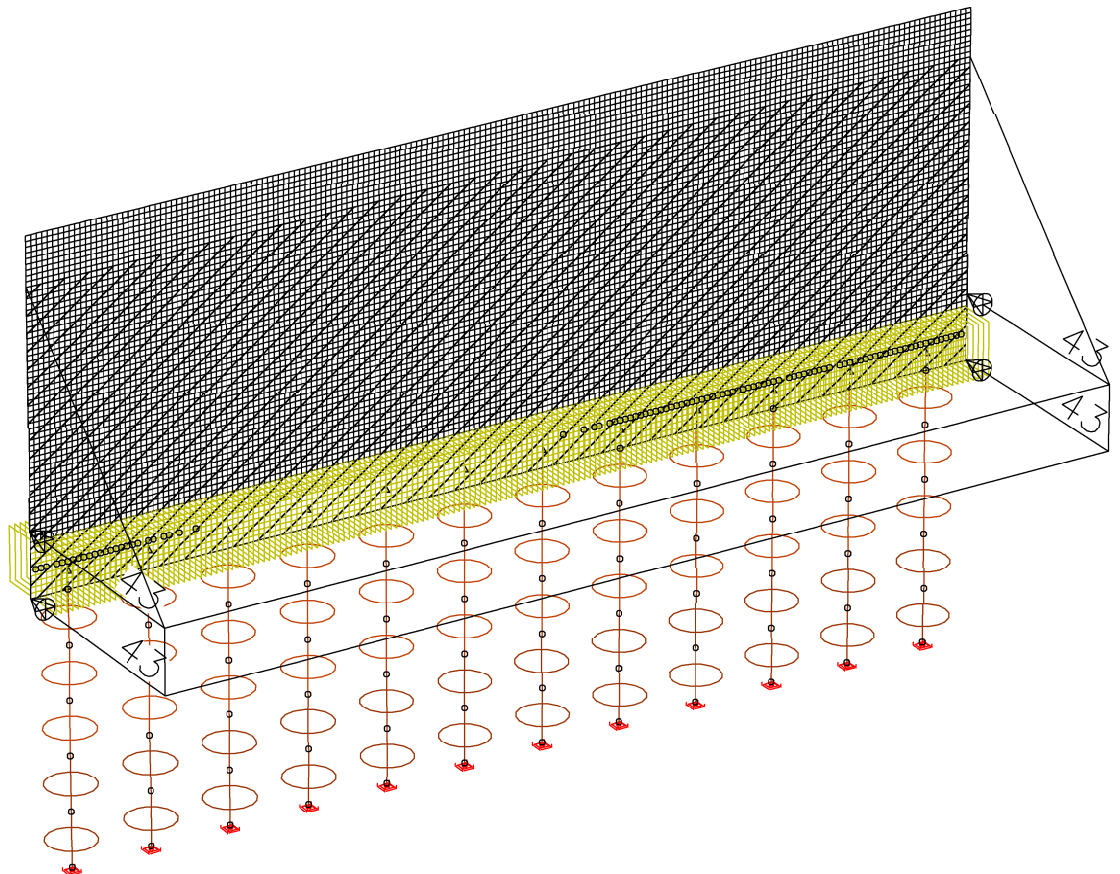
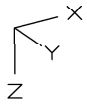
A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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



# Belastung



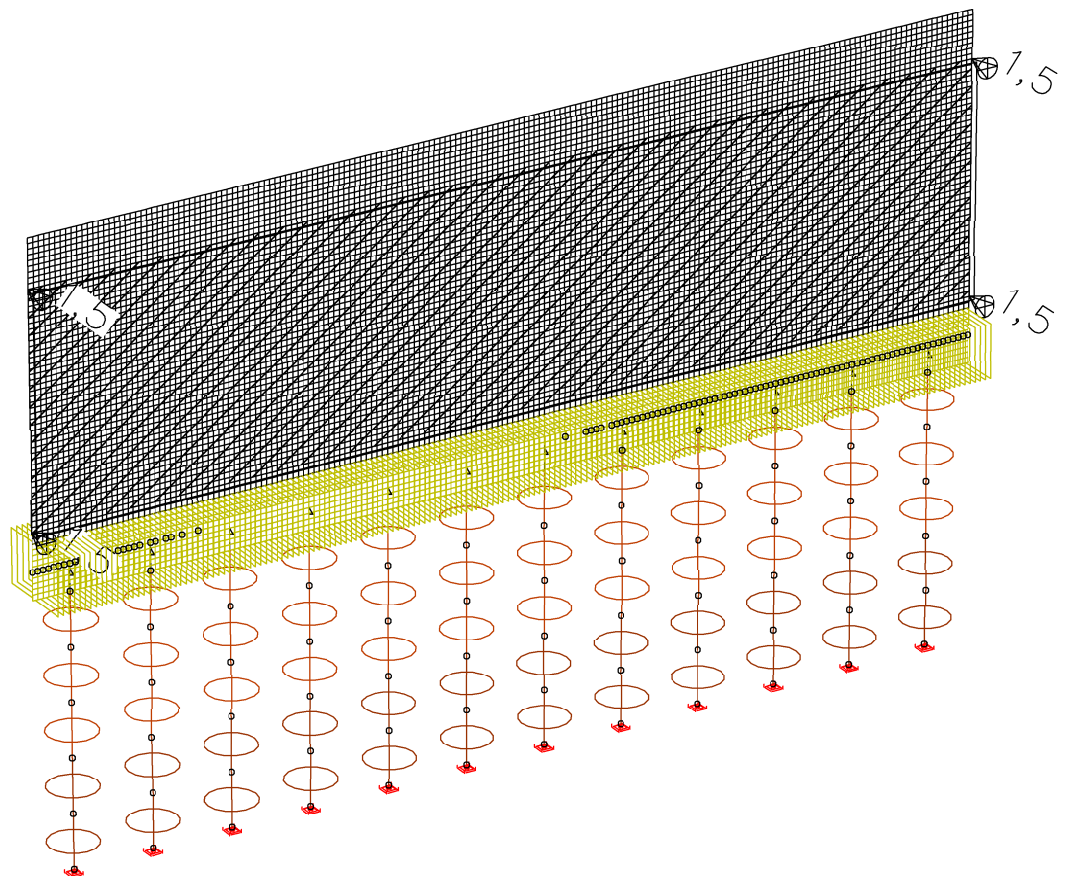
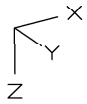
LF 12: Belastung, Wasserdruck HQ 100+15%

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



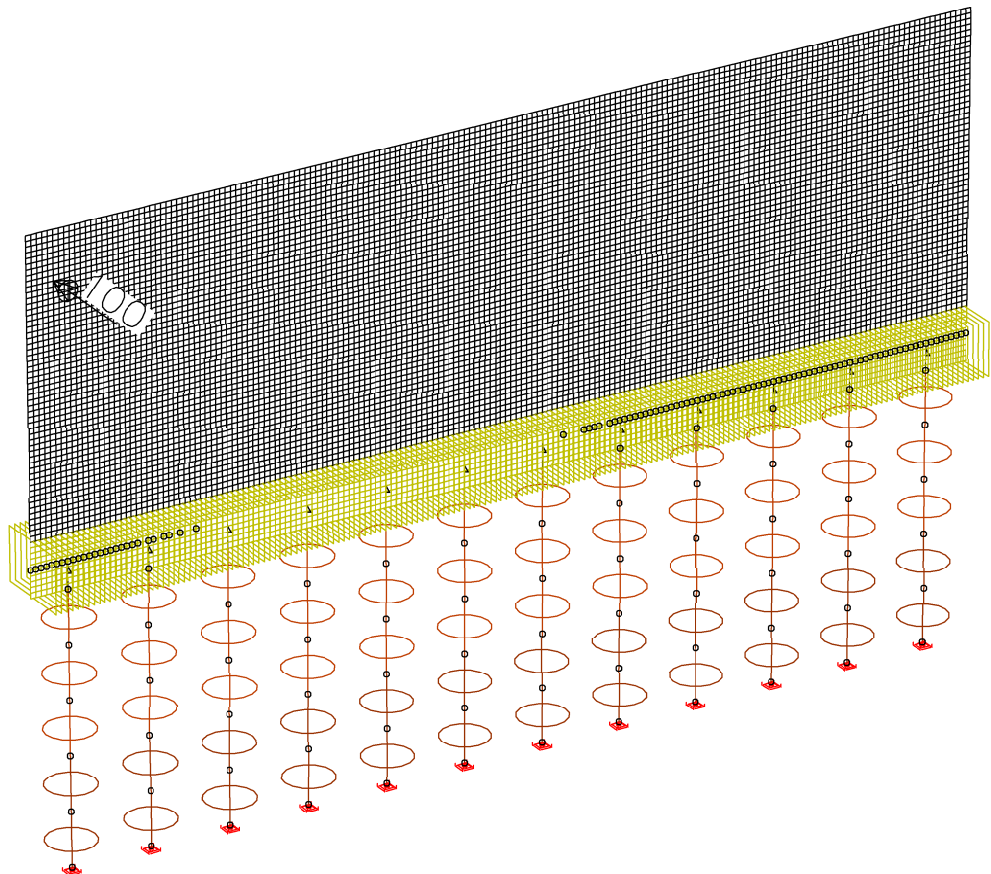
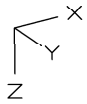
LF 13: Belastung, Strömungsdruck

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



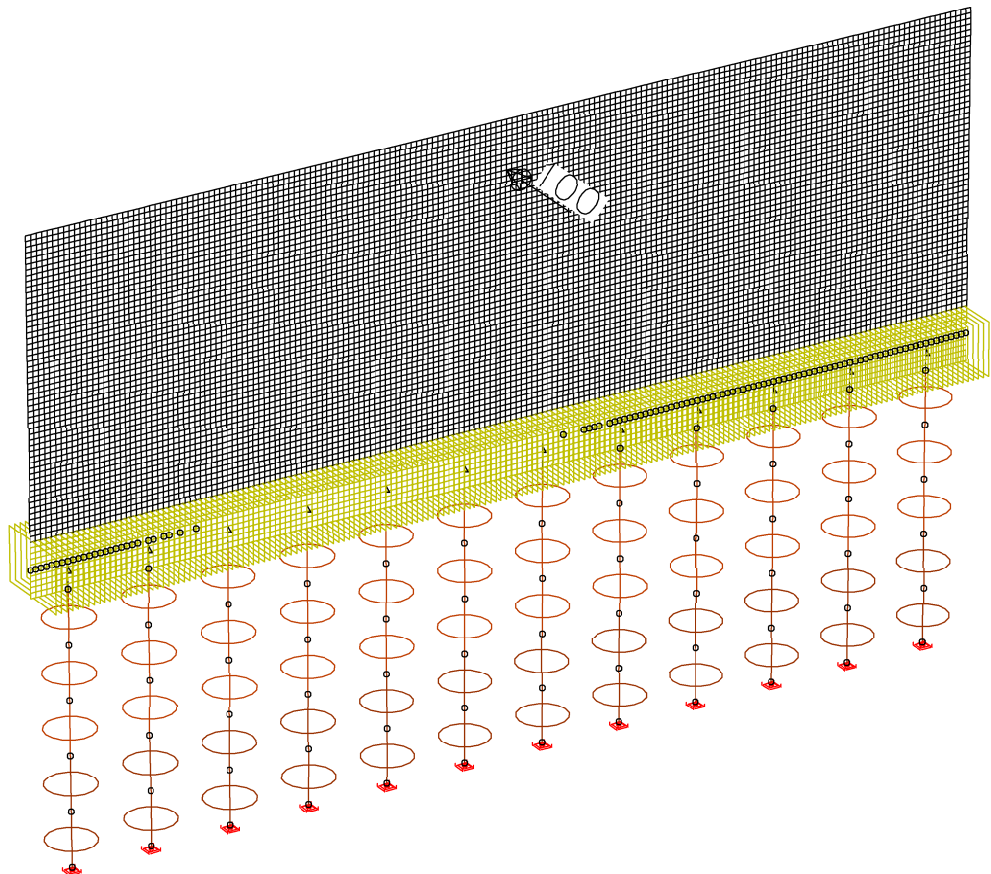
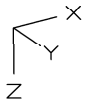
LF 14: Belastung, Anprall Treibgut 1

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



LF 15: Belastung, Anprall Treibgut 2

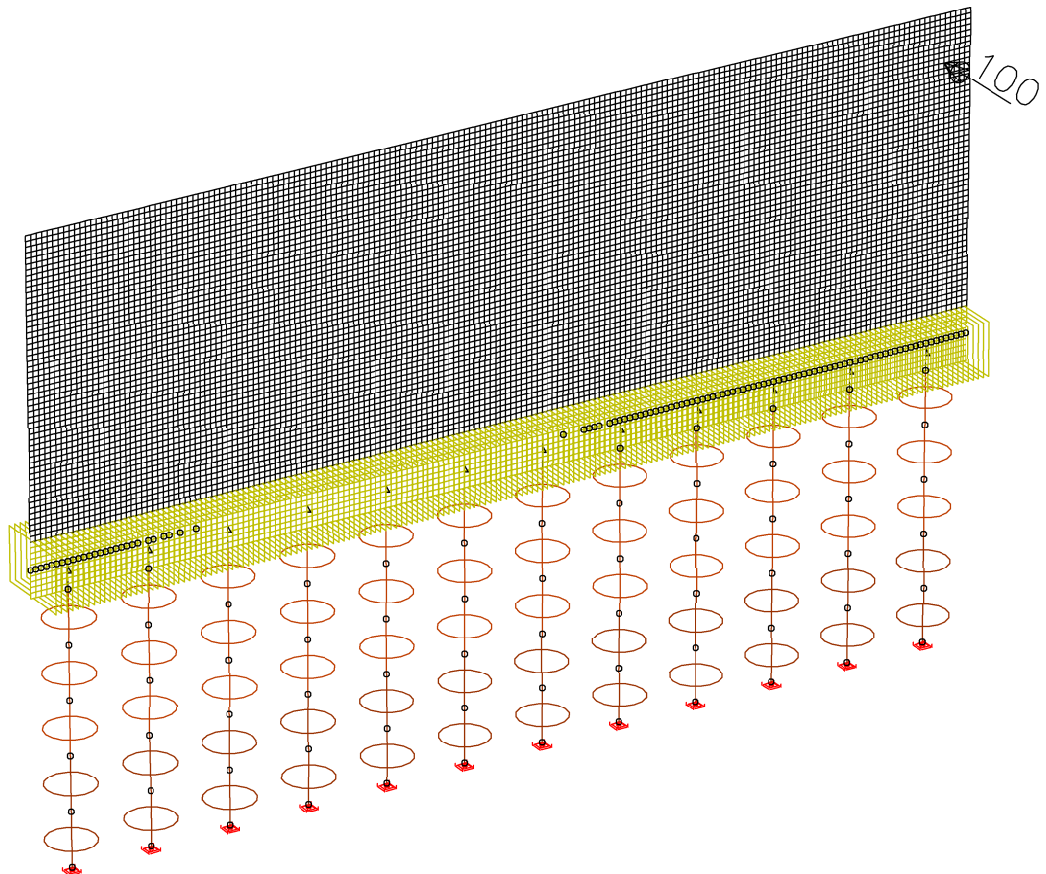
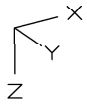
A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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



# Belastung



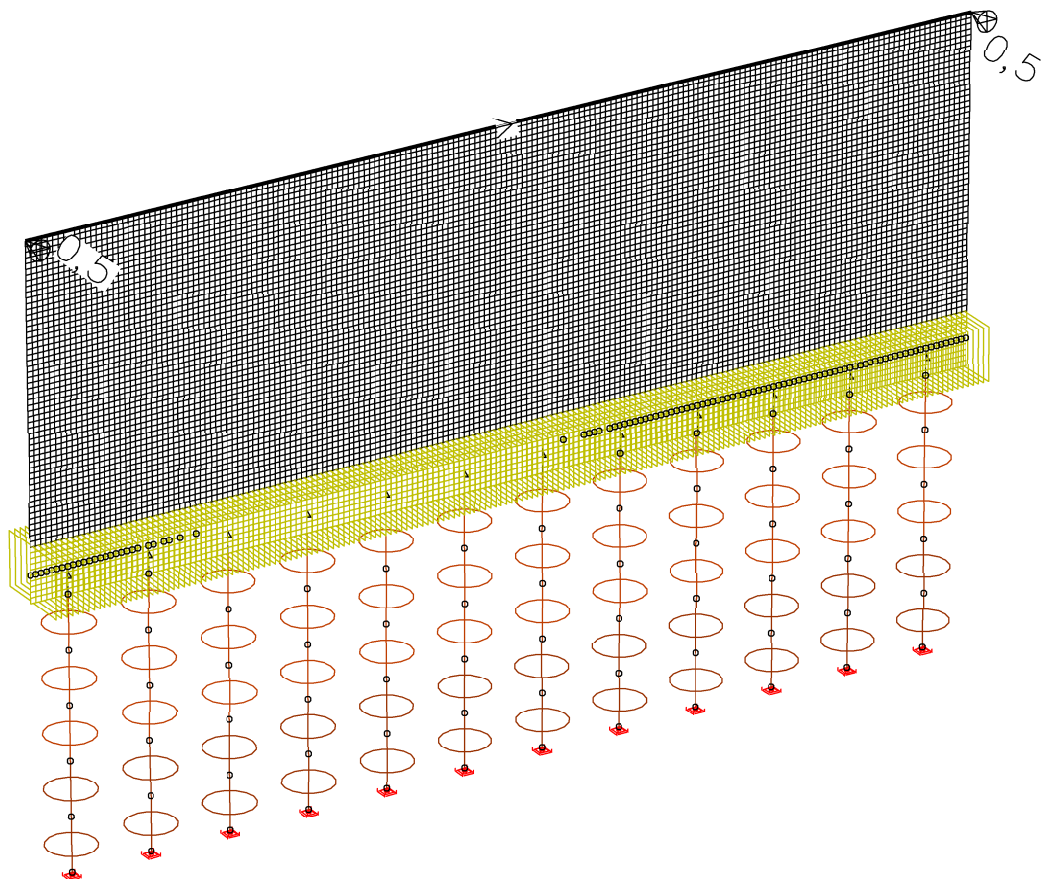
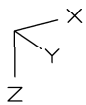
LF 16: Belastung, Anprall Treibgut 3

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



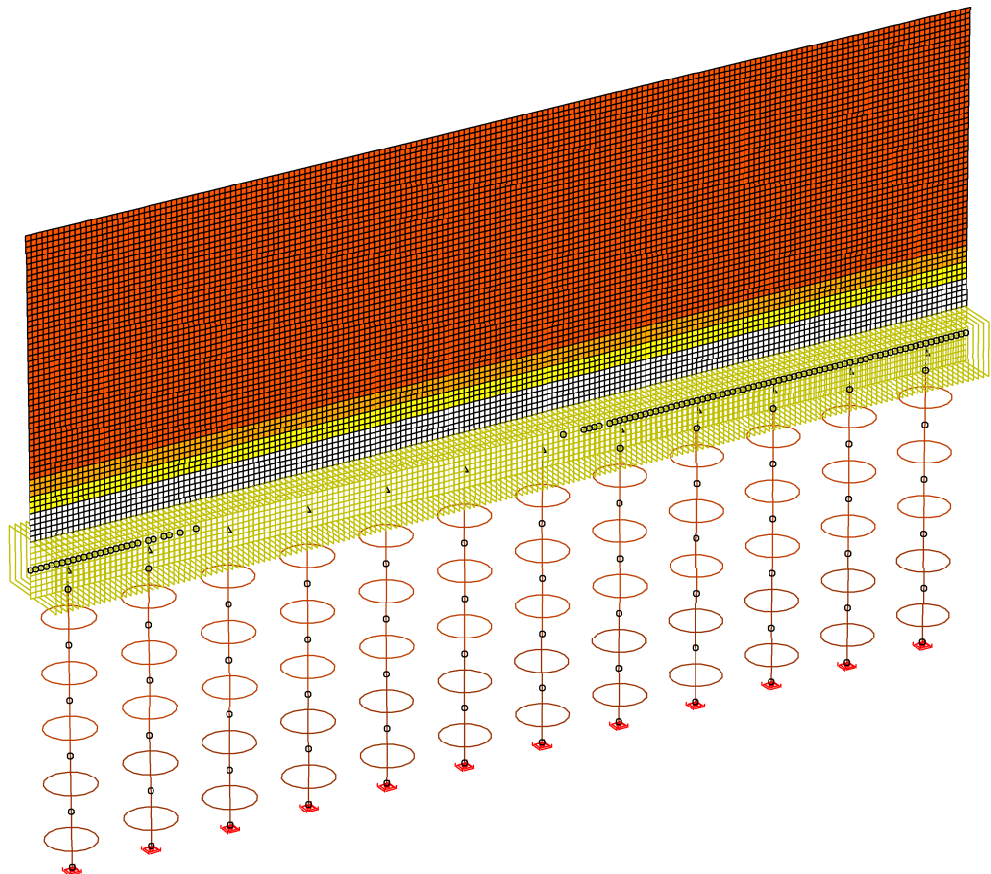
LF 17: Belastung, Personenlast, wasserseitig

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1:125

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

# Belastung



LF 21: Belastung, dT,M Stauziel Sommer

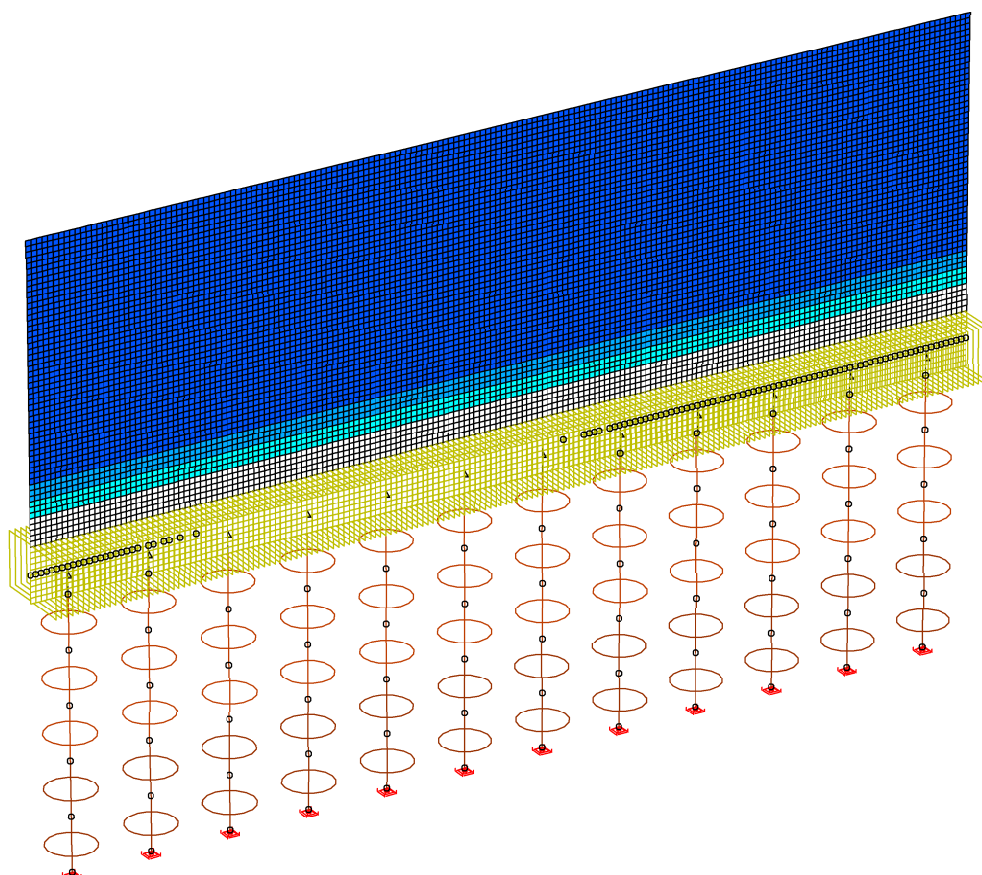
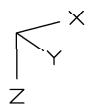
tm [K]  
11,1  
7,4  
3,7

A 3.1\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_überschnitten

M = 1: 125

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

# Belastung

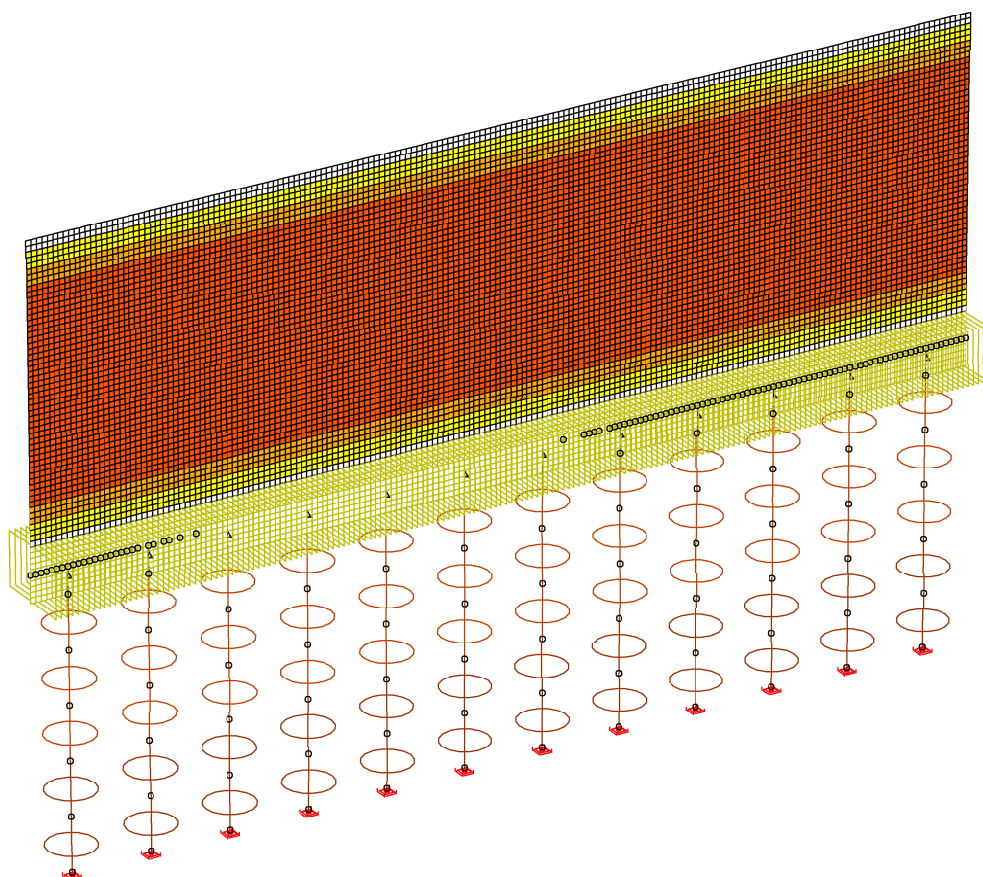
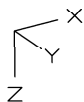


LF 22: Belastung, dT, M Stauziel Winter

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



# Belastung



LF 23: Belastung, dT,G Stauziel Sommer

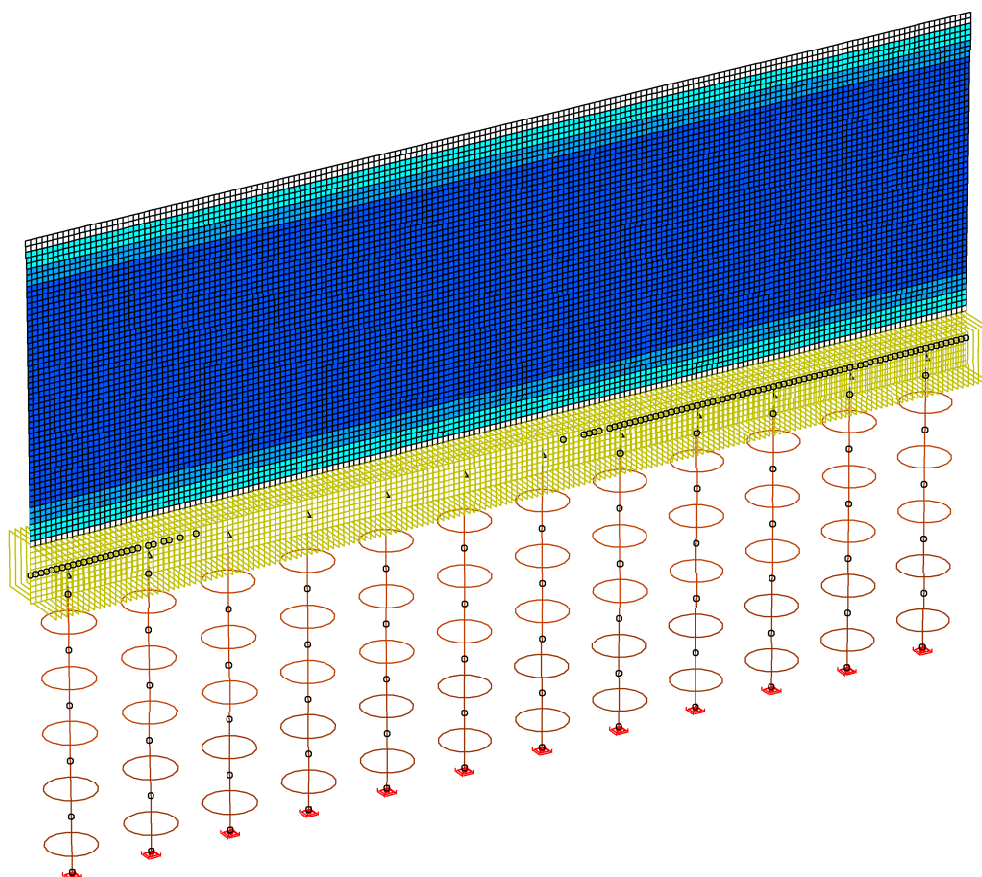
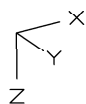
tu-to [K]

-22,2

-14,8

-7,4

# Belastung



LF 24: Belastung, dT,G Stauziel Winter

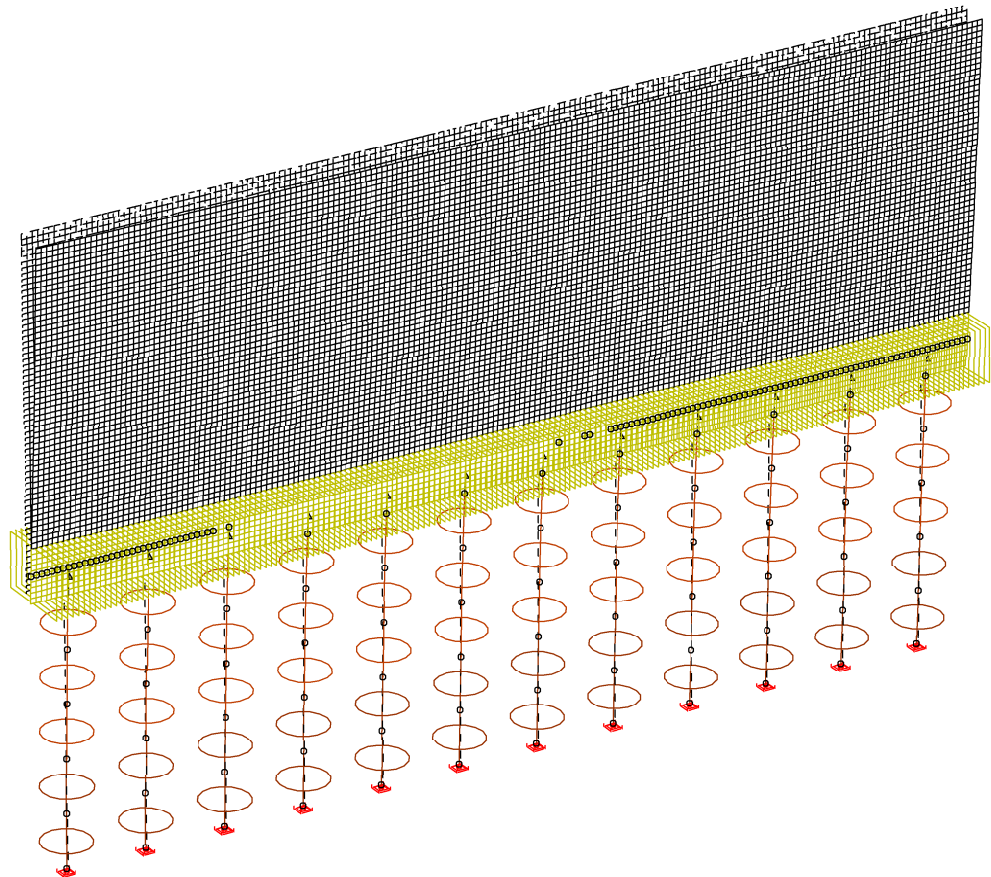
tu-to [K]

7,4

14,8

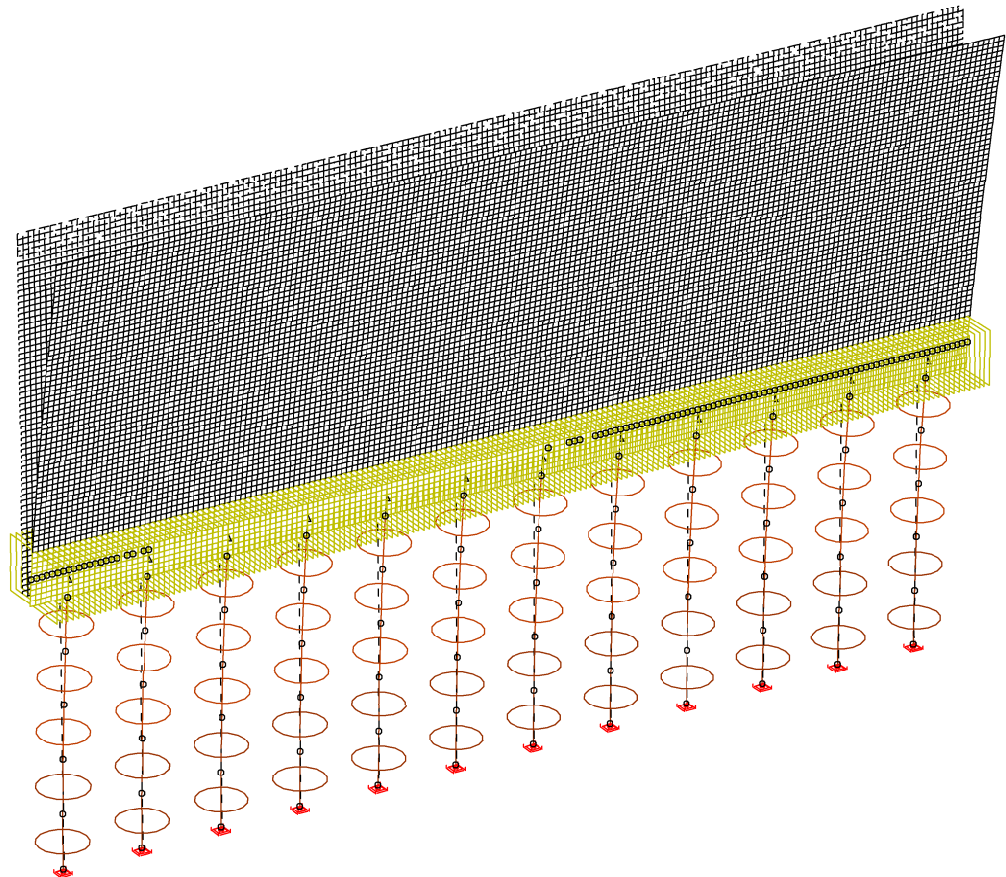
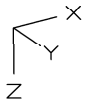
22,2

# Verformung



LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
Deformationen u (min uy) [mm], Faktor = 20,0  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/27,21 [mm]

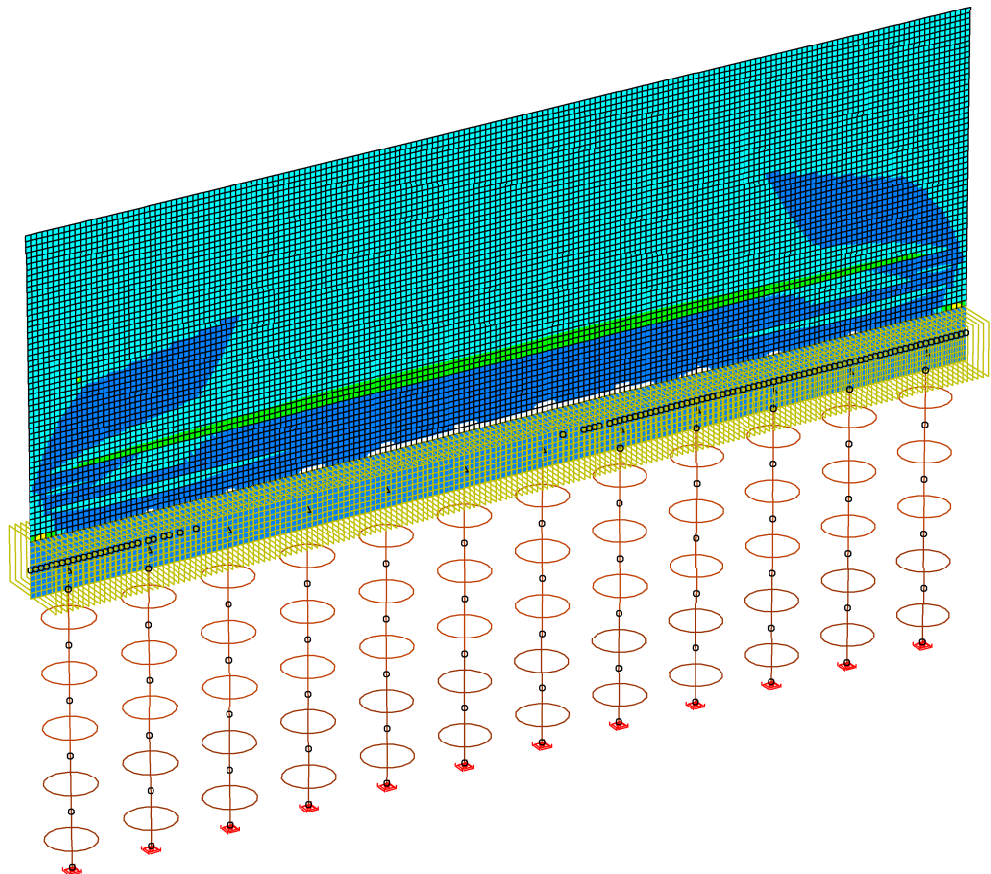
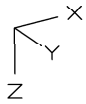
# Verformung



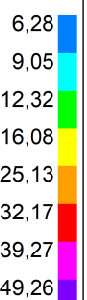
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 20,0  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/62,39 [mm]



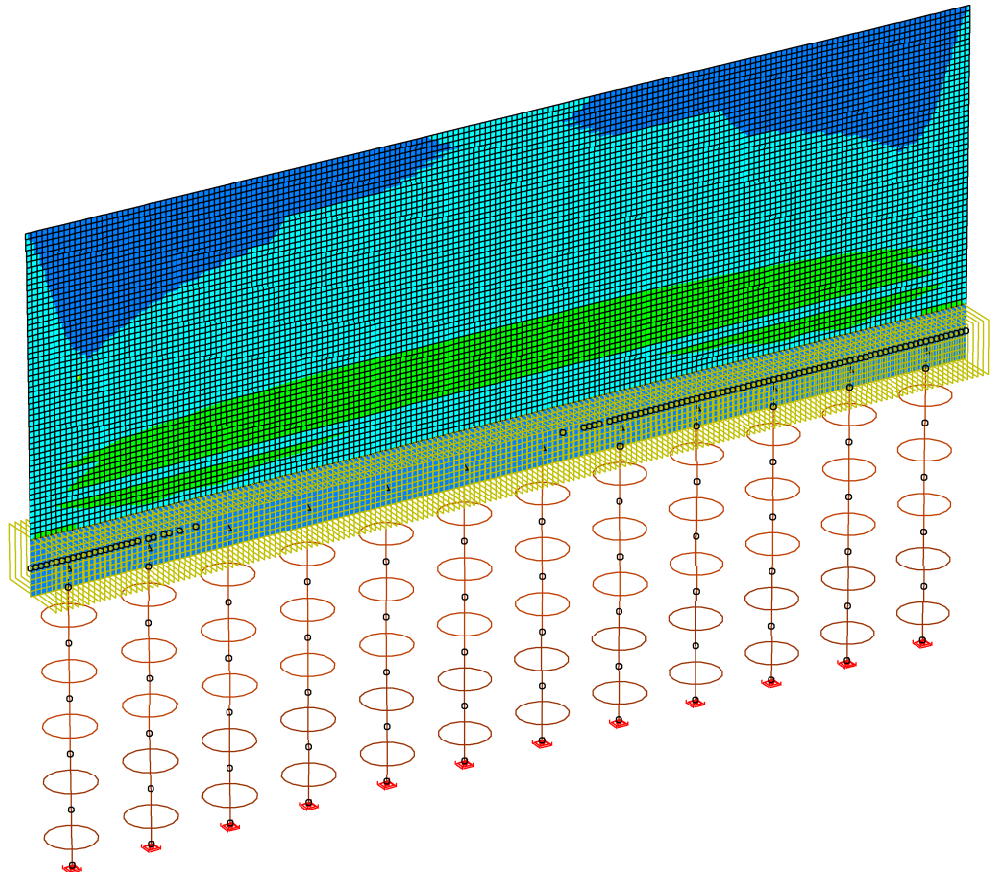
# Bewehrung



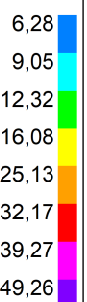
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asx 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 4,02/27,33 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



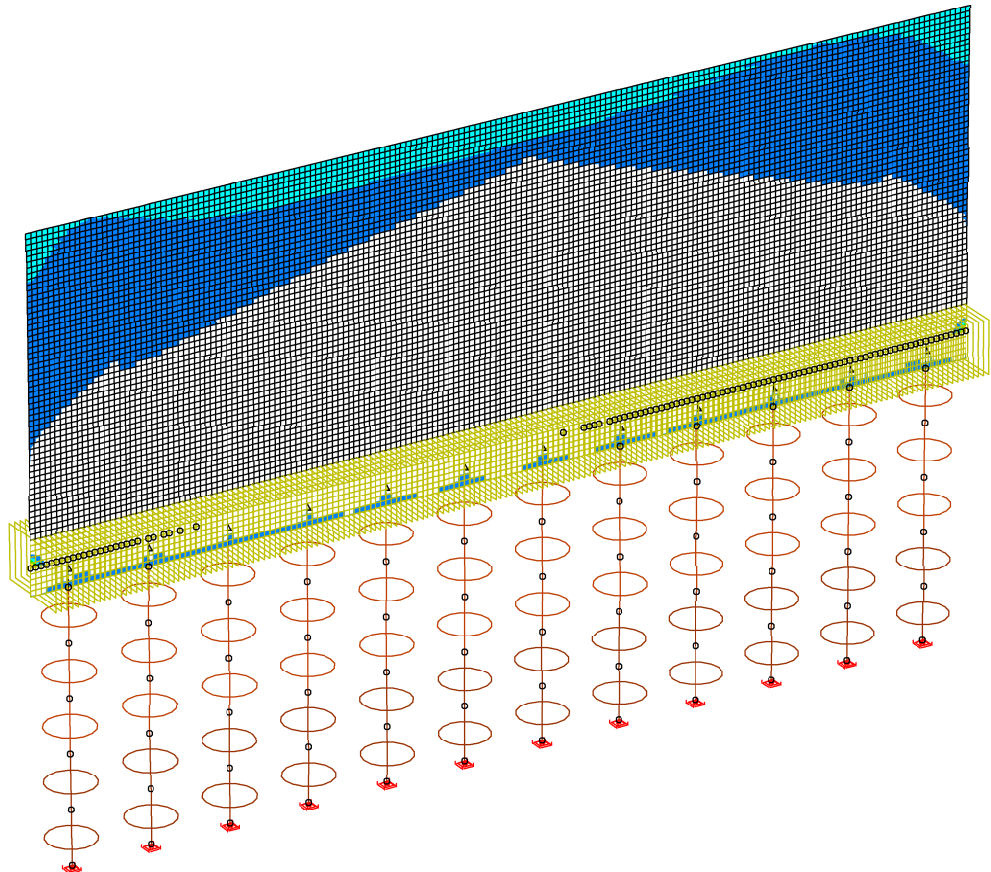
# Bewehrung



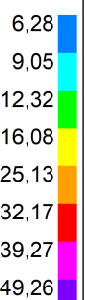
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asx 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 6,73/27,33 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



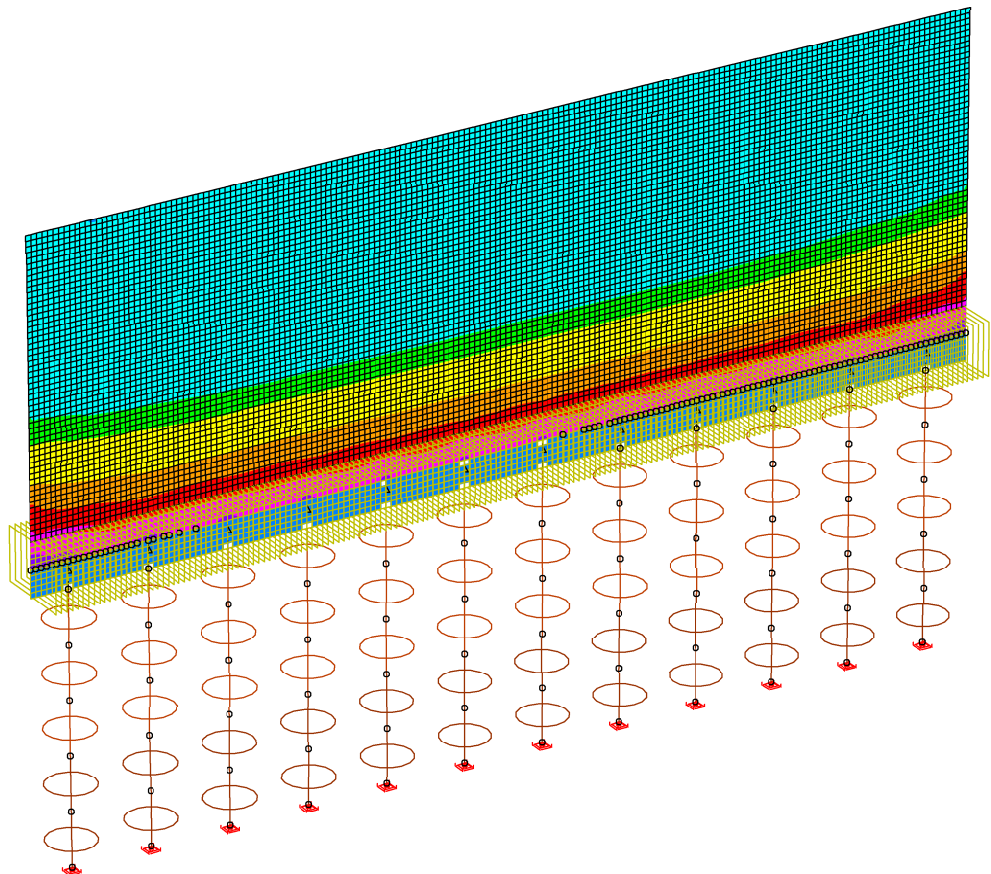
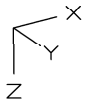
# Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,34 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



# Bewehrung

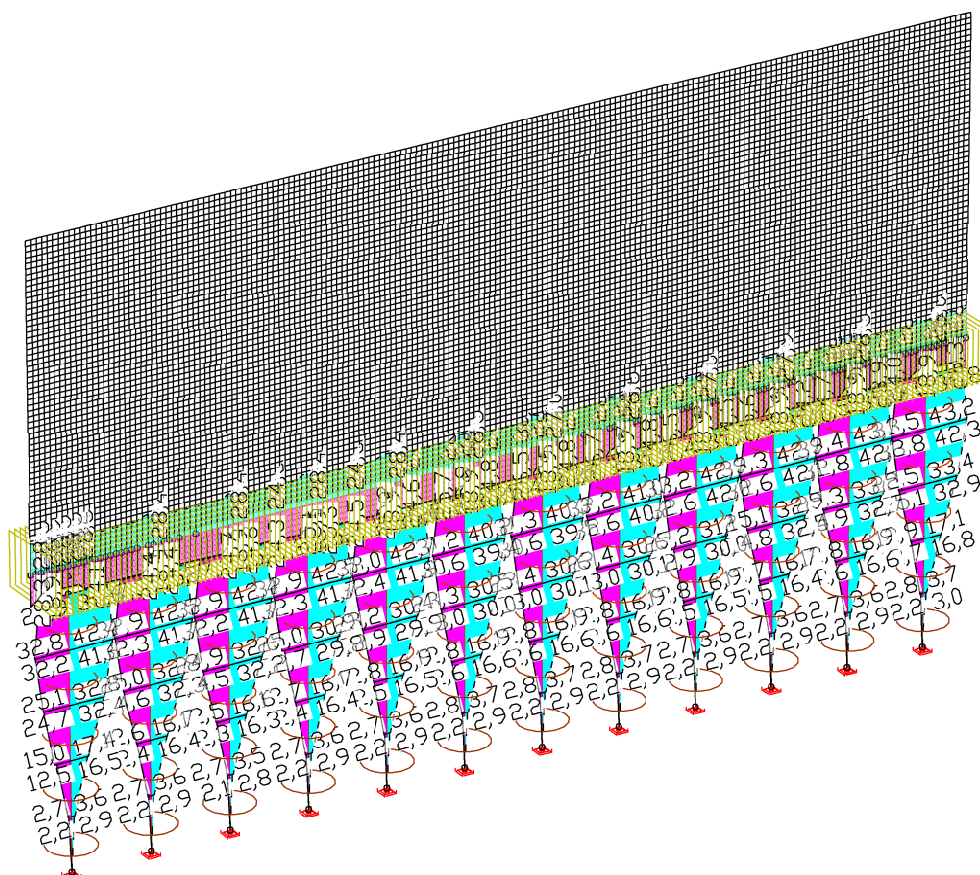
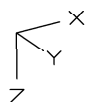


LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asy 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/75,62 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t

6,28  
 9,05  
 12,32  
 16,08  
 25,13  
 32,17  
 39,27  
 49,26



# Bewehrung

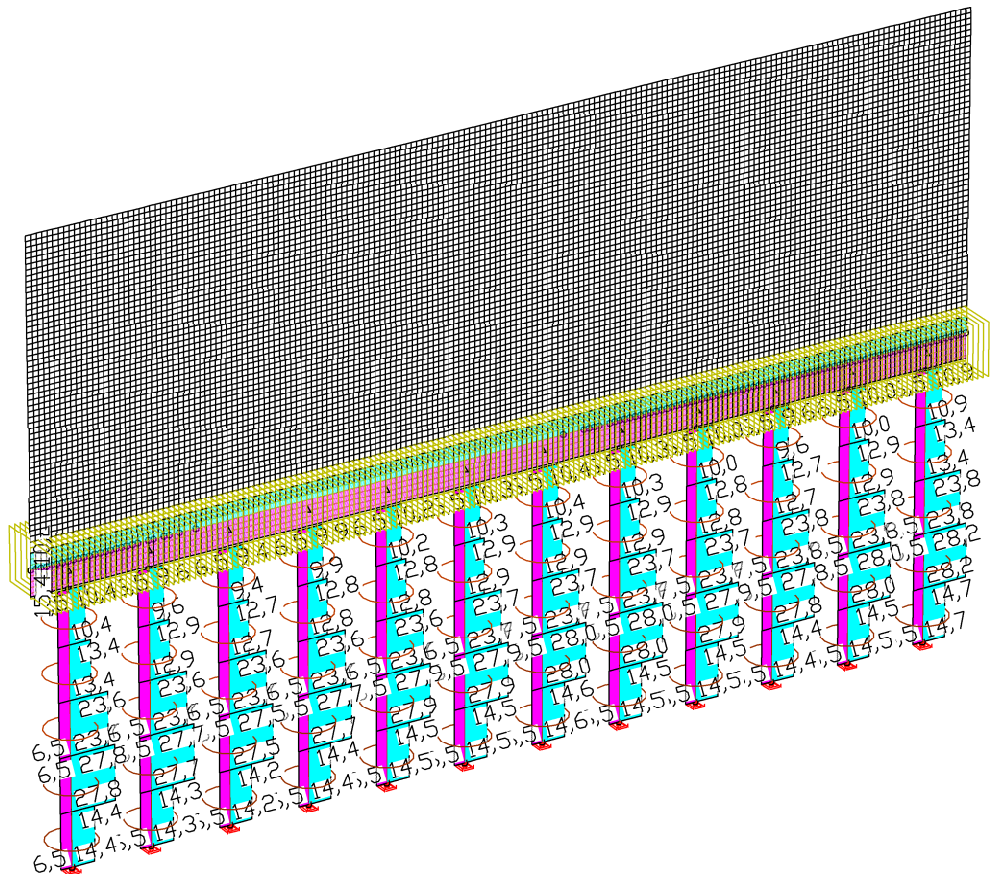
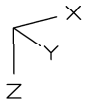


LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1

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

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/43,15 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 2,5 t

# Bewehrung



LFK DIN1992.BRUCH: Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1  
 Bügelbewehrung aus Querkraft, (Asb.z, Asb.y strichliert) [cm²/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 6,5/28,15 [cm²/m]

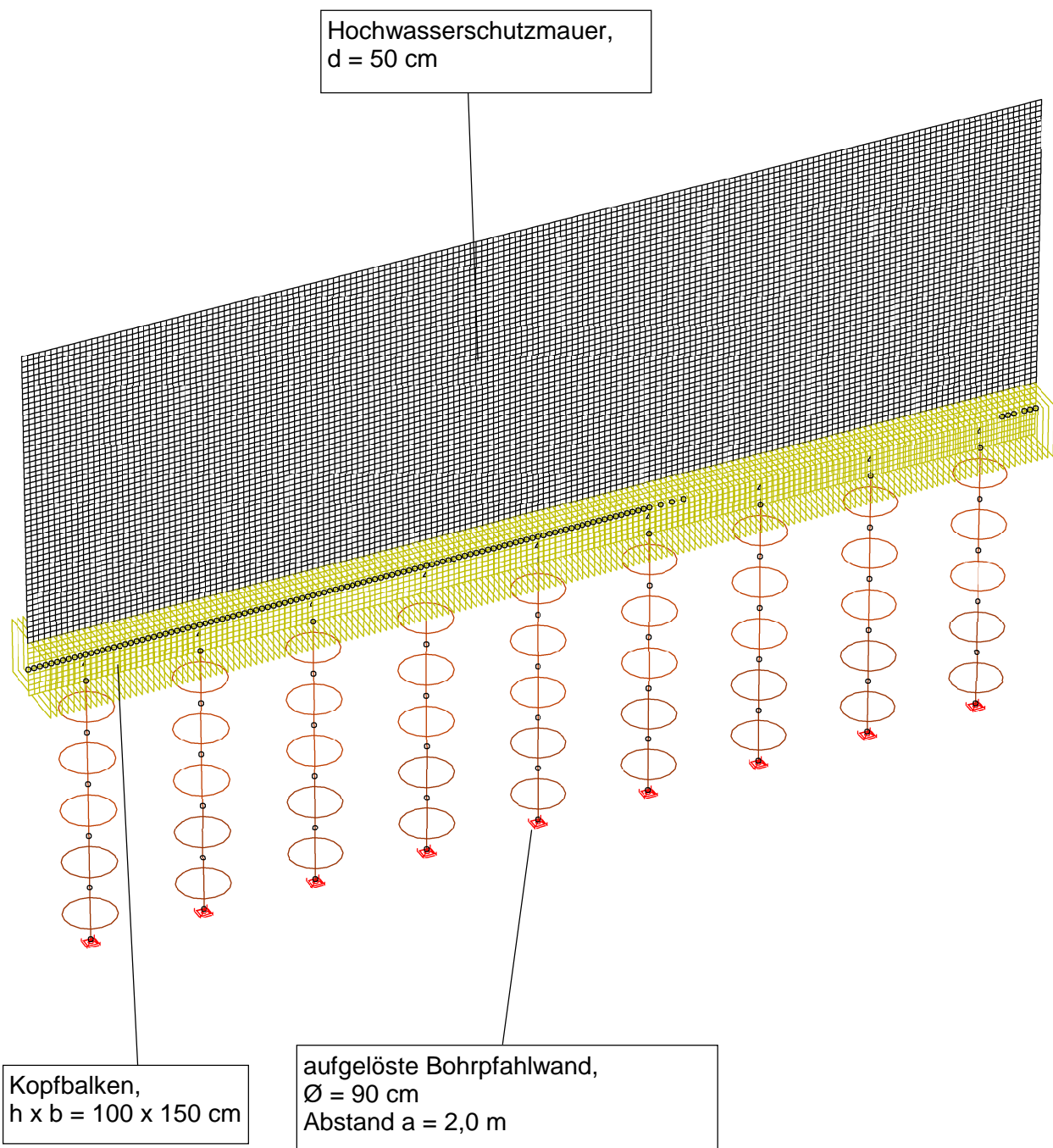
## **Anlage 3.2**

### **InfoCAD Bemessung Angerspitz, Bohrpfahlwand aufgelöst**

**INHALT**

Inhalt .....	76
<b>System</b>	
System .....	77
<b>Eingabedaten</b>	
Systemkenngrößen .....	78
Querschnittswerte .....	78
Materialkennwerte .....	79
Bettung .....	79
Steifemodul .....	-
Kopplungen .....	79
Übersicht Lastfälle .....	80
Lastsummen .....	80
Betonstahl für Flächenelemente .....	81
Betonstahl für Stäbe .....	82
DIN EN 1992-1-1 Einwirkungen .....	82
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-1-1 .....	85
EN 1993-1-1 Einwirkungen .....	87
EN 1995-1-1 Einwirkungen .....	87
DIN EN 1992-2 Einwirkungen .....	87
Bemessungsvorgaben DIN EN 1992-2 .....	87
DIN FB 102 Einwirkungen .....	88
Bemessungsvorgaben .....	-
<b>Belastung</b>	
1 : Eigengewicht .....	89
2 : Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser .....	90
3 : Verdichtungserddruck .....	91
4 : Erddruck infolge Verkehr SLW 60 .....	92
5 : Fahrzeuganprall .....	93
6 : Personenlast, erdseitig .....	94
7 : Windlast 1 .....	95
8 : Windlast 2 .....	96
11 : Erdruchedruck + Wasserdruck Stauziel .....	97
12 : Wasserdruck HQ 100+15% .....	98
13 : Strömungsdruck .....	99
14 : Anprall Treibgut 1 .....	100
15 : Anprall Treibgut 2 .....	101
16 : Anprall Treibgut 3 .....	102
17 : Personenlast, wasserseitig .....	103
21 : dT,M Stauziel Sommer .....	104
22 : dT,M Stauziel Winter .....	105
23 : dT,G Stauziel Sommer .....	106
24 : dT,G Stauziel Winter .....	107
<b>Verformung</b>	
Deformationen $u_{y \min}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	108
Deformationen $u_{y \max}$ ; 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1 .....	109
<b>Bewehrung</b>	
Biegebewehrung asx 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	110
Biegebewehrung asx 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	111
Biegebewehrung asy 1. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	112
Biegebewehrung asy 2. Lage; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	113
Biegebewehrung As; Maximum DIN EN 1992-1-1 .....	114
Bügelbewehrung Asb.y,z; Tragfähigkeit DIN EN 1992-1-1 .....	115

# System



## Eingabedaten

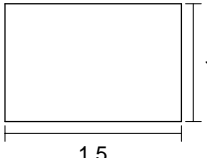
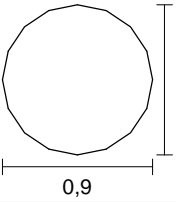
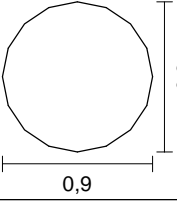
### Systemkenngößen

11810 Knoten	
11745 Elemente	225 Stabelemente
9 Festhaltungen	0 Plattenelemente
9 Koppelungen	0 Scheibenelemente
6 Materialkennwerte	11520 Schalenelemente
6 Querschnittswerte	0 Seilelemente
19 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten  
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme  
7137 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] $dz = 0,5000$ Orthotropie $dzy/dz = 0,100$ E-Modul Platte/Scheibe $= 1$	drillsteif
3	Polygon 	Kopfbalken Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 1,5000e+00$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 2,9368e-01$ $ly = 1,2500e-01$ $lz = 2,8125e-01$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 1,2500e-01$ $I2 = 2,8125e-01$ $lyz = 0,0000e+00$
4	Polygon 	Bohrpfahl, Sand/Kies Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 6,1995e-01$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 6,1063e-02$ $ly = 3,0588e-02$ $lz = 3,0588e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 3,0588e-02$ $I2 = 3,0588e-02$ $lyz = 0,0000e+00$
5	Polygon 	Bohrpfahl, verwitterter Fels Schwerpunkt [m] $ys = 0,000$ Fläche [m²] $A = 6,1995e-01$ Trägheitsmomente [m4] $lx = 6,1063e-02$ $ly = 3,0588e-02$ $lz = 3,0588e-02$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$ Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	$zs = 0,000$ $I1 = 3,0588e-02$ $I2 = 3,0588e-02$ $lyz = 0,0000e+00$

## Eingabedaten

### Querschnittswerte

6	Fläche	Glasgeländer Elementdicke [m]                      dz = 0,1000                      drillsteif Orthotropie dzy/dz                      = 1 E-Modul Platte/Scheibe                      = 1
---	--------	---

### 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.

### 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	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						

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	11090	SS ...	10185						
2	11110	SS ...	10205						
3	11130	SS ...	10225						
4	11150	SS ...	10245						
5	11170	SS ...	10265						
6	11190	SS ...	10285						
7	11210	SS ...	10305						
8	11230	SS ...	10325						
9	11250	SS ...	10345						

SS      Beidseitig starre Koppelung

## Eingabedaten

### Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Auffüllung: Erdruhedruck + Grundwasser
3	Verdichtungserddruck
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60
5	Fahrzeuganprall
6	Personenlast, erdseitig
7	Windlast 1
8	Windlast 2
11	Erdruhedruck + 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 aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	-0,000	0,000	2812,441
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	2812,440
	Bettungskräfte	0,000	0,000	0,000
2	Auffüllung: Erdruhedruck + Grundw...	0,000	3456,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	3456,000	0,000
3	Verdichtungserddruck	0,000	562,500	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	562,500	0,000
4	Erddruck infolge Verkehr SLW 60	0,000	1608,750	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	1608,750	0,000
5	Fahrzeuganprall	0,000	90,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	90,000	0,000
6	Personenlast, erdseitig	0,000	9,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	9,000	0,000
7	Windlast 1	0,000	95,004	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	95,004	0,000
8	Windlast 2	0,000	95,004	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	95,004	0,000
11	Erdruhedruck + Wasserdruck Stauz...	0,000	-194,400	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000



## Eingabedaten

### Summe der aufgebrachtten Lasten und Auflagerreaktionen

LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
	Bettungskräfte	0,000	-194,400	0,000
12	Wasserdruck HQ 100+15%	0,000	-2592,900	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-2592,900	0,000
13	Strömungsdruck	0,000	-116,100	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-116,100	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	-9,000	0,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,000
	Bettungskräfte	0,000	-9,000	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 <sup>2</sup> /m]	d1y [m]	d2y [m]	asy [cm <sup>2</sup> /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

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/m²]	fyk [MN/m²]	y [m]	z [m]	As [cm²]	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	-0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,389	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
5	13		500	0,000	0,389	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	1		500	-0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	2		500	-0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	3		500	-0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	4		500	-0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	5		500	0,000	-0,389	0,000	0,00	Warm
	6		500	0,149	-0,359	0,000	0,00	Warm
	7		500	0,275	-0,275	0,000	0,00	Warm
	8		500	0,359	-0,149	0,000	0,00	Warm
	9		500	0,389	-0,000	0,000	0,00	Warm
	10		500	0,359	0,149	0,000	0,00	Warm
	11		500	0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	12		500	0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	13		500	0,000	0,389	0,000	0,00	Warm
	14		500	-0,149	0,359	0,000	0,00	Warm
	15		500	-0,275	0,275	0,000	0,00	Warm
	16		500	-0,359	0,149	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      Auffüllung: Erdruhedruck + Grundwasser  
11     Erdruhedruck + Wasserdruk Stauziel

### **QN - Erddruck Verkehrslast**

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

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

$\text{Psi.0} / \text{Psi.1} / \text{Psi.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

### Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- 3      Verdichtungserddruck  
4      Erddruck infolge Verkehr SLW 60

### **QN - Nutzlast, Verkehrslast**

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

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

$\text{Psi.0} / \text{Psi.1} / \text{Psi.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

### Lastfälle 1. Variante, inklusiv

- 5      Fahrzeuganprall

### **QN - Nutzlast, Verkehrslast**

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Nutzlasten - Kategorie A: Wohngebäude

$\text{Psi.0} / \text{Psi.1} / \text{Psi.2} = 0,7 / 0,5 / 0,3$

### Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- 6      Personenlast, erdseitig  
17     Personenlast, wasserseitig

### **QW - Windlast**

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Windlasten

$\text{Psi.0} / \text{Psi.1} / \text{Psi.2} = 0,6 / 0,2 / 0$

### Lastfälle 1. Variante, exklusiv

- 7      Windlast 1  
8      Windlast 2

### **QT - Temperatureinwirkung**

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

Kombinationsbeiwerte psi für: Hochbauten

Temperatureinwirkungen (ohne Brand)

$\text{Psi.0} / \text{Psi.1} / \text{Psi.2} = 0,6 / 0,5 / 0$

## Eingabedaten

### 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

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

# Eingabedaten

## 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 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	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- (M) Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Robustheit.  
 (R) Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.  
 (B) Längsbewehrung aus Bemessung sowie im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.  
 (Q) (Mindest-)Querkraftbewehrung aus Tragfähigkeit und Ermüdung.  
 (T) Torsionsbewehrung im Tragfähigkeits- und Ermüdungsnachweis.  
 (S) Nachweis der Schubfuge.  
 (P) Spannstahl im Ermüdungs- und Spannungsnachweis.  
 (C) Betondruckspannungen, Beton im Ermüdungsnachweis unter Längsdruck.  
 (V) Beton im Ermüdungsnachweis unter Querkraftbeanspruchung.

## Eingabedaten

### Vorgaben für den Nachweis der Längs- und Schubbewehrung

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

fyk Stahlgüte der Bügel.

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

Pl. Balken werden wie Platten bemessen.

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

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

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

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

cvl Verlegemaß der Längsbewehrung zur Begrenzung des Hebelarms z.

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

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

### 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	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.
5	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.

## 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 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.	.	.

### 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 <sup>2</sup> ]	zul.sigma.c(t) (CK, QK)	zul.sigma.c (CK)	zul.sigma.c (QK)	zul.sigma.s (CK)	Dekompression Komb.	Spannung
1	.	.	0,60 fck	.	0,80 fyk	.	.
3	.	.	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 . .	. . . . .	.	.	. . . . .

(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.

## 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. (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 [MPa]	fyk [MPa]	cot Theta	Bem. wie Pl.	Asl [cm²] Bild 6.3 vorh. max	Faktor rho.w as	x,y Rtg	cvl [mm]	Red. Vor- spg.
1	C35/45-EN-D	.	ST	500	1,00	.	0,00 0,00	0,60 0,20	.	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	.

### 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.

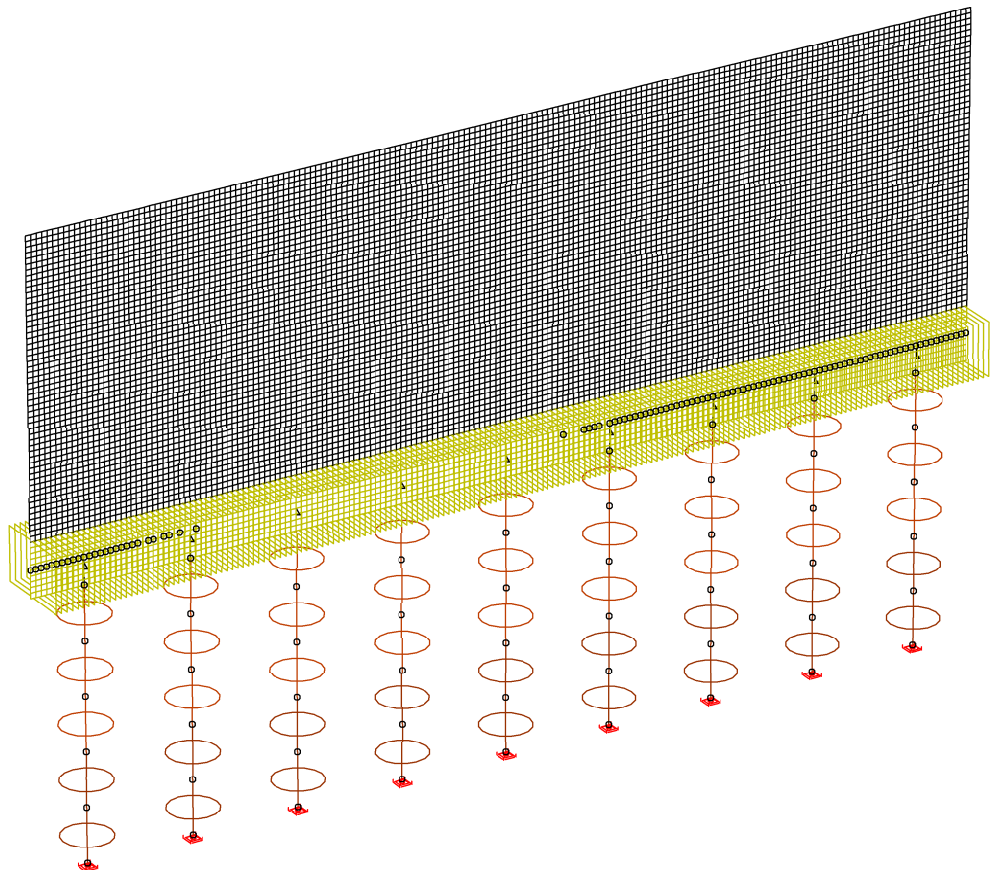
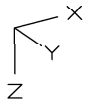
K. Kastenquerschnitt; Ermittlung der Tragfähigkeit nach Gl. (6.29).

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	.	.	.	0,500	.	0,440	0,90	.	.	.	.
3	1,500	.	1,440	0,90	1,000	.	0,940	0,90	0,880	1,380	0,120	.
4	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.
5	0,636	.	0,576	0,90	0,636	.	0,576	0,90	0,516	0,516	0,120	.



# Belastung

EIGENLAST



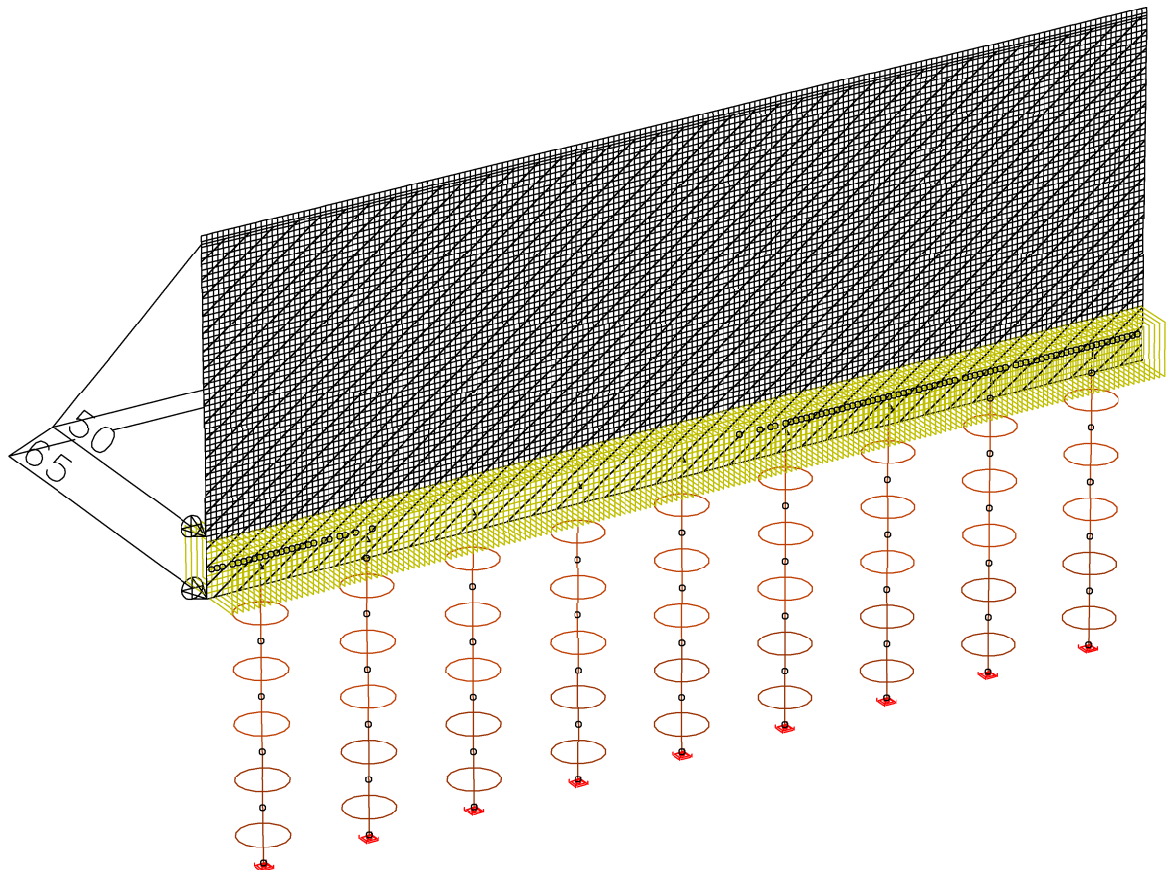
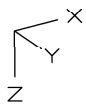
LF 1: Belastung, Eigengewicht

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



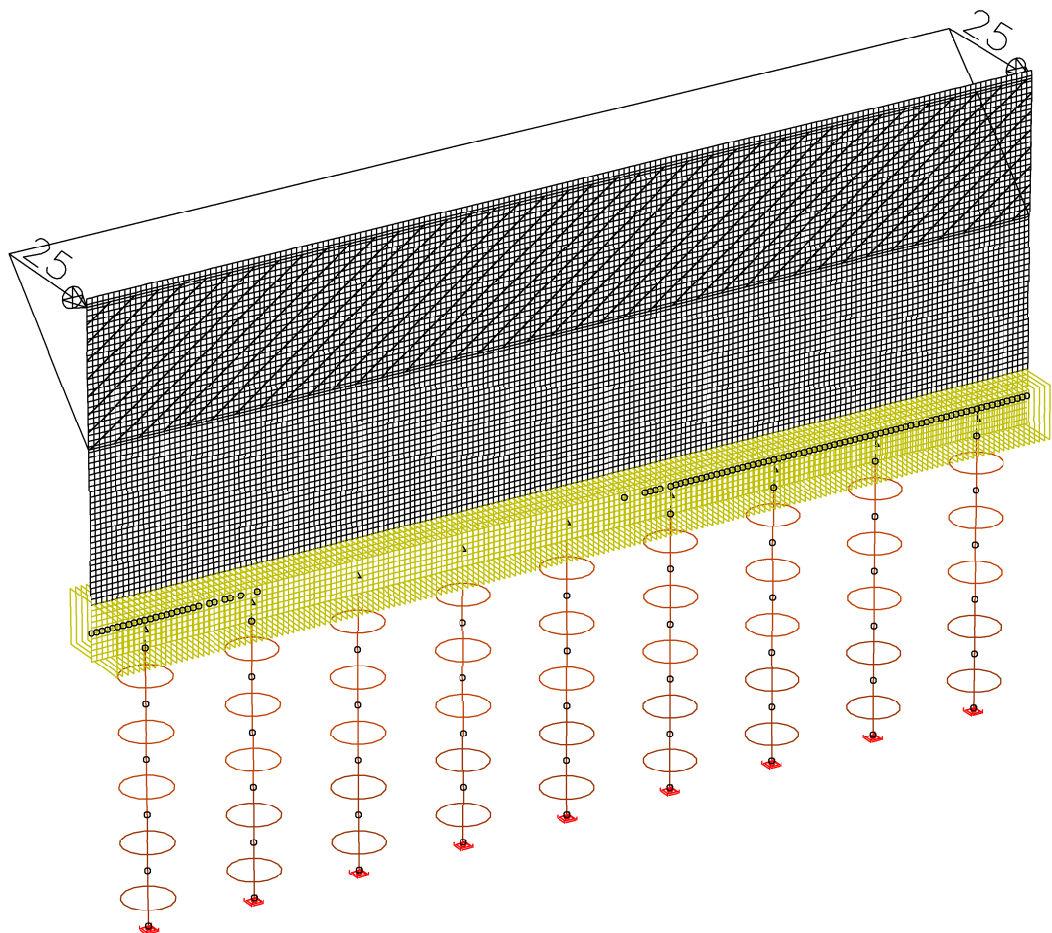
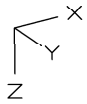
LF 2: Belastung, Auffüllung: Erdruchedruck + Grundwasser

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



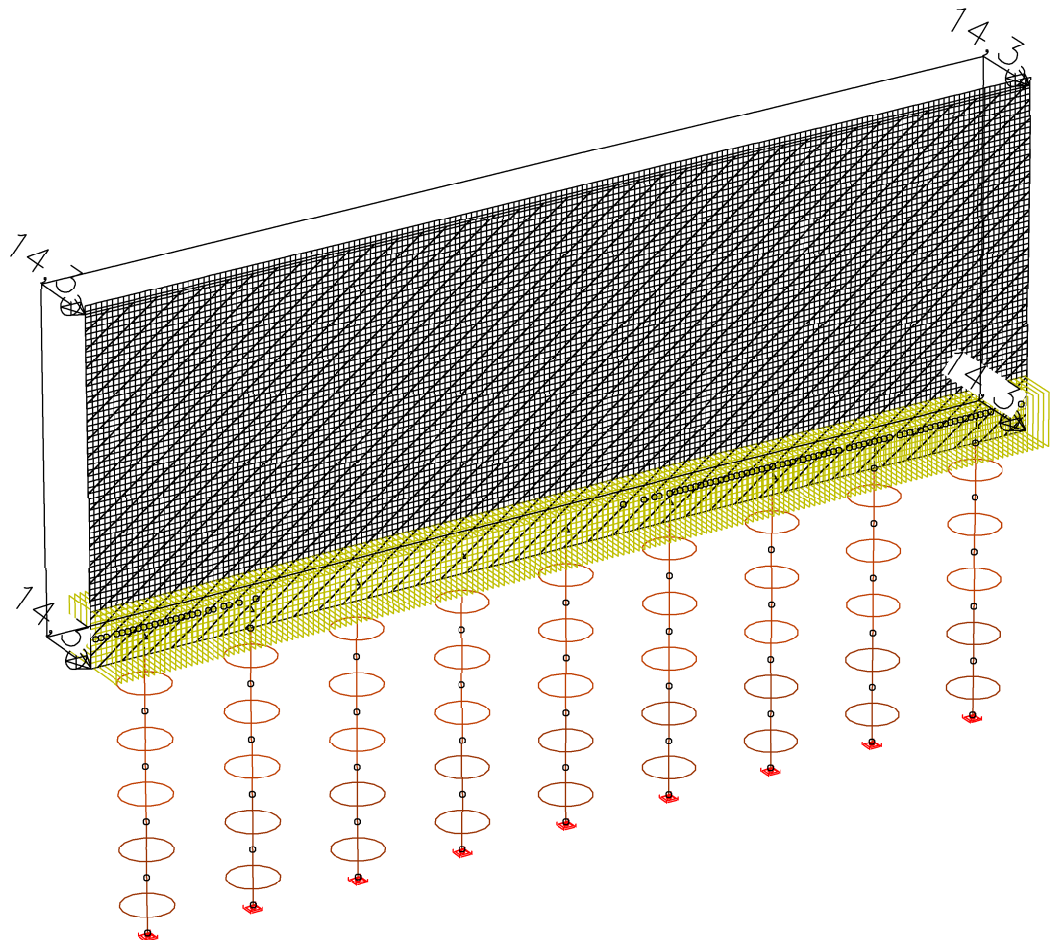
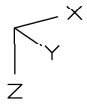
LF 3: Belastung, Verdichtungserddruck

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



LF 4: Belastung, Erddruck infolge Verkehr SLW 60

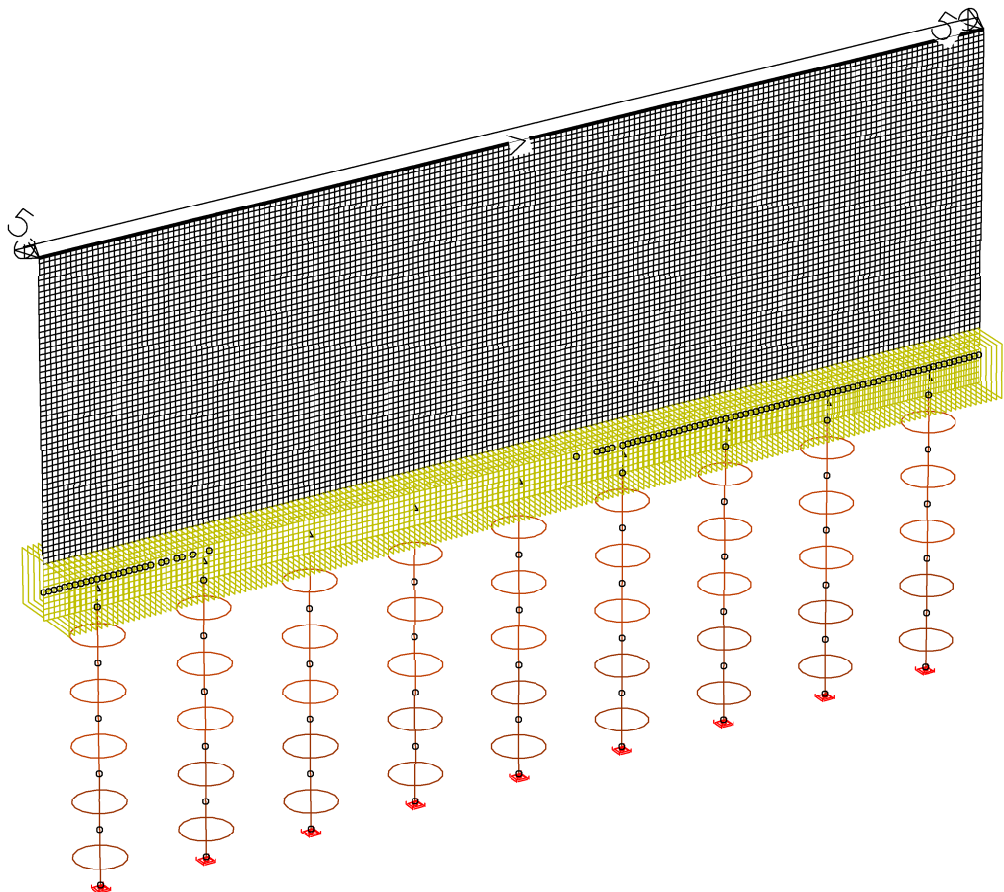
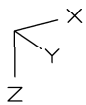
A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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



# Belastung



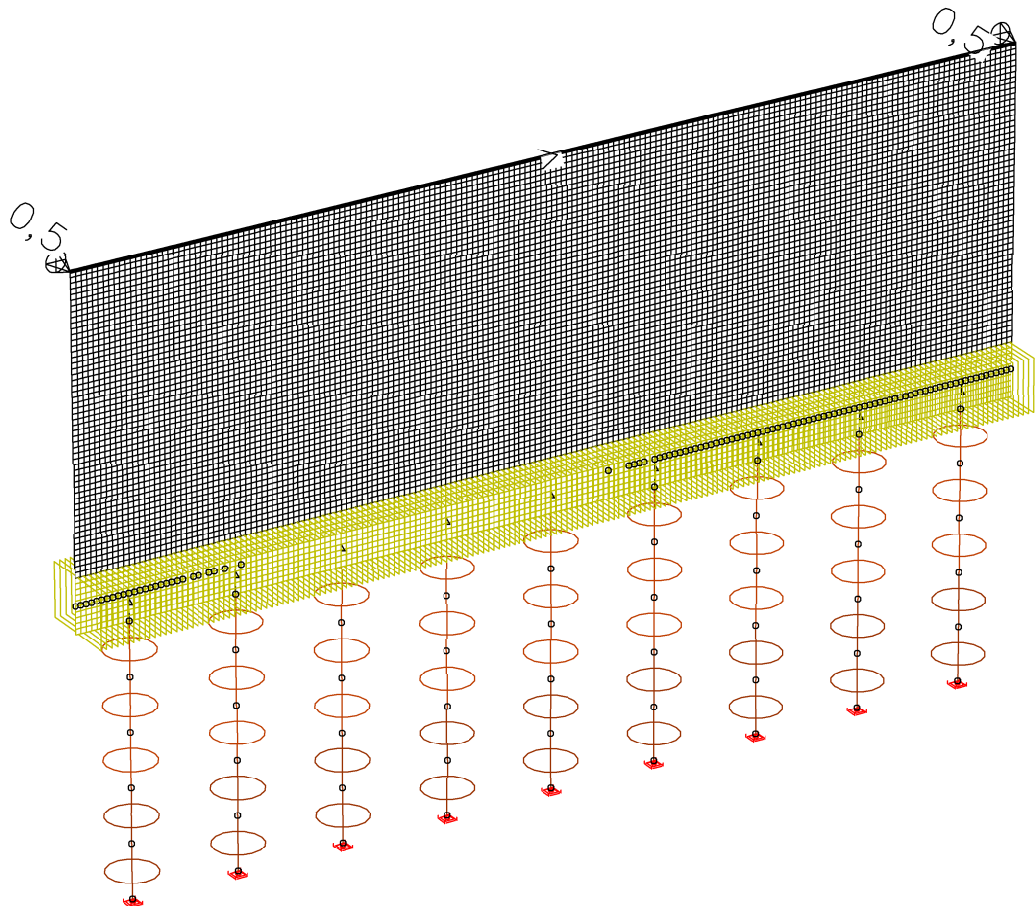
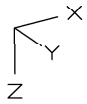
LF 5: Belastung, Fahrzeuganprall

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



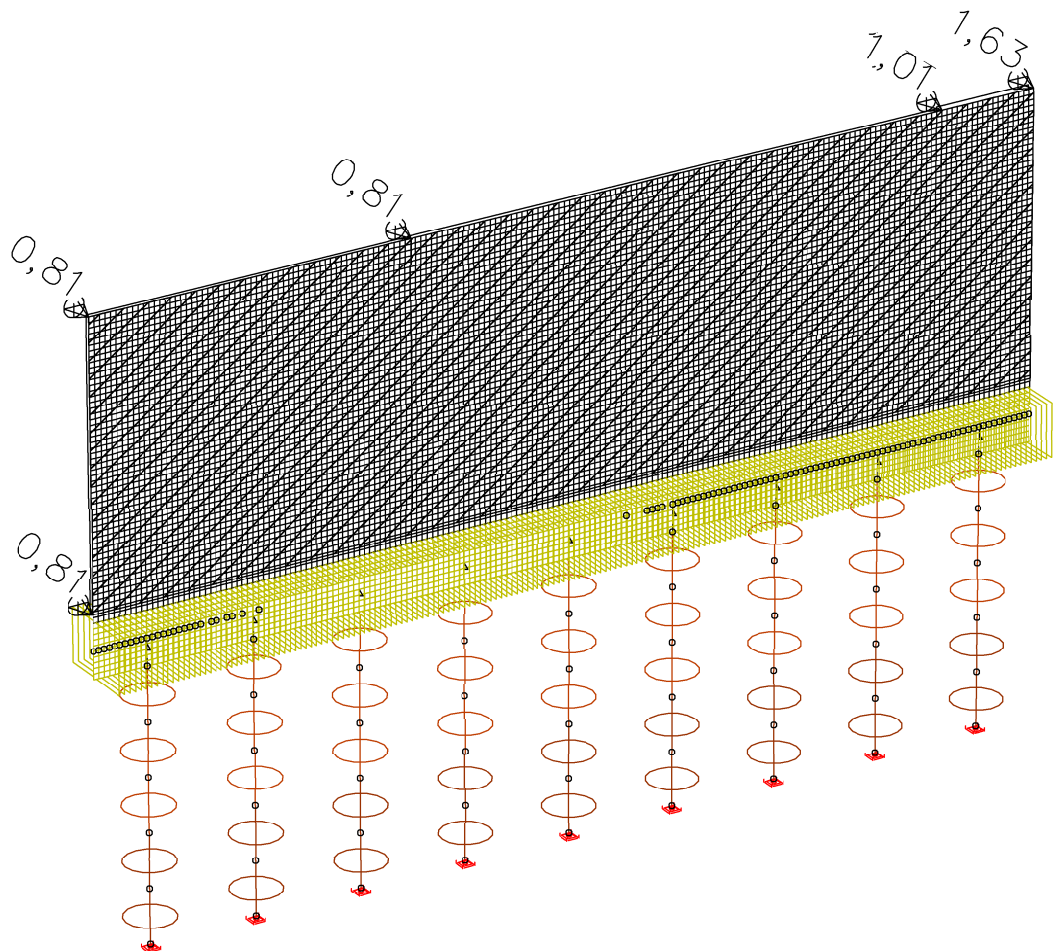
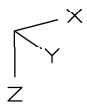
LF 6: Belastung, Personenlast, erdseitig

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



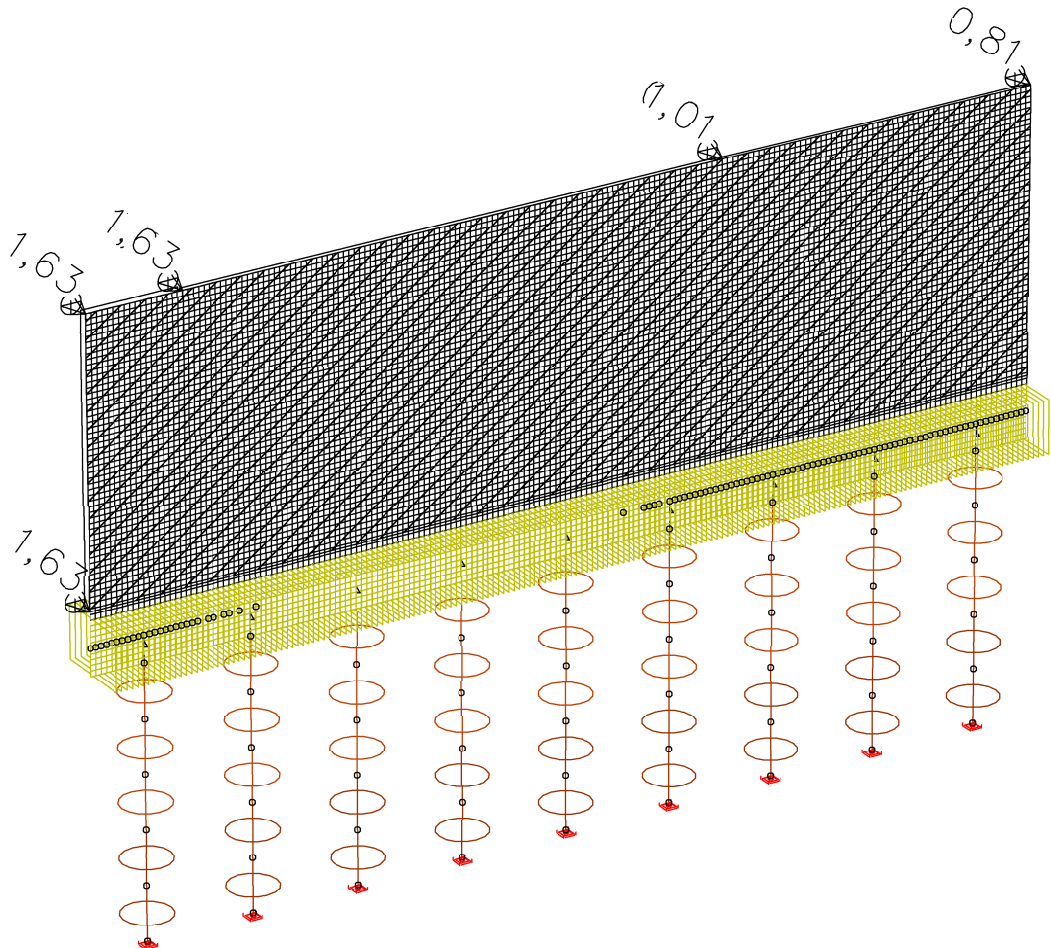
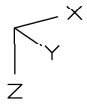
LF 7: Belastung, Windlast 1

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

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

# Belastung



LF 8: Belastung, Windlast 2

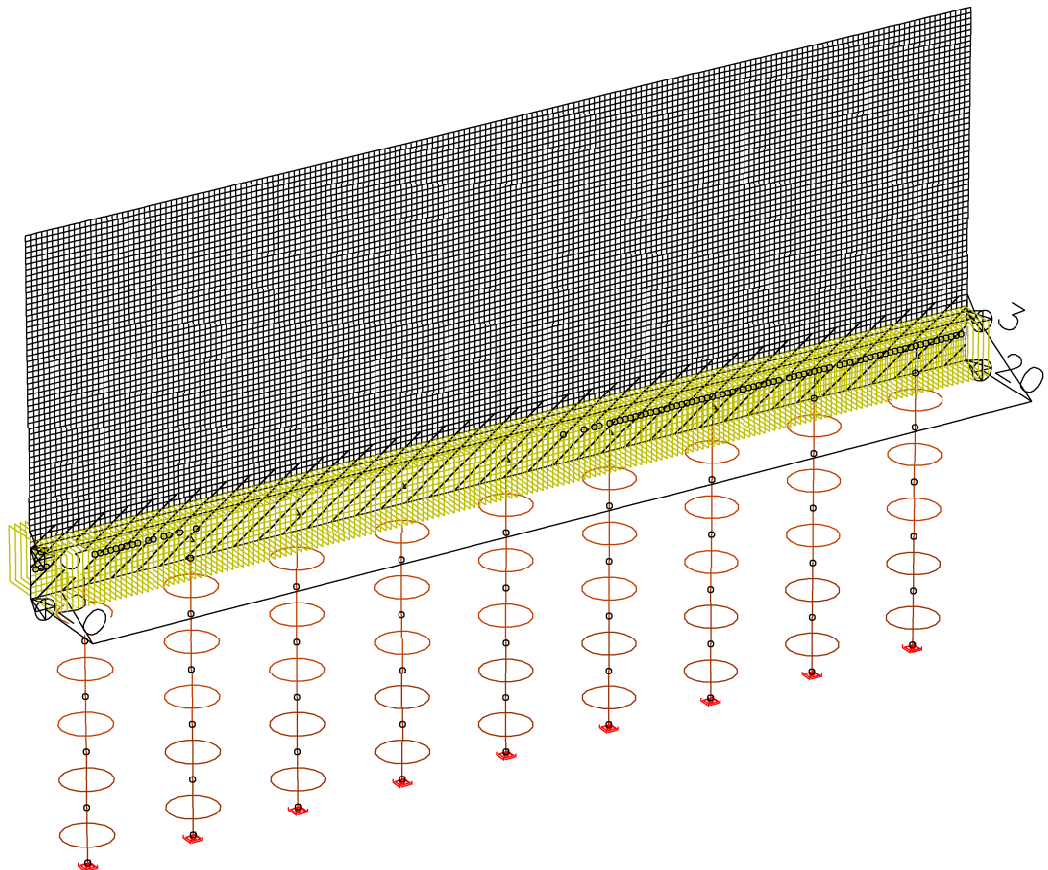
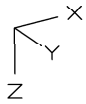
A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

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



# Belastung



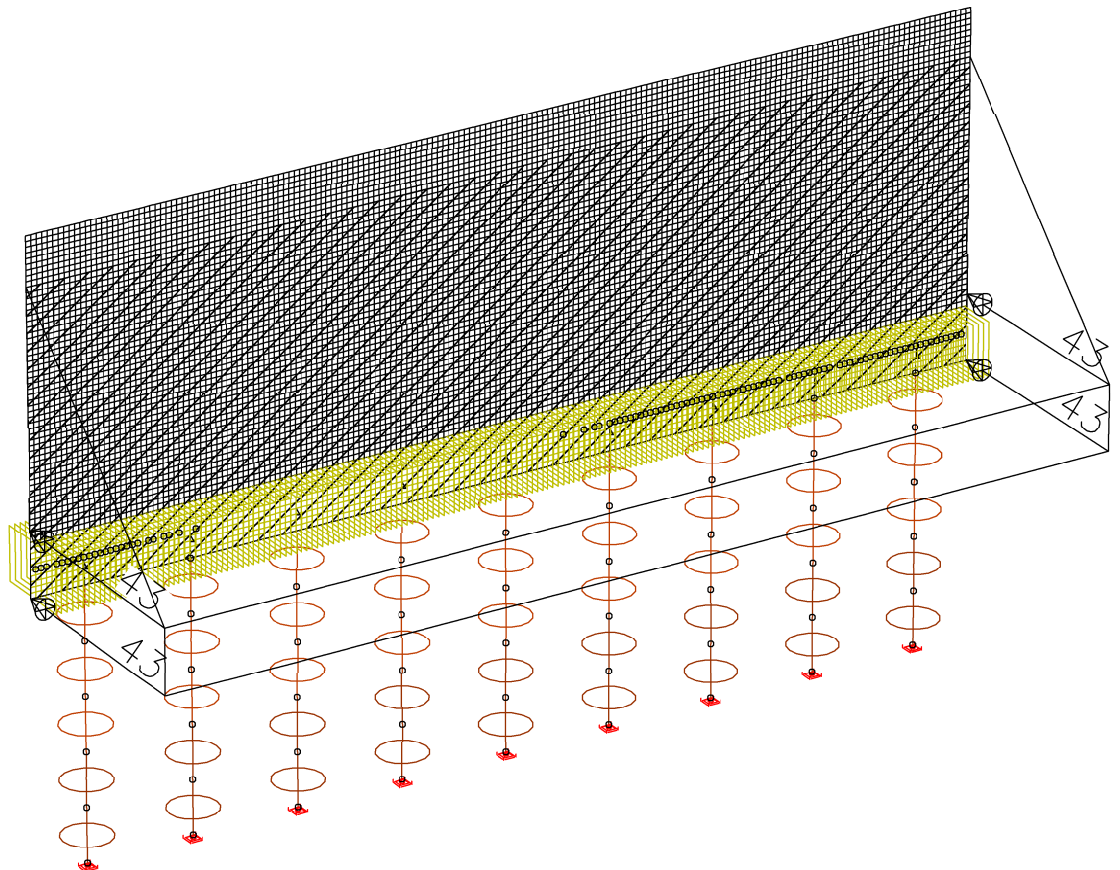
LF 11: Belastung, Erdruehdruck + Wasserdruck Stauziel

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



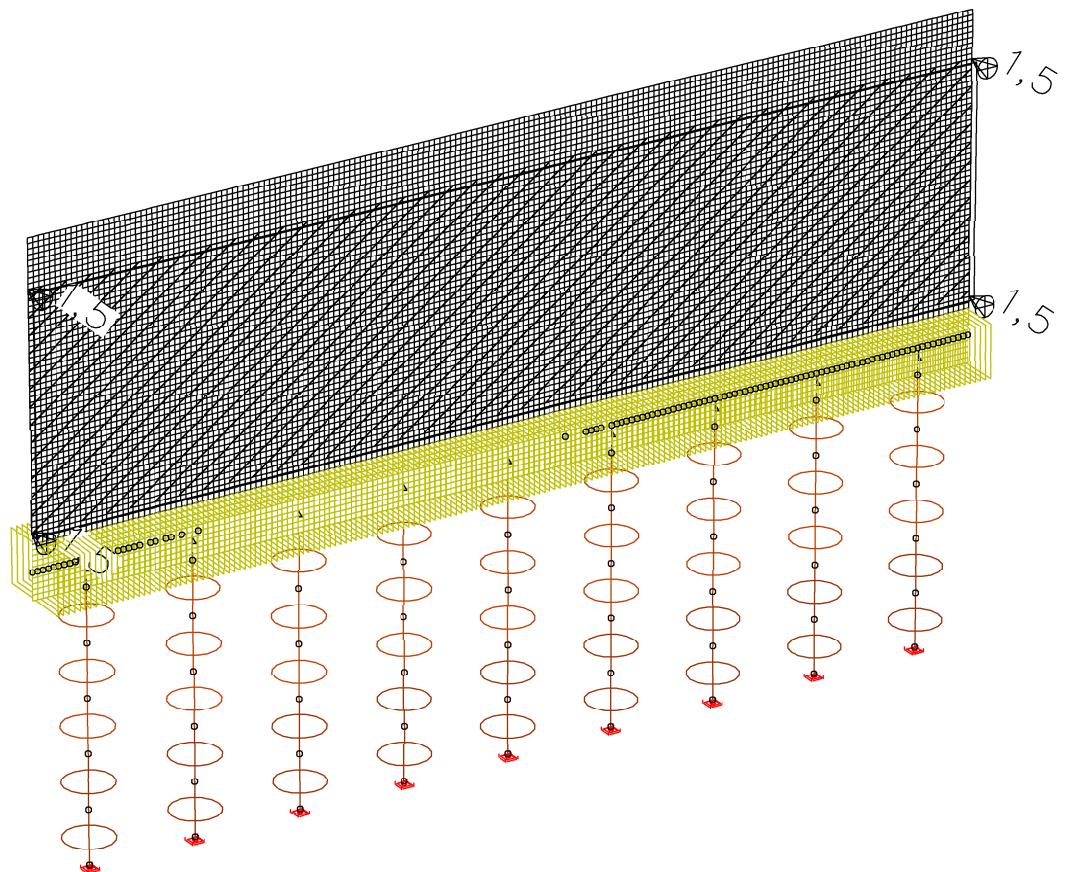
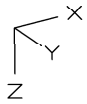
LF 12: Belastung, Wasserdruck HQ 100+15%

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

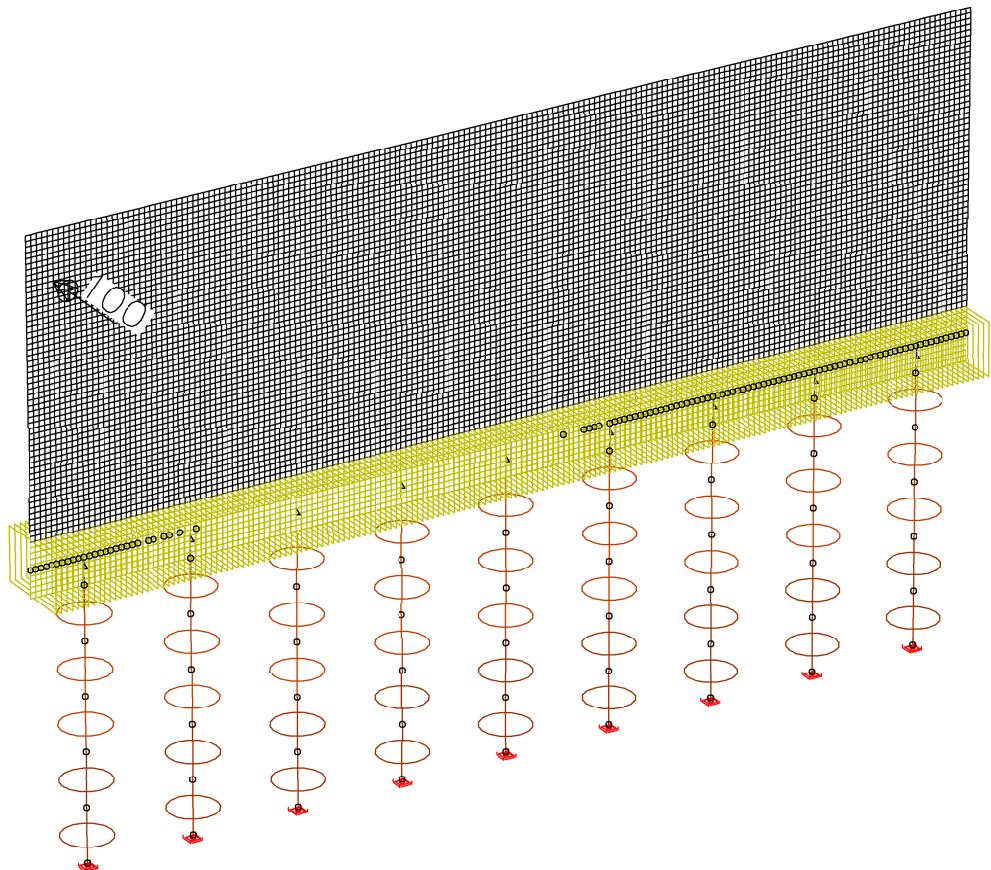
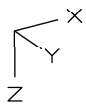
M = 1:125

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

# Belastung



# Belastung



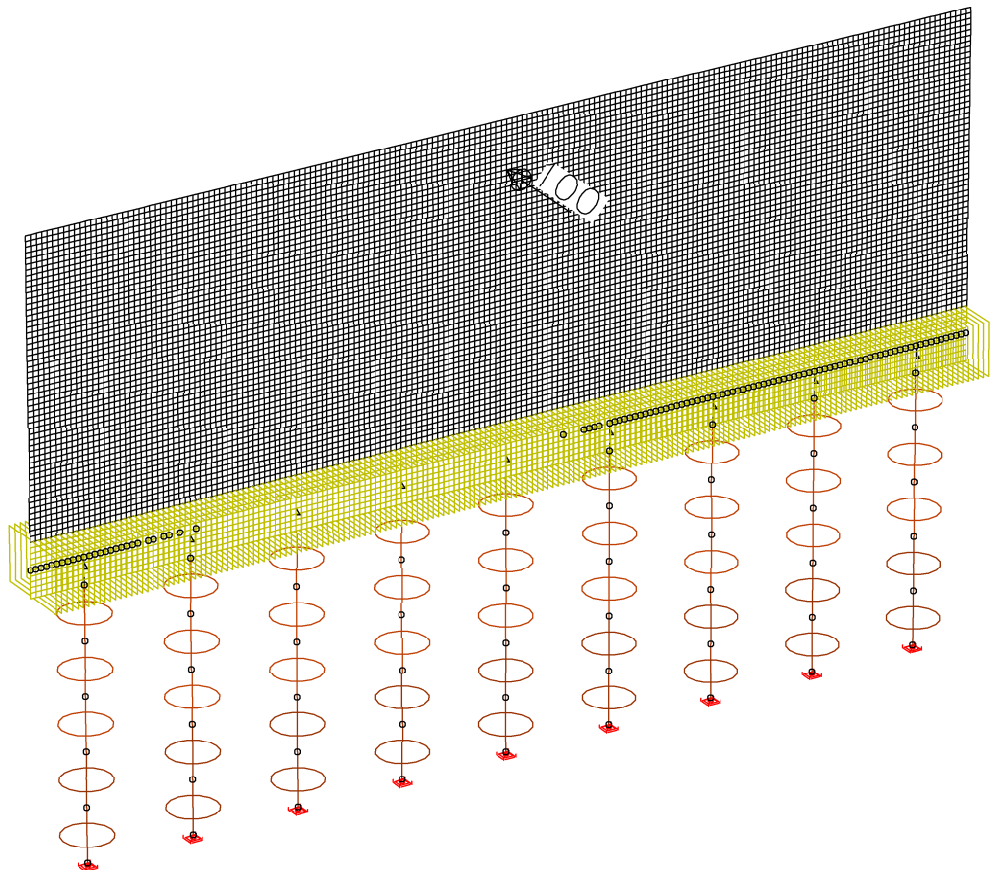
LF 14: Belastung, Anprall Treibgut 1

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



LF 15: Belastung, Anprall Treibgut 2

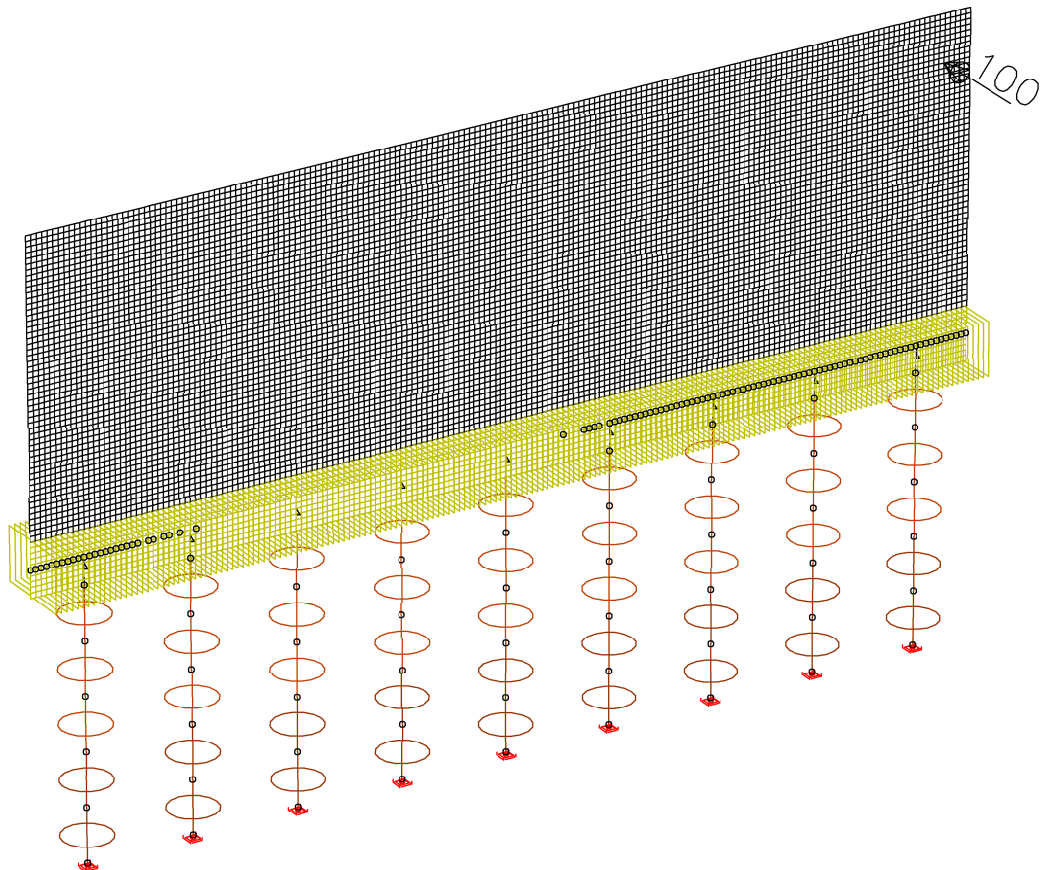
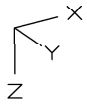
A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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



# Belastung



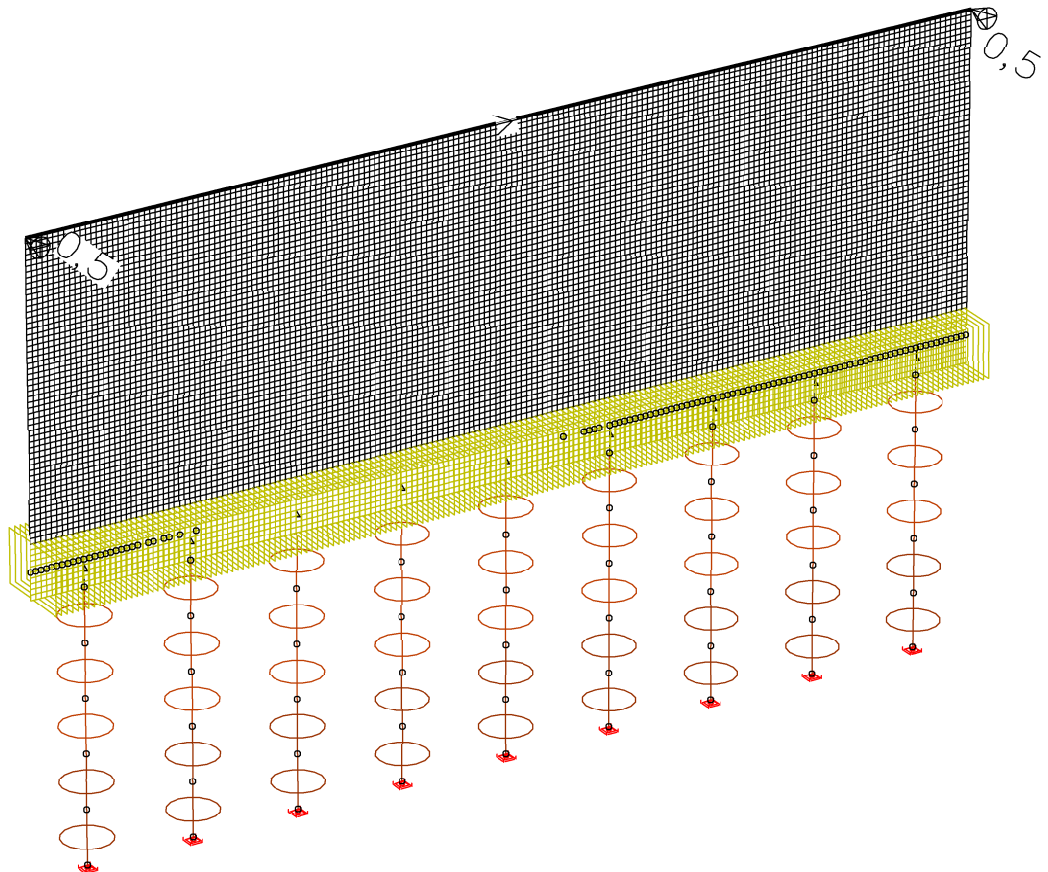
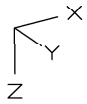
LF 16: Belastung, Anprall Treibgut 3

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

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

# Belastung



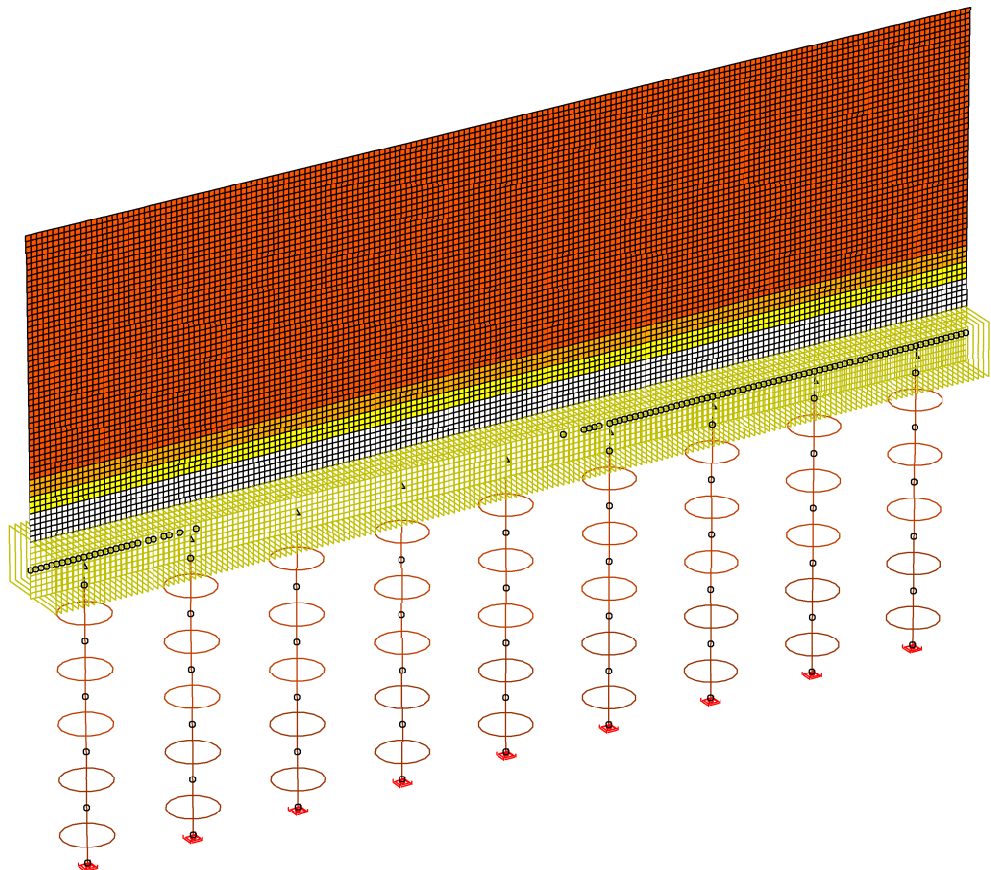
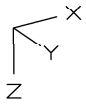
LF 17: Belastung, Personenlast, wasserseitig

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

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

# Belastung



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

LF 21: Belastung, dT,M Stauziel Sommer

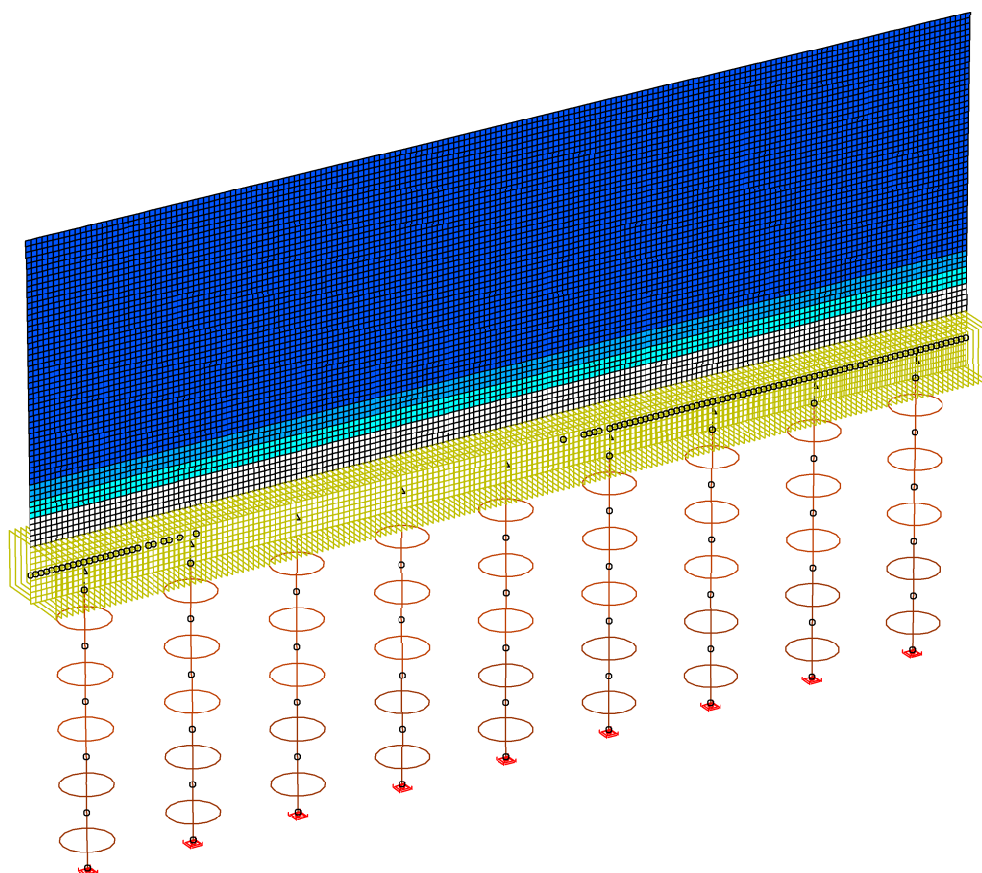
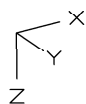
A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

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



# Belastung



LF 22: Belastung, dT,M Stauziel Winter

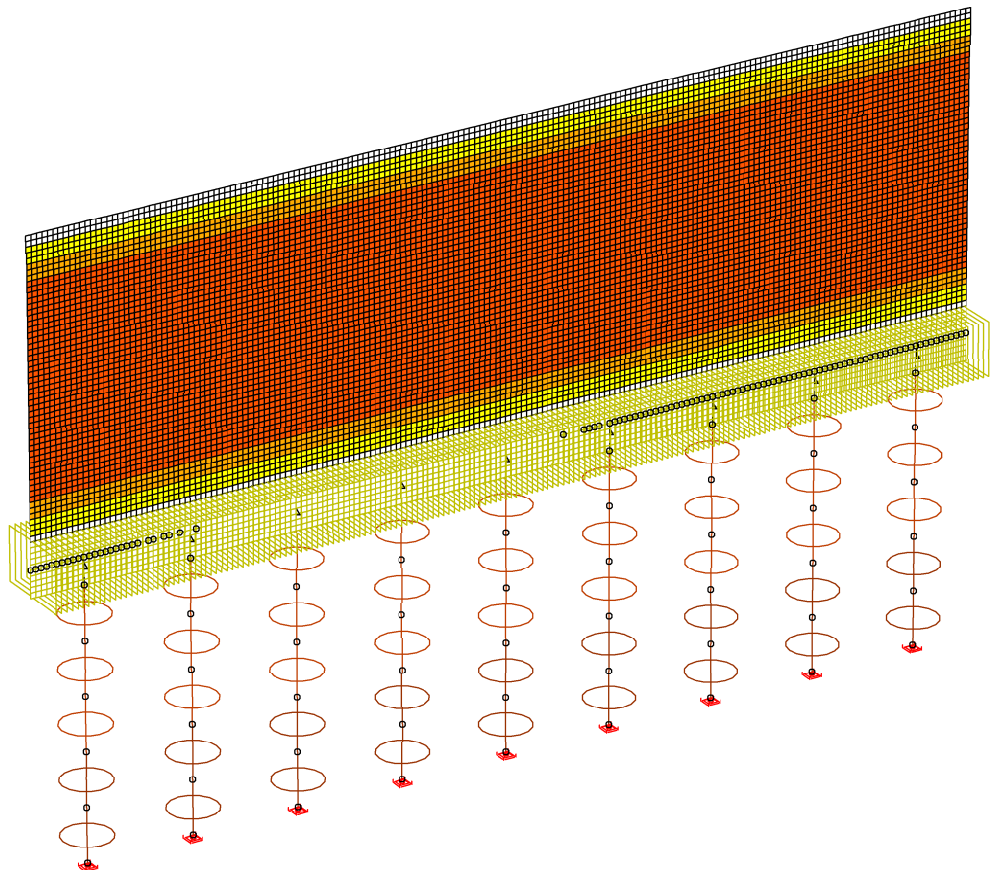
tm [K]  
-3,7  
-7,4  
-11,1

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



tu-to [K]  
-22,2  
-14,8  
-7,4

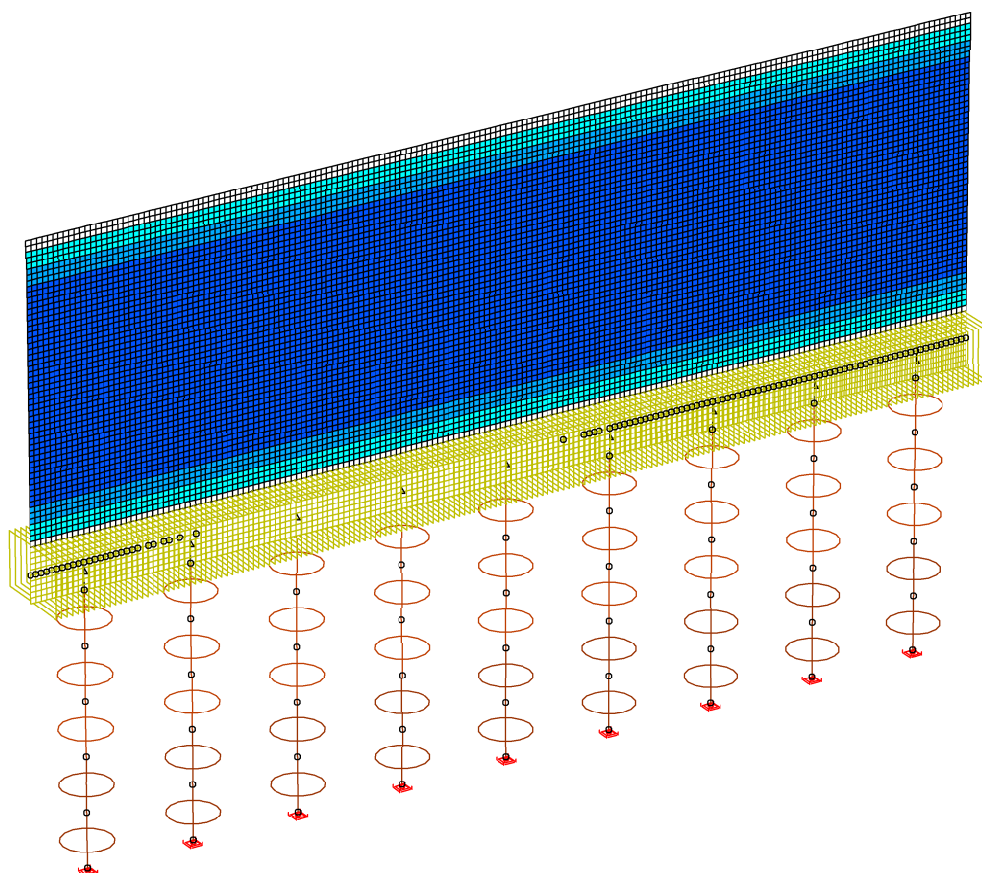
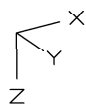
LF 23: Belastung, dT,G Stauziel Sommer

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1:125

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

# Belastung



LF 24: Belastung, dT,G Stauziel Winter

tu-to [K]

7,4

14,8

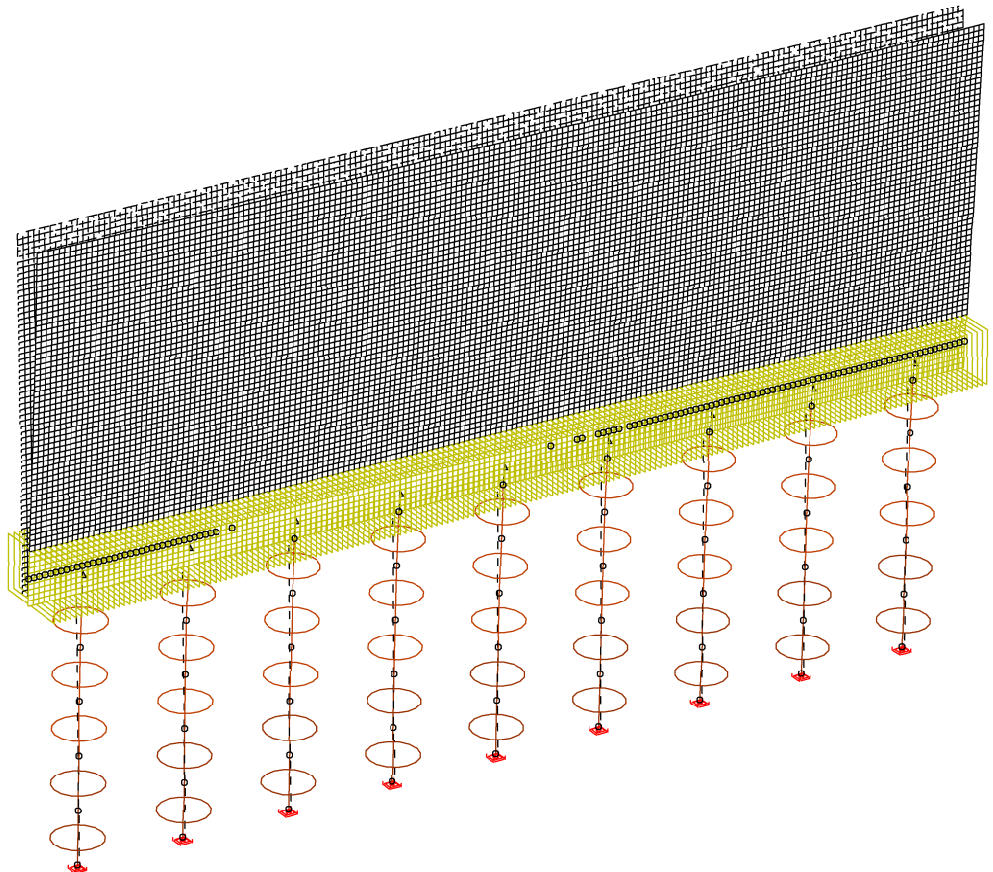
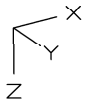
22,2

A 3.2\_HWS-Mauer\_Angerspitz\_aufgelöst

M = 1: 125

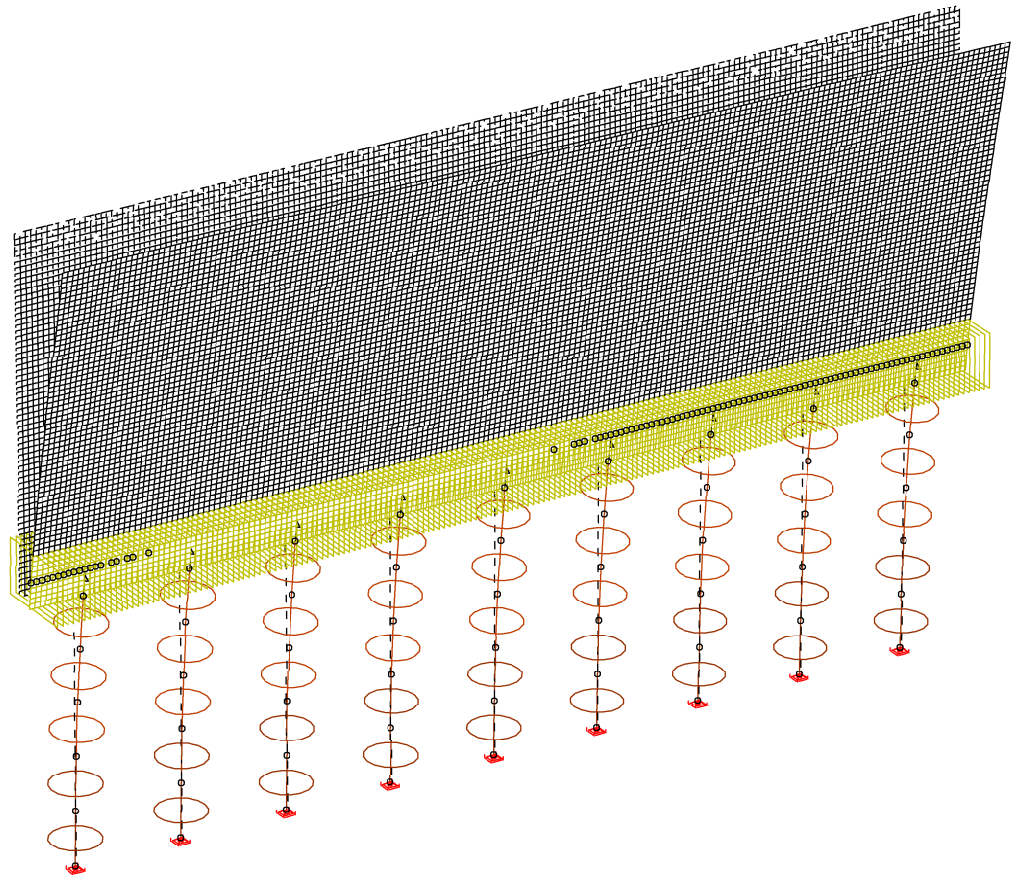
Regierungsbaumeister Schlegel GmbH &amp; Co. KG, Guntherstr. 29, 80639 München

# 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): 0,00/35,79 [mm]

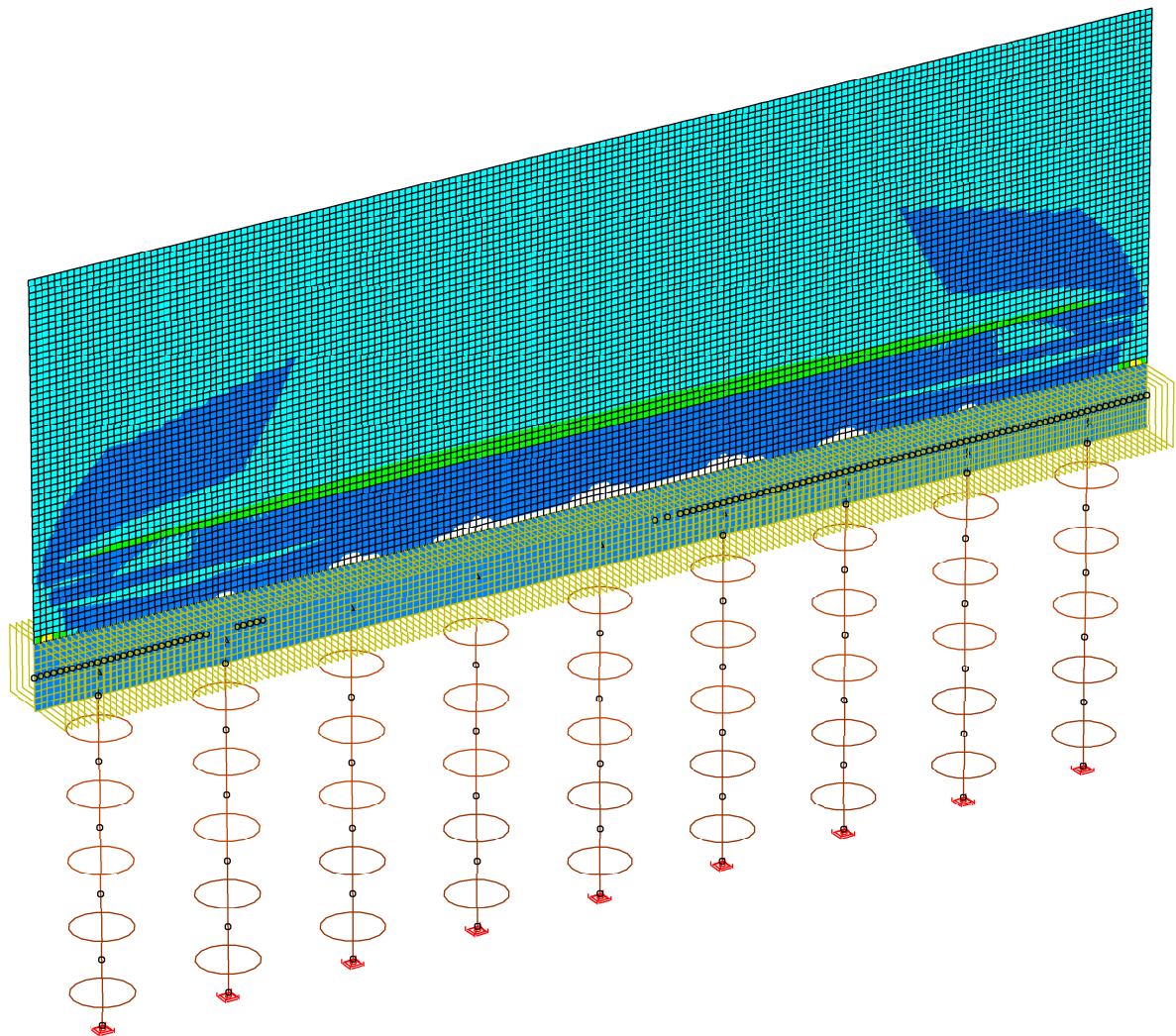
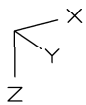
# Verformung



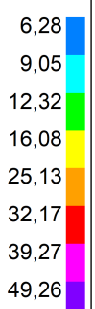
LFK DIN1992.C.1: 1. Seltene (charakteristische) Situation, DIN EN 1992-1-1  
Deformationen u (max uy) [mm], Faktor = 20,0  
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/76,50 [mm]



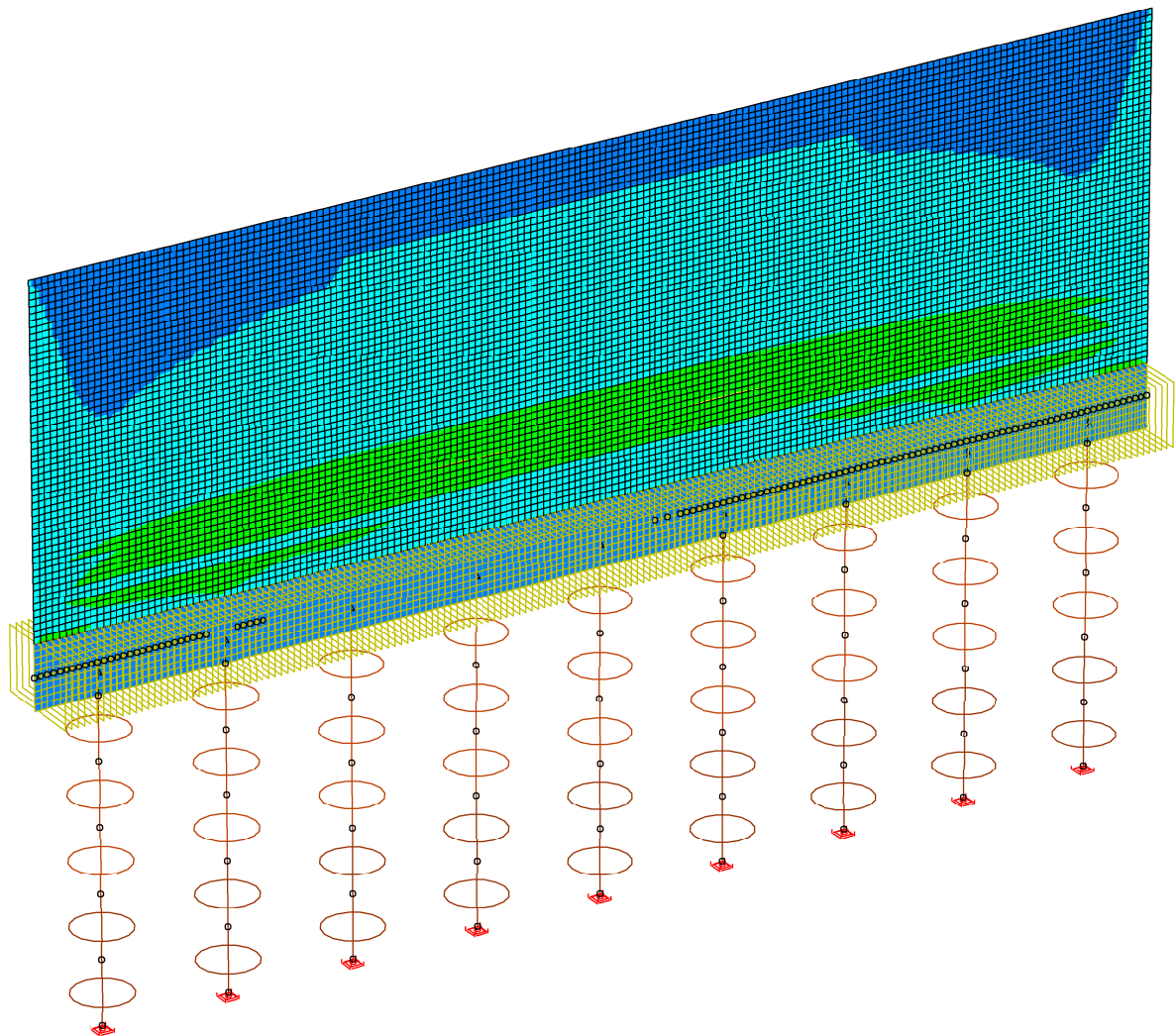
# Bewehrung



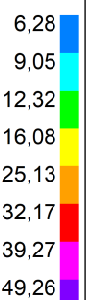
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asx 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 3,40/19,33 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



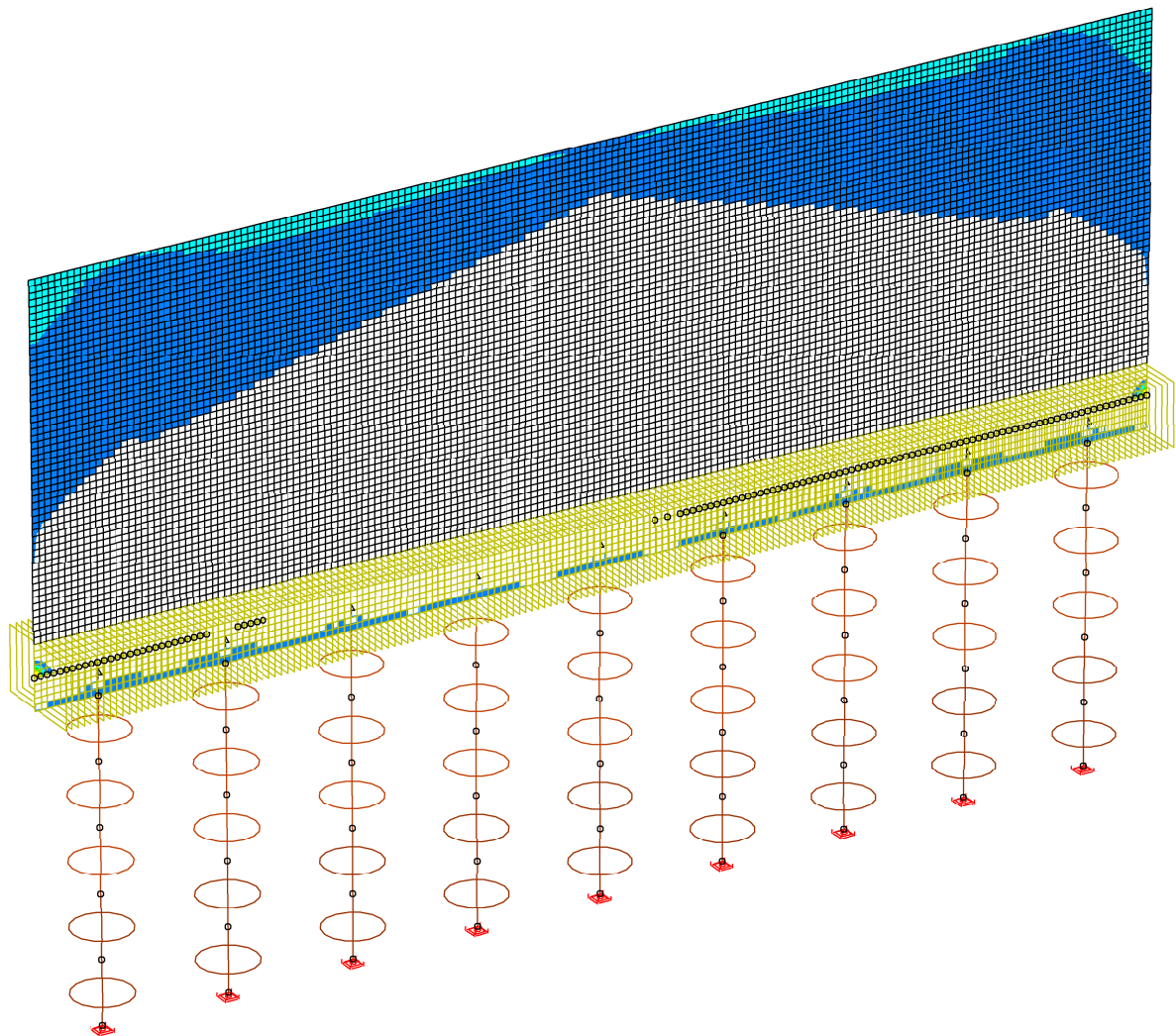
# Bewehrung



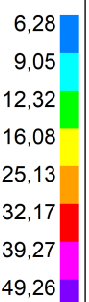
LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asx 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 6,73/16,24 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



# Bewehrung

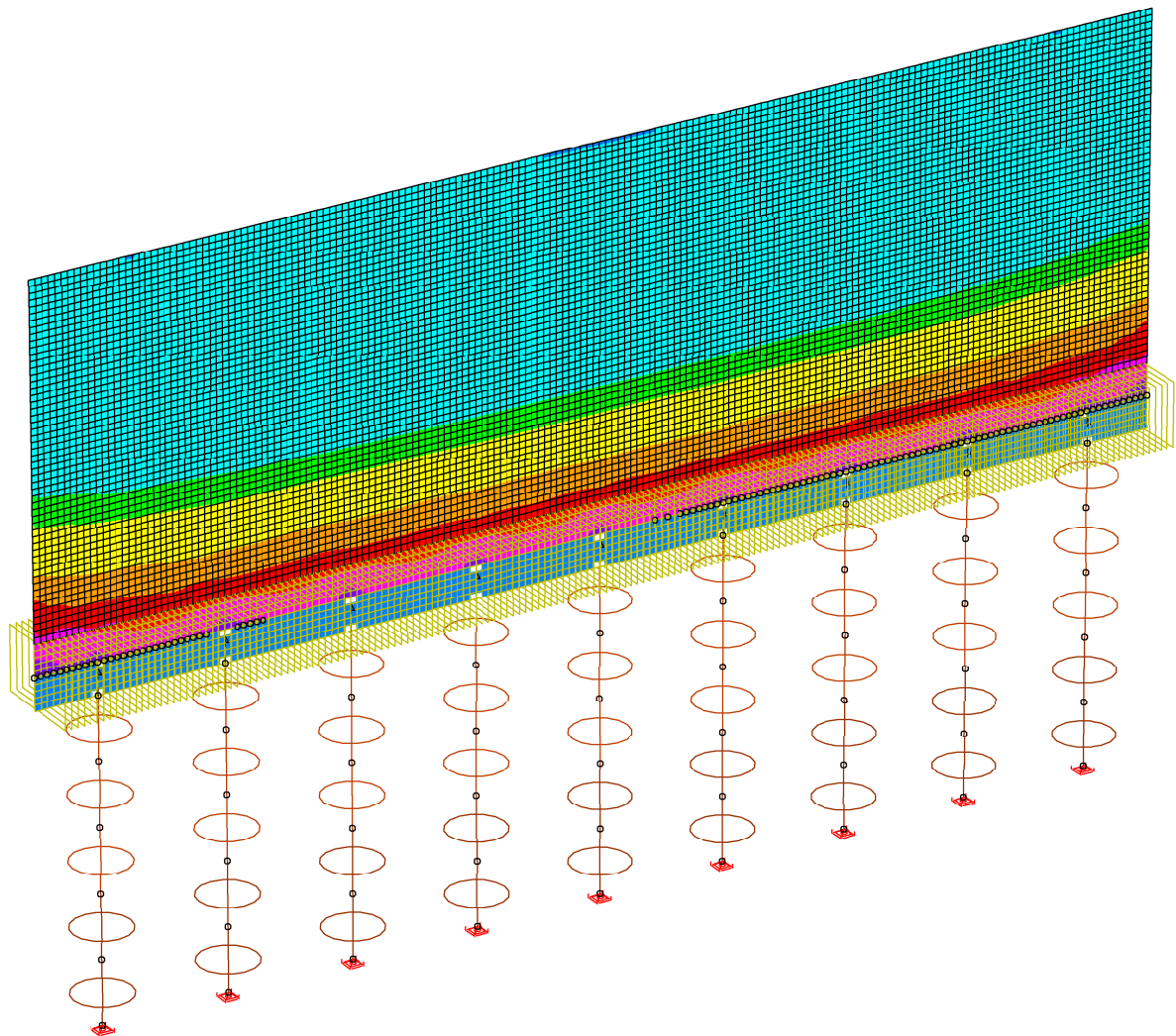
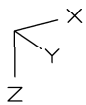


LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asy 1. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/31,64 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t

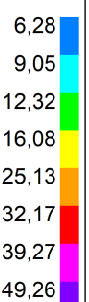




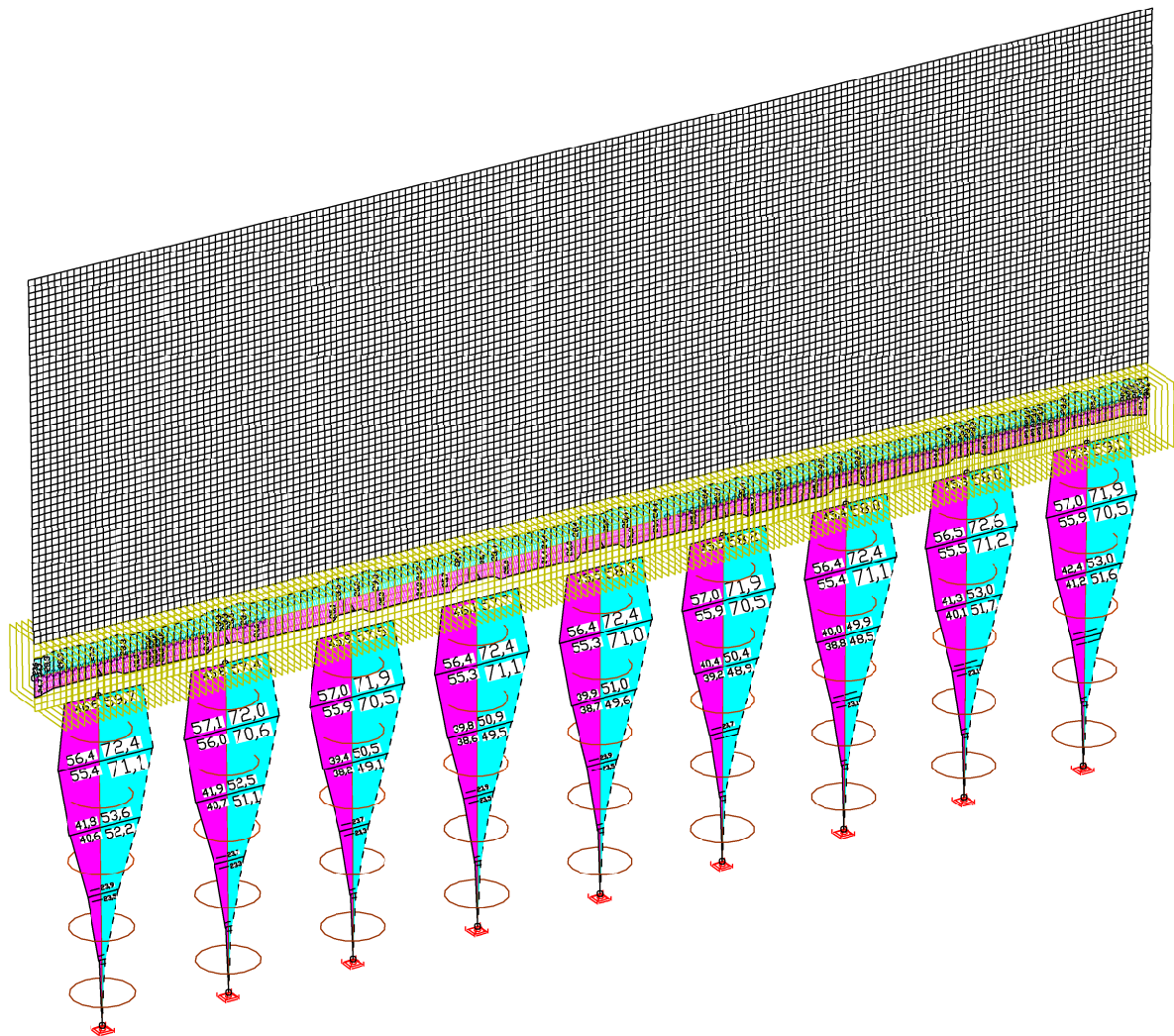
# Bewehrung



LFK DIN1992.MAX: Maximum DIN EN 1992-1-1  
 Biegebewehrung asy 2. Lage [cm<sup>2</sup>/m]  
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/75,37 [cm<sup>2</sup>/m]  
 Berechnung in den Elementknoten, Gesamtgew. aus Bemessung: 3,6 t



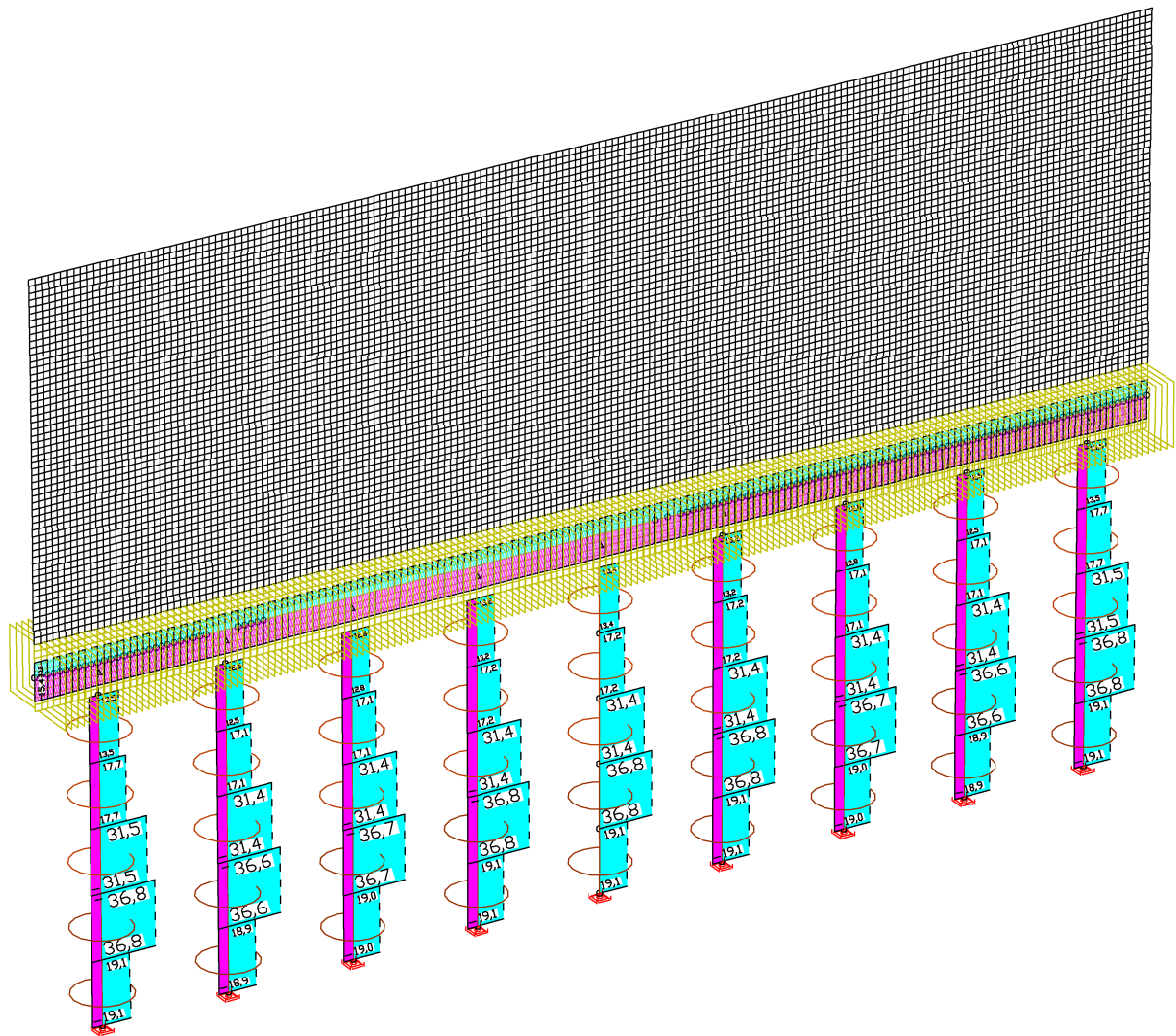
# Bewehrung



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

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

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/72,56 [cm²], Gesamtgew. aus Bemessung: 2,9 t



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

#### **10.4     Anlage 4: Bestimmung der erforderlichen Bewehrung der Bohrpfähle**

4.1     Überschnittene Bohrpfahlwand

4.2     Aufgelöste Bohrpfahlwand

## 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	Durchm.	Gewicht
Volumen pro m:	0,636 m <sup>2</sup>	8	0,395
Umfang in Bew.achse:	2,32 m	10	0,617
Längseisen Durchmesser:	20 mm	12	0,888
Längseisen Anzahl:	15 -	14	1,208
Wendel Durchmesser:	14 mm	16	1,578
Wendel Ganghöhe:	10 cm	12D = 17	1,782
Längseisen Gewicht pro m:	2,466 kg	20	2,466
Wendel Gewicht pro m:	1,208 kg	16D = 23	3,261
Stahlgewicht pro m (+5%):	68,3 kg/m	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:	683	752	786	820	923	991
Gewicht Flachstahl 1:	50	55	57,5	60	67,5	72,5
Gewicht Flachstahl 2:	5	5	5	5	5	5
Gesamtsumme:	738	812	848	885	995	1068

Volumen Bpf:	6,36	7,00	7,32	7,63	8,59	9,22
Bew.gehalt (ohne Flachst.) [kg/m <sup>3</sup> ]:	107	107	107	107	107	107
Bew.gehalt (mit Flachst.) [kg/m <sup>3</sup> ]:	116	116	116	116	116	116

## 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 <sup>2</sup>	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:	14 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:	1,208 kg	20	2,466
Stahlgewicht pro m (+5%):	94,2 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:	942	1037	1084	1131	1272	1366
Gewicht Flachstahl 1:	50	55	57,5	60	67,5	72,5
Gewicht Flachstahl 2:	5	5	5	5	5	5
Gesamtsumme:	997	1097	1146	1196	1345	1444

Volumen Bpf:	6,36	7,00	7,32	7,63	8,59	9,22
Bew.gehalt (ohne Flachst.) [kg/m <sup>3</sup> ]:	148	148	148	148	148	148
Bew.gehalt (mit Flachst.) [kg/m <sup>3</sup> ]:	157	157	157	157	157	157