Abwasserverband Saale

Uferstraße 55
95028 Hof

Kläranlage Hof
Erneuerung und Instandsetzung
BW 14, 15 und Neubau Kanalgutannahmestation

P 3727005
Statische Berechnungen

ET

Verfasser:
Dr. Born - Dr. Ermel GmbH
- Ingenieure -
Schachtstraße 1
01705 Freital
Telefon: 0351 649 87-0
Telefax: 0351 649 87-99
E-Mail: ipu@born-ermel.de
Internet: www.born-ermel.de

Aufgestellt: Dr. Born – Dr. Ermel GmbH

Freital, den 03.11.2022



i.A. Dipl.-Ing. Tino Eger

Inhaltsverzeichnis Seite

1 Allgemeines 4

2 Baubeschreibung 6

3 Baustoffe 10

4 Lastannahmen 11

4.1 Eigenlasten 11
4.2 Veränderliche Lasten 12
4.3 Kranlasten 13

5 Decken 28

5.1 Pos. D01 Dachdecke 28
5.2 Pos. D02 Zwischendecke 37
5.3 Pos. D03 Decke EMSR 73
5.4 Pos. D04 Decke Annahmeschacht 80
5.5 Pos. D05 Deckenplatte Kanal 87

6 Unterzüge 89

6.1 Pos. UZ01 Unterzug Dachdecke 89
6.2 Pos. UZ02 Unterzug Zwischendecke 98
6.3 Pos. UZ03 Unterzug Zwischendecke 109
6.4 Pos. UZ04 Unterzug Zwischendecke 120

7 Mauerwerk 130

7.1 Pos. MW01 Außenmauerwerk 130
7.2 Pos. MW02 Außenmauerwerk unter Unterzug 138
7.3 Pos. IW01 Innenmauerwerk 146

8 Stahlbetonwände Gebäude 150

8.1 Erddruckbemessung 150
8.2 Pos. W01 Kelleraußenwand 160
8.3 Pos. W02 Kelleraußenwand 171
8.4 Pos. W03 Wände Kanalgutannahme 183
8.5 Pos. W04 Wände Kanalgutannahme 198

9 Stahlbetonwände Becken 201

9.1 Pos. BW01 Beckenwand 201
9.2 Pos. BW02 Wände Gerinne 224
9.3 Pos. BW03 Beckenwand 243

10 Tauchwand 257

10.1 Pos. B01 Balken Tauchwand 257
10.2 Pos. S01 Stütze Tauchwand 269

11 Bodenplatten 277

11.1 Pos. BP01 Bodenplatte Gebäude 277
11.2 Pos. BP02 Bodenplatte Kanalgutannahme 306
11.3 Pos. BP03 Bodenplatte Becken 337

12 Auftriebssicherheit 354

12.1 Nachweis Auftriebssicherheit Gebäude 354
12.2 Nachweis Auftriebssicherheit Kanalgutannahme 355
12.3 Nachweis Auftriebssicherheit Becken 356

1 Allgemeines

Zugrunde liegende Unterlagen:

- Entwurfsbericht zur Erneuerung und Instandsetzung BW14, 15 und Neubau Kanalgutannahmestation auf der Kläaranlage Hof,
  Dr. Born - Dr. Ermel vom 24.06.2022

- Baugrunduntersuchung 22/02/196 PL von M&S Umweltprojekt GmbH
  vom 14.04.2022, Plauen

- Entwurfspläne, Dr. Born - Dr. Ermel
  - 3727001-03-L-020 – Lageplan Neubau vom 24.05.2022
  - 3727005-03-M-004 – Sandfang und Gebäude Sandwäsche - Grundrisse Ebene +4.50 m, +7.35 m und Schnitte A-A, B-B, C-C vom 13.06.2022
  - 3727005-03-M-005 – Sandfang und Gebäude Sandwäsche - Grundrisse Ebene +11.10 m, +11.95 m, Schnitte D-D, E-E, F-F u. 3D-Ansichten vom 13.06.2022

Verwendete Normen:

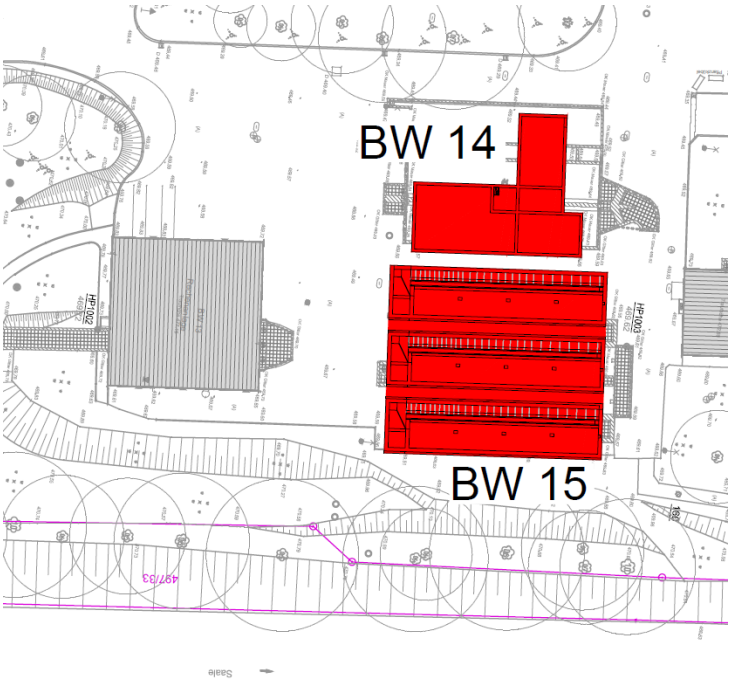
- DIN EN 1990: 2010-12 + NA: 2010-12
  Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991-1-1: 2010-12 + NA: 2010-12
  Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- DIN EN 1991-1-2: 2010-12 + NA: 2015-09
  Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1991-1-3: 2010-12 + NA: 2019-04
  Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten
- DIN EN 1991-1-4: 2010-12 + NA: 2010-12
  Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
- DIN EN 1992-1-1: 2011-01 + NA: 2015-03
  Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
  DIN EN 1992-1-2: 2010-12 + NA: 2010-12
- Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
  DIN EN 1993-1-1: 2010-12 + NA: 2018-12
  Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- DIN EN 1996-1-1: 2013-02 + NA: 2019-12
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrter und unbewehrtes Mauerwerk
- DIN EN 1996-2: 2010-12 + NA: 2012-01
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk
- DIN EN 1996-3: 2010-12 + NA: 2019-12
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Bemessungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- DIN EN 1997-1: 2014-03 + NA: 2010-12
  Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- DIN 1052-10: 2012-05
  Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- DIN 1055-2: 2010-11
  Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Bodenkenngrößen

Verwendete Programme:

- Programme von Friedrich+Lochner, Frilo Software GmbH, FCC Version 4.2022.2.2

2 Baubeschreibung

Der Abwasserverband Saale Verband betreibt am Standort Hof, Uferstraße 55, eine Kläranlage zur Behandlung des im Verbandsgebiet anfallenden Schmutzwassers. Die Kläranlage Hof wurde 1964 in Betrieb genommen. Die bestehenden Sandfänge BW14 und BW15 sowie die Voreindicker weisen ein dem Alter entsprechenden Anlagenverschleiß und verfahrenstechnische Unzulänglichkeiten auf. Daher wird ein neues Gebäude für die Sandwäsche sowie drei baugleiche, miteinander verbundene Sandfangbecken errichtet.



Hof liegt im gemäß DIN EN 1998-1 in Erdbebenzone 0. Eine entsprechende Berücksichtigung von Einwirkungen infolge Erdbeben muss bei der Bemessung daher nicht erfolgen.

Die neu zu errichtenden Bauwerke werden ca. 5,0 m tief im Baugrund gegründet. Auf dem Baufeld befinden sich zur Zeit die alten Becken für den Sandfang. Um den Betrieb der Kläranlage aufrecht erhalten zu können, muss der Neubau in zwei Schritten erfolgen. Zuerst werden die drei neuen Sandfangbecken von je 30 m Länge, 5,45 m Breite und 5,70 m Tiefe errichtet, nachdem die alten an derselben Stelle abgebrochen worden. Nach Fertigstellung und Inbetriebnhame der neuen Becken, werden die restlichen alten Becken abgebrochen und an dieser Stelle kann das neue Gebäude für die Sandwäsche hergestellt werden.

Die Beckenwände sowie die Bodenplatte werden komplett aus Stahlbeton mit hohem Wassereindringwiderstand hergestellt. Durch beidseitige Ortbetonvouten innerhalb der Becken werden die kammern v-förmig ausgebildet. Die Kammer wird durch eine Tauchwand längs geteilt. Diese besteht aus einem auf drei kleineren Stützen gelagerten Balken. Die verbindenen Gerinne werden auf einer durchgehenden Bodenplatte gegründet. Die verschiedenen notwendigen Höhenlagen werden hier ebenfalls unter Verwendung von Füllbeton geschaffen. Alle drei Sandfangkammern sind durch einen Zulaufverteiler und ein ablaufseitiges Sammelgerinne miteinander verbunden. Zulauf und Ablauf erfolgen durch Wandöffnungen. Die Seitenwände enden auf 1,10 m über GOK, wodurch keine zusätzliche Absturzsicherung erforderlich ist. Die Wandkronen dienen als Auflager für die Fahrschienen der Räumerbrücken.

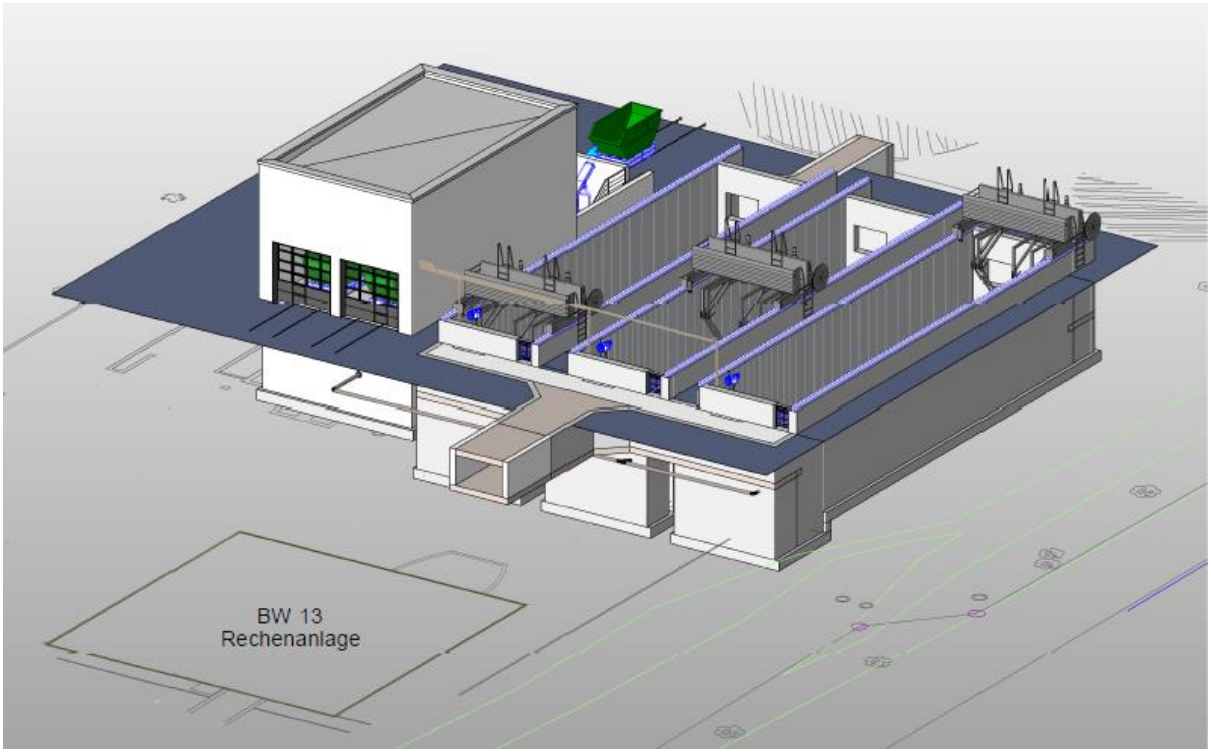
Das Gebäude für die Sandwäsche wird als zweigeschossiges Bauwerk mit Kellergeschoss und Erdgeschoss in Massivbauweise mit Flachdach bzw. flach geneigtem Dach errichtet. Es hat eine rechteckige Grundfläche mit den Außenmaßen L x B x H = 13,35 m x 8,00 m x 7,15 m zzgl. 5,10 m Keller. Hinzu kommt das zum Gebäude gehörende offene Schachtbauwerk für die Kanalgutannahmestation mit Gefälleestrich in Richtung eines Pumpensumpfes

Das Kellergeschoss des Gebäudes für die Sandwäsche wird ebenfalls aus Stahlbeton hergestellt. Die Abmessungen betragen ca. 13 m x 8 m. In der Deckenplatte über dem KG befindet sich eine Montageöffnung, über die Pumpen und sonstige technische Ausrüstung mit dem Kran abgelassen bzw. gehoben werden können sowie Aussparungen zur Durchführung von Rohrleitungen. Weiterhin sind Ankerplatten zur Befestigung einer Krananlage vorgesehen. Das Kellergeschoss ist über eine Treppenanlage zugänglich.

Das Erdgeschoss besteht aus Mauerwerk und wird mit einer Deckenplatte aus Stahlbeton abgedeckt. Die Deckenplatte wird als Gründach ausgebildet und bekommt entsprechend des architektonischen Konzeptes der Kläranlage eine umlaufende Attika. Außerdem werden Ankerplatten einbetoniert, um daran eine Krananlage mit ca. 15 kN Nutzlast montieren zu können. Der Aufstieg auf das Dach erfolgt über eine Leiter.

Im Fußboden des EG werden oberflächenbündige Fahrschienen für einen Containertransportwagen eingebaut. Der im EG eingeordnete Raum für die elektrische Schalt- und Steueranlage ist durch eine separate Tür nur von außen zugänglich. Die Außenwände sowie die Wände des Schaltraumes für die Niederspannungsverteilung werden mit Kalksandstein-Ziegeln gemauert.

Die Außenwände des Gebäudes erhalten eine 13 cm dicke Wärmedämmung aus Mineralwolle mit vorgehangener Trapezblechverkleidung. Der Dachaufbau wird mit einer 10 cm starken Wärmedämmung und Gründach realisiert. Die Kombination mit Photovoltaikelementen zur Eigenstromerzeugung ist möglich.



Das Gebäude ist durch das Kellergeschoss frostfrei gegründet. Ausgehend vom vorliegenden Baugrundgutachten ist der Baugrund in der vorgesehenen Sohltiefe ausreichend tragfähig, um die für die Flächengründung des Bauwerkes erforderliche Flächenpressung von ca. 75 kN/m² ohne ungleichmäßige Setzungen aufnehmen zu können. Die Baugrube wird bis in ca. 5,20 m Tiefe ausgehoben und flächig nachverdichtet. Sofern auf der Baugrubensohle bindiges, nicht verdichtungsfähiges Material angetroffen wird, wird dieses ausgebaut und durch lagenweise eingebautes und verdichtetes Mineralgemisch ersetzt. Die fachgerechte Verdichtung auf einen Ev2-Wert von mindestens 80 MN/m² ist durch Lastplattenversuche nachzuweisen. Anschließend wird eine 10 cm dicke unbewehrte Sauberkeitsschicht aus Beton C12/15 aufgebaut.

Bis auf zwei Fertigteilkanalstücke zum Anschluss an den Bestand wird die gesamte Konstruktuion in Ortbetonbauweise hergessteltl. Die Fertigteile kommen zwecks der Verrinergung der Bauzeit während des Umschlusses von Bauphase 1 zu Phase 2 zum Einsatz. Gleichzeitig entsteht am Übergang Ortbeton-Fertigteil eine planmäßige Dehnungsfuge, welche mit angedübelten Fugenbändern abgedichtet wird.

In der vorliegenden Statik wurden keine Bau- und Hilfszustände der jeweiligen Fertigteilbauteile berücksichtigt. Diese sind vom ausführenden Unternehmen selbstständig entsprechend der gewählten Bauweise zu berücksichtigen.

Für größere Ortbetonbauteile wird weiterhin der zentrische Zwang infolge Hydratation für die Bemessung berücksichtigt. Die Rissbeschränkung wird somit über die eingelegte Bewehrung sichergestellt.

3 Baustoffe

Folgende Werkstoffe werden eingesetzt:

- Baustahl S235
- Betonstahl B500 A/B

Gebäude (BW 14)

- Dachdecke: Beton C35/45, XC3, XF1 W0, c_{nom} = 3,5 cm
- Decke über KG: Beton C35/45, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Decke EMSR-Raum: Beton C35/45, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Außenwände EG: Mauerwerk KS-20-2,0-MG IIa
- Außenwände KG: Beton C35/45 XC3, XF1, XA1 WF WU; c_{nom} = 3,5 cm; w = 0,2 mm
- Wände EMSR-Raum: Mauerwerk KS-12-1,8-MG IIa
- Bodenplatte: Beton C35/45 XC3, XF1, XA1 WF WU; c_{nom} = 3,5 cm; w = 0,2 mm
- Maschinenfundamente: Beton C30/37, XC3, WF, c_{nom} = 3,5 cm

Schachtbauwerk (BW 14)

- Wände: Beton C35/45 XC4, XD1, XF2, XA1 WF; c_{nom} = 5,5 cm
- Zwischendecke: Beton C35/45 XC4, XD1, XF2, XA1 WF; c_{nom} = 5,5 cm
- Füllbeton: Beton C35/45 X0, XF2, WA
- Bodenplatte: Beton C35/45 XC4, XD1, XF2, XA1 WF; c_{nom} = 5,5 cm;

Sandfangbecken (BW 15)

- Außenwand: Beton C35/45 XC4, XD3, XF3, XA2 WA, WU; c_{nom} = 5,5 cm; w = 0,2 mm
- Tauchwand: Beton C35/45 XC4, XD3, XF3, XA2 WA; c_{nom} = 5,5 cm
- Füllbeton: Beton C35/45 X0, XF4, XA2 WA
- Bodenplatte: Beton C35/45 XC4, XD3, XF3, XA2 WA, WU; c_{nom} = 5,5 cm; w = 0,2 mm

4 Lastannahmen

Die Ermittlung der Lastannahmen erfolgt nach DIN 1991-1-1. Folgende Annahmen wurden getroffen:

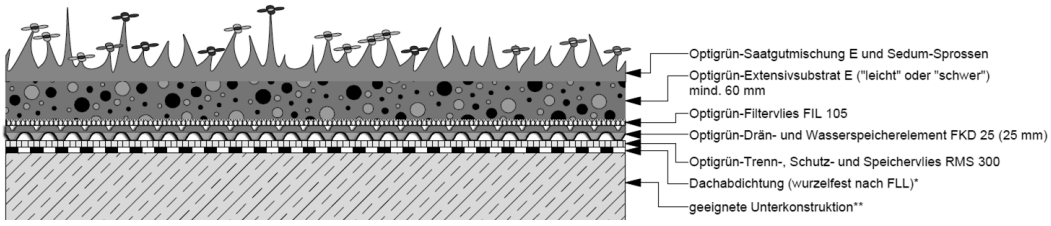
4.1 Eigenlasten

Eigengewicht

- Stahlbeton: $g_{1,k} = 25$ kN/m³
- Unbewehrter Beton: $g_{1,k} = 24$ kN/m³
- Stahlbauteile: $g_{1,k} = 78{,}5$ kN/m³
- Außenmauerwerk: $g_{1,k} = 20$ kN/m³
- Innenmauerwerk: $g_{1,k} = 18$ kN/m³

Ausbaulasten:

- Gefälleestrich: $g_{2,k} = 24$ kN/m³ * 0,15m = 3,6 kN/m²
  (10 cm – 20 cm)
- Fassade: $g_{2,k} = 0{,}4$ kN/m²
- Dämmplatten: $g_{2,k} = 0{,}1$ kN/m²
- Gründach: $g_{2,k} = 2{,}0$ kN/m² (z.B. „Optigrün-Spardach“ o. glw.)



- PV-Anlage: $g_{2,k} = 0{,}5$ kN/m²

4.2 Veränderliche Lasten

Verkehrslasten:
Nutzlast auf nicht begehbaren Dächern, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen und Reparaturen:
Q_k = 1,0 kN (Kategorie H)

Nutzlast im Erd- und Kellergeschoss:
q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie E1.1)

Nutzlast im Treppenhaus:
q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie T2)

Sandwäscher:
Q_k = 110 kN (je Sandwäscher, gefüllt)

Container:
Q_k = 100 kN (je Container, gefüllt)

Schnee- und Windlasten:
Die Ermittlung der Schnee- und Windlasten erfolgt mit Hilfe des Programms Frilo (s. nachfolgende Seiten).

angesetzte Werte: Windzone 1
Geländekategorie II
Schneelastzone 3, 465 m DHHN2016

Zusätzlich zur trapezförmigen Schneelastanordnung aufgrund der Attikahöhe von 110 cm wird eine Schneelast auf aufgeständerten PV-Anlagen nach DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04 berücksichtigt.

$s_{k,max}$ = 2,20 kN/m²

4.3 Kranlasten

Die max. zul. Traglast wird mit Schwingbeiwerten (Tafel 8.81) verknüpft und zu Lastgruppen zusammengefasst (Tafel 8.80).

- Montagekran: Hubklasse HC1
- Maßgebende Lastgruppe: 1
- Teilsicherheitsbeiwert für Lasten aus Kranbetrieb: $\gamma_Q = 1{,}35$

  - Schwingbeiwerte:
    $\varphi_1 = 1{,}1$
    $\varphi_2 = 1{,}07$ (bei 5m/min Hubgeschwindigkeit)
    $\varphi_5 = 1{,}5$ (stetige Veränderung der Kräfte, Regelfall Brückenkran)

Kran an Dachdecke:

- Eigengewicht der Kranbrücke: $Q_{c,k} = 5$ kN
- Max. zul. Traglast 1,5t: $Q_{h,k} = 15$ kN

- Horizontallast aus Eigengewicht: $H_{c,k} = 1{,}5$ kN (30% der Vertikallast)
- Horizontallast aus Hublast: $H_{h,k} = 4{,}5$ kN (30% der Vertikallast)

Resultierende Bemessungslast:

$Q_d = 1{,}35 * (5 \text{ kN} / 2 * 1{,}1 + 15 \text{ kN} * 1{,}07) \approx 26$ kN

$H_d = 1{,}35 * 1{,}5 * (1{,}5 \text{ kN} / 2 + 4{,}5 \text{ kN}) \approx 11$ kN

Kran an Decke über KG:

- Eigengewicht der Kranbrücke: $Q_{c,k} = 2$ kN
- Max. zul. Traglast 0,5t: $Q_{h,k} = 5$ kN

- Horizontallast aus Eigengewicht: $H_{c,k} = 0{,}6$ kN (30% der Vertikallast)
- Horizontallast aus Hublast: $H_{h,k} = 1{,}5$ kN (30% der Vertikallast)

Resultierende Bemessungslast:

$Q_d = 1{,}35 * (2 \text{ kN} / 2 * 1{,}1 + 5 \text{ kN} * 1{,}07) \approx 9$ kN

$H_d = 1{,}35 * 1{,}5 * (0{,}6 \text{ kN} / 2 + 1{,}5 \text{ kN}) \approx 4$ kN

Tafel 8.80 Lastgruppen „Kranbetrieb“ nach EC 1-3, Tab. 2.2 und EC 3-6/NA, Tab. NA.1

Belastung	Bezeichnung		Lastgruppen für Einwirkungskombinationen im GZT, im GZG und im Grenzzustand der Ermüdung samt Schwingbeiwerten													
	Symbol nach EC 1-3	Siehe EC 1-3, Kap.…	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)							GZT, Prüflast	GZT, außergewöhnlich		Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit GZG [d]			Ermüdung
			1	2	3	4	5	6	7	8 [e]	9	10	11 [b]	12 [c]	13 [c]	14
Eigengewicht des Krans	Q_C	2.6	φ_1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	1	φ_1	1	1	1	1	1	$\varphi_{fat,1}$
Hublast	Q_h	2.6	φ_2	φ_3	—	φ_4	φ_4	φ_4	η [a]	—	1	1	1	1	1	$\varphi_{fat,2}$
Anfahren/ Bremsen der Kranbrücke	H_L H_T	2.7	φ_5	φ_5	φ_5	φ_5	—	—	—	φ_5	—	—	—	—	1	—
Schräglauf der Kranbrücke	H_S	2.7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Anfahren/ Bremsen der Laufkatze oder des Hubwerks	$H_{T,3}$	2.7	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Wind in Betrieb	F_W*	Anh. A.1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	1	1	—
Kranprüflast	Q_T	2.10	—	—	—	—	—	—	—	φ_6	—	—	—	—	—	—
Pufferkraft	H_B	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	φ_7	—	—	—	—	—
Kippkraft	H_{TA}	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—

Teilsicherheitsbeiwerte Einwirkungen γ_Q siehe Tafel 8.79a;

Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände GZT $\gamma_{M0} = 1{,}0$; $\gamma_{M1} = 1{,}1$; $\gamma_{M2} = 1{,}25$ siehe EC 3-6/NA;

Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände Ermüdung siehe Abschnitt 10.1, im Regelfall $\gamma_{Mf} = 1{,}15$.

[a] η ist der Anteil der Hublast, der nach Entfernen der Nutzlast verbleibt, jedoch nicht im Eigengewicht des Krans enthalten ist.

[b] Zur Bestimmung der vertikalen Durchbiegungen bzw. Verformungen.

[c] Zur Bestimmung der horizontalen Verformungen.

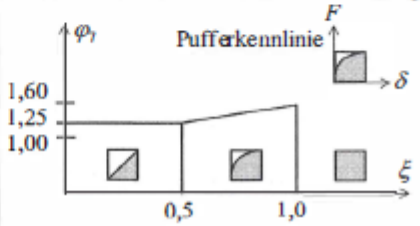
[d] EC 3-6/NA, Tab. NA.1

[e] Für Prüflasten gilt ein reduzierter Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{F,Test} = 1{,}10$, siehe Tafel 8.79a.

Tafel 8.81 Schwingbeiwerte für Lasten aus Kranbetrieb nach EC 1-3

φ_i	Berücksichtigter Einfluss	Anzuwenden auf	Definition der Schwingbeiwerte nach EC 1-3, Tab. 2.4, 2.6, 2.10 und Kap. 2.10
φ_1	Schwingungsanregung des Krantragwerks infolge Anheben der Hublast vom Boden	Eigengewicht des Krans	$0{,}9 < \varphi_1 < 1{,}1$ 1,1 und 0,9 decken die unteren und oberen Werte des Schwingungsimpulses ab. Regelfall Brückenkran: $\varphi_1 = 1{,}1$
φ_2	Dynamische Wirkungen beim Anheben der Hublast vom Boden	Hublast	$\varphi_2 = \varphi_{2,min} + \beta_2 \cdot v_h$; v_h konstante Hubgeschwindigkeit in [m/s]; $\varphi_{2,min}$ und β_2 sind von der Hubklasse des Krans abhängig.

Hubklasse	β_2	$\varphi_{2,min}$
HC 1	0,17	1,05
HC 2	0,34	1,10
HC 3	0,51	1,15
HC 4	0,68	1,20

φ_3	Dynamische Wirkungen durch plötzliches Loslassen der Nutzlast bei Verwendung von Greifern und Magneten	Hublast	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} \cdot (1 + \beta_3)$ Δm der abgesetzte oder losgelassene Teil der gesamten Hublastmasse m $\beta_3 = 0{,}5$ bei Kranen mit Greifern oder ähnlichen Vorrichtungen für langsames Absetzen $\beta_3 = 1{,}0$ bei Kranen mit Magneten oder ähnlichen Vorrichtungen für schnelles Absetzen
φ_4	Dynamische Wirkungen, hervorgerufen durch Fahren auf Schienen o. Ä.	Eigengewicht von Kran und Hublast	$\varphi_4 = 1{,}0$, falls die in EN 1090-2 spezifizierten Maßabw. für Kranschienen eingehalten werden. Sonst: siehe EN 13 001-2.
φ_5	Dynamische Wirkungen verursacht durch Antriebskräfte	Antriebskräfte	$\varphi_5 = 1{,}0$ für Fliehkräfte $1{,}0 \le \varphi_5 \le 1{,}5$ für Systeme mit stetiger Veränderung der Kräfte $1{,}5 \le \varphi_5 \le 2{,}0$ wenn plötzliche Veränderungen der Kräfte auftreten $\varphi_5 = 3{,}0$ bei Antrieben mit beträchtlichem Spiel Regelfall Brückenkran: $\varphi_5 = 1{,}5$
φ_6	Dynamische Wirkungen infolge einer Prüflast	Dyn. Prüflast 110 %	$\varphi_6 = 0{,}5\ (1 + \varphi_2)$, EC 1-3, Kap. 2.10 (4)
φ_7	Dynamische, elastische Wirkungen verursacht durch Pufferanprall	Pufferkräfte	$\varphi_7 = 1{,}25$ für $0 \le \xi \le 0{,}5$ $\varphi_7 = 1{,}25 + 0{,}7 \cdot (\xi - 0{,}5)$ für $0{,}5 \le \xi \le 1$ ξ ist von der Pufferkennlinie abhängig. 

Position: 01_Lastannahmen

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 02/22 (FRILO R-2022-2/P07)

System

Basiswerte

Land		Deutschland
Schnee-Norm		DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm		DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde		950** Hof
Geländehöhe	hNN =	465.00 m
Klimaregion		Zentral-Ost
Schneezone		3
Windzone		1
Geländekategorie		Kategorie II

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

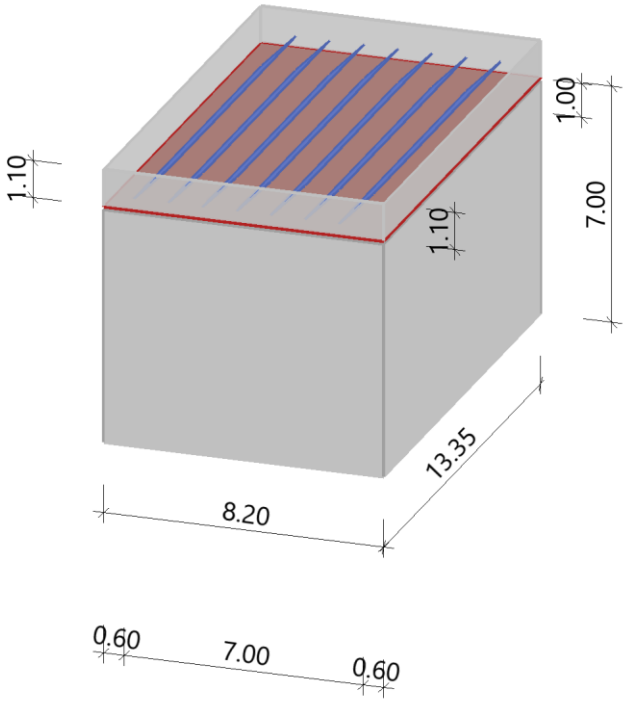
Beiwerte

Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe	h =	7.00 m			
Gebäudelänge	l =	13.35 m			
Gebäudebreite	b =	8.20 m			
mit Flachdach - mit Attika umlaufend					
Dachneigung	α_{li} =	0.0 °			
Überstand	$\ddot{u}_{li}$ =	0.00 m		$\ddot{u}_{re}$ =	0.00 m
Überstand	$\ddot{u}_1$ =	0.00 m		$\ddot{u}_2$ =	0.00 m
Dachbreite/länge	dx =	8.20 m		dy =	13.35 m
Attikahöhe	h_p =	1.10 m			
mit PV-Anlage					
Höhe	h =	1.00 m	Länge PV-Anlage	l_1 =	7.00 m
Breite PV-Anlage	b =	10.80 m	Abstand links	x_l =	0.60 m
Abstand rechts	x_r =	0.60 m			

Grafik



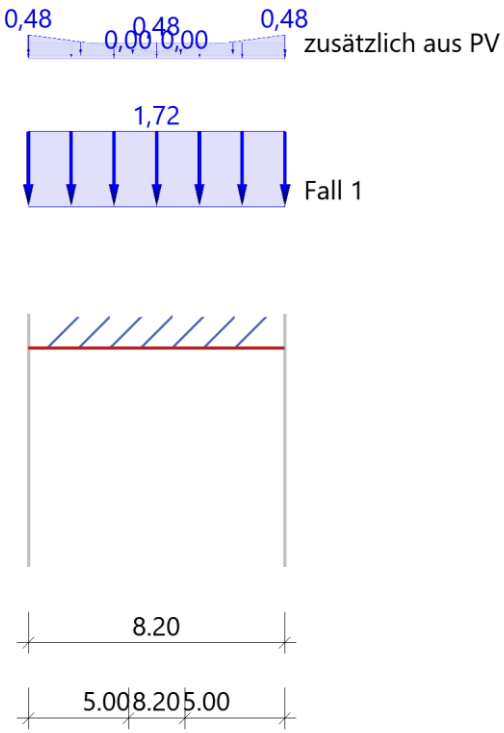
Lasten

Bodenschneelast	sk	=	2.15	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	vb0	=	22.5	m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0	=	0.32	kN/m²
Referenzhöhe	z_e	=	8.10	m
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h)	=	0.64	kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h)	=	0.64	kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

Sit	μ	s_i [kN/m²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$S_{e,re}$ [kN/m]
P/T	0.80	1.72		

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Attika

Sit	μ_s	μ_w	μ_2 [1)]	μ_1	s_2 [2)] [kN/m²]	s_1 [kN/m²]	Δs_2 [3)] [kN/m²]	L_s [m]
P/T	0.00	1.02	1.02	0.80	2.20	1.72	0.48	5.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

1 : $\mu_2=\mu_s+\mu_w$
2 : $s_2=\mu_2 * s_k$
3 : $\Delta s_2= s_2 - s_1$

Schneeverwehungen an einer Attika werden analog zu Höhensprüngen bestimmt.
(siehe "Auslegungsfragen zu DIN 1055-5, Lfd.Nr.4 im Kontext mit Lfd.Nr.29")

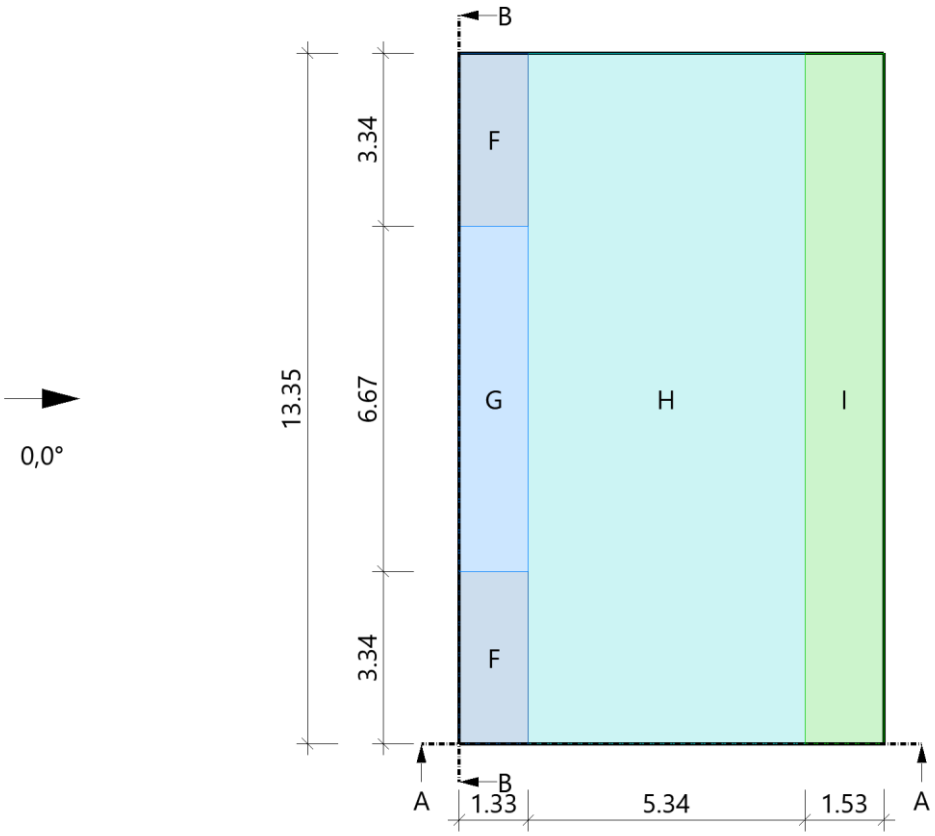
Schneelasten aufgrund PV-Analge

Sit	μ_5	μ_1	s_5 [kN/m²]	s_1 [kN/m²]	Δs_5 [kN/m²]	L_s [m]
P/T	1.02	0.80	2.20	1.72	0.48	8.20

Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Wind

Grafik, 0°, Draufsicht



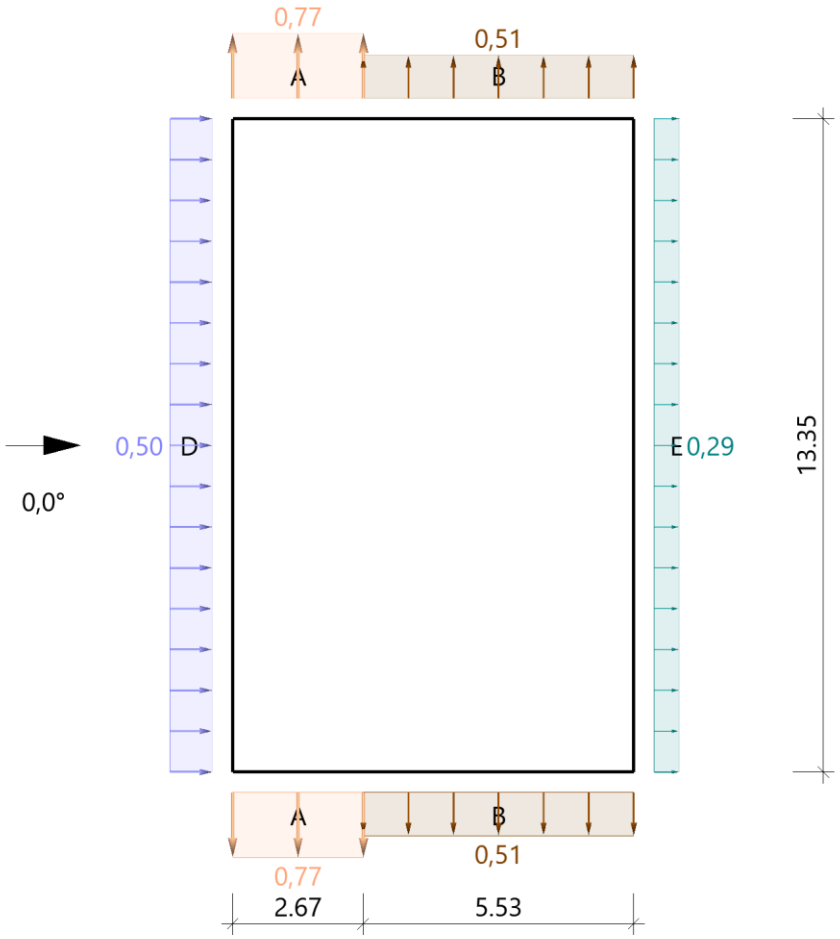
Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 13.35 m hp/h = 0.157

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.20	0.00	-1.80	0.00	-0.77	0.00	-1.15	1.34	3.34
G	DF	0.00	-0.80	0.00	-1.40	0.00	-0.51	0.00	-0.89	1.34	6.68
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.45	0.00	-0.77	5.34	13.35
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.13	-0.38	0.13	-0.38	1.53	13.35

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²
Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

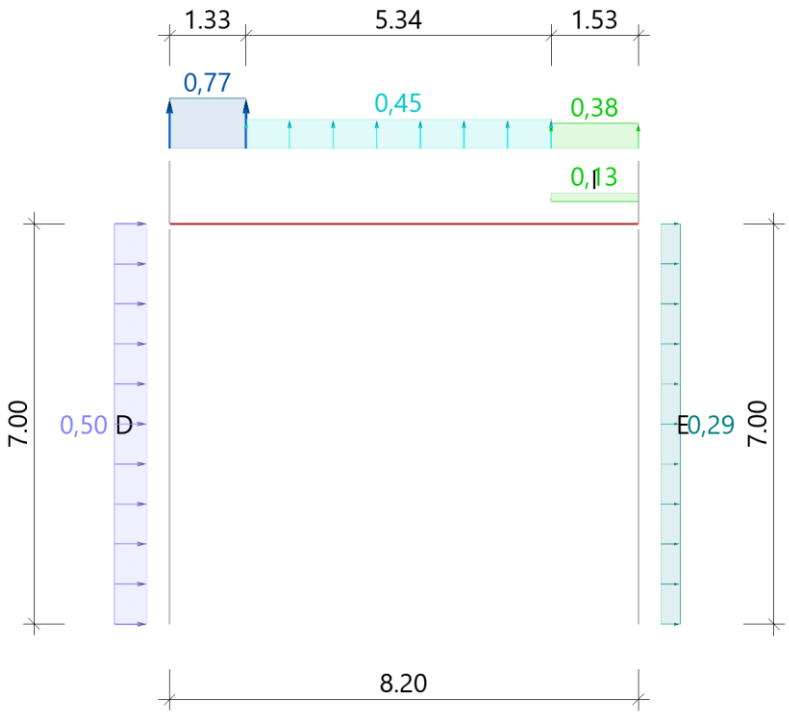
Referenzeinflußbreite e = 13.35 m hp/h = 0.157
Verhältnis h/d = 0.854 h/b = 0.524 d/b = 0.614

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D[1)]	Wand links	0.78	0.00	1.00	0.00	0.50	0.00	0.64	0.00		13.35
E	Wand rechts	0.00	-0.46	0.00	-0.50	0.00	-0.29	0.00	-0.32		13.35
A	Wand vorne[2)]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.77	0.00	-0.89	2.67	
B	Wand vorne[2)]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.51	0.00	-0.70	5.53	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

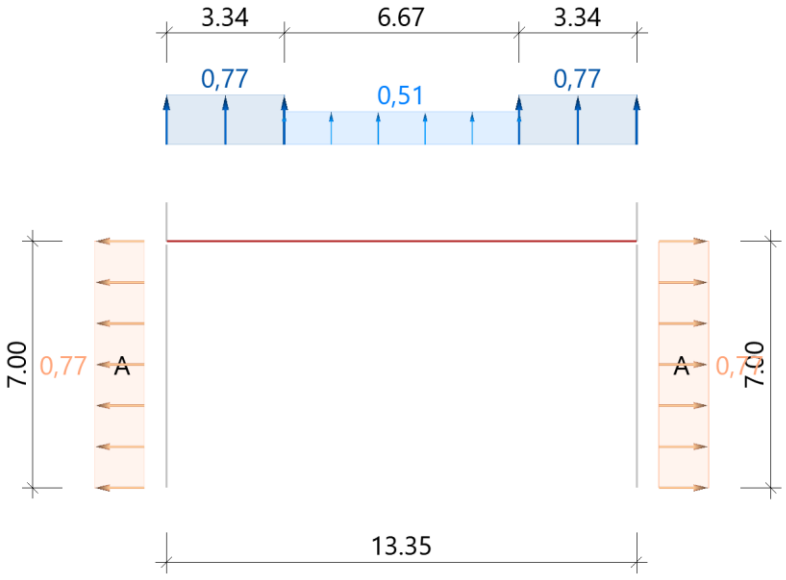
Grafik, 0°, Querschnitt A-A



Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

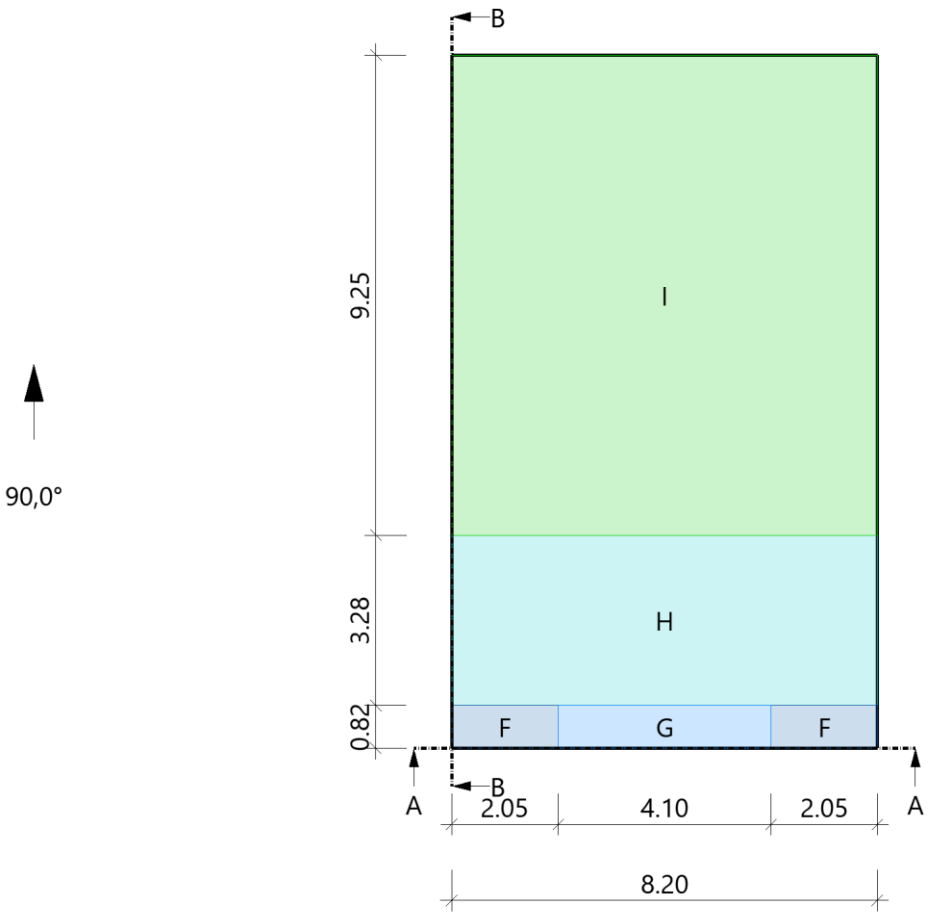
Grafik, 0°, Längsschnitt B-B



Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Draufsicht



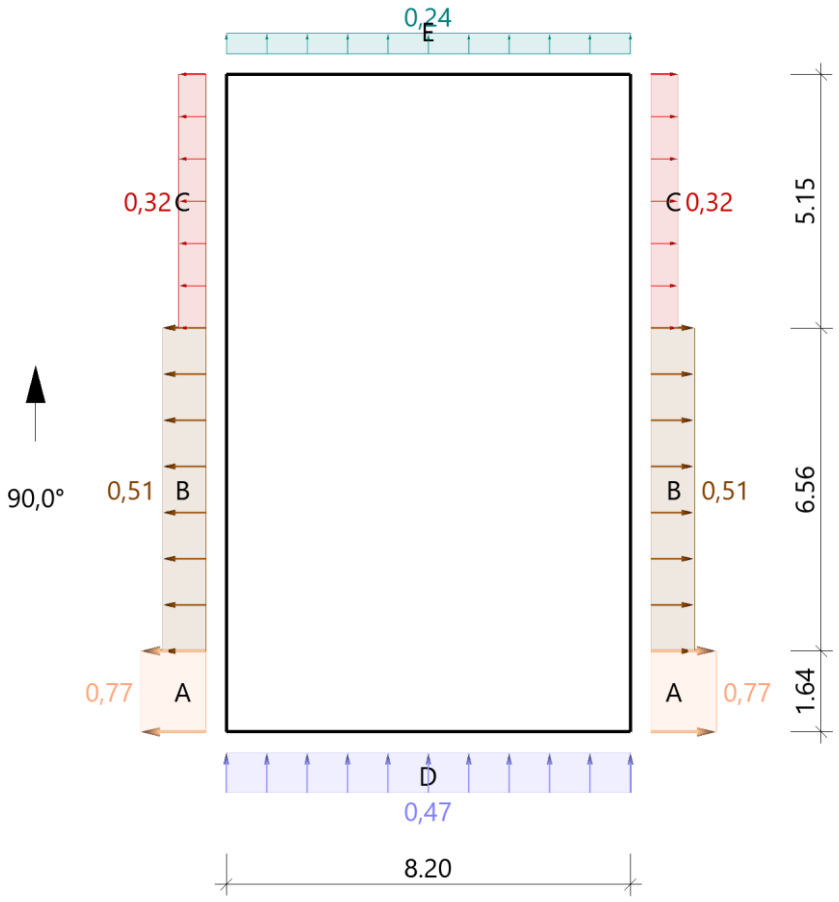
Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 8.20 m hp/h = 0.157

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.20	0.00	-1.80	0.00	-0.77	0.00	-1.15	2.05	0.82
G	DF	0.00	-0.80	0.00	-1.40	0.00	-0.51	0.00	-0.89	4.10	0.82
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.45	0.00	-0.77	8.20	3.28
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.13	-0.38	0.13	-0.38	8.20	9.25

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²
Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

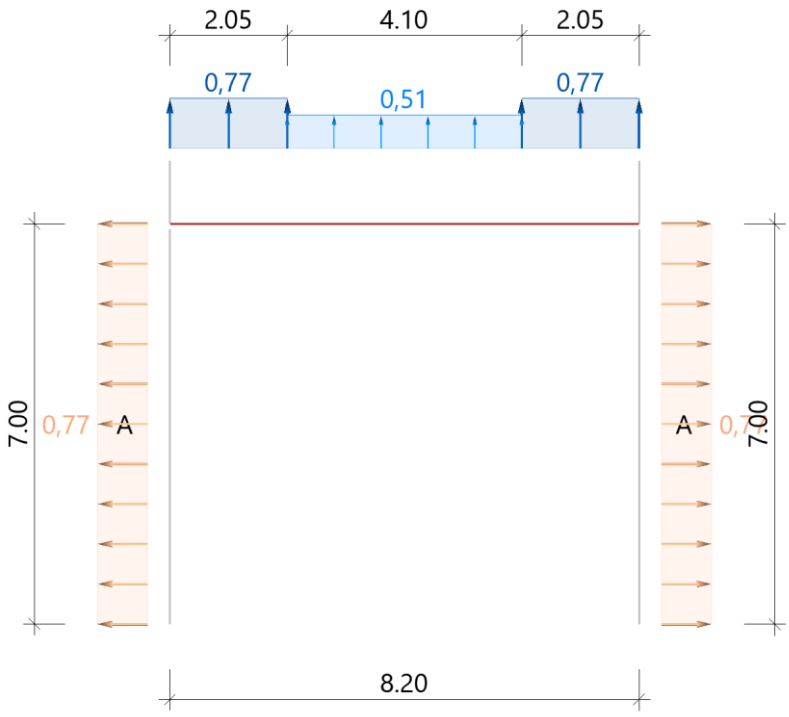
Referenzeinflußbreite e = 8.20 m hp/h = 0.157
Verhältnis h/d = 0.524 h/b = 0.854 d/b = 1.628

Bereich	Bauteil	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,10-}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pe,1-}$	$w_{e,10+}$ [kN/m²]	$w_{e,10-}$ [kN/m²]	$w_{e,1+}$ [kN/m²]	$w_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D[1)]	Wand vorne	0.74	0.00	1.00	0.00	0.47	0.00	0.64	0.00	8.20	
E	Wand hinten	0.00	-0.37	0.00	-0.50	0.00	-0.24	0.00	-0.32	8.20	
A	Wand links[2)]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.77	0.00	-0.89		1.64
B	Wand links[2)]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.51	0.00	-0.70		6.56
C	Wand links[2)]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.32	0.00	-0.32		5.15

Alle Werte sind charakteristische Werte.

1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

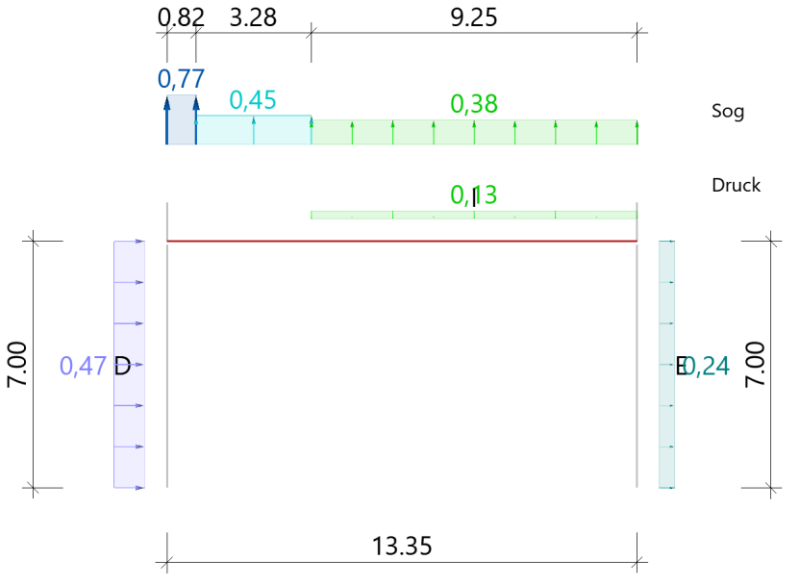
Grafik, 90°, Querschnitt A-A



Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

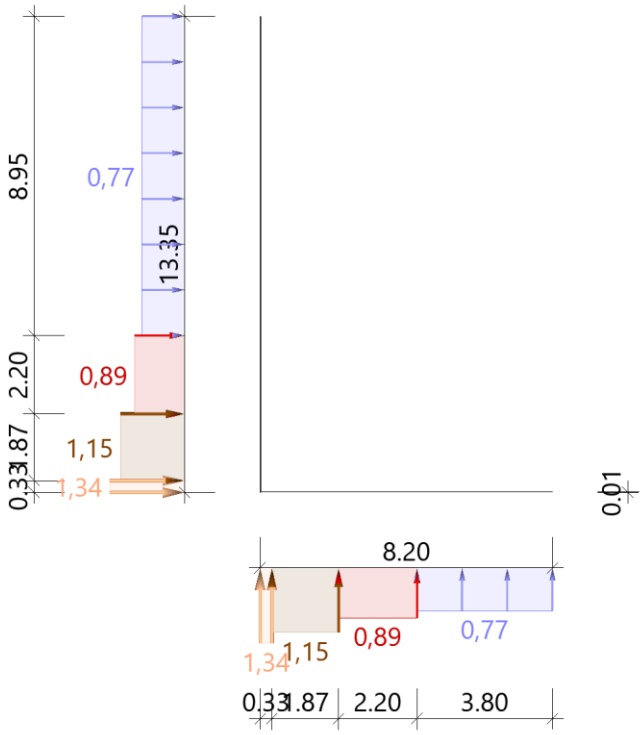
Grafik, 90°, Längsschnitt B-B



Windlasten auf die Attika werden nach EN 1991-1-4, 7.2.3(3) Anm.2 wie auf freistehende Wände nach 7.4 ermittelt.

Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, Attika



Tabelle, Attika

Wand l/h = 7.45 l_A = 0.33 m l_B = 1.87 m l_C = 2.20 m l_D = 3.80 m
Schenkel l/h = 12.14 l_A = 0.33 m l_B = 1.87 m l_C = 2.20 m l_D = 8.95 m

Bauteil	Bereich	c_{p+}	c_{p-}	w_+ [kN/m²]	w_- [kN/m²]
Wand	A	2.10	-2.10	1.34	-1.34
	B	1.80	-1.80	1.15	-1.15
	C	1.40	-1.40	0.89	-0.89
	D	1.20	-1.20	0.77	-0.77
Schenkel	A	2.10	-2.10	1.34	-1.34
	B	1.80	-1.80	1.15	-1.15
	C	1.40	-1.40	0.89	-0.89
	D	1.20	-1.20	0.77	-0.77
Alle Werte sind charakteristische Werte.					

5 Decken

5.1 Pos. D01 Dachdecke

Die Dachdecke lagert umlaufend auf den Mauerwerkswänden sowie in den Drittelspunkten angeordneten monolithisch hergestellten Unterzügen. Die Decke einschl. der Unterzüge wird in Ortbetonbauweise hergestellt.
Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 30 cm
max. Stützweite = 4,50 m

Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,30 m = 7,5 kN/m²

Ausbaulasten:
Gefälledämmung: $g_{2,k}$ = 0,1 kN/m²
Gründach: $g_{2,k}$ = 2,0 kN/m²
PV-Anlage: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m²
Abh. Leitungen: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: Q_k = 1,0 kN
Schneelast: $q_{k,s5}$ = 2,20 kN/m²
Windlast: $q_{k,w}$ = 0,13 kN/m²

Kranlasten:
Vertikallast: Q_k = 26 kN / 1,5 = 18 kN

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage: Ø12-10 (orthogonale Anordnung)
Randsteckbügel: Ø10-10
Umlaufend sind im Randbereich als Ringankers 2Ø14 einzulegen.

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
nach DIN EN 1992/NA:2011-01,7.3.2
zentrischer Zwang aus Hydratation

maximale Rissbreite:			w_k =	0,3	mm
Geometrie:			b =	1,00	m
			h =	0,3	m
			c_{nom} =	3,5	cm
			A =	0,3	m²
			d =	0,259	m
Beton:			f_{ck} =	35	N/mm²
			f_{ctm} =	3,21	N/mm²
			$f_{ct,eff,28,min}$=	3	N/mm²
			$f_{ct,eff}$=	2,25	N/mm²
Abminderungsfaktor für langsam erhärtende Betone:				1,00	
Faktoren:			k_c =	1,00	
			k =	0,80	
			p =	0,70	
Zwischenwerte:			σ_s =	259,6	N/mm²
			d_s* =	15,5	mm
			$a_{s,min}$ =	20,8	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	10,4	cm²/m

Mindestbewehrung für dickere Bauteile unter zentrischen Zwang
(EC2, NCI zu 7.3.2 (NA.5)):

			h/d1 =	7,3	
für h/d1<5:	3,66		$h_{c,ef}$ =	0,112	m
für 5<h/d1<30:	2,73		$A_{c,ef}$ =	0,11	m²
für h/d1>30:	5,00	ds* = ds x 2,9 / fct,eff=		15,5	mm
			σ_s =	259,6	N/mm²
			$a_{s,min}$ =	19,4	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	9,7	cm²/m

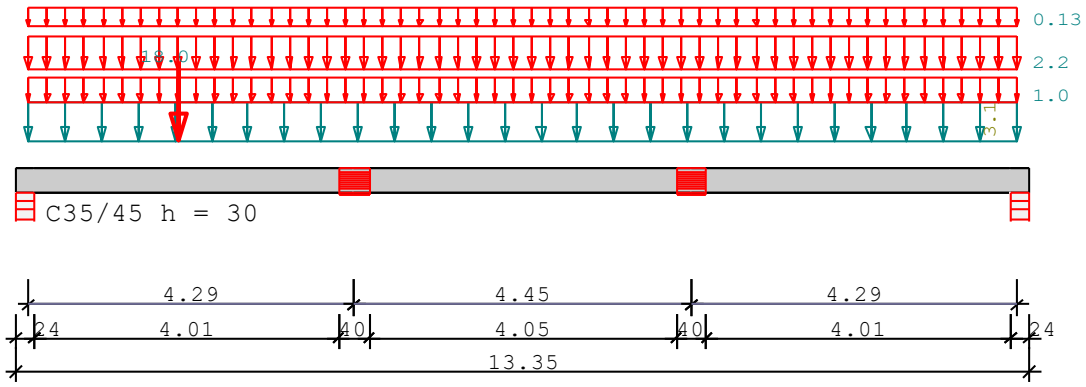
Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden, als sich nach Gleichung (7.1) mit Gleichung (7.7DE) bzw. nach 7.3.4 ergibt.

Bewehrung:		$a_{s,min}$ =	19,4	cm²/m
	pro Seite:	$a_{s,min}$ =	9,7	cm²/m
		d_s =	12	mm
		e =	10	cm
	pro Seite:	$a_{s,vorh}$ =	11,31	cm²/m

Position: D01_Deckenplatte

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 100



Stahlbetonplatte über 3 Felder C35/45 E = 34000 N/mm2
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I(cm4)
1	4.29	konstant	100.0	30.0	225000.0
2	4.45	konstant	100.0	30.0	225000.0
3	4.29	konstant	100.0	30.0	225000.0

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L; 2=Einzellast bei a; 3=Einzelmoment bei a; 4=Trapezlast von a - a+b; 5=Dreieckslast über L; 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	H			3.10	1.00	1.00			
1	J			0.00	2.20	1.00			
1	I			0.00	0.13	1.00			
2	N		2.00	0.00	18.00	1.00	0.00		

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
H	2	Dach (z.B. Mannlast)	0.00	0.00	0.00	1.50
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	2.00	36.86	0.00	-30.58	32.36	-45.40	2
2	x0 =	2.23	10.95	-23.53	-23.53	30.99	-30.99	3
3	x0 =	2.50	22.28	-21.30	0.00	34.85	-24.91	2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	32.36	32.36	17.25	2
2	-34.95	-34.95	-46.42	34.21	80.63	49.66	10
3	-27.56	-27.56	-32.13	36.30	68.43	47.13	18
4	0.00	0.00	-24.91	0.00	24.91	17.25	2

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	18.03	14.33	-0.78	31.58	32.36	17.25
2	51.03	29.60	-1.37	79.26	80.63	49.66
3	51.03	17.40	-3.90	64.54	68.43	47.13
4	18.03	6.88	-0.78	24.13	24.91	17.25
Summe:	138.12	68.22	-6.83	199.51	206.34	131.29

Auflagerkräfte (kN)

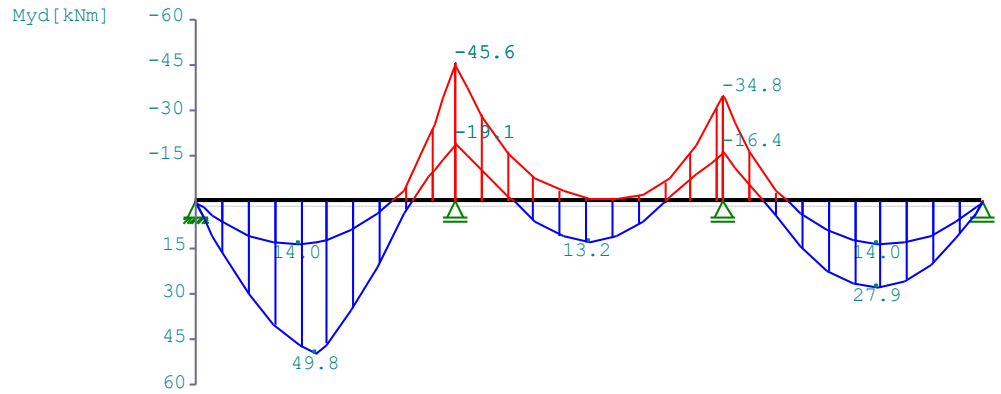
	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		Stütze 4	
EG	max	min	max	min	max	min	max	min
g	18.0	18.0	51.0	51.0	51.0	51.0	18.0	18.0
H	1.9	-0.2	5.2	-0.4	5.2	-0.4	1.9	-0.2
I	0.3	0.0	0.7	-0.1	0.7	-0.1	0.3	0.0
J	4.3	-0.5	11.5	-0.9	11.5	-0.9	4.3	-0.5
N	7.9	0.0	12.2	0.0	0.0	-2.5	0.4	0.0
Sum	32.4	17.3	80.6	49.7	68.4	47.1	24.9	17.3

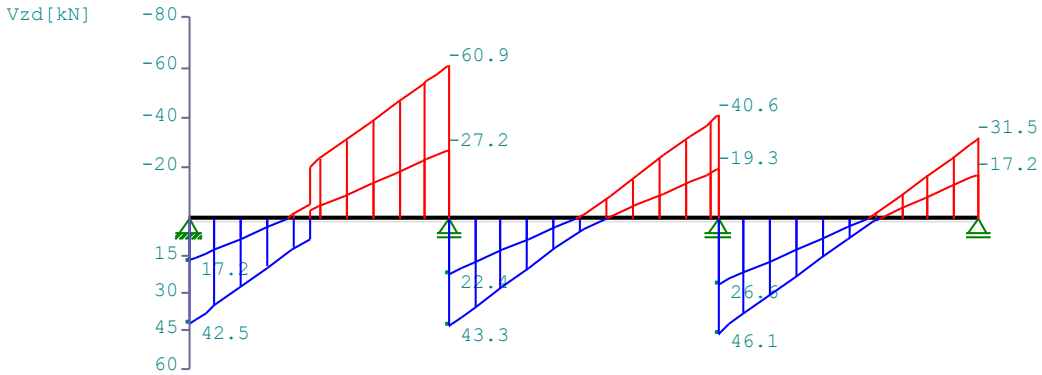
Ergebnisse fürγ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwertγ_G * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

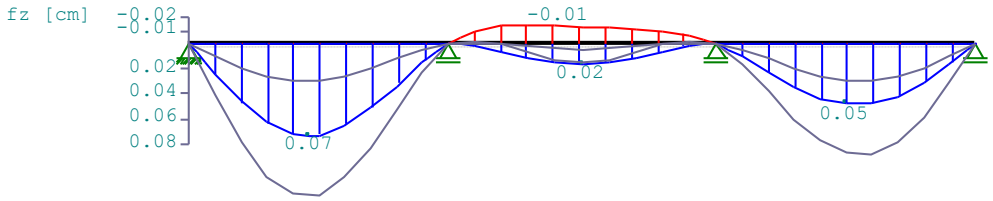
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 =	2.00	49.82	0.00	-41.29	42.49	-59.91	H 2
2	x0 =	2.23	13.19	-30.69	-30.69	39.44	-39.44	J 3
3	x0 =	2.51	27.95	-28.07	0.00	44.57	-31.48	J 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	42.49	42.49	17.23	H 2
2	-45.57	-45.57	-60.91	43.35	104.26	49.62	H 10
3	-34.81	-34.81	-40.61	46.14	86.75	45.90	J 18
4	0.00	0.00	-31.48	0.00	31.48	17.23	J 2

Maßstab 1 : 125







Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142
C35/45 B500B hochduktil

Betondeckung: cv = 3.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 4.2 cm dB = 0 dS = 12
du = 4.1 cm dB = 0 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: $\phi = 2.28\varepsilon cs = 0.38$ ‰ h0 = 22.50 cm

Auflagerbedingungen

Stütze	Breite (cm)	Lager	Art
1	24.0	Mauer	direkt
2	40.0		indirekt
3	40.0		indirekt
4	24.0	Mauer	direkt

Abminderung der Stützmomente <= 30 %

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	48.15	4.13	-48.15	4.15	100.0/30.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)		komb
1	2.00	49.8		25.9	0.06	4.3	0.0		H 2
2	2.23	13.2		25.9	0.03	4.1	0.0	*	J 3
3	2.51	28.0		25.9	0.05	4.1	0.0	*	J 2

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 4.1 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 4.1 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Stützbewehrung DIN EN 1992:2015 5.5

Stütze Nr.		x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)		komb
1	re	0.00	0.0							1
2	li	0.00	-41.3	-35.6	25.8	0.05	0.0	4.1	*	H 2
2	re	0.00	-45.6	-28.4	25.8	0.05	0.0	4.1	*	H 10
3	li	0.00	-30.7	-27.1	25.8	0.04	0.0	4.1	*	J 3
3	re	0.00	-28.1	-24.0	25.8	0.04	0.0	4.1	*	J 2
4	li	0.00	0.0							1

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Feldbewehrung: Nachweis EN 1992-1 5.6.3

Feld Nr.	x (m)	Myd,el (kNm)	Myd,pl (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	
1	2.00	49.8	54.2	25.9	0.07	4.7	0.0	
2	2.23	13.2	16.9	25.9	0.03	4.1	0.0	*
3	2.51	28.0	29.4	25.9	0.05	4.1	0.0	*

Stützbewehrung:Nachweis EN 1992-1 5.6.3

Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Myd' (kNm)	Myd,Bem (kNm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
2	0.00	-45.6	-31.9	-31.9	0.05	11.3	4.1	
3	0.00	-34.8	-24.4	-24.4	0.04	11.3	4.1	

Stütze	Myd,l,el	Myd,r,el	Myd,pl	Vd,l,el	Vd,l,pl	Vd,r,el	Vd,r,pl
Nr.	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	0.0	0.0	0.0	0	0	42	45
2	-45.6	-45.6	-31.9	-61	-58	43	41
3	-34.8	-34.8	-24.4	-41	-38	46	44
4	0.0	0.0	0.0	-31	-32	0	0

Stützbewehrung:Nachweis der RotationsfähigkeitEN 1992-1 5.6.3

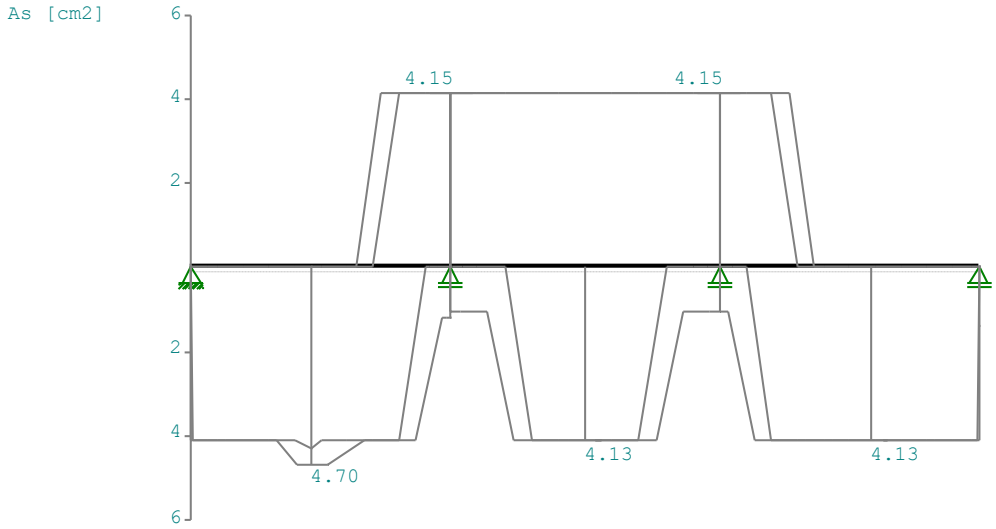
Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Myd' (kNm)	Myd,Bem (kNm)	Θvorh. (rad*1000)	Θzulkx	
2	0.00	-45.57	-31.90	-31.90	0.50	7.77	0.05
3	0.00	-34.81	-24.37	-24.37	0.50	7.54	0.04

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 %o
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	2.15	0.04	0.11	0.14	0.03	0.04	0.12	0.12	0.14
2	2.23	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
3	2.57	0.03	0.08	0.10	0.03	0.03	0.09	0.09	0.10

Vorhandene Längsbewehrung				
Feld	erf_As,el	As,pl	vorh_As	
1	4.70		11.30	10Φ12
2	4.13		11.30	10Φ12
3	4.13		11.30	10Φ12
Stütze				
1	0.00		11.30	10Φ12
2	4.15	4.15	11.30	10Φ12
3	4.15	4.15	11.30	10Φ12
4	0.00		11.30	10Φ12

Maßstab 1 : 125



In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	4	H 1	3.10	1.00	3.10	1.00	1.00	0.00	4.29
4		4	J 2	0.00	2.20	0.00	2.20	1.00	0.00	4.29
7		4	I 3	0.00	0.13	0.00	0.13	1.00	0.00	4.29
10		2	N 4	0.00	18.00			1.00	2.00	
2	2	4	H 5	3.10	1.00	3.10	1.00	1.00	0.00	4.45
5		4	J 6	0.00	2.20	0.00	2.20	1.00	0.00	4.45
8		4	I 7	0.00	0.13	0.00	0.13	1.00	0.00	4.45
3	3	4	H 8	3.10	1.00	3.10	1.00	1.00	0.00	4.29
6		4	J 9	0.00	2.20	0.00	2.20	1.00	0.00	4.29
9		4	I10	0.00	0.13	0.00	0.13	1.00	0.00	4.29

Gerechnete Kombinationen aus 10 Lasten

Last	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	x	x	x	.	x
2	.	.	x	.	x	.	.	x	.	x	.	.	.	.	x
3	.	x	.	.	.	.	x	.	x	.	x	.	x	x	.
4	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	x	x	x	.	x
5	.	.	x	.	x	.	.	x	.	x	.	.	.	.	x
6	.	x	.	x	.	.	x	.	x	.	x	x	x	x	.
7	.	x	.	x	.	.	.	x	.	x	x	.	.	.	x
8	.	.	x	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.
9	.	x	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.
10	.	x	.	x	.	x	x	.	.	x	x	x	x	.	x

Last	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23	K24	K25	K26	K27	K28	K29	K30
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	x	.	.	.	.	x	.	x	.	x	.	x	.	x	.
2	.	.	x	x	.	.	.	.	x	.	.	x	.	x	x
3	.	x	x	x	x	x	x	x	.	.	x	.	x	.	x
4	x	x	.	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	x	x	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.
7	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	x	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.
10	x	x	.	.	x	x	x	x	.	x	x	.	.	x	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

5.2 Pos. D02 Zwischendecke

Die Zwischendecke aus Ortbeton lagert umlaufend auf den Stahlbeton-Kellerwänden. Ein Unterzug wird unterhalb der aufstehenden Mauerwerkswand angeordnet und unterstützt in Verlängerung den freien Deckenrand am Treppenloch. Die beiden anderen Unterzüge werden im verbleibenden Feld gleichmäßig angeordnet . Die Unterzüge werden monolithisch mit der Deckenplatte betoniert.
Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls PLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 30 cm
max. Stützweite = 3,05 m

Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,30 m = 7,5 kN/m²
Mauerwerkswand: $g_{1,k}$ = 18 kN/m³ * 0,175 m * 2,70 m ≈ 9,0 kN/m
Putz: $g_{1,k}$ = 0,5 kN/m² * 2,70 m ≈ 1,4 kN/m
Decke über EMSR: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,20 m * 2,70 m / 2 ≈ 7,0 kN/m

Ausbaulasten:
Gefälleestrich: $g_{2,k}$ = 24 kN/m³ * 0,1 m = 2,4 kN/m²
Abh. Leitungen: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: q_k = 5,0 kN/m²
Containerwagen: Q_k = 100 kN / 4 = 25 kN
Sandwäscher: Q_k = 110 kN / 1,40 m / 2 = 40 kN/m

Kranlasten:
Vertikallast: Q_k = 9 kN / 1,5 = 6 kN

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage: Ø12-10 (orthogonale Anordnung)
Randsteckbügel: Ø10-10
Umlaufend sind im Randbereich 2Ø14 einzulegen.

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite					
nach DIN EN 1992/NA:2011-01,7.3.2					
zentrischer Zwang aus Hydratation					
maximale Rissbreite:			w_k =	0,4	mm
Geometrie:			b =	1,00	m
			h =	0,3	m
			c_{nom} =	2	cm
			A =	0,3	m²
			d =	0,274	m
Beton:			f_{ck} =	35	N/mm²
			f_{ctm} =	3,21	N/mm²
			$f_{ct,eff,28,min}$=	3	N/mm²
			$f_{ct,eff}$=	2,25	N/mm²
Abminderungsfaktor für langsam erhärtende Betone:				1,00	
Faktoren:			k_c =	1,00	
			k =	0,80	
			p =	0,70	
Zwischenwerte:			σ_s =	322,0	N/mm²
			d_s* =	13,4	mm
			$a_{s,min}$ =	16,7	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	8,4	cm²/m
Mindestbewehrung für dickere Bauteile unter zentrischen Zwang					
(EC2, NCI zu 7.3.2 (NA.5)):					
			h/d1 =	11,5	
für h/d1<5:	5,77		$h_{c,ef}$ =	0,082	m
für 5<h/d1<30:	3,15		$A_{c,ef}$ =	0,08	m²
für h/d1>30:	5,00	ds* = ds x 2,9 / fct,eff=		15,5	mm
			σ_s =	299,8	N/mm²
			$a_{s,min}$ =	12,3	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	6,1	cm²/m
Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden, als sich nach Gleichung (7.1) mit Gleichung (7.7DE) bzw. nach 7.3.4 ergibt.					
Bewehrung:			$a_{s,min}$ =	12,3	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	6,1	cm²/m
			d_s =	12	mm
			e =	10	cm
		pro Seite:	$a_{s,vorh}$ =	11,31	cm²/m

Position: D02_Zwischendecke

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2022 (Frilo R-2022-2/P07)

System

Übersicht

Plattendicke	30.0	[cm]
Bettungsmodul	0	[kN/m³]
Systempunkte	22	
Wandzüge	1	
Unter-/Überzüge	3	
Aussparungen	2	

Material

Beton			C 35/45	
E-Modul			3400	[kN/cm²]
Querdehnzahl			0.20	
Spezifisches Gewicht			25	[kN/m³]
Temperaturausdehnungskoeffizient			1.0e-05	[1/Grad]
Bewehrungsstahl			B500A	
Bewehrungslagen, oben	d-1 : 2.7	d-2 :	4.1	[cm]
Bewehrungslagen, unten	d-1 : 2.7	d-2 :	4.1	[cm]

Bemessung: Einstellungen

Norm DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-06

Global vorgegebene Längsbewehrung

- Platte

oben	as-1 : 11.31	as-2 :	11.31	[cm²/m]
unten	as-1 : 11.31	as-2 :	11.31	[cm²/m]

- Unter-/Überzüge

oben	4.0	[cm²]
unten	4.0	[cm²]

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Biegebemessung

- Platte

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) NEIN

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1) JA

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit den kz-Werten aus der Biegebemessung

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Platte

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus
- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf	Winkel	18.4	[Grad]
	Cotangens	3.0	[1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten		NEIN	

Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und der Betondeckung (ab Version 01/2007) JA

Grenzzustand der Tragfähigkeit: Querkraft-Bemessung - Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Längsbewehrung mit dem jeweils maximalen Wert aus
- der global vorgegebenen Bewehrung
- der erforderlichen Bewehrung aus der Biegebemessung

Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf Winkel 18.4 [Grad]
Cotangens 3.0 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten NEIN
Berücksichtigung von Torsion JA

FE-Eigenschaften

FE-Netz Viereck-Elemente mit dreieckigen Übergangselementen
Anzahl der Knoten 1382
Anzahl der Elemente 1288
Durchschnittliche Elementgröße 30 [cm]
Abminderungsfaktor für die Drillsteifigkeit der Platte 1.0
Berücksichtigung der Schubverformung der Platte NEIN
Berechnung der Element-Ergebnisse an den Mittelpunkten der Element-Seiten

Systempunkte

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000	2	0.000	8.200
3	13.350	8.200	4	13.350	0.000
5	10.640	0.300	6	13.050	0.300
7	13.050	3.300	8	10.640	3.300
9	9.160	1.940	10	10.240	1.940
11	10.240	3.340	12	9.160	3.340
13	0.150	8.050	14	13.200	8.050
15	0.150	0.150	16	13.200	0.150
17	10.440	0.000	18	10.440	8.200
19	3.540	0.000	20	3.540	8.200
21	6.990	0.000	22	6.990	8.200

Platte

Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	4			
2	4	3			
3	3	2			
4	2	1			

Aussparungen

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	5	6			
	2	6	7			
	3	7	8			
	4	8	5			

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	1	9	10			
	2	10	11			
	3	11	12			
	4	12	9			

Wände

Eigenschaften

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1.2	30.0	7.900	14	16				C 35/45
1.3	30.0	13.050	16	15				C 35/45
1.4	30.0	7.900	15	13				C 35/45
1.8	30.0	13.050	13	14				C 35/45

Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zug-feder-Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1.2	NEIN	starr	frei	frei
1.3	NEIN	starr	frei	frei
1.4	NEIN	starr	frei	frei
1.8	NEIN	starr	frei	frei

Unter-/Überzüge

Geometrie

Nummer	Achse	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
U2	1	8.200	17	18			
U3	1	8.200	19	20			
U4	1	8.200	21	22			

Querschnitte

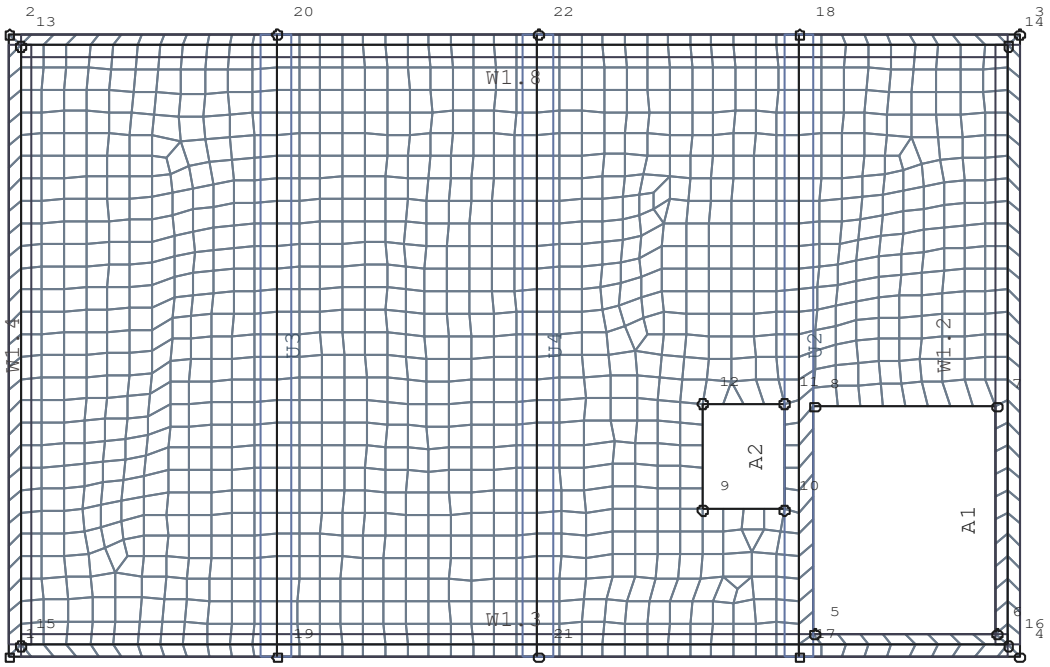
Nummer	Typ	bm [cm]	dp [cm]	b0 [cm]	d0 [cm]	Faktor Biegung [1]	Faktor Torsion [1]
U2	Unterzug	100.0	30.0	40.0	80.0	1.00	0.30
U3	Unterzug	100.0	30.0	40.0	80.0	1.00	0.30
U4	Unterzug	100.0	30.0	40.0	80.0	1.00	0.30

Eigenschaften

Nummer	Material	Bewehrungslage	
		oben [cm]	unten [cm]
U2	C 35/45	4.0	4.0
U3	C 35/45	4.0	4.0
U4	C 35/45	4.0	4.0

System

Grundriss: FE-Netz - 1382 Knoten 1288 Elemente
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigengewicht"

Übersicht

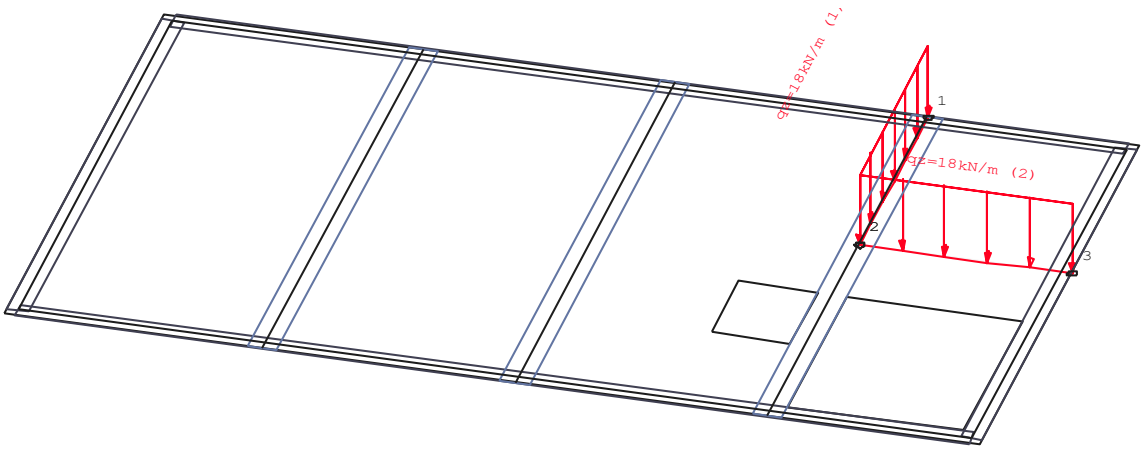
Art	ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	JA	
Einwirkung	ständig	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	7	
Punktlasten	0	
Linienlasten	2	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	407	[kN]
Anteil auf der Platte		
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	878	[kN]
Summe aller Lasten	1286	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	1286	[kN]

HINWEIS
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.

Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten,
d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

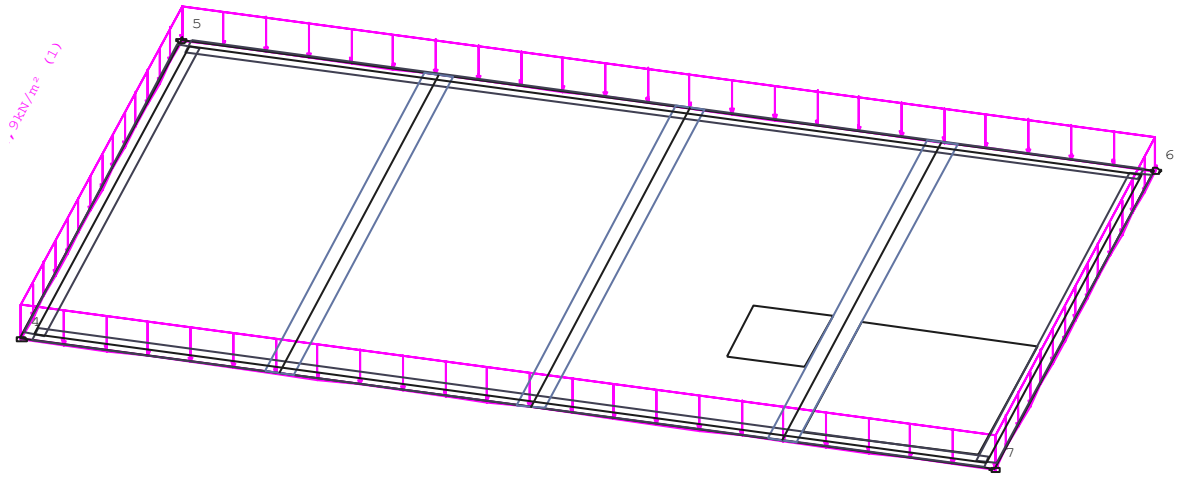
Lastfall 1 "Eigengewicht"

Linienlasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigengewicht"

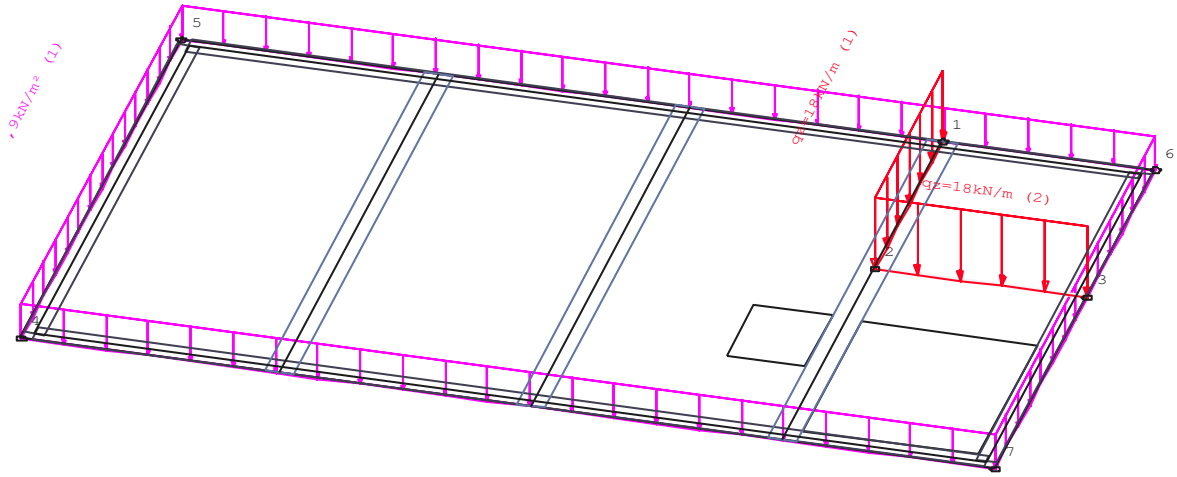
Flächenlasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigengewicht"

Lasten

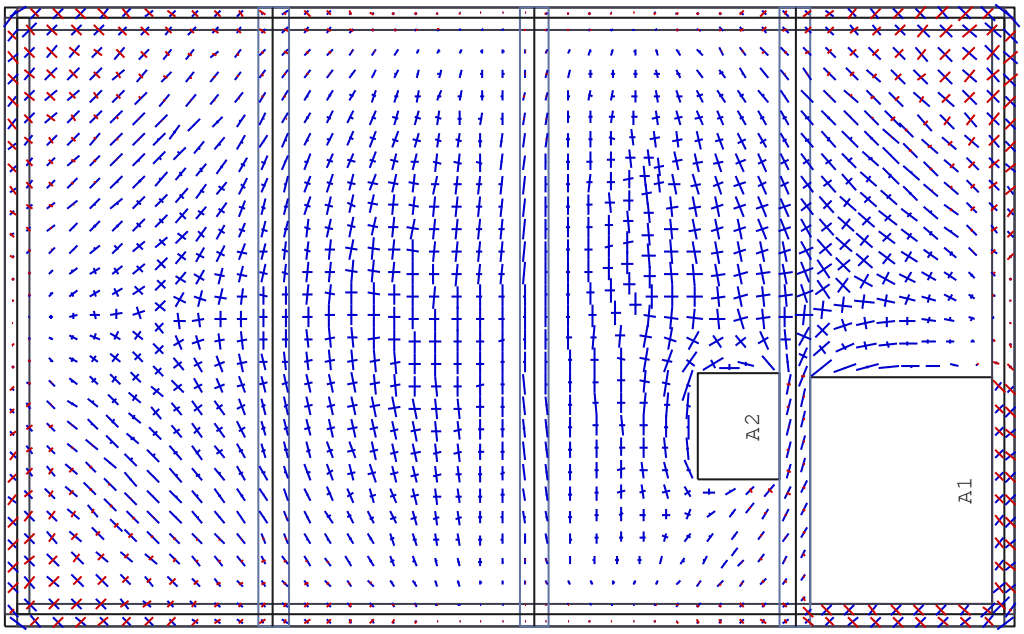
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigengewicht"

Hauptmomente

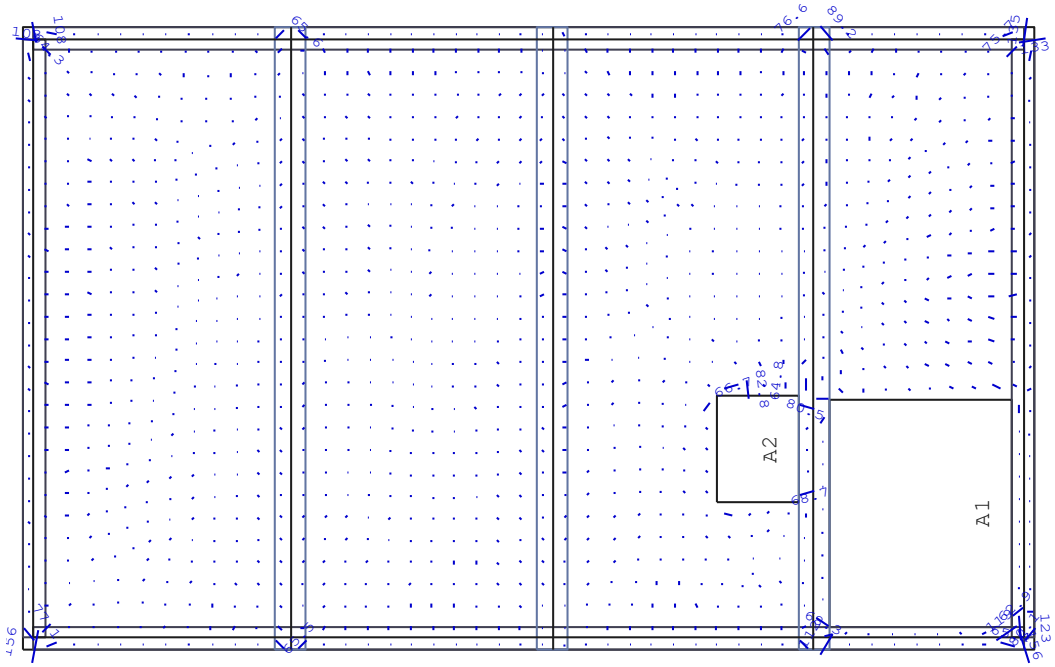
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigengewicht"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



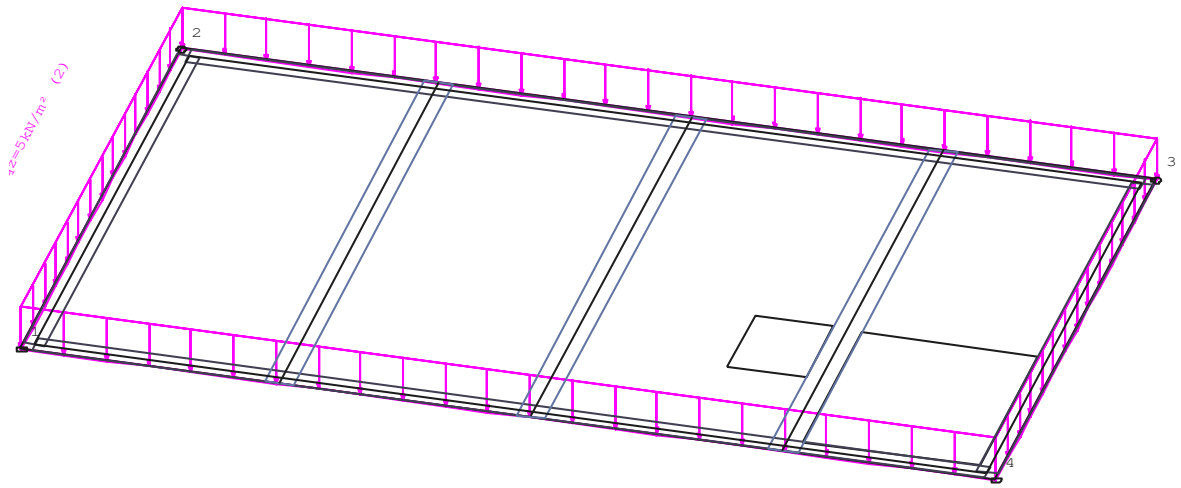
Lastfall 2 "Nutzlast"

Übersicht

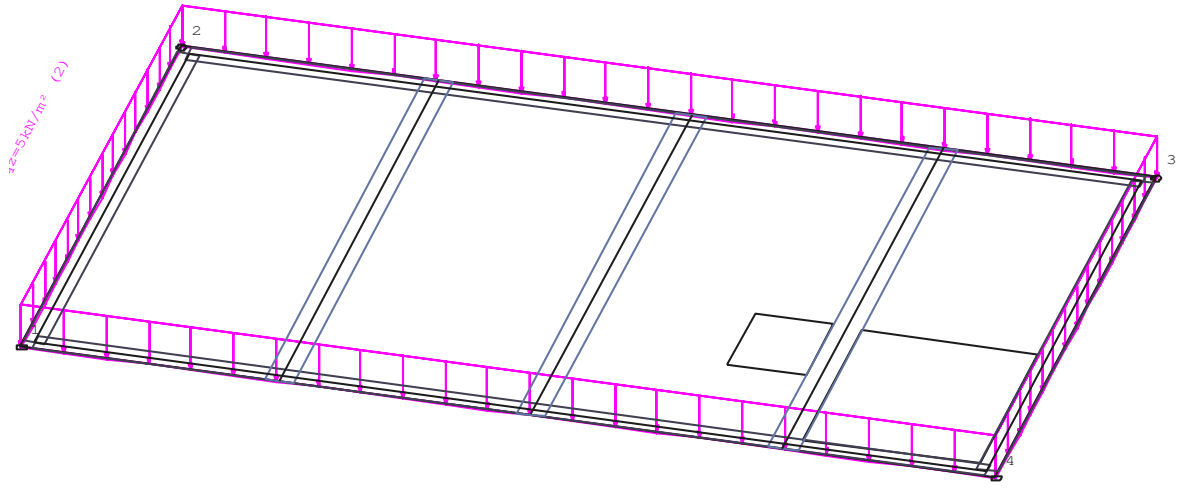
Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	Kat. E: Lagerflächen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	4	
Punktlasten	0	
Linienlasten	0	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	504	[kN]
Anteil auf der Platte		
Summe der Auflagerkräfte	504	[kN]

HINWEIS
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 2 "Nutzlast"
Flächenlasten
Maßstab 1 : 100



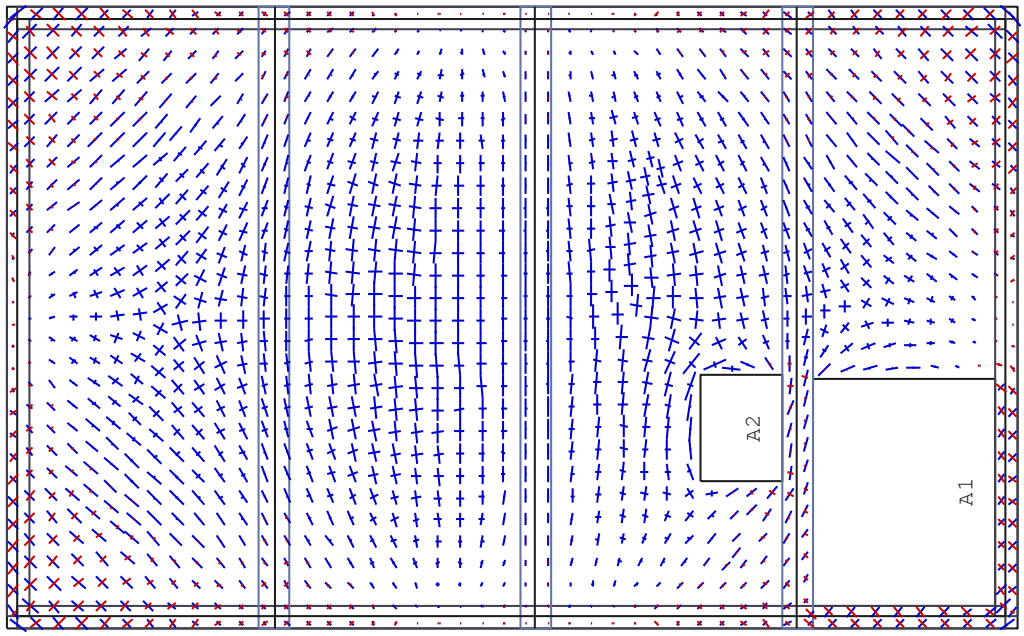
Lastfall 2 "Nutzlast"
Lasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Nutzlast"

Hauptmomente

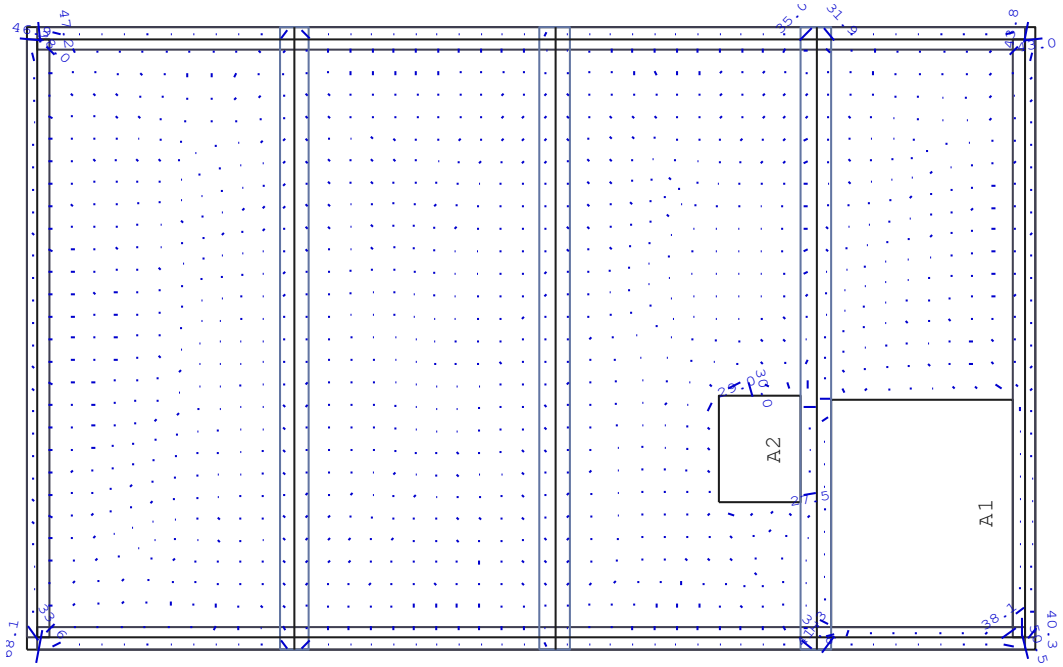
Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Nutzlast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Lastfall 3 "Containerwagen"

Übersicht

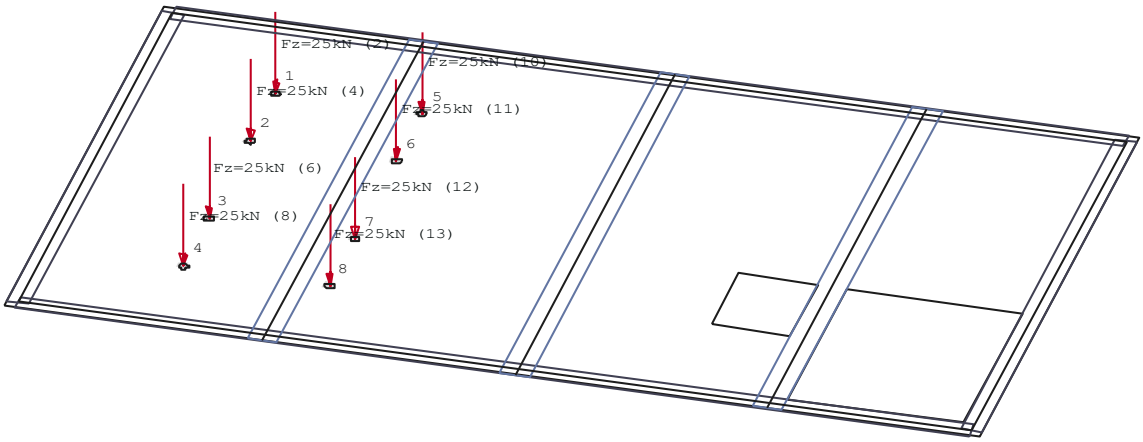
Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	8	
Punktlasten	8	
Linienlasten	0	
Flächenlasten	0	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	200	[kN]
Anteil auf der Platte		
Summe der Auflagerkräfte	200	[kN]

HINWEIS
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 3 "Containerwagen"

Punktlasten

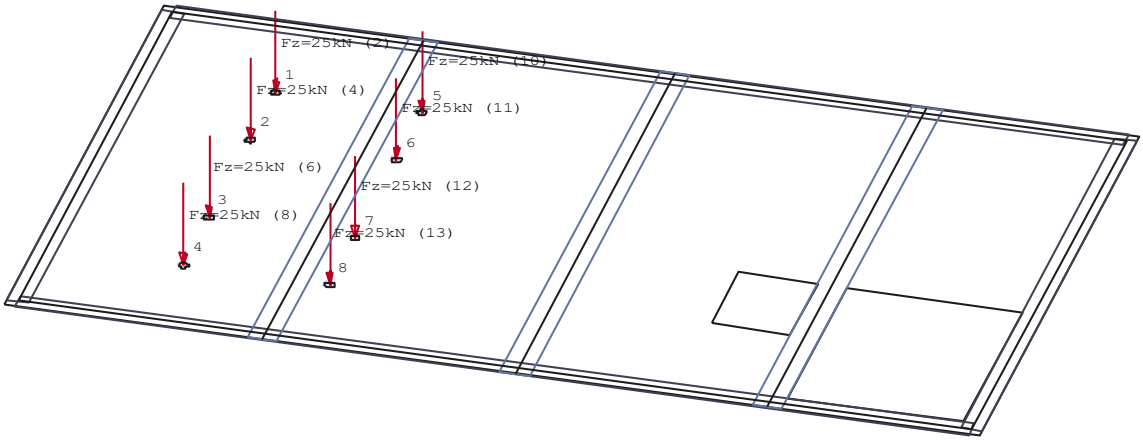
Maßstab 1 : 100



Lastfall 3 "Containerwagen"

Lasten

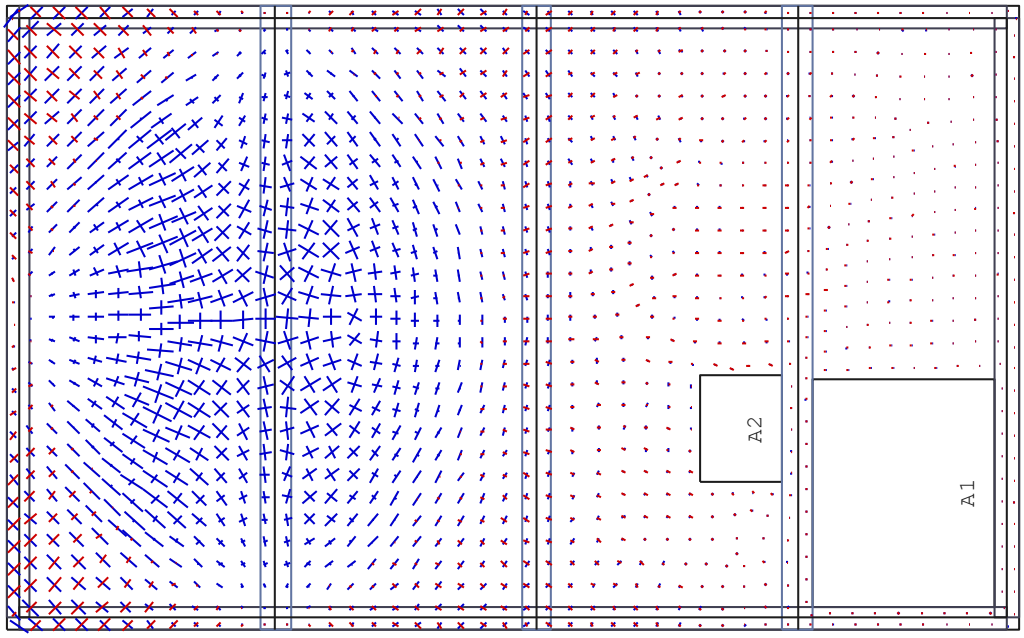
Maßstab 1 : 100



Lastfall 3 "Containerwagen"

Hauptmomente

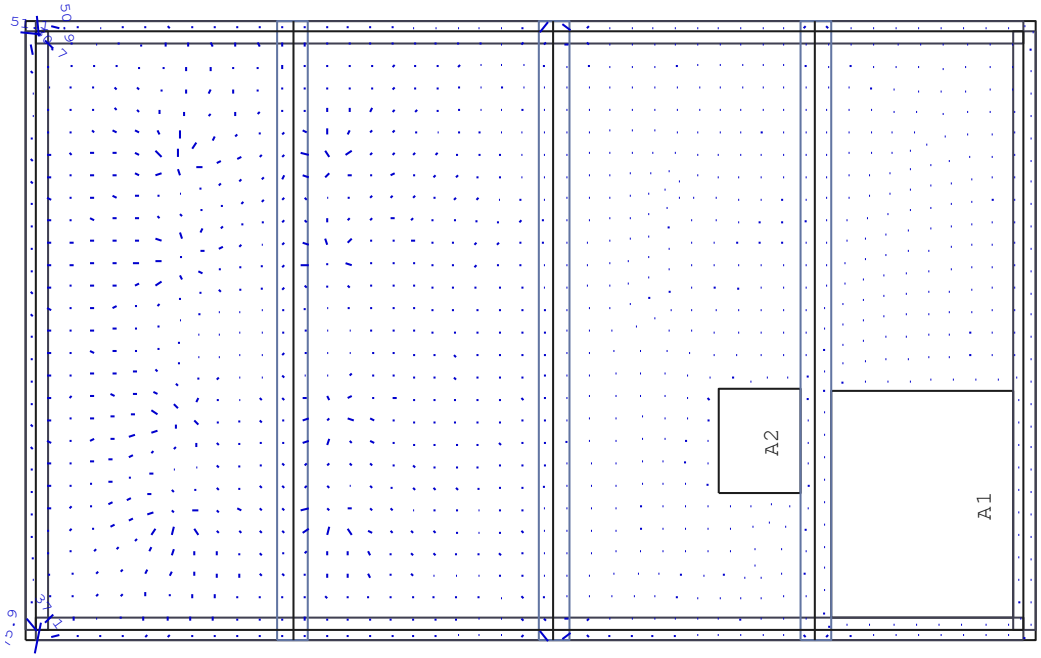
Maßstab 1 : 100



Lastfall 3 "Containerwagen"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Lastfall 4 "Sandwäscher"

Übersicht

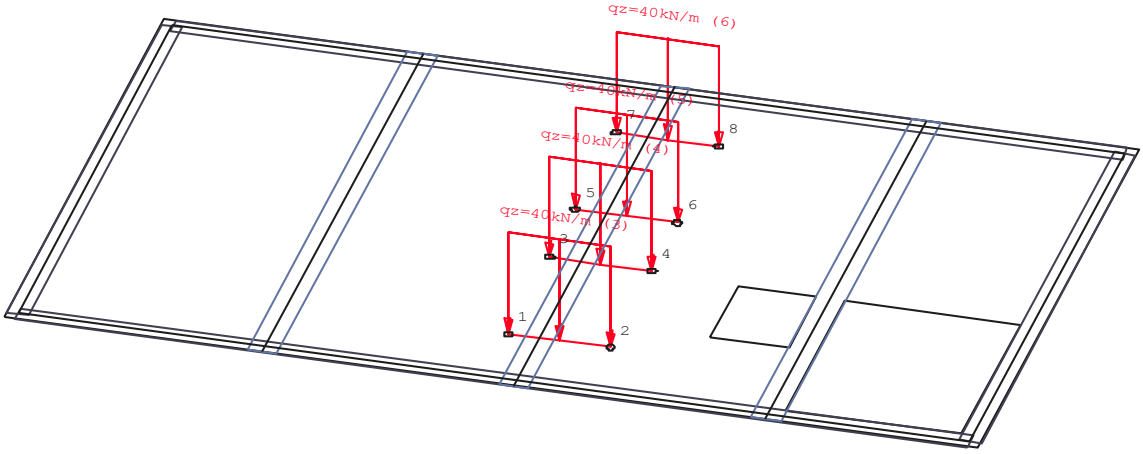
Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	8	
Punktlasten	0	
Linienlasten	4	
Flächenlasten	0	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	224	[kN]
Anteil auf der Platte		
Summe der Auflagerkräfte	224	[kN]

HINWEIS
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 4 "Sandwäscher"

Linienlasten

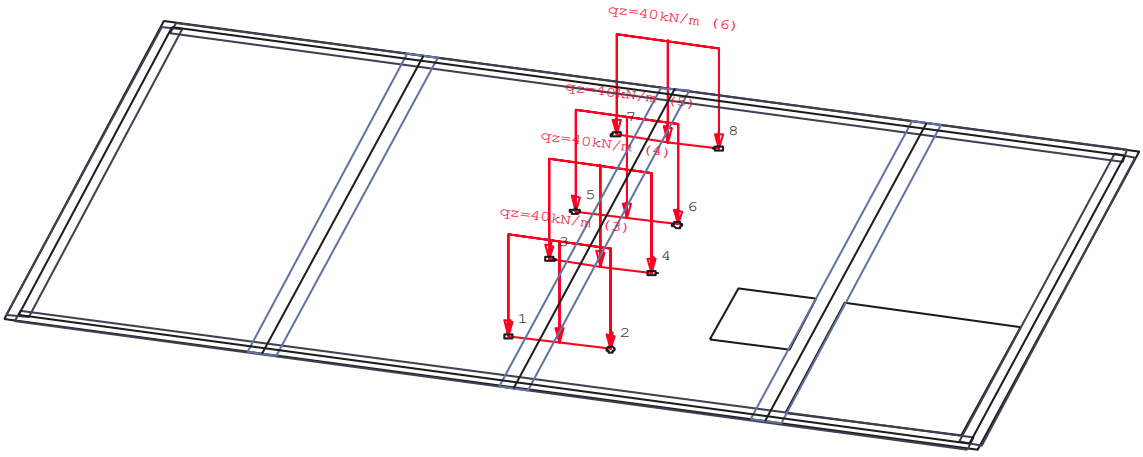
Maßstab 1 : 100



Lastfall 4 "Sandwäscher"

Lasten

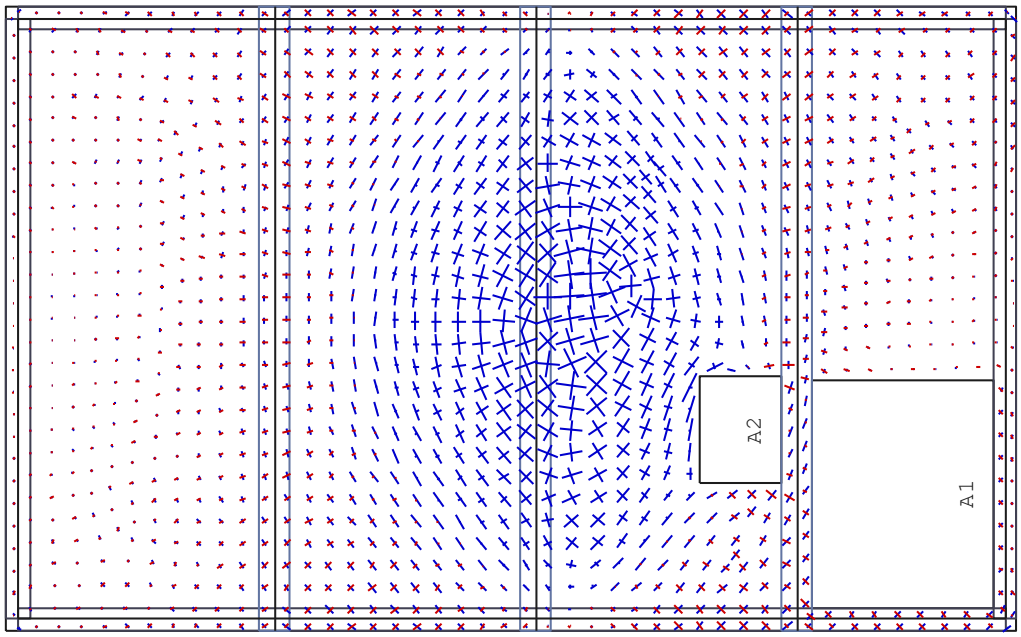
Maßstab 1 : 100



Lastfall 4 "Sandwäscher"

Hauptmomente

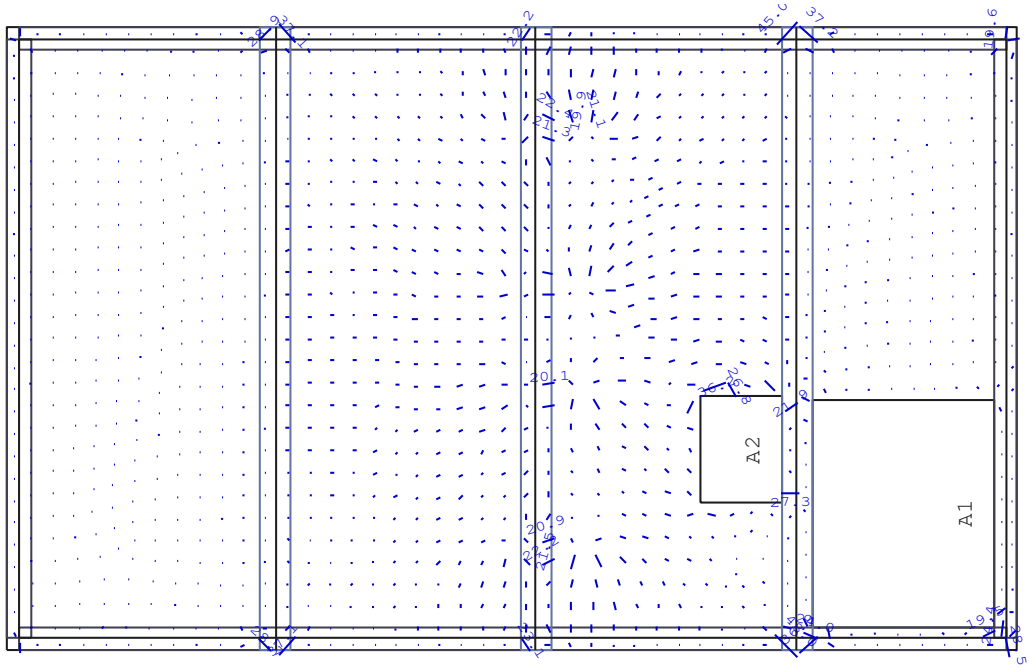
Maßstab 1 : 100



Lastfall 4 "Sandwäscher"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Lastfall 5 "Kranlast"

Übersicht

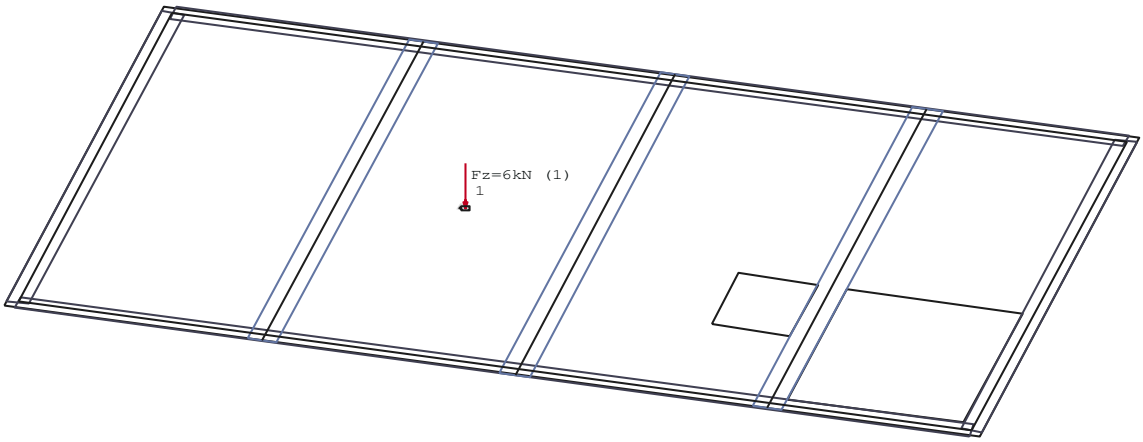
Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	1	
Punktlasten	1	
Linienlasten	0	
Flächenlasten	0	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	6	[kN]
Anteil auf der Platte		
Summe der Auflagerkräfte	6	[kN]

HINWEIS
Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte.
Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 5 "Kranlast"

Punktlasten

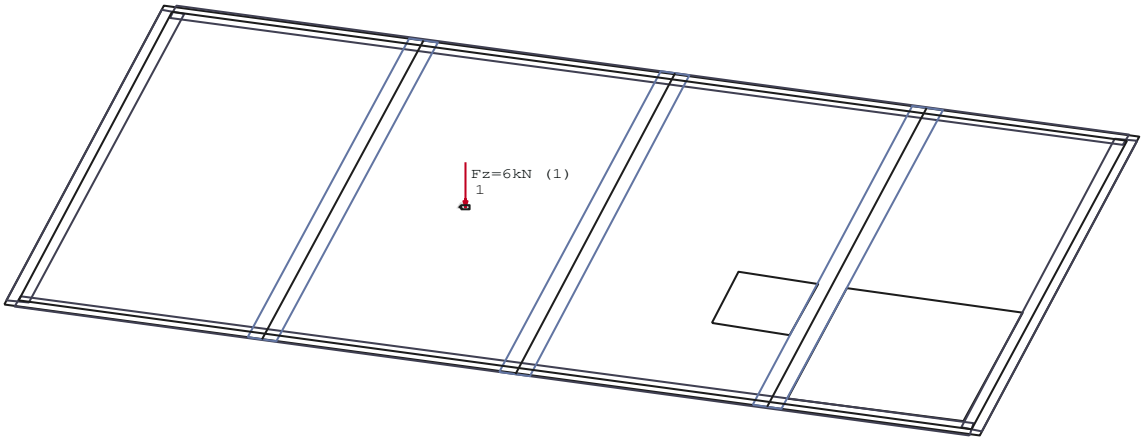
Maßstab 1 : 100



Lastfall 5 "Kranlast"

Lasten

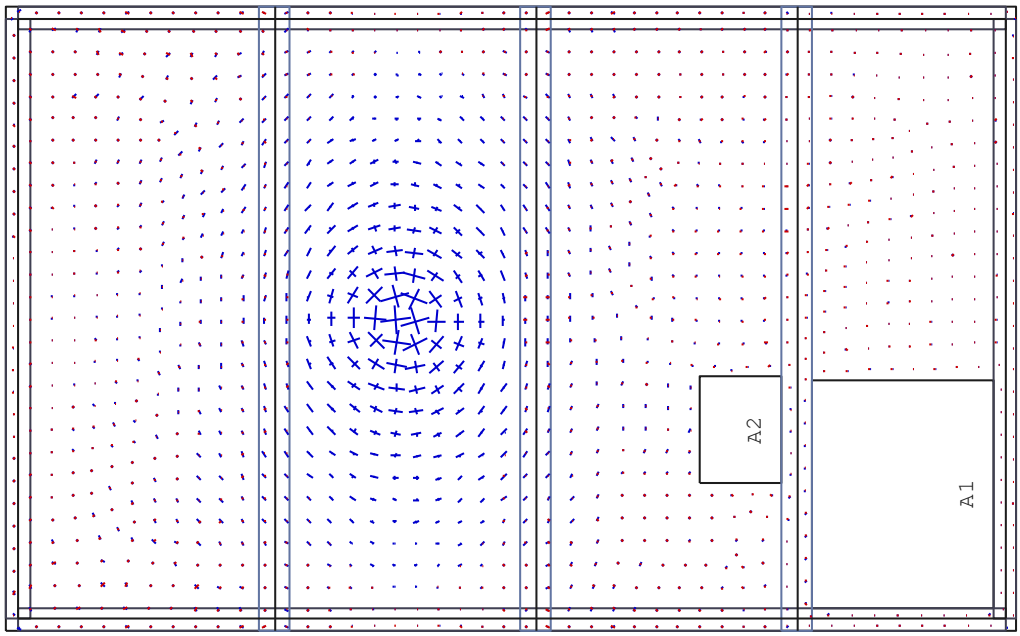
Maßstab 1 : 100



Lastfall 5 "Kranlast"

Hauptmomente

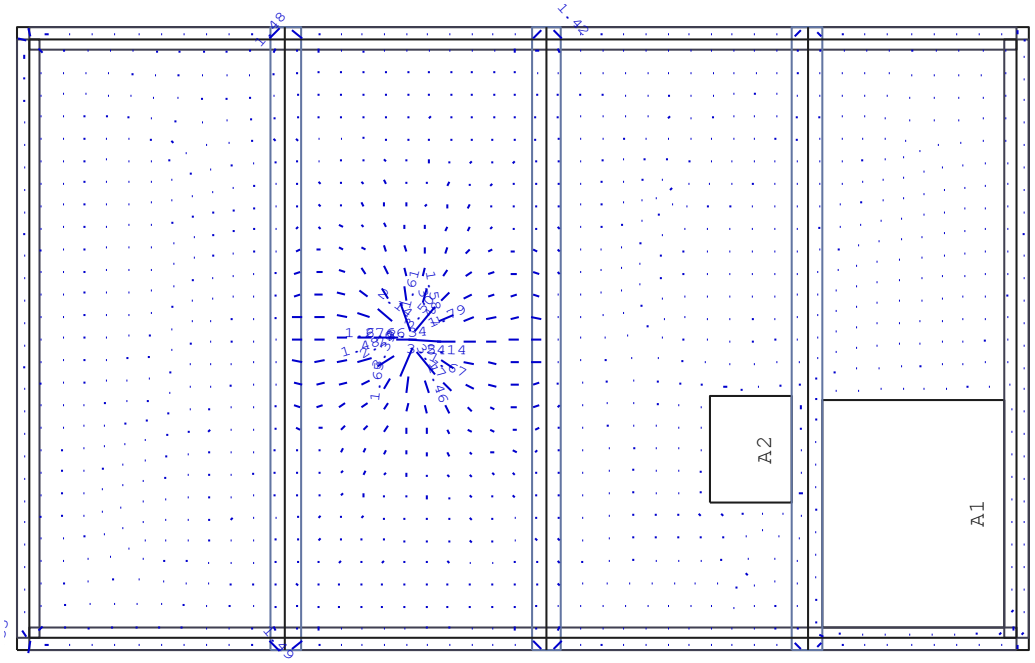
Maßstab 1 : 100



Lastfall 5 "Kranlast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alter-nativ-gruppe
1	Eigengewicht	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast	nicht ständig	nein	5	Kat. E: Lagerflächen	0
3	Containerwagen	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0
4	Sandwäscher	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0
5	Kranlast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

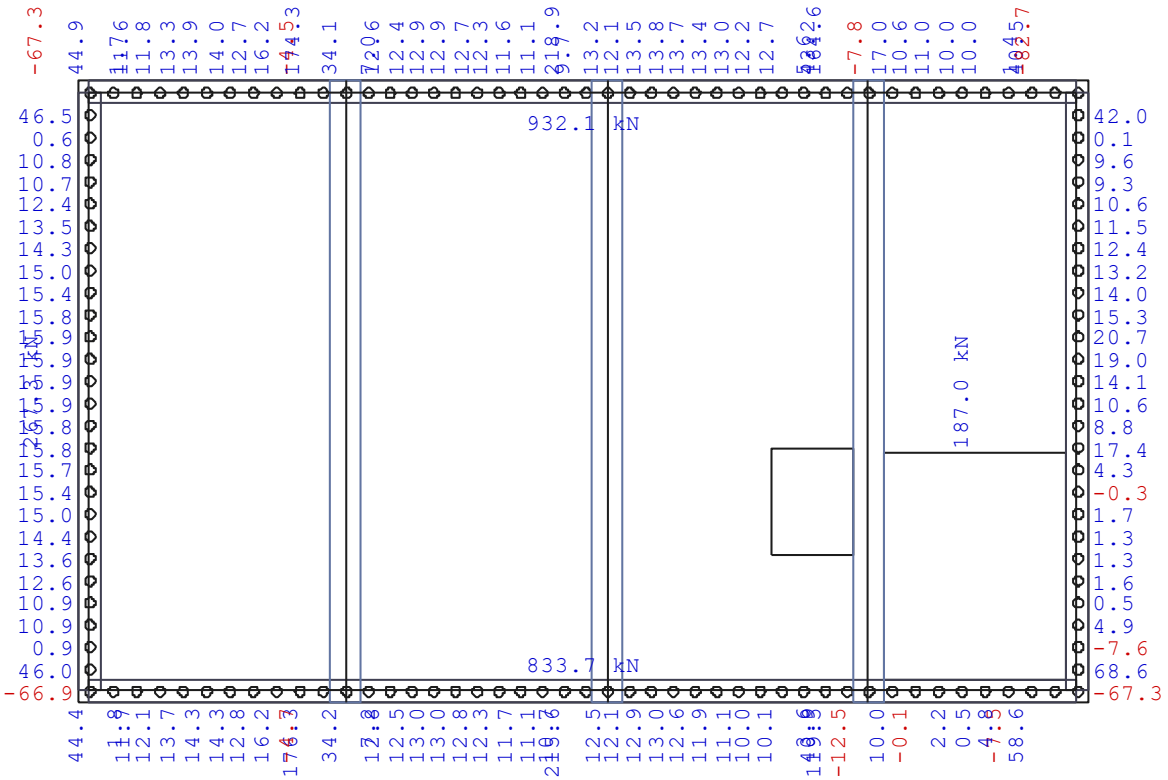
Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	5	Kat. E: Lagerflächen	nicht ständig
3	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

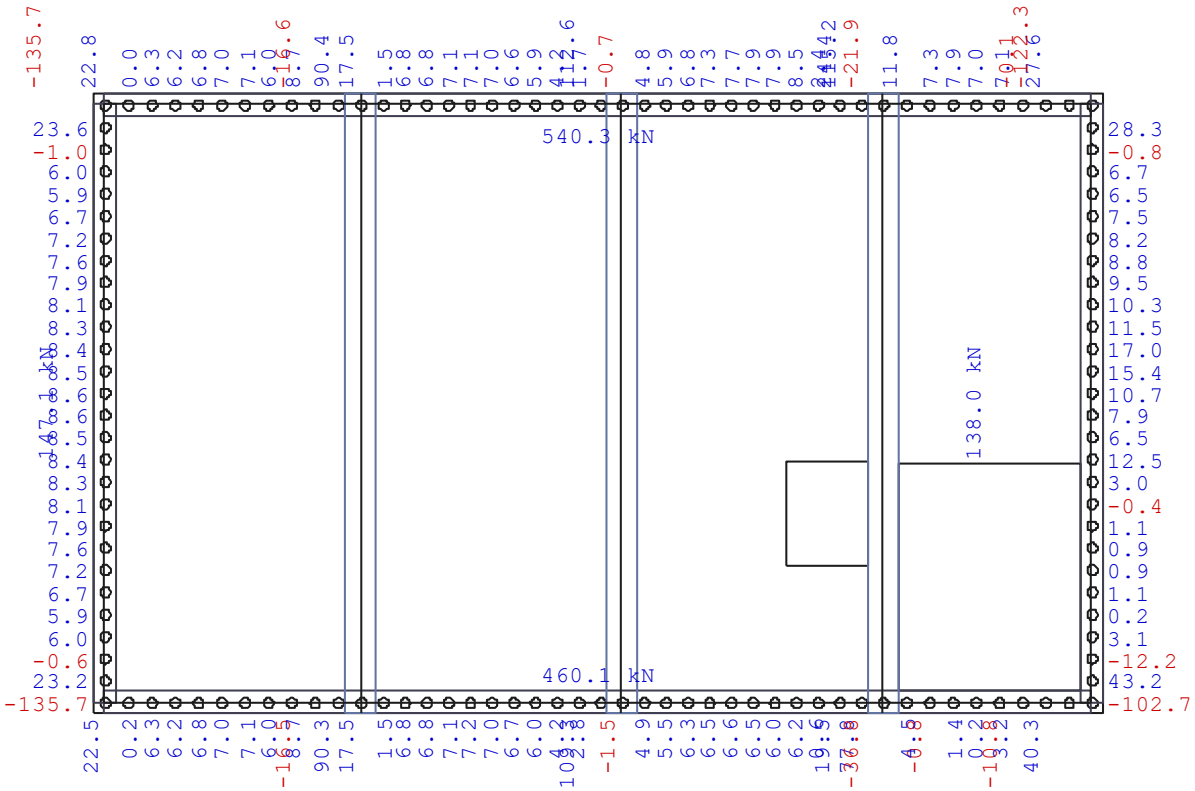
Überlagerung 1 "Charakteristisch"

Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MAX

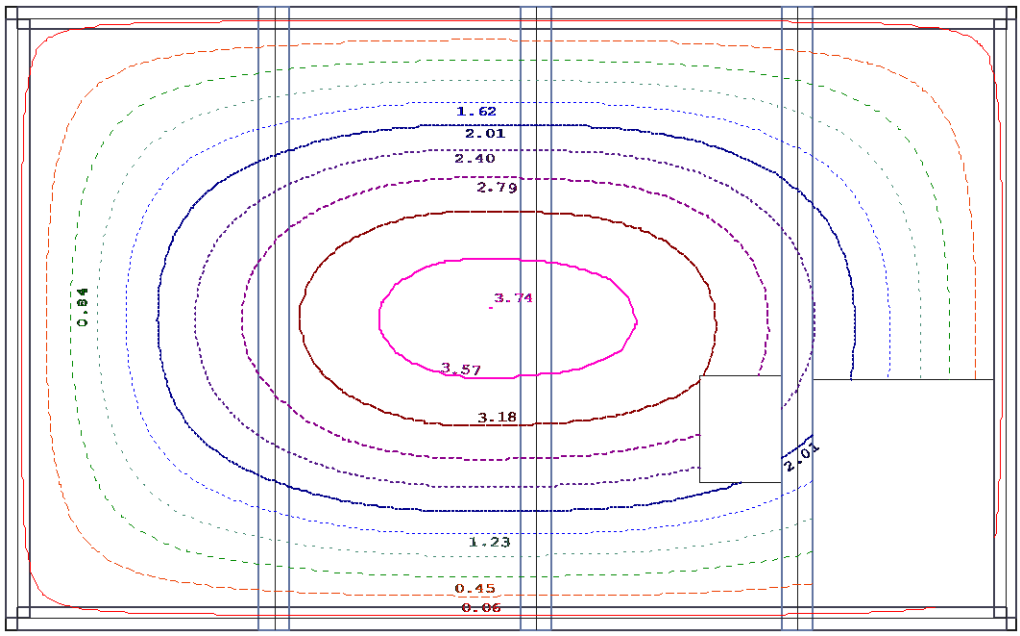
Maßstab 1 : 100



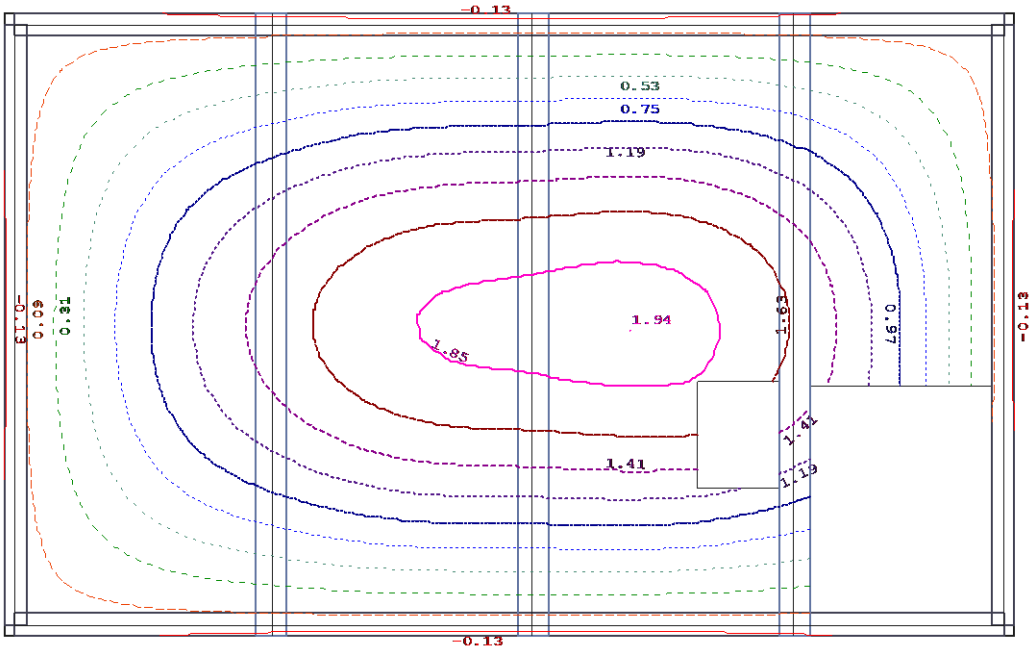
Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Auflagerkräfte (Knoten) [kN/Knoten] - MIN
Maßstab 1 : 100



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegung [mm] - MAX
Maßstab 1 : 100



Überlagerung 1 "Charakteristisch"
Durchbiegung [mm] - MIN
Maßstab 1 : 100



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigengewicht	Einwirkung Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name	Alternativgruppe
1	Eigengewicht	ständig	ja	g	ständig	-
2	Nutzlast	nicht ständig	nein	5	Kat. E: Lagerflächen	0
3	Containerwagen	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0
4	Sandwäscher	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0
5	Kranlast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	0

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art	Teilsicherheit sup	Teilsicherheit inf	Kombination leitend	Kombination nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	5	Kat. E: Lagerflächen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	1.00
3	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.80

Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer Lastfallüberlagerung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

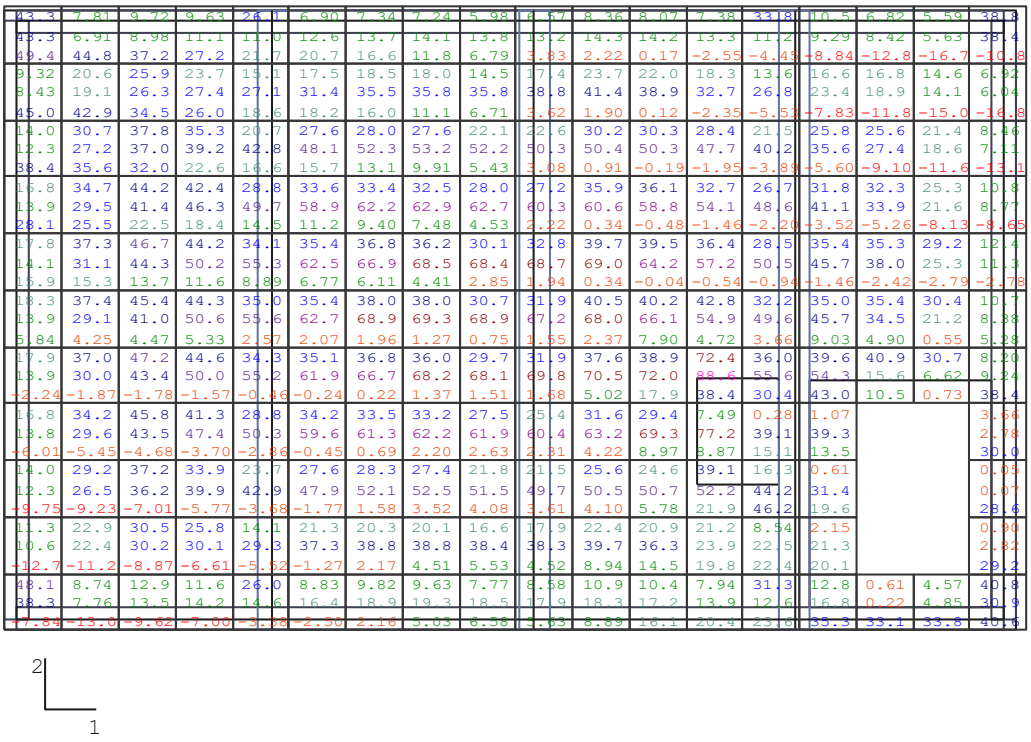
HINWEIS: Kombinationsbeiwerte
Bei der Kombination der unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen wird an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unter allen unabhängigen, veränderlichen Einwirkungen die jeweils vorherrschende Einwirkung ermittelt. Allgemein sind an jedem Ort und für jede Beanspruchungsgröße unterschiedliche Einwirkungen maßgebend für die vorherrschende Einwirkung.
Die jeweils gefundene vorherrschende Einwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00. Liegt nur eine einzige veränderliche Einwirkung vor, so ist diese vorherrschend.

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

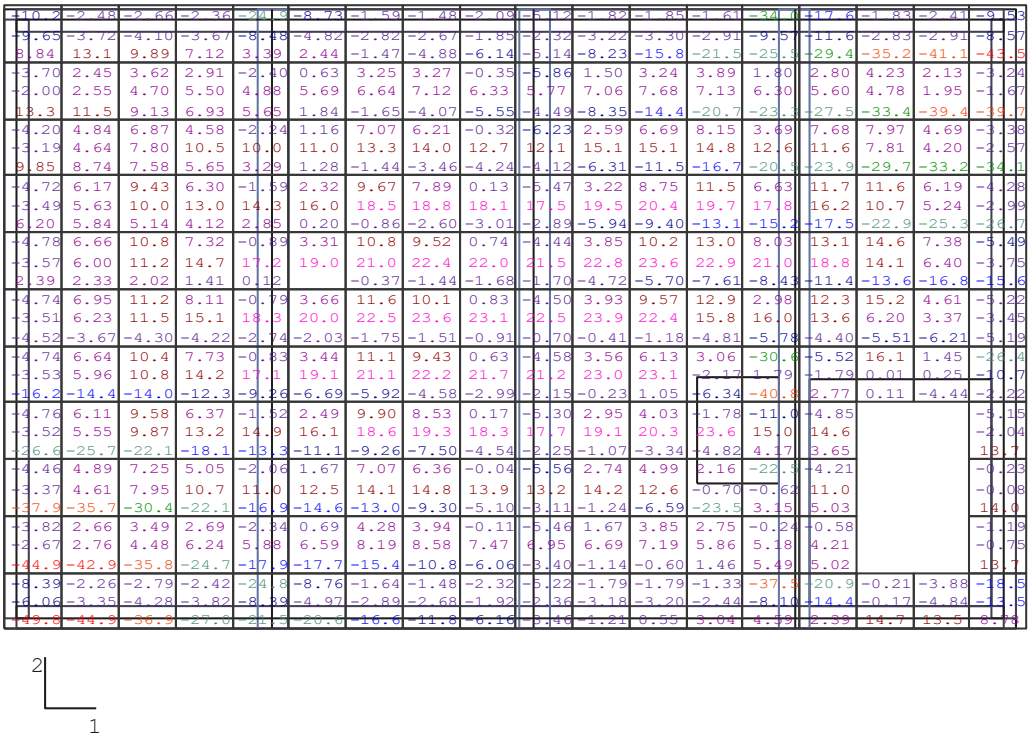
Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MAX

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m] - MIN
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 100

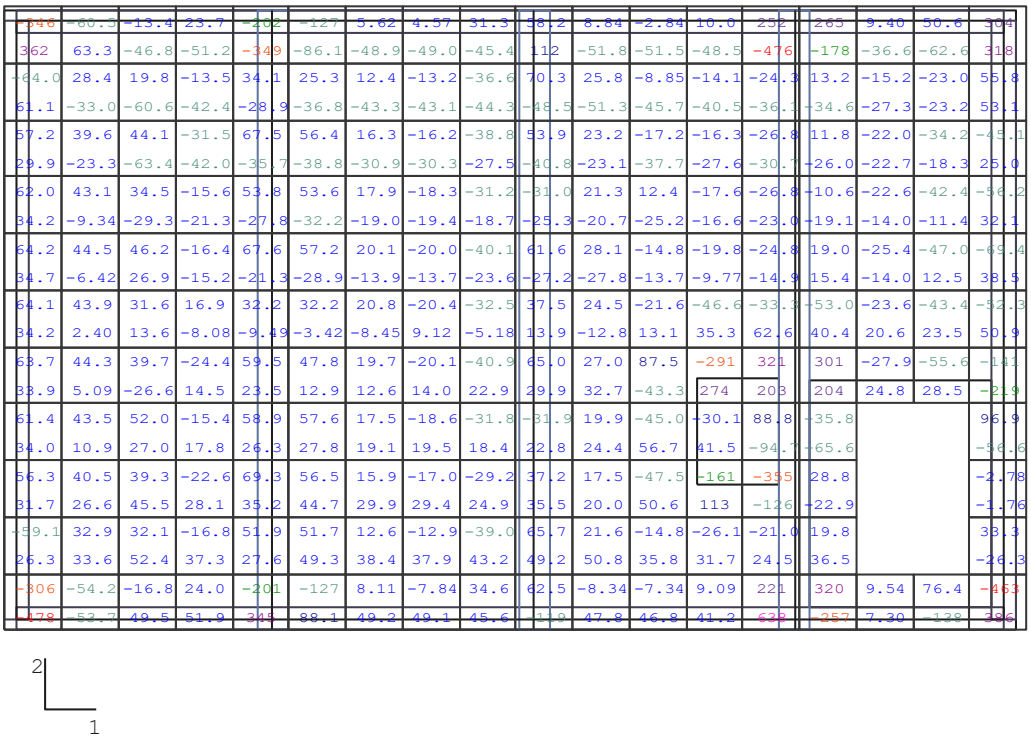


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkräfte - q-1z, q-2z [kN/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100

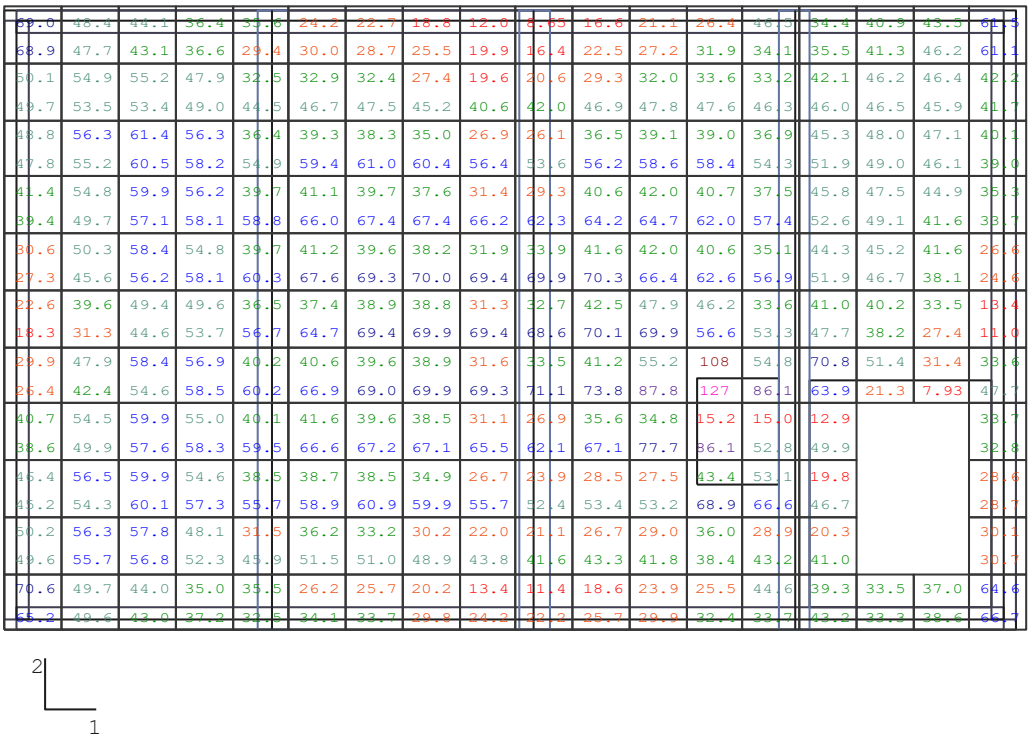


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bemessungsmomente, unten - mB-1, mB-2 [kNm/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100

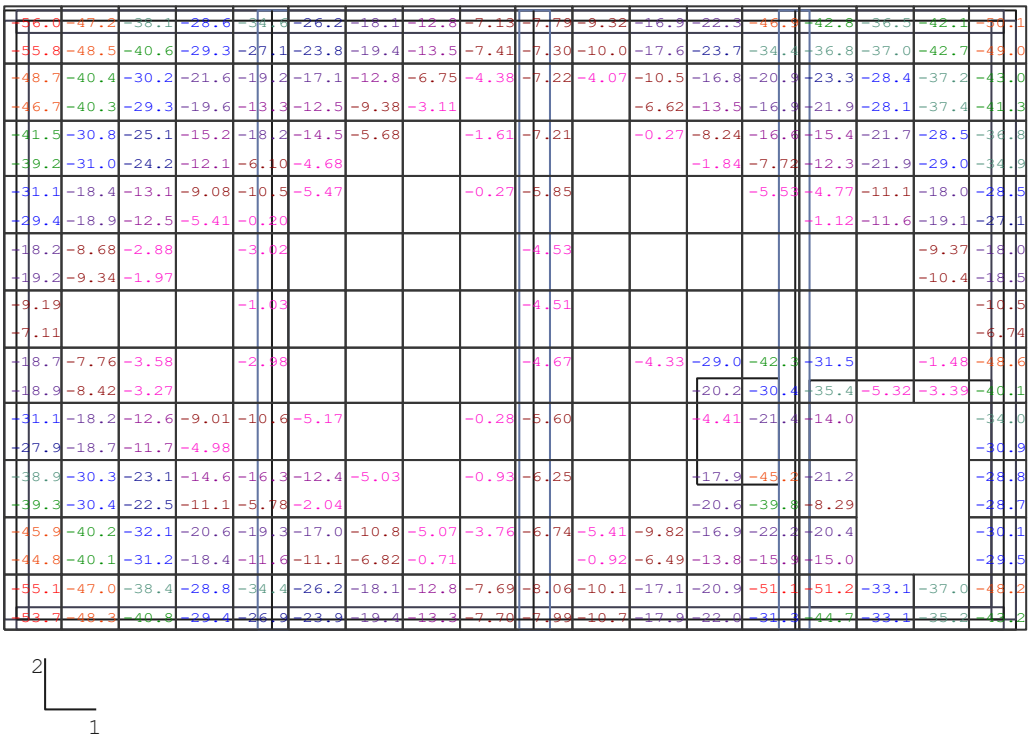


Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bemessungsmomente, oben - mB-1, mB-2 [kNm/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

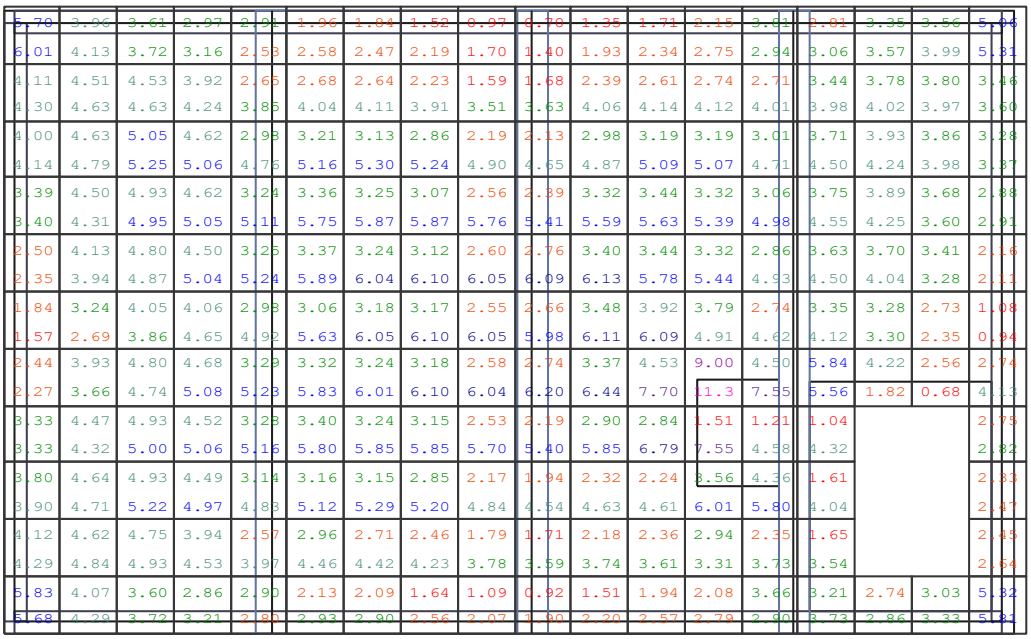
Maßstab 1 : 100



Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 100

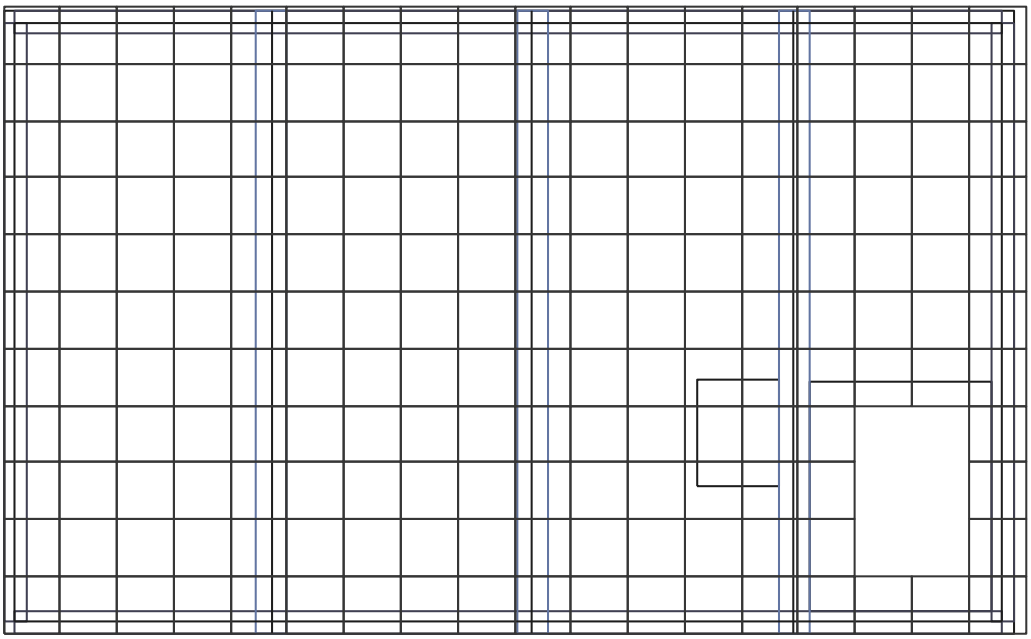


2
1

max as-1: 9.00 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 11.3 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
unten as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



2
1

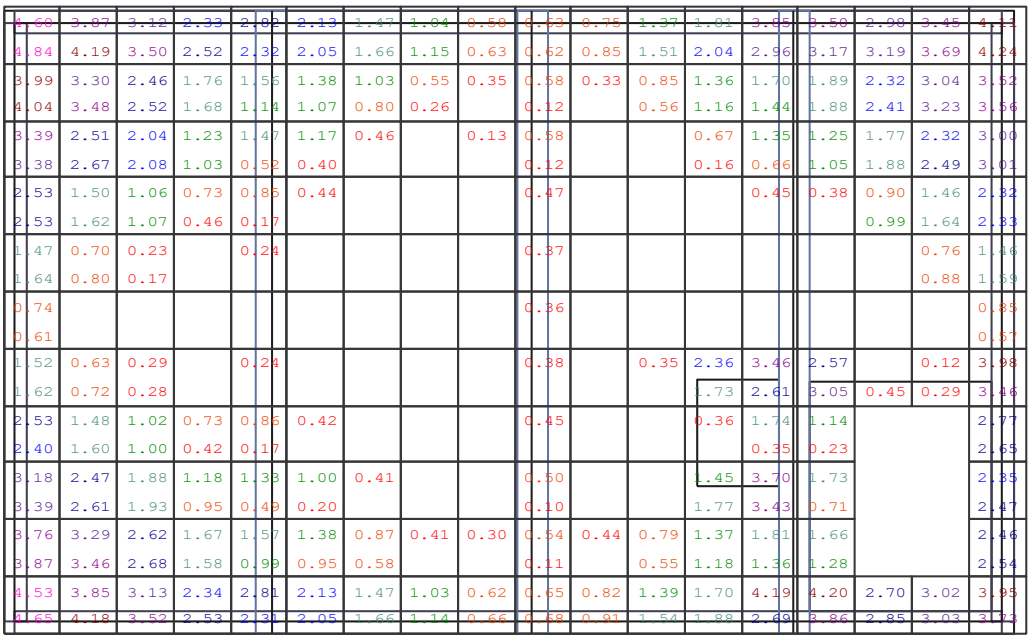
max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0.02 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
unten as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

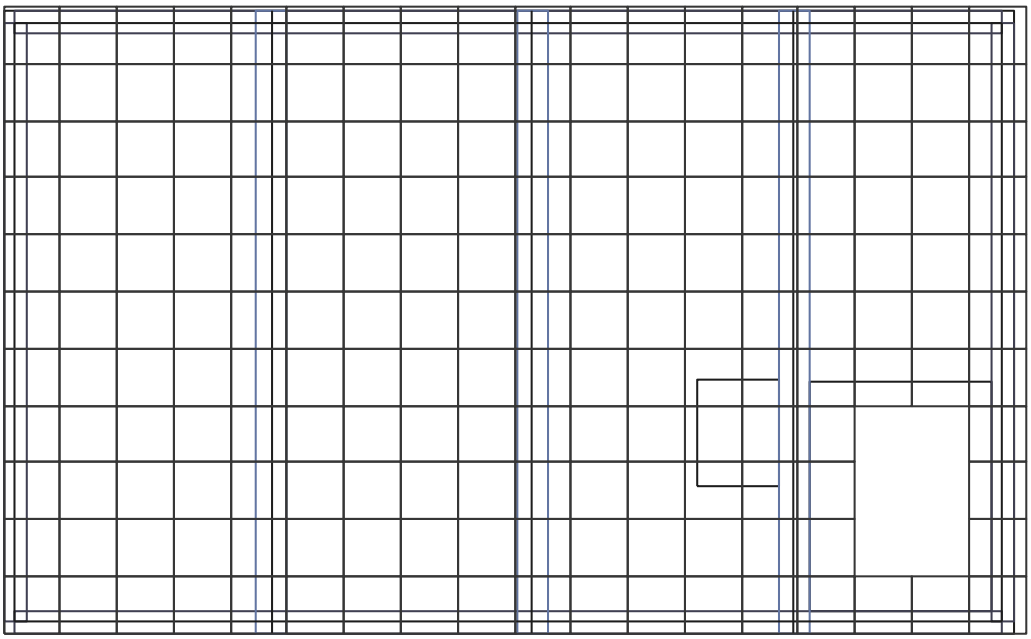
Maßstab 1 : 100



max as-1: 4.60 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 4.84 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
unten as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



2
1

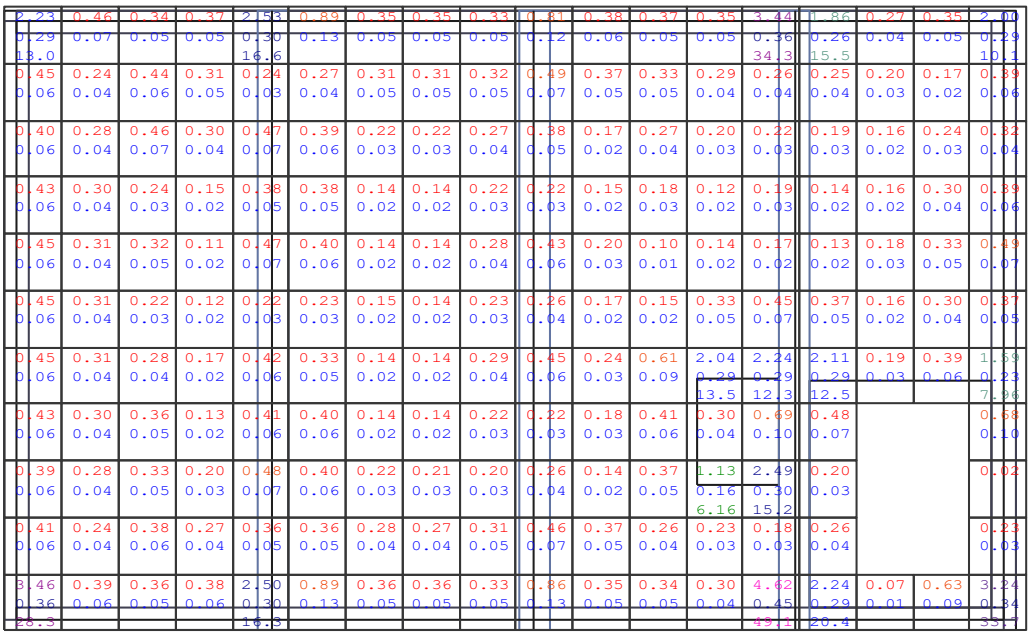
max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
unten as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 100



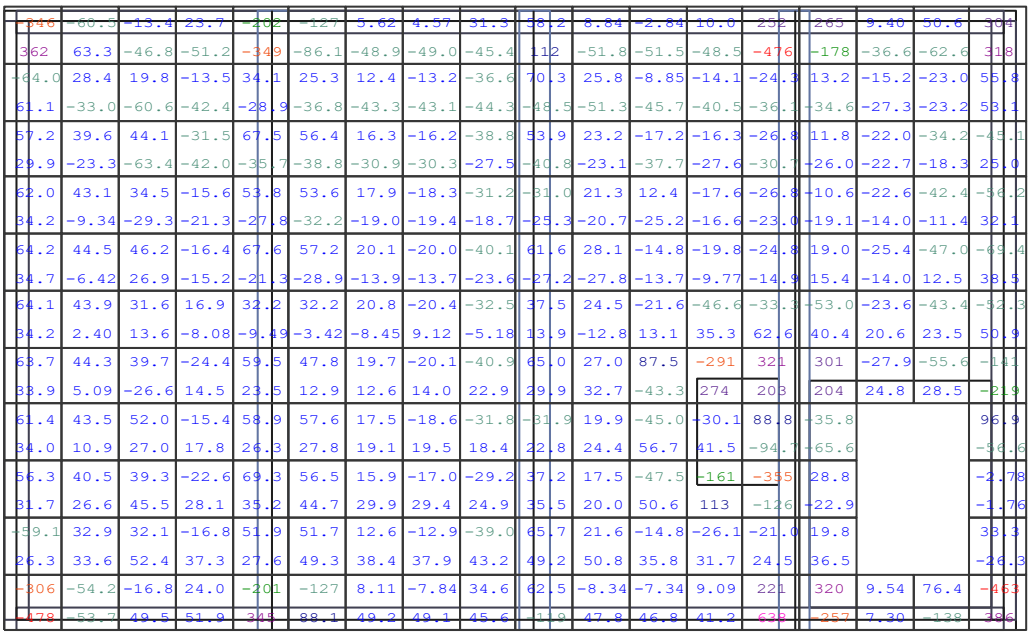
max as-B: 49.1 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]
unten as-1: 11.3 [cm²/m]
as-2: 11.3 [cm²/m]

2
1

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

VEd-1, VEd-2 [kN/m]

Maßstab 1 : 100



5.3 Pos. D03 Decke EMSR

Die Ortbetondecke lagert umlaufend auf den Mauerwerkswänden. Die Vorbemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 20 cm
max. Stützweite = 2,70 m

Lastannahmen:
Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt.

Ausbaulasten:
Abhangdecke: $g_{2,k} = 0{,}5$ kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: $Q_k = 1{,}0$ kN

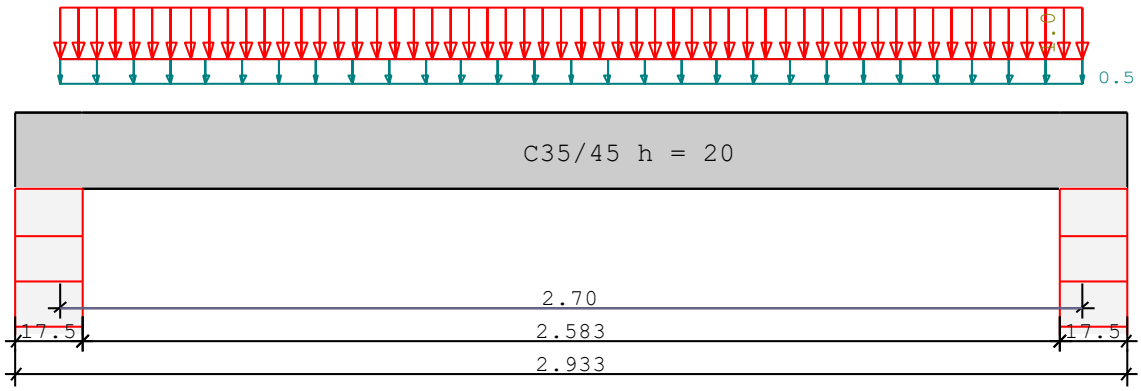
Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage: Matte Q524A (Ø10-15)
Randsteckbügel: Ø8-15

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite					
nach DIN EN 1992/NA:2011-01,7.3.2					
zentrischer Zwang aus Hydratation					
maximale Rissbreite:			w_k =	0,4	mm
Geometrie:			b =	1,00	m
			h =	0,2	m
			c_{nom} =	2	cm
			A =	0,2	m²
			d =	0,175	m
Beton:			f_{ck} =	35	N/mm²
			f_{ctm} =	3,21	N/mm²
			$f_{ct,eff,28,min}$=	3	N/mm²
			$f_{ct,eff}$=	2,25	N/mm²
Abminderungsfaktor für langsam erhärtende Betone:				1,00	
Faktoren:			k_c =	1,00	
			k =	0,80	
			p =	0,70	
Zwischenwerte:			σ_s =	328,4	N/mm²
			d_s* =	12,9	mm
			$a_{s,min}$ =	10,9	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	5,5	cm²/m
Mindestbewehrung für dickere Bauteile unter zentrischen Zwang					
(EC2, NCI zu 7.3.2 (NA.5)):					
			h/d1 =	8,0	
für h/d1<5:	4,00		$h_{c,ef}$ =	0,070	m
für 5<h/d1<30:	2,80		$A_{c,ef}$ =	0,07	m²
für h/d1>30:	5,00	ds* = ds x 2,9 / fct,eff=		12,9	mm
			σ_s =	328,4	N/mm²
			$a_{s,min}$ =	9,6	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	4,8	cm²/m
Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden, als sich nach Gleichung (7.1) mit Gleichung (7.7DE) bzw. nach 7.3.4 ergibt.					
Bewehrung:			$a_{s,min}$ =	9,6	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	4,8	cm²/m
			d_s =	10	mm
			e =	15	cm
		pro Seite:	$a_{s,vorh}$ =	5,24	cm²/m

Position: D03_Decke EMSR

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 20



Stahlbetonplatte C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12					
System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I(cm4)
1	2.70	konstant	100.0	20.0	66666.7

Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ	EG Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	H		0.50	1.00	1.00			

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma	=	25.0	kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:					
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
H	2	Dach (z.B. Mannlast)	0.00	0.00	0.00	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten								
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	1.35	5.92	0.00	0.00	8.77	-8.77	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	8.77	8.77	7.42	2
2	0.00	0.00	-8.77	0.00	8.77	7.42	2

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	7.42	1.35	0.00	8.77	8.77	7.42
2	7.42	1.35	0.00	8.77	8.77	7.42
Summe:	14.85	2.70	0.00	17.55	17.55	14.85

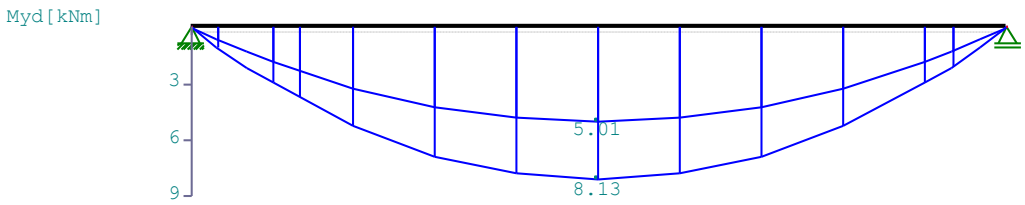
Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	7.4	7.4	7.4	7.4	
H	1.3	0.0	1.3	0.0	
Sum	8.8	7.4	8.8	7.4	

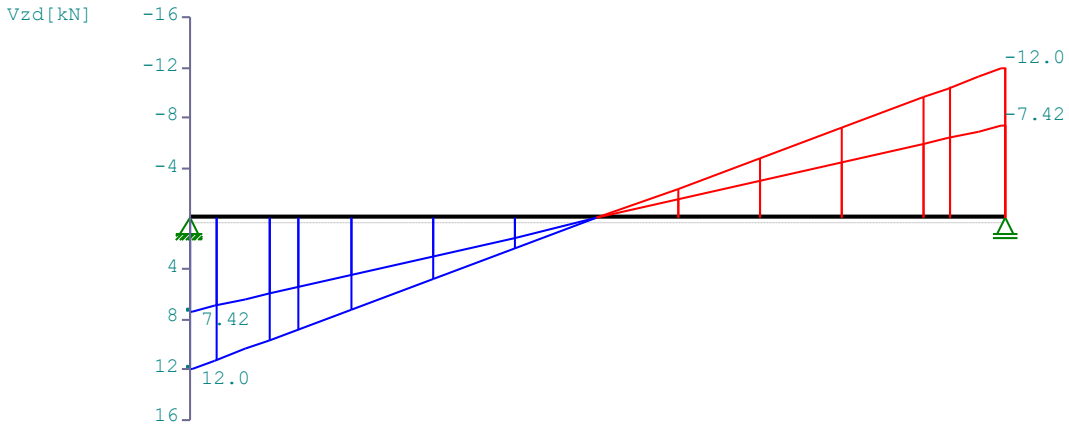
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi}$ = 1.35 über Trägerlänge konstant

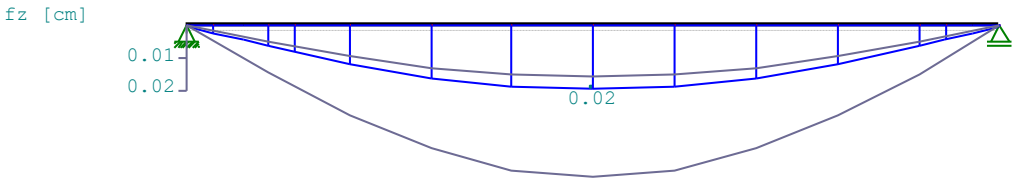
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 = 1.35	8.13	0.00	0.00	12.05	-12.05	H 2

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	12.05	12.05	7.42	H 2
2	0.00	0.00	-12.05	0.00	12.05	7.42	H 2

Maßstab 1 : 25







Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142 C35/45 B500B hochduktil
Betondeckung: cv = 2.0 cm >= erf cv Bewehrungslage: do = 2.5 cm dB = 0 dS = 10 du = 2.5 cm dB = 0 dS = 10 Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt. Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten. Kriechbeiwert: ϕ = 2.28εcs = 0.38 %o h0 = 22.50 cm

Auflagerbedingungen			
Stütze	Breite (cm)	Lager	Art
1	17.5	Mauer	direkt
2	17.5	Mauer	direkt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2					
Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	21.40	2.72	-21.40	2.72	100.0/20.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)		komb
1	1.35	8.1		17.5	0.04	2.7	0.0	*	H 2

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 2.7 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 2.7 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

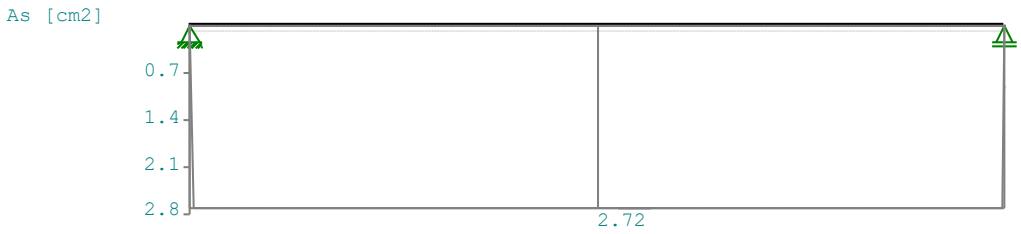
Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEI$\phi\varepsilon$	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEII$\phi\varepsilon$	f
1	1.35	0.02	0.04	0.06	0.02	0.02	0.05	0.05	0.06

Vorhandene Längsbewehrung

Feld	erf_As,el	As,pl	vorh_As	
1	2.72		5.50	7Φ10
Stütze				
1	0.00		5.50	7Φ10
2	0.00		5.50	7Φ10

Maßstab 1 : 25



In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L; 2=Einzellast bei a; 3=Einzelmoment bei a; 4=Trapezlast von a - a+b; 5=Dreieckslast über L; 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	4	H 1	0.50	1.00	0.50	1.00	1.00	0.00	2.70

Gerechnete Kombinationen aus 1 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

5.4 Pos. D04 Decke Annahmeschacht

Die Ortbetondecke lagert umlaufend auf den Mauerwerkswänden. Die Vorbemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 20 cm
Stützweite = 3,50 m

Lastannahmen:
Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt.

Maschinenlast:
Waschtrommel: $g_{1,k}$ = 60 kN / 4 = 15 kN pro Fuß

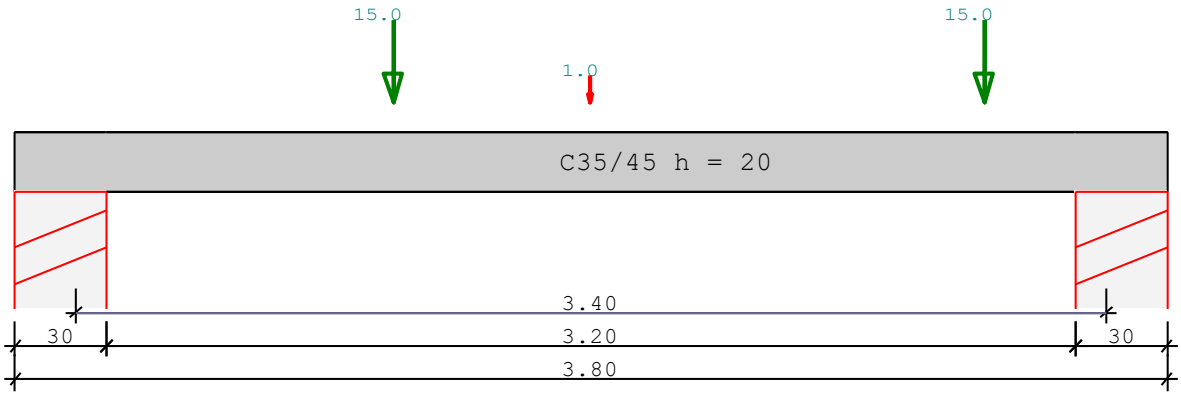
Verkehrslasten:
Nutzlast: Q_k = 1,0 kN

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage: Ø12-10
Randsteckbügel: Ø10-10

Position: D04_Decke Annahmeschacht

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 25



Stahlbetonplatte C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I(cm4)
1	3.40	konstant	100.0	20.0	66666.7

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L, 2=Einzellast bei a, 3=Einzelmoment bei a, 4=Trapezlast von a - a+b, 5=Dreieckslast über L, 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	H		1.70	0.00	1.00	1.00	0.00		
2	H		1.05	15.00	0.00	1.00	0.00		
2	H		3.00	15.00	0.00	1.00	0.00		
Summe				30.00	1.00				

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
H	2	Dach (z.B. Mannlast)	0.00	0.00	0.00	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten								
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	1.23	19.51	0.00	0.00	21.13	-26.87	2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	21.13	21.13	20.63	2
2	0.00	0.00	-26.87	0.00	26.87	26.37	2

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	20.63	0.50	0.00	21.13	21.13	20.63
2	26.37	0.50	0.00	26.87	26.87	26.37
Summe:	47.00	1.00	0.00	48.00	48.00	47.00

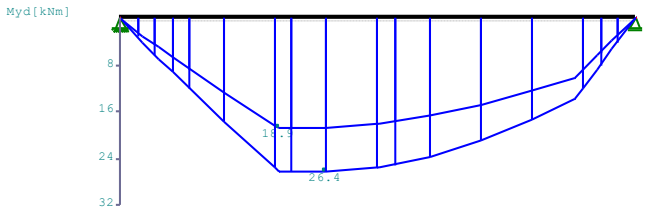
Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	20.6	20.6	26.4	26.4	
H	0.5	0.0	0.5	0.0	
Sum	21.1	20.6	26.9	26.4	

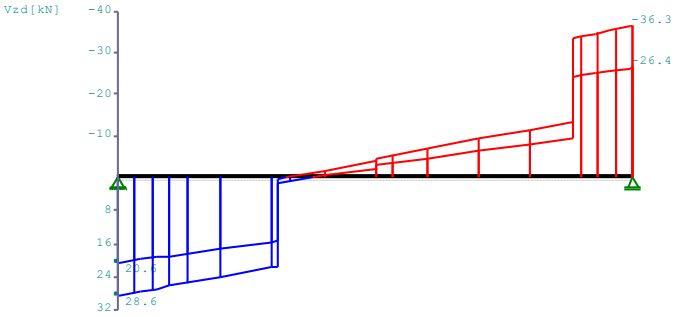
Ergebnisse fürγ-fache Lasten
TeilsicherheitsbeiwertγG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant

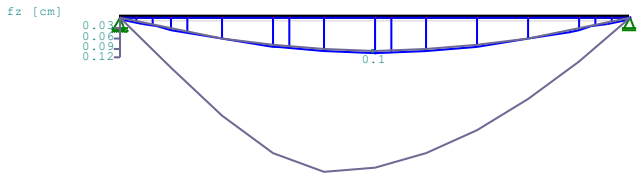
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 =	1.24	26.43	0.00	0.00	28.60	-36.35	H 2

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	28.60	28.60	20.63	H 2
2	0.00	0.00	-36.35	0.00	36.35	26.37	H 2

Maßstab 1 : 50







Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA1/XF2/WF	
Bewehrungskorrosion			XC4/XD1	
Mindestbetonklasse			C 35/45	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	10	mm
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	55	mm
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30	mm

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	22.5	cm	(nutzerdefiniert)
Luftfeuchte	LU	=	40	%	Zement 32.5
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.28		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.38	‰	

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142
C35/45 B500B hochduktil

Betondeckung: cv = 5.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 6.0 cm dB = 0 dS = 12
du = 6.0 cm dB = 0 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Auflagerbedingungen

Stütze	Breite (cm)	Lager	Art
1	30.0	Beton	direkt
2	30.0	Beton	direkt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	21.40	3.40	-21.40	3.40	100.0/20.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	1.24	26.4		14.0	0.09	4.3	0.0	H 2

Am ersten Auflager sind mindestens 3.4 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 3.4 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

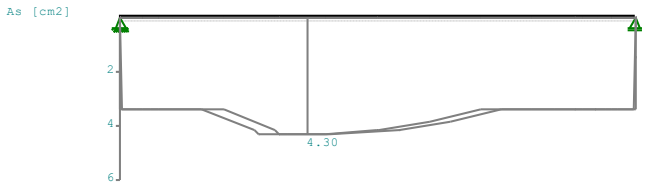
Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEI$\phi\varepsilon$	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEII$\phi\varepsilon$	f
1	1.70	0.10	0.28	0.36	0.10	0.10	0.30	0.47	0.47

Vorhandene Längsbewehrung

Feld	erf_As,el	As,pl	vorh_As	
1	4.30		10.17	9Φ12
Stütze				
1	0.00		10.17	9Φ12
2	0.00		10.17	9Φ12

Maßstab 1 : 50



Maßstab 1 : 50



In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	2	H 2	0.00	1.00			1.00	1.70	
2		2	H 1	15.00	0.00			1.00	1.05	
3		2	H 1	15.00	0.00			1.00	3.00	

Gerechnete Kombinationen aus 3 Lasten

Last	K1	K2
	g	g
1	.	x
2	.	.
3	.	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
nach DIN EN 1992/NA:2011-01,7.3.2
zentrischer Zwang aus Hydratation

maximale Rissbreite:			w_k =	0,3	mm
Geometrie:			b =	1,00	m
			h =	0,2	m
			c_{nom} =	5,5	cm
			A =	0,2	m²
			d =	0,139	m
Beton:			f_{ck} =	35	N/mm²
			f_{ctm} =	3,21	N/mm²
			$f_{ct,eff,28,min}$=	3	N/mm²
			$f_{ct,eff}$=	3,21	N/mm²
Abminderungsfaktor für langsam erhärtende Betone:				1,00	
Faktoren:			k_c =	1,00	
			k =	0,80	
			p =	1,00	
Zwischenwerte:			σ_s =	310,3	N/mm²
			d_s* =	10,8	mm
			$a_{s,min}$ =	16,6	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	8,3	cm²/m

Mindestbewehrung für dickere Bauteile unter zentrischen Zwang
(EC2, NCI zu 7.3.2 (NA.5)):

			h/d1 =	3,3	
für h/d1<5:	1,64		$h_{c,ef}$ =	0,100	m
für 5<h/d1<30:	2,33		$A_{c,ef}$ =	0,10	m²
für h/d1>30:	5,00	ds* = ds x 2,9 / fct,eff=		10,8	mm
			σ_s =	310,3	N/mm²
			$a_{s,min}$ =	20,7	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	10,3	cm²/m

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden, als sich nach Gleichung (7.1) mit Gleichung (7.7DE) bzw. nach 7.3.4 ergibt.

Bewehrung:		$a_{s,min}$ =	16,6	cm²/m
	pro Seite:	$a_{s,min}$ =	8,3	cm²/m
		d_s =	12	mm
		e =	10	cm
	pro Seite:	$a_{s,vorh}$ =	11,31	cm²/m

5.5 Pos. D05 Deckenplatte Kanal

Die Deckenplatte aus Ortbeton lagert vollständig auf der Ortbetonauffüllung. Wasserlasten werden direkt durchgeleitet, sodass keine Lasten von der Deckenplatte abgetragen werden. Die Bemessung erfolgt daher für späten Zwang infolge Temperaturänderung.

System: Dicke: d = 30 cm

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage: Ø14-10
Randsteckbügel: Ø12-10

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite
nach DIN EN 1992/NA:2011-01,7.3.2
später Zwang infolge Temperaturänderung

maximale Rissbreite:			w_k =	0,3	mm
Geometrie:			b =	1,00	m
			h =	0,3	m
			c_{nom} =	5,5	cm
			A =	0,3	m²
			d =	0,238	m
Beton:			f_{ck} =	35	N/mm²
			f_{ctm} =	3,21	N/mm²
			$f_{ct,eff,28,min}$ =	3	N/mm²
			$f_{ct,eff}$ =	3,21	N/mm²
Abminderungsfaktor für langsam erhärtende Betone:				1,00	
Faktoren:			k_c =	1,00	
			k =	0,80	
			p =	1,00	
Zwischenwerte:			σ_s =	287,3	N/mm²
			d_s* =	12,6	mm
			$a_{s,min}$ =	26,8	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	13,4	cm²/m

Mindestbewehrung für dickere Bauteile unter zentrischen Zwang
(EC2, NCI zu 7.3.2 (NA.5)):

			h/d1 =	4,8	
für h/d1<5:	2,42		$h_{c,ef}$ =	0,150	m
für 5<h/d1<30:	2,48		$A_{c,ef}$ =	0,15	m²
für h/d1>30:	5,00	ds* = ds x 2,9 / fct,eff=		12,6	mm
			σ_s =	287,3	N/mm²
			$a_{s,min}$ =	33,5	cm²/m
		pro Seite:	$a_{s,min}$ =	16,8	cm²/m

Es braucht aber nicht mehr Mindestbewehrung eingelegt zu werden, als sich nach Gleichung (7.1) mit Gleichung (7.7DE) bzw. nach 7.3.4 ergibt.

Bewehrung:		$a_{s,min}$ =	26,8	cm²/m
	pro Seite:	$a_{s,min}$ =	13,4	cm²/m
		d_s =	14	mm
		e =	10	cm
	pro Seite:	$a_{s,vorh}$ =	15,39	cm²/m

6 Unterzüge

6.1 Pos. UZ01 Unterzug Dachdecke

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:
Die Unterzüge werden als Ortbetonkonstruktion mit der Deckenplatte hergestellt. Die Bemessung erfolgt als Einfeldträger mit mitwirkender Plattenbreite.

Max. Länge:	l = 8,20 m
Max. Stützweite:	$l_{Stütz}$ = 7,80 m
Max. lichte Weite:	l_{licht} = 7,60 m
Breite:	b_{unten} = 40 cm
Höhe:	h = 50 cm + 30 cm = 80 cm (Unterzug + Decke)

Lastannahmen:
Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.
3-Feld-Träger, Faktor Durchlaufträger 1,1

Eigengewicht Decke: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,3 m * 4,45 m * 1,1 = 37 kN/m

Ausbaulasten:

Gefälledämmung:	$g_{2,k}$ = 0,1 kN/m² * 4,45 m * 1,1 = 0,5 kN/m
Gründach:	$g_{2,k}$ = 2,0 kN/m² * 4,45 m * 1,1 = 10 kN/m
PV-Anlage:	$g_{2,k}$ = 0,5 kN/m² * 4,45 m * 1,1 = 2,5 kN/m

Verkehrslasten:

Nutzlast:	Q_k = 1,0 kN
Schneelast:	$q_{k,s5}$ = 2,20 kN/m² * 4,45 m * 1,1 = 11 kN/m
Windlast:	$q_{k,w}$ = 0,13 kN/m² * 4,45 m * 1,1 = 0,7 kN/m

Kranlasten:

Vertikallast: Q_k = 26 kN / 1,5 = 18 kN

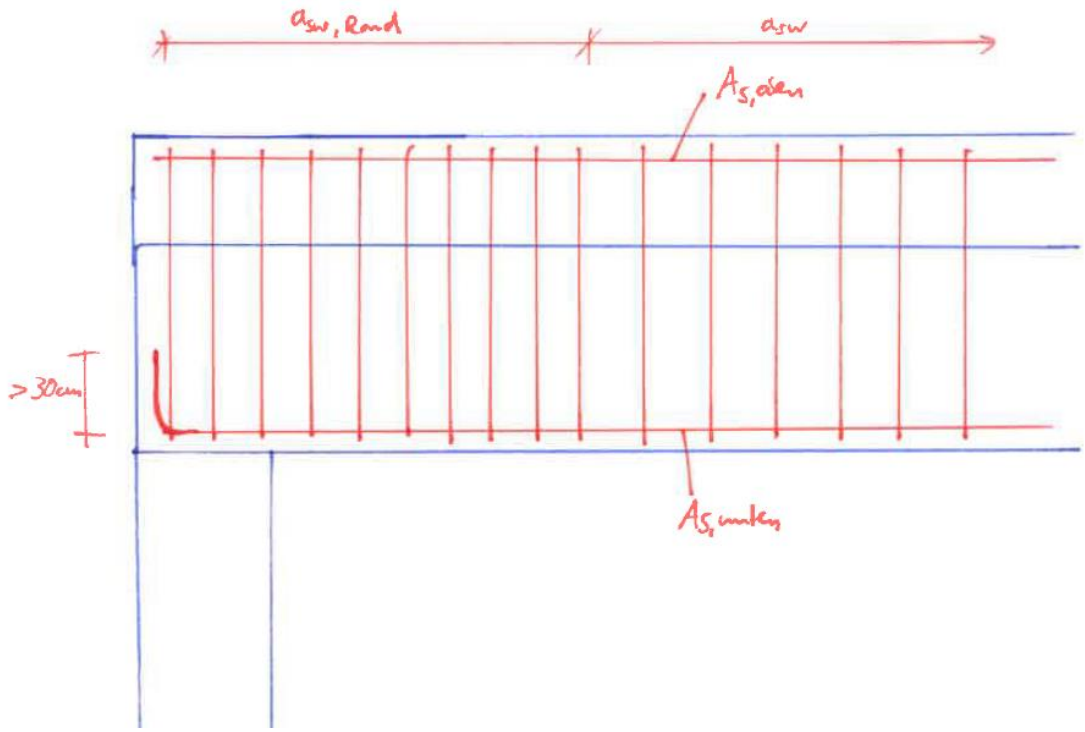
Bewehrungsführung

$A_{s,erf,unten}$ = 20,7 cm² → gewählt 5Ø25 ($A_{s,vorh}$ = 24,5 cm²)

$A_{s,erf,oben}$ = 0 cm² → konstruktiv gewählt 5Ø14 ($A_{s,vorh}$ = 7,70 cm²)

$a_{sw,erf}$ = 4,1 cm²/m → gewählt Ø8-15 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 3,35 cm²/m = 6,70 cm²/m)

$a_{sw,erf,Rand}$ = 4,1 cm²/m → gewählt Ø8-10 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 5,03 cm²/m = 10,06 cm²/m)



Nachweis Endverankerung

Statisch erforderliche Bewehrung über dem Auflager:

Versatzmaß:

$\alpha = 90°$

$\theta = 18{,}4°$ (s. Programmausdruck)

$d = 80\ cm - 3{,}5\ cm - 0{,}8\ cm - 2{,}5\ cm / 2 = 74{,}5\ cm$

$a_l = 0{,}9 * 0{,}745\ m * ½ * (\cot 90° - \cot 18{,}4°) = 1{,}01\ cm$

$V_{Ed} = 269\ kN$ (Querkraft am Auflagerrand, s. Programmausdruck)

$F_{Ed} = 269\ kN * 1{,}01\ cm / (0{,}9 * 0{,}745\ m) = 405\ kN \geq 0{,}5 * V_{Ed} = 135\ kN$

$A_{s,erf} = 405\ kN / 43{,}5\ kN/cm^2 = 9{,}31\ cm^2$

Gewählt: $A_{s,vorh} = 24{,}5\ cm^2$ (5Ø25) → 5 Eisen über Auflager

Verankerungslänge:

$l_{b,rqd} = 81\ cm$ (C35/45; Ø25; guter Verbund)

$\alpha_1 = 0{,}7$

$\alpha_2 = 1{,}0$

$\alpha_3 = 1{,}0$

$\alpha_4 = 1{,}0$

$\alpha_5 = 2/3$ (direktes Auflager)

$l_{bd,dir} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * A_{s,erf} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}$

$l_{bd,dir} = 0{,}7 * 1{,}0 * 1{,}0 * 1{,}0 * 2/3 * 9{,}31\ cm^2 / 24{,}5\ cm^2 * 81\ cm = 14{,}4\ cm$

$l_{b,min} = \max(0{,}3 * \alpha_1 * \alpha_4 * l_{b,rqd}; 10Ø * 2/3)$

$l_{b,min} = \max(0{,}3 * 0{,}7 * 1{,}0 * 81\ cm = 17{,}01\ cm\ ;\ 10 * 2{,}5\ cm * 2/3 = 16{,}7\ cm) > l_{bd,dir}$

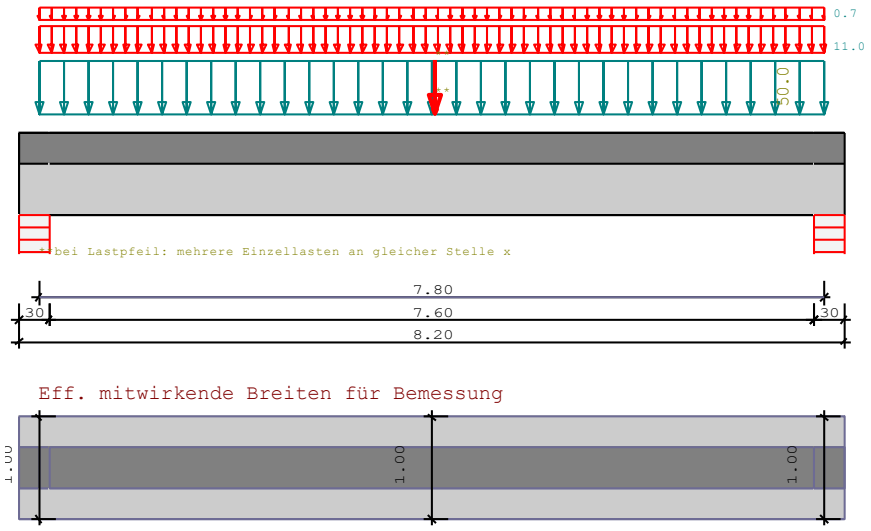
$l_{b,min} = \underline{17{,}01\ cm} > l_{bd,dir}$

$l_{vorh} = 30\ cm > l_{b,min} + c_{nom} = 17{,}01\ cm + 3{,}5\ cm = 20{,}51\ cm$ → Nachweis erfüllt

Position: UZ01_Unterzug Dachdecke

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 75



Stahlbetonträger C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12								
System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.80	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1	N			50.00	0.00	1.00			
2	H		3.94	0.00	1.00	1.00	0.00		
2	N		3.94	0.00	18.00	1.00	0.00		
1	J			0.00	11.00	1.00			
1	I			0.00	0.70	1.00			

Einwirkungen:						
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
H	2	Dach (z.B. Mannlast)	0.00	0.00	0.00	1.50
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3
In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	3.94	506.22	0.00	0.00	250.03	-250.23	2

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	250.03	250.03	195.00	2
2	0.00	0.00	-250.23	0.00	250.23	195.00	2

Auflagerkräfte (kN)

Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	195.00	55.03	0.00	250.03	250.03	195.00
2	195.00	55.23	0.00	250.23	250.23	195.00
Summe:	390.00	110.26	0.00	500.26	500.26	390.00

Auflagerkräfte (kN)

	Stütze 1		Stütze 2	
EG	max	min	max	min
g	195.0	195.0	195.0	195.0
H	0.5	0.0	0.5	0.0
I	2.7	0.0	2.7	0.0
J	42.9	0.0	42.9	0.0
N	8.9	0.0	9.1	0.0
Sum	250.0	195.0	250.2	195.0

Ergebnisse fürγ-fache Lasten
TeilsicherheitsbeiwertγG * K_{Fi} = 1.35 über Trägerlänge konstant
EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

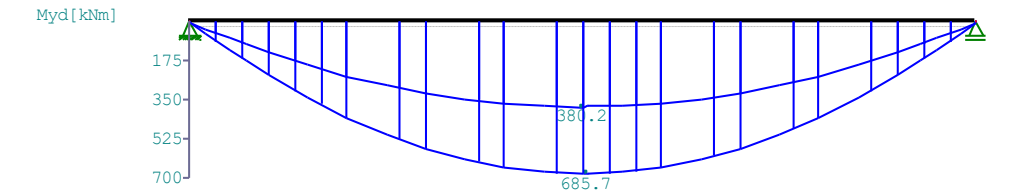
Feldmomente Maximum (kNm , kN)

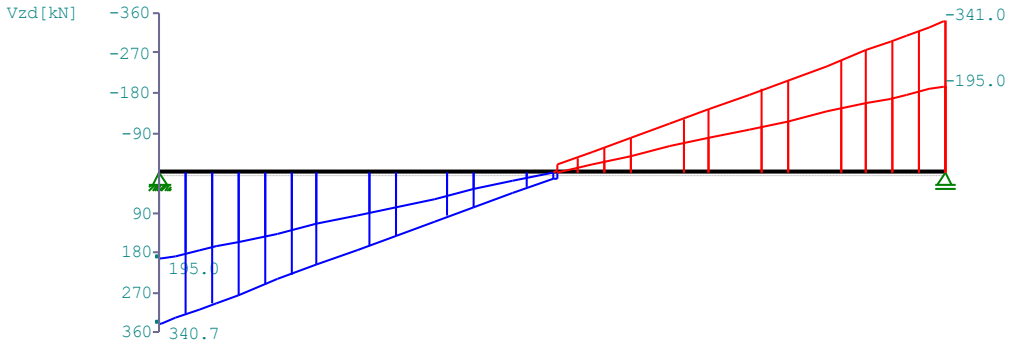
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 =	3.94	685.65	0.00	0.00	340.75	-340.97	J 2

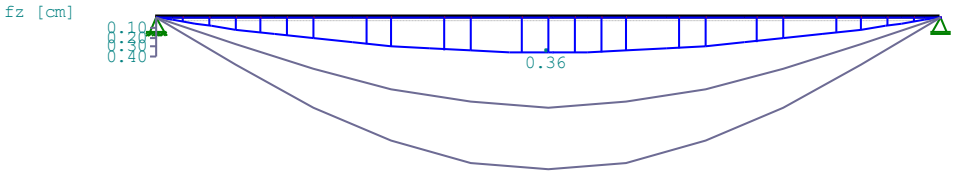
Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	0.00	0.00	340.75	340.75	195.00	J 2
2	0.00	0.00	-340.97	0.00	340.97	195.00	J 2

Maßstab 1 : 75







Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142 C35/45 B500B hochduktil						
Betondeckung:	cv =	3.5	cm	>=	erf cv	
Bewehrungslage:	do =	5.0	cm	dB = 8	dS =	14
	du =	4.9	cm	dB = 8	dS =	25
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.						
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.						
Kriechbeiwert: ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰ h0 = 22.50 cm						
Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 30.0 cm						

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	167.81	4.97	-265.25	7.86	100.0/30.0/40.0/80.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	3.94	685.7		75.1	0.09	20.7	0.0	J 2

Am ersten Auflager sind mindestens 11.5 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 11.5 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500B DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)	komb
1	re	0.85	0.90	268.7	18.4	139.3	1210.2	30.0	4.1~	J 2
1	*	1.60	0.90	205.2	18.4	139.3	1210.2	30.0	4.1~	J 2
2	li	0.85	0.90	-268.9	18.4	139.3	1210.2	30.0	4.1~	J 2
2	*	1.60	0.90	-205.4	18.4	139.3	1210.2	30.0	4.1~	J 2

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Schulterschub

Feld	xa (cm)	xe (cm)	Mli (kNm)	Mre (kNm)	av (cm)	beff (cm)	dFcd (kN)	vEd (kN/m2)	vEd,zul (kN/m2)	asf (cm2/m)
1	0	197	0.0	507.0	197	100	225	381	7325	2.2
1	197	394	507.0	685.7	197	100	79	134	7325	0.8
1	394	587	685.7	500.5	193	100	82	142	7325	0.8
1	587	780	500.5	3.4	193	100	221	381	7325	2.2

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 %o
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	3.90	0.26	0.66	0.82	0.93	0.98	1.26	1.59	1.59

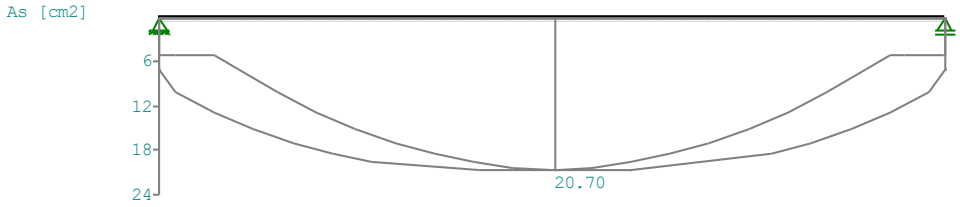
Vorhandene Längsbewehrung

Feld	erf_As,el	As,pl	vorh_As	
1	20.70		24.55	5Φ25
Stütze				
1	0.00		7.70	5Φ14
2	0.00		7.70	5Φ14

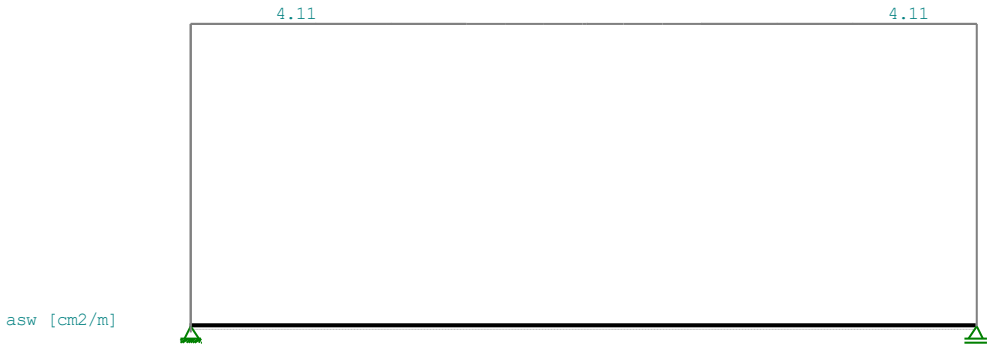
Vorhandene Schubbewehrung

Feld		erf_asw	vorh_asw	d	e	s
1	links	4.1	10.1	8	10.0	2
	mitte		6.7	8	15.0	2
	rechts	4.1	10.1	8	10.0	2

Maßstab 1 : 75



Maßstab 1 : 75



In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L; 2=Einzellast bei a; 3=Einzelmoment bei a; 4=Trapezlast von a - a+b; 5=Dreieckslast über L; 6=Trapezlast über L

Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge
1	1	4	N 1	50.00	0.00	50.00	0.00	1.00	0.00	7.80
2		2	H 2	0.00	1.00			1.00	3.94	
3		2	N 3	0.00	18.00			1.00	3.94	
4		4	J 4	0.00	11.00	0.00	11.00	1.00	0.00	7.80
5		4	I 5	0.00	0.70	0.00	0.70	1.00	0.00	7.80

Gerechnete Kombinationen aus 5 Lasten

Last	K1	K2	K3	K4	K5	K6
	g	g	g	g	g	g
1	.	.	.	.	.	.
2	.	x	.	x	.	.
3	.	x	x	x	.	x
4	.	x	x	.	x	.
5	.	x	x	.	x	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

6.2 Pos. UZ02 Unterzug Zwischendecke

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:

Die Unterzüge werden als Ortbetonkonstruktion mit der Deckenplatte hergestellt. Die Bemessung erfolgt als Einfeldträger mit mitwirkender Plattenbreite.

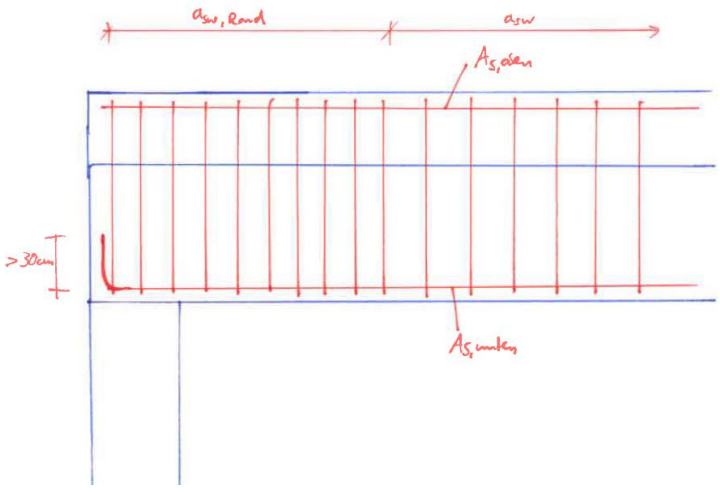
Max. Länge:	l = 8,20 m
Max. Stützweite:	$l_{Stütz}$ = 7,80 m
Max. lichte Weite:	l_{licht} = 7,60 m
Breite:	b_{unten} = 40 cm
Höhe:	h = 50 cm + 30 cm = 80 cm (Unterzug + Decke)

Lastannahmen:

Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt. Die Lasten werden aus Pos. D02 übernommen.

Bewehrungsführung

$A_{s,erf,unten}$ = 16,8 cm²	→ gewählt 5Ø25 ($A_{s,vorh}$ = 24,5 cm²)
$A_{s,erf,oben}$ = 0 cm²	→ konstruktiv gewählt 5Ø16 ($A_{s,vorh}$ = 10,1 cm²)
$a_{sw,erf}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-15 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 3,35 cm²/m = 6,70 cm²/m)
$a_{sw,erf,Rand}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-10 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 5,03 cm²/m = 10,06 cm²/m) konstruktiv im Bereich von 1,00 m ab Auflager



Nachweis Endverankerung

Statisch erforderliche Bewehrung über dem Auflager:

$A_{s,erf}$ = 9,2 cm² (s. Programmausdruck)

Gewählt: $A_{s,vorh}$ = 24,5 cm² (5Ø25) → 5 Eisen über Auflager

Verankerungslänge:

$l_{b,rqd}$ = 81 cm (C35/45; Ø25; guter Verbund)

α_1 = 0,7

α_2 = 1,0

α_3 = 1,0

α_4 = 1,0

α_5 = 2/3 (direktes Auflager)

$l_{bd,dir} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * A_{s,erf} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}$

$l_{bd,dir}$ = 0,7 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 2/3 * 9,2 cm² / 24,5 cm² * 81 cm = 14,2 cm

$l_{b,min} = \max(0,3 * \alpha_1 * \alpha_4 * l_{b,rqd}; 10Ø * 2/3)$

$l_{b,min}$ = max(0,3 * 0,7 * 1,0 * 81 cm = 17,01 cm ; 10 * 2,5 cm * 2/3 = 16,7 cm) > $l_{bd,dir}$

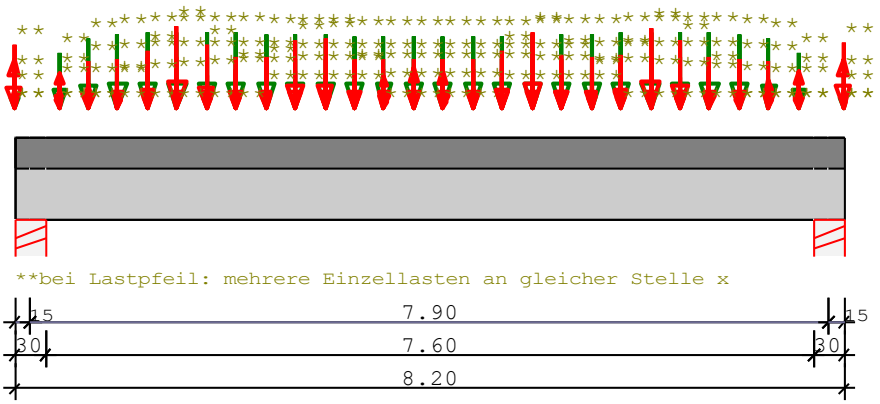
$l_{b,min}$ = 17,01 cm > $l_{bd,dir}$

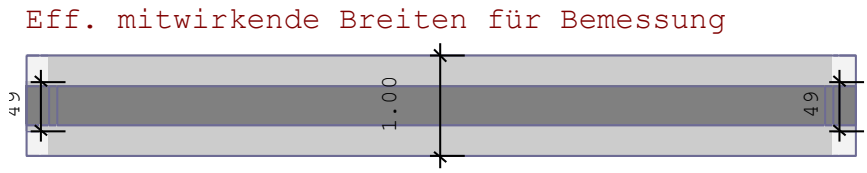
l_{vorh} = 30 cm > $l_{b,min} + c_{nom}$ = 17,01 cm + 3,5 cm = 20,51 cm → Nachweis erfüllt

Position: UZ02_Unterzug Zwischendecke

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 75





Stahlbetonträger C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06

Decke über Zwischendecke von Gebäudemodell

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.90	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
Kragarm								
links	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
rechts	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		

Querschnitte mit eff. mitwirkender Breite								
x (m)	bo (cm)	ho (cm)	b0 (cm)	h0 (cm)	bu (cm)	hu (cm)	Wyu (m3)	Wyo (m3)
0.00	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.15	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.22	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.23	100.0	30.0	40.0	80.0			0.0523	0.0826
7.97	100.0	30.0	40.0	80.0			0.0523	0.0826
7.98	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
8.05	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
8.20	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	A		0.00	1.25	0.00	1.00	0.00	G0_LF1	
2	A		0.00	4.04	0.00	1.00	0.44	G0_LF1	
2	A		0.00	6.70	0.00	1.00	0.74	G0_LF1	
2	A		0.00	7.75	0.00	1.00	1.03	G0_LF1	
2	A		0.00	8.17	0.00	1.00	1.32	G0_LF1	
2	A		0.00	8.23	0.00	1.00	1.61	G0_LF1	
2	A		0.00	8.13	0.00	1.00	1.91	G0_LF1	
2	A		0.00	7.96	0.00	1.00	2.20	G0_LF1	
2	A		0.00	7.75	0.00	1.00	2.49	G0_LF1	
2	A		0.00	7.55	0.00	1.00	2.78	G0_LF1	
2	A		0.00	7.37	0.00	1.00	3.08	G0_LF1	
2	A		0.00	7.24	0.00	1.00	3.37	G0_LF1	
2	A		0.00	7.15	0.00	1.00	3.66	G0_LF1	
2	A		0.00	7.10	0.00	1.00	3.95	G0_LF1	
2	A		0.00	7.11	0.00	1.00	4.25	G0_LF1	
2	A		0.00	7.16	0.00	1.00	4.54	G0_LF1	
2	A		0.00	7.25	0.00	1.00	4.83	G0_LF1	
2	A		0.00	7.39	0.00	1.00	5.12	G0_LF1	
2	A		0.00	7.57	0.00	1.00	5.42	G0_LF1	
2	A		0.00	7.77	0.00	1.00	5.71	G0_LF1	
2	A		0.00	7.96	0.00	1.00	6.00	G0_LF1	
2	A		0.00	8.14	0.00	1.00	6.29	G0_LF1	
2	A		0.00	8.23	0.00	1.00	6.59	G0_LF1	
2	A		0.00	8.15	0.00	1.00	6.88	G0_LF1	
2	A		0.00	7.73	0.00	1.00	7.17	G0_LF1	
2	A		0.00	6.72	0.00	1.00	7.47	G0_LF1	
2	A		0.00	4.00	0.00	1.00	7.76	G0_LF1	
2	A		0.00	1.21	0.00	1.00	8.20	G0_LF1	
2	E	1	0.00	0.00	-0.09	1.00	0.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.37	1.00	0.44	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.66	1.00	0.74	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.19	1.00	1.03	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.42	1.00	1.32	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.47	1.00	1.61	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.44	1.00	1.91	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.36	1.00	2.20	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.27	1.00	2.49	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.18	1.00	2.78	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.11	1.00	3.08	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.05	1.00	3.37	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.00	1.00	3.66	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.99	1.00	3.95	G0_LF2	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	E	1	0.00	0.00	2.99	1.00	4.25	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.01	1.00	4.54	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.05	1.00	4.83	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.12	1.00	5.12	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.20	1.00	5.42	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.29	1.00	5.71	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.37	1.00	6.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.44	1.00	6.29	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.47	1.00	6.59	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.41	1.00	6.88	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.19	1.00	7.17	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.67	1.00	7.47	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.34	1.00	7.76	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-0.10	1.00	8.20	G0_LF2	
2	N	2	0.00	0.00	5.52	1.00	0.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.47	1.00	0.44	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.51	1.00	0.74	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.64	1.00	1.03	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	4.37	1.00	1.32	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	9.43	1.00	1.61	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	5.56	1.00	1.91	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.74	1.00	2.20	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	2.44	1.00	2.49	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	6.42	1.00	2.78	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	6.70	1.00	3.08	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.68	1.00	3.37	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.27	1.00	3.66	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.98	1.00	3.95	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.73	1.00	4.25	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.01	1.00	4.54	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	4.49	1.00	4.83	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	7.95	1.00	5.12	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	3.64	1.00	5.42	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.22	1.00	5.71	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	3.76	1.00	6.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	8.84	1.00	6.29	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	6.08	1.00	6.59	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.66	1.00	6.88	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.18	1.00	7.17	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.85	1.00	7.47	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.55	1.00	7.76	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	6.00	1.00	8.20	G0_LF3	
2	N	3	0.00	0.00	-3.20	1.00	0.00	G0_LF4	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	N	3	0.00	0.00	0.63	1.00	0.44	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.59	1.00	0.74	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.69	1.00	1.03	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.87	1.00	1.32	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.04	1.00	1.61	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.19	1.00	1.91	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.33	1.00	2.20	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.46	1.00	2.49	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.57	1.00	2.78	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.66	1.00	3.08	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.73	1.00	3.37	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.78	1.00	3.66	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.81	1.00	3.95	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.81	1.00	4.25	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.79	1.00	4.54	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.74	1.00	4.83	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.67	1.00	5.12	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.58	1.00	5.42	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.47	1.00	5.71	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.34	1.00	6.00	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.20	1.00	6.29	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.05	1.00	6.59	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.88	1.00	6.88	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.73	1.00	7.17	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.61	1.00	7.47	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.59	1.00	7.76	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.18	1.00	8.20	G0_LF4	
2	N	4	0.00	0.00	0.15	1.00	0.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.05	1.00	0.44	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	0.74	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	1.03	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	1.32	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	1.61	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	1.91	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	2.20	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.00	1.00	2.49	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.05	1.00	2.78	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.13	1.00	3.08	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.22	1.00	3.37	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.33	1.00	3.66	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.39	1.00	3.95	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.39	1.00	4.25	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.33	1.00	4.54	G0_LF5	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	N	4	0.00	0.00	0.22	1.00	4.83	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.12	1.00	5.12	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.05	1.00	5.42	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.00	1.00	5.71	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	6.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	6.29	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	6.59	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	6.88	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	7.17	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	7.47	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.04	1.00	7.76	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.15	1.00	8.20	G0_LF5	
Summe				192.77	185.91				
Gruppe		1			78.85			G0_LF2	
Gruppe		2			78.61			G0_LF3	
Gruppe		3			26.39			G0_LF4	
Gruppe		4			2.06			G0_LF5	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	4.10	397.82	-0.55	-0.61	186.78	-184.17

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	-1.04	-1.04	-6.93	130.90	190.42	96.42
2	-1.10	-1.10	-128.24	7.36	188.25	96.35

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	96.42	94.01	0.00	190.42	190.42	96.42
2	96.35	91.91	0.00	188.25	188.25	96.35
Summe:	192.76	185.91	0.00	378.68	378.68	192.76

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert
Als weiterleitende Lasten sind nicht die oben angeschriebenen Werte anzusetzen, sondern die Auflagerlasten der FEM Berechnung.

Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	96.4	96.4	96.3	96.3	
A	0.0	0.0	0.0	0.0	
E	39.4	0.0	39.4	0.0	
N	54.6	0.0	52.5	0.0	
Sum	190.4	96.4	188.3	96.3	

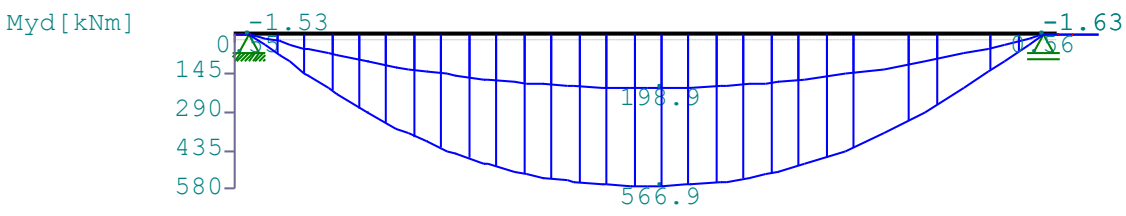
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

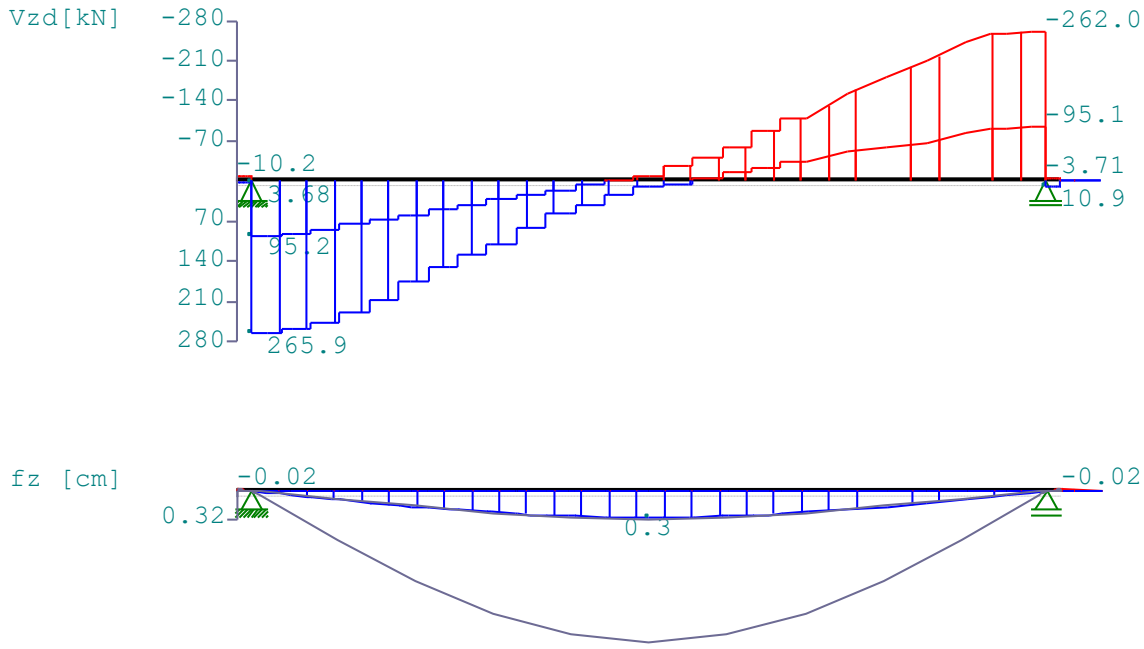
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	4.10	566.95	-0.72	-0.83	265.90	-261.98

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	-1.53	-1.53	-10.20	182.08	271.18*	96.41*
2	-1.63	-1.63	-178.09	10.86	267.94*	96.34*

* -> Wert für F kommt aus einer anderen Kombination.

Maßstab 1 : 75





Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142
C35/45 B500A normalduktil

Betondeckung: o / u = 2.5 / 2.6 cm erfo / u = 2.0 / 2.0 cm
Bewehrungslage: do = 4.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.0 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: $\phi = 2.28\varepsilon cs = 0.38$ ‰ h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Beton b = 30.0 cm
Mindeststützmomente nicht berücksichtigt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	167.81	4.91	-265.25	7.76	100.0/30.0/40.0/80.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	4.10	566.9		76.0	0.08	16.8	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 9.2 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 9.0 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1	re	0.29	0.92	265.9	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~
1	re	0.91	0.92	230.0	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~
1	*	1.67	0.92	175.0	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.29	0.92	-262.0	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.91	0.92	-228.0	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~
2	*	1.67	0.92	-182.1	18.4	123.5	1244.1	30.0	4.1~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).
Die Abminderung von Einzellasten ist deaktiviert.

Schulterschub

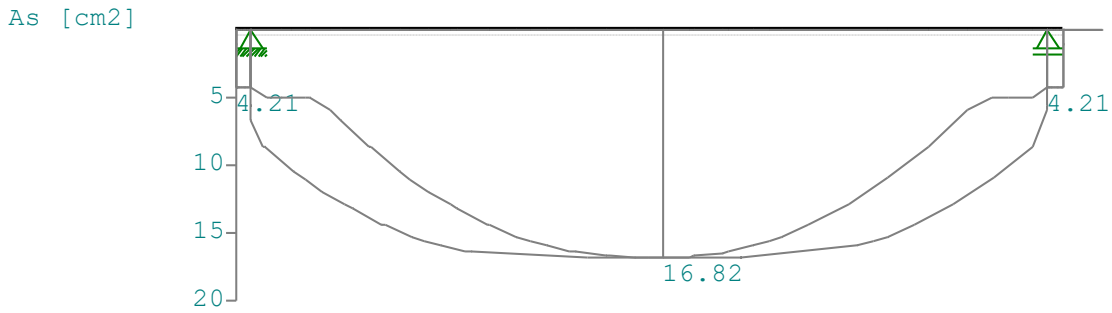
Feld	xa (cm)	xe (cm)	Mli (kNm)	Mre (kNm)	av (cm)	beff (cm)	dFcd (kN)	vEd (kN/m2)	vEd,zul (kN/m2)	asf (cm2/m)
1	0	205	0.6	446.3	205	100	195	318	7325	1.8
1	205	410	446.3	566.9	205	100	53	86	7325	0.5
1	410	600	566.9	424.0	190	100	63	110	7325	0.6
1	600	790	424.0	0.6	190	100	186	325	7325	1.9

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰
quasi-ständige Kombination

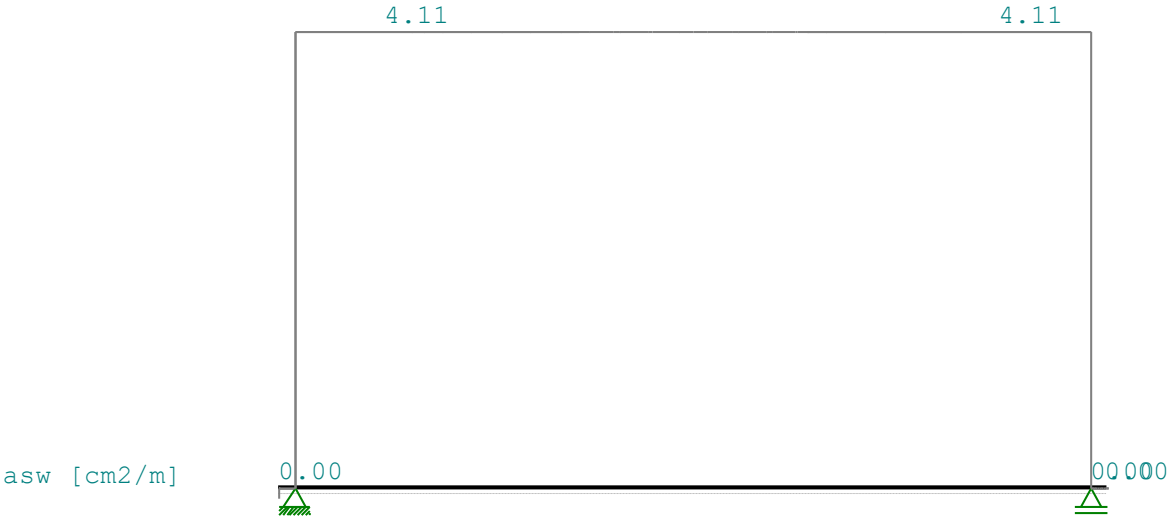
Feld	x	fEI	fEIϕ	fEI$\phi\varepsilon$	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEII$\phi\varepsilon$	f
1	3.95	0.23	0.61	0.76	0.33	1.06	1.37	1.72	1.72
Kragarme									
Krli	0.00	-0.01	-0.04	-0.05	-0.02	-0.06	-0.08	-0.10	-0.10
Krre	0.15	-0.01	-0.04	-0.05	-0.02	-0.06	-0.08	-0.10	-0.10

Bauherr:	Abwasserverband Saale	P 3727005
Projekt:	Erneuerung und Instandsetzung BW14 & BW15	Seite 108

Maßstab 1 : 75



Maßstab 1 : 75



6.3 Pos. UZ03 Unterzug Zwischendecke

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:

Die Unterzüge werden als Ortbetonkonstruktion mit der Deckenplatte hergestellt. Die Bemessung erfolgt als Einfeldträger mit mitwirkender Plattenbreite.

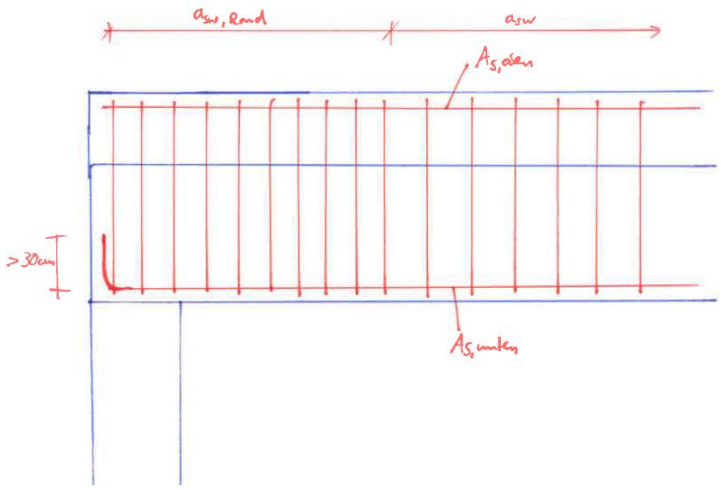
Max. Länge:	l = 8,20 m
Max. Stützweite:	$l_{Stütz}$ = 7,80 m
Max. lichte Weite:	l_{licht} = 7,60 m
Breite:	b_{unten} = 40 cm
Höhe:	h = 50 cm + 30 cm = 80 cm (Unterzug + Decke)

Lastannahmen:

Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt. Die Lasten werden aus Pos. D02 übernommen.

Bewehrungsführung

$A_{s,erf,unten}$ = 21,4 cm²	→ gewählt 5Ø25 ($A_{s,vorh}$ = 24,5 cm²)
$A_{s,erf,oben}$ = 0 cm²	→ konstruktiv gewählt 5Ø16 ($A_{s,vorh}$ = 10,1 cm²)
$a_{sw,erf}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-15 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 3,35 cm²/m = 6,70 cm²/m)
$a_{sw,erf,Rand}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-10 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 5,03 cm²/m = 10,06 cm²/m) konstruktiv im Bereich von 1,00 m ab Auflager



Nachweis Endverankerung

Statisch erforderliche Bewehrung über dem Auflager:

$A_{s,erf}$ = 11,4 cm² (s. Programmausdruck)

Gewählt: $A_{s,vorh}$ = 24,5 cm² (5Ø25) → 5 Eisen über Auflager

Verankerungslänge:

$l_{b,rqd}$ = 81 cm (C35/45; Ø25; guter Verbund)

α_1 = 0,7

α_2 = 1,0

α_3 = 1,0

α_4 = 1,0

α_5 = 2/3 (direktes Auflager)

$l_{bd,dir} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * A_{s,erf} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}$

$l_{bd,dir}$ = 0,7 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 2/3 * 11,4 cm² / 24,5 cm² * 81 cm = 17,6 cm

$l_{b,min} = \max(0{,}3 * \alpha_1 * \alpha_4 * l_{b,rqd}; 10Ø * 2/3)$

$l_{b,min}$ = max(0,3 * 0,7 * 1,0 * 81 cm = 17,01 cm ; 10 * 2,5 cm * 2/3 = 16,7 cm) < $l_{bd,dir}$

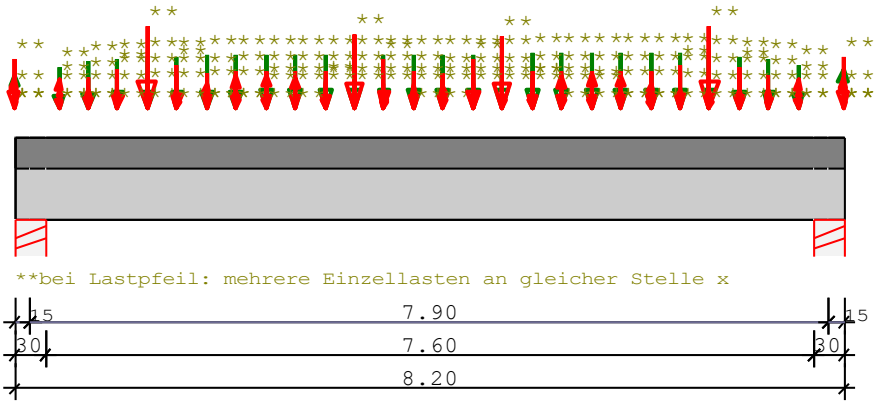
$l_{b,min}$ = 17,01 cm < $l_{bd,dir}$

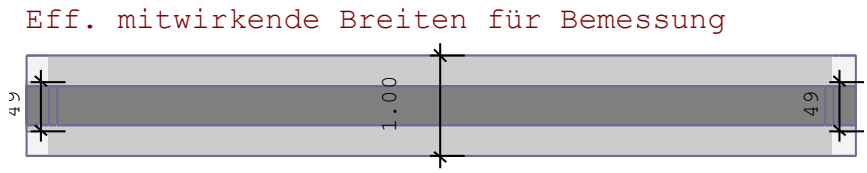
l_{vorh} = 30 cm > $l_{bd,dir} + c_{nom}$ = 17,6 cm + 3,5 cm = 21,1 cm → Nachweis erfüllt

Position: UZ03_Unterzug Zwischendecke

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 75





Stahlbetonträger C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06

Decke über Zwischendecke von Gebäudemodell

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.90	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
Kragarm								
links	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
rechts	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		

Querschnitte mit eff. mitwirkender Breite								
x (m)	bo (cm)	ho (cm)	b0 (cm)	h0 (cm)	bu (cm)	hu (cm)	Wyu (m3)	Wyo (m3)
0.00	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.15	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.22	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
0.23	100.0	30.0	40.0	80.0			0.0523	0.0826
7.97	100.0	30.0	40.0	80.0			0.0523	0.0826
7.98	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
8.05	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495
8.20	49.0	30.0	40.0	80.0			0.0449	0.0495

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	A		0.00	-3.26	0.00	1.00	0.00	G0_LF1	
2	A		0.00	5.12	0.00	1.00	0.44	G0_LF1	
2	A		0.00	7.13	0.00	1.00	0.74	G0_LF1	
2	A		0.00	8.13	0.00	1.00	1.03	G0_LF1	
2	A		0.00	8.65	0.00	1.00	1.32	G0_LF1	
2	A		0.00	8.97	0.00	1.00	1.61	G0_LF1	
2	A		0.00	9.21	0.00	1.00	1.91	G0_LF1	
2	A		0.00	9.41	0.00	1.00	2.20	G0_LF1	
2	A		0.00	9.61	0.00	1.00	2.49	G0_LF1	
2	A		0.00	9.78	0.00	1.00	2.78	G0_LF1	
2	A		0.00	9.88	0.00	1.00	3.08	G0_LF1	
2	A		0.00	9.89	0.00	1.00	3.37	G0_LF1	
2	A		0.00	9.85	0.00	1.00	3.66	G0_LF1	
2	A		0.00	9.79	0.00	1.00	3.95	G0_LF1	
2	A		0.00	9.77	0.00	1.00	4.25	G0_LF1	
2	A		0.00	9.80	0.00	1.00	4.54	G0_LF1	
2	A		0.00	9.88	0.00	1.00	4.83	G0_LF1	
2	A		0.00	9.99	0.00	1.00	5.12	G0_LF1	
2	A		0.00	10.10	0.00	1.00	5.42	G0_LF1	
2	A		0.00	10.18	0.00	1.00	5.71	G0_LF1	
2	A		0.00	10.22	0.00	1.00	6.00	G0_LF1	
2	A		0.00	10.19	0.00	1.00	6.29	G0_LF1	
2	A		0.00	10.03	0.00	1.00	6.59	G0_LF1	
2	A		0.00	9.65	0.00	1.00	6.88	G0_LF1	
2	A		0.00	8.94	0.00	1.00	7.17	G0_LF1	
2	A		0.00	7.73	0.00	1.00	7.47	G0_LF1	
2	A		0.00	5.61	0.00	1.00	7.76	G0_LF1	
2	A		0.00	-4.67	0.00	1.00	8.20	G0_LF1	
2	E	1	0.00	0.00	-1.78	1.00	0.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.78	1.00	0.44	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.81	1.00	0.74	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.31	1.00	1.03	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.56	1.00	1.32	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.70	1.00	1.61	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.79	1.00	1.91	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.86	1.00	2.20	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.92	1.00	2.49	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.96	1.00	2.78	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.97	1.00	3.08	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.95	1.00	3.37	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.89	1.00	3.66	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.84	1.00	3.95	G0_LF2	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	E	1	0.00	0.00	3.80	1.00	4.25	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.79	1.00	4.54	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.81	1.00	4.83	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.85	1.00	5.12	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.89	1.00	5.42	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.94	1.00	5.71	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.98	1.00	6.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.99	1.00	6.29	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.95	1.00	6.59	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.81	1.00	6.88	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.51	1.00	7.17	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.95	1.00	7.47	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.88	1.00	7.76	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-1.97	1.00	8.20	G0_LF2	
2	N	2	0.00	0.00	-2.56	1.00	0.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.58	1.00	0.44	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.50	1.00	0.74	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.62	1.00	1.03	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.79	1.00	1.32	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.97	1.00	1.61	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.14	1.00	1.91	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.28	1.00	2.20	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.39	1.00	2.49	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.47	1.00	2.78	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.50	1.00	3.08	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.49	1.00	3.37	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.47	1.00	3.66	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.44	1.00	3.95	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.43	1.00	4.25	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.42	1.00	4.54	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.42	1.00	4.83	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.40	1.00	5.12	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.37	1.00	5.42	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.31	1.00	5.71	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.22	1.00	6.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.10	1.00	6.29	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.96	1.00	6.59	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.78	1.00	6.88	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.60	1.00	7.17	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.48	1.00	7.47	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.58	1.00	7.76	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-2.52	1.00	8.20	G0_LF3	
2	N	3	0.00	0.00	8.28	1.00	0.00	G0_LF4	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	N	3	0.00	0.00	-2.20	1.00	0.44	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.66	1.00	0.74	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	4.84	1.00	1.03	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	24.45	1.00	1.32	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	5.83	1.00	1.61	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.43	1.00	1.91	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.00	1.00	2.20	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.25	1.00	2.49	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-2.60	1.00	2.78	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.96	1.00	3.08	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	19.52	1.00	3.37	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	8.28	1.00	3.66	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.23	1.00	3.95	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.24	1.00	4.25	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	7.99	1.00	4.54	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	18.65	1.00	4.83	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.49	1.00	5.12	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.01	1.00	5.42	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.59	1.00	5.71	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-3.18	1.00	6.00	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.40	1.00	6.29	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	5.90	1.00	6.59	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	24.40	1.00	6.88	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	4.96	1.00	7.17	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.50	1.00	7.47	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-2.18	1.00	7.76	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	8.39	1.00	8.20	G0_LF4	
2	N	4	0.00	0.00	0.11	1.00	0.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	0.44	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	0.74	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	1.03	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	1.32	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	1.61	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	1.91	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.01	1.00	2.20	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	2.49	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.07	1.00	2.78	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.14	1.00	3.08	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.22	1.00	3.37	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.30	1.00	3.66	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.35	1.00	3.95	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.35	1.00	4.25	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.30	1.00	4.54	G0_LF5	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	N	4	0.00	0.00	0.21	1.00	4.83	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.13	1.00	5.12	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.06	1.00	5.42	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	5.71	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.01	1.00	6.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	6.29	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	6.59	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	6.88	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	7.17	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	7.47	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.03	1.00	7.76	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.11	1.00	8.20	G0_LF5	
Summe				229.55	230.87				
Gruppe		1			89.72			G0_LF2	
Gruppe		2			23.64			G0_LF3	
Gruppe		3			115.46			G0_LF4	
Gruppe		4			2.04			G0_LF5	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	4.10	502.91	-0.12	0.10	227.95	-232.35

Stützmomente Maximum (kNm , kN)

Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	-0.77	-0.77	-5.13	167.14	228.74	113.37
2	-0.57	-0.57	-170.97	3.82	231.68	116.18

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	113.37	115.37	0.00	228.74	228.74	113.37
2	116.18	115.50	0.00	231.68	231.68	116.18
Summe:	229.55	230.87	0.00	460.42	460.42	229.55

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert
Als weiterleitende Lasten sind nicht die oben angeschriebenen Werte anzusetzen, sondern die Auflagerlasten der FEM Berechnung.

Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	113.4	113.4	116.2	116.2	
A	0.0	0.0	0.0	0.0	
E	44.6	0.0	45.2	0.0	
N	70.8	0.0	70.3	0.0	
Sum	228.7	113.4	231.7	116.2	

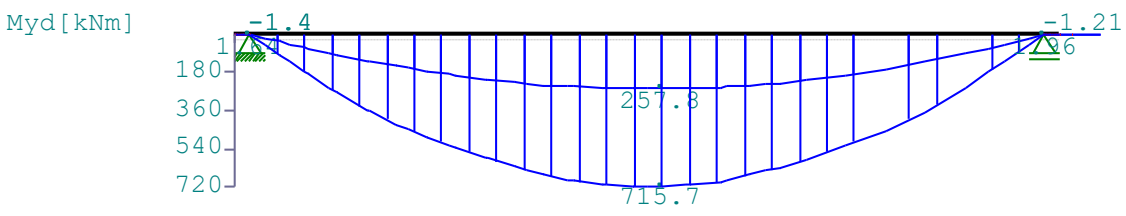
Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ feldweise konstant

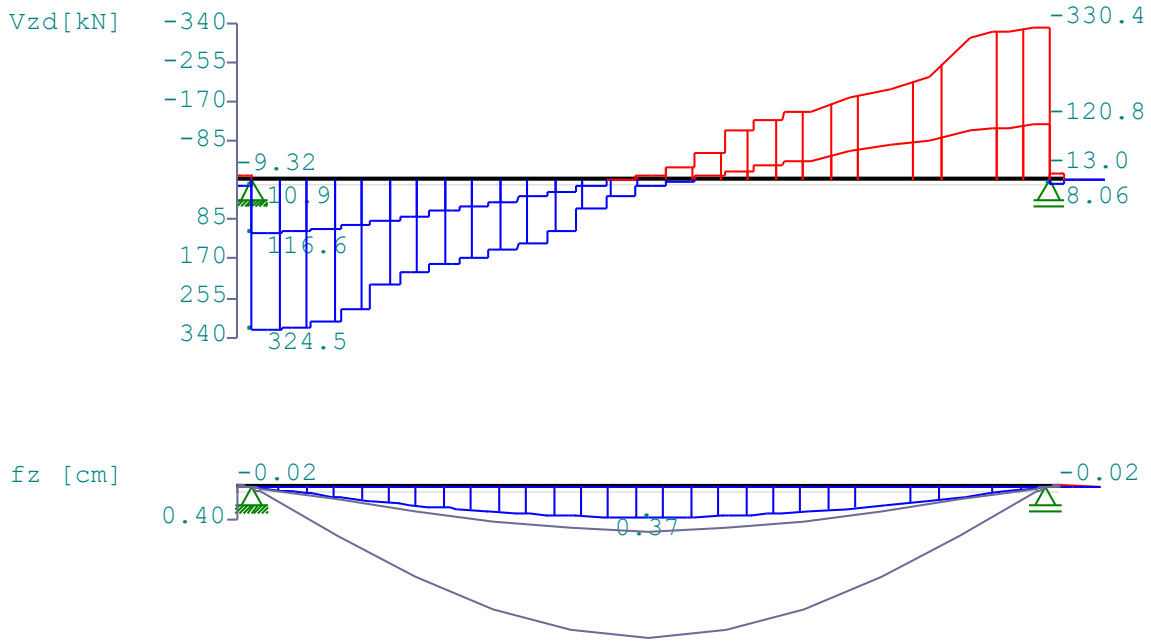
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	4.10	715.69	-0.25	0.05	324.44	-330.40

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	-1.40	-1.40	-9.32	192.40	327.26*	112.21*
2	-1.21	-1.21	-196.03	8.06	331.76*	114.51*

* -> Wert für F kommt aus einer anderen Kombination.

Maßstab 1 : 75





Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06 FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142 C35/45 B500A normalduktil
Betondeckung: o / u = 2.5 / 2.6 cm erfo / u = 2.0 / 2.0 cm Bewehrungslage: do = 4.0 cm dB = 8 dS = 14 du = 4.0 cm dB = 8 dS = 12 Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt. Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten. Kriechbeiwert: ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰ h0 = 22.50 cm Alle Auflager gleich : Beton b = 30.0 cm Mindeststützmomente nicht berücksichtigt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	167.81	4.91	-265.25	7.76	100.0/30.0/40.0/80.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	4.10	715.7		76.0	0.09	21.4	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 11.2 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 11.4 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1	re	0.29	0.92	324.5	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~
1	re	0.91	0.92	280.3	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~
1	*	1.67	0.92	198.7	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.29	0.92	-330.4	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.91	0.92	-282.7	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~
2	*	1.67	0.92	-197.7	18.4	133.8	1244.1	30.0	4.1~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).
Die Abminderung von Einzellasten ist deaktiviert.

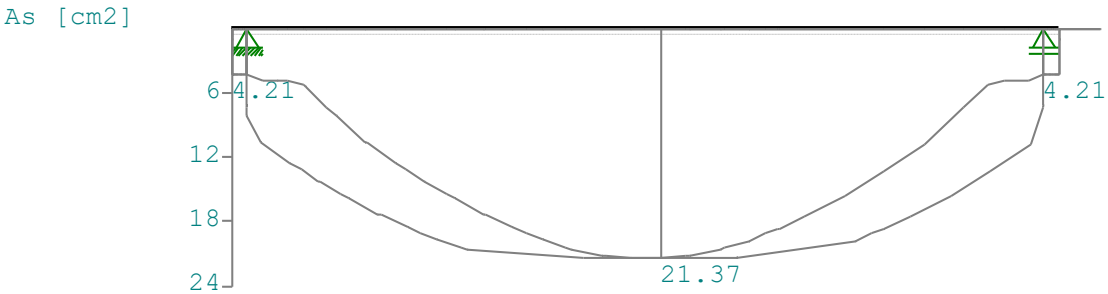
Schulterschub

Feld	xa (cm)	xe (cm)	Mli (kNm)	Mre (kNm)	av (cm)	beff (cm)	dFcd (kN)	vEd (kN/m2)	vEd,zul (kN/m2)	asf (cm2/m)
1	0	205	1.6	534.1	205	100	234	380	7325	2.2
1	205	410	534.1	715.7	205	100	80	130	7325	0.7
1	410	600	715.7	512.8	190	100	89	156	7325	0.9
1	600	790	512.8	2.0	190	100	224	393	7325	2.3

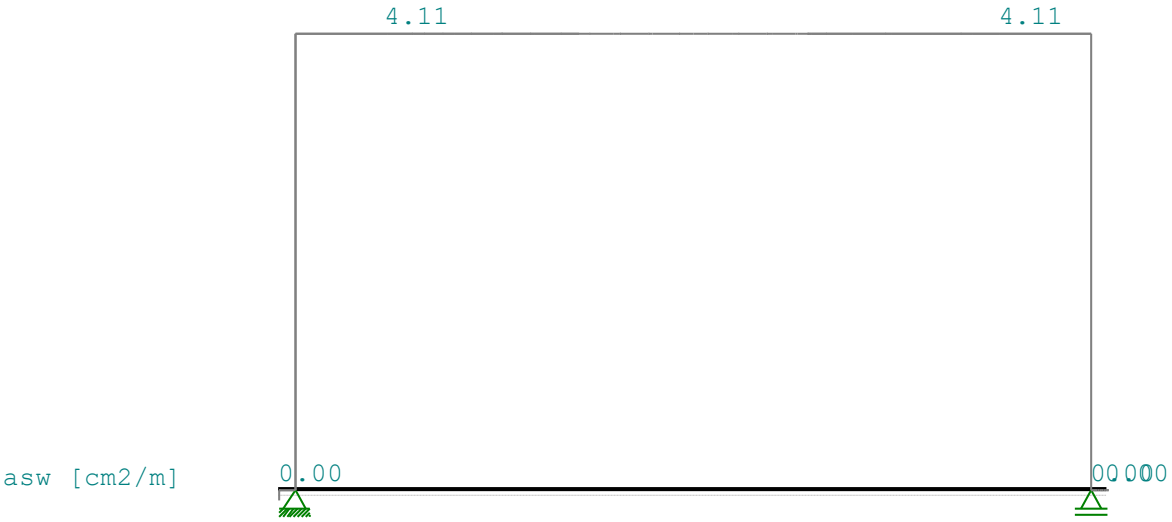
Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	3.95	0.28	0.73	0.92	0.55	1.15	1.49	1.87	1.87
Kragarme									
Krli	0.00	-0.02	-0.04	-0.06	-0.03	-0.06	-0.09	-0.11	-0.11
Krre	0.15	-0.02	-0.04	-0.06	-0.03	-0.06	-0.09	-0.11	-0.11

Maßstab 1 : 75



Maßstab 1 : 75



6.4 Pos. UZ04 Unterzug Zwischendecke

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:

Die Unterzüge werden als Ortbetonkonstruktion mit der Deckenplatte hergestellt. Die Bemessung erfolgt als Einfeldträger mit mitwirkender Plattenbreite.

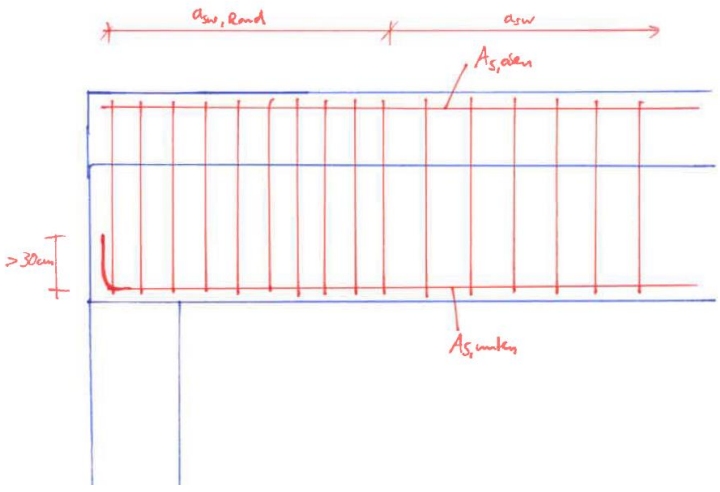
Max. Länge:	l = 8,20 m
Max. Stützweite:	$l_{Stütz}$ = 7,80 m
Max. lichte Weite:	l_{licht} = 7,60 m
Breite:	b_{unten} = 40 cm
Höhe:	h = 50 cm + 30 cm = 80 cm (Unterzug + Decke)

Lastannahmen:

Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt. Die Lasten werden aus Pos. D02 übernommen.

Bewehrungsführung

$A_{s,erf,unten}$ = 14,9 cm²	→ gewählt 5Ø25 ($A_{s,vorh}$ = 24,5 cm²)
$A_{s,erf,oben}$ = 0 cm²	→ konstruktiv gewählt 5Ø16 ($A_{s,vorh}$ = 10,1 cm²)
$a_{sw,erf}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-15 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 3,35 cm²/m = 6,70 cm²/m)
$a_{sw,erf,Rand}$ = 4,1 cm²/m	→ gewählt Ø8-10 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 5,03 cm²/m = 10,06 cm²/m) konstruktiv im Bereich von 1,00 m ab Auflager



Nachweis Endverankerung

Statisch erforderliche Bewehrung über dem Auflager:

$A_{s,erf}$ = 8,2 cm² (s. Programmausdruck)

Gewählt: $A_{s,vorh}$ = 24,5 cm² (5Ø25) → 5 Eisen über Auflager

Verankerungslänge:

$l_{b,rqd}$ = 81 cm (C35/45; Ø25; guter Verbund)

α_1 = 0,7

α_2 = 1,0

α_3 = 1,0

α_4 = 1,0

α_5 = 2/3 (direktes Auflager)

$l_{bd,dir} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * A_{s,erf} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}$

$l_{bd,dir}$ = 0,7 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 2/3 * 8,2 cm² / 24,5 cm² * 81 cm = 12,7 cm

$l_{b,min} = \max(0,3 * \alpha_1 * \alpha_4 * l_{b,rqd}; 10Ø * 2/3)$

$l_{b,min}$ = max(0,3 * 0,7 * 1,0 * 81 cm = 17,01 cm ; 10 * 2,5 cm * 2/3 = 16,7 cm) > $l_{bd,dir}$

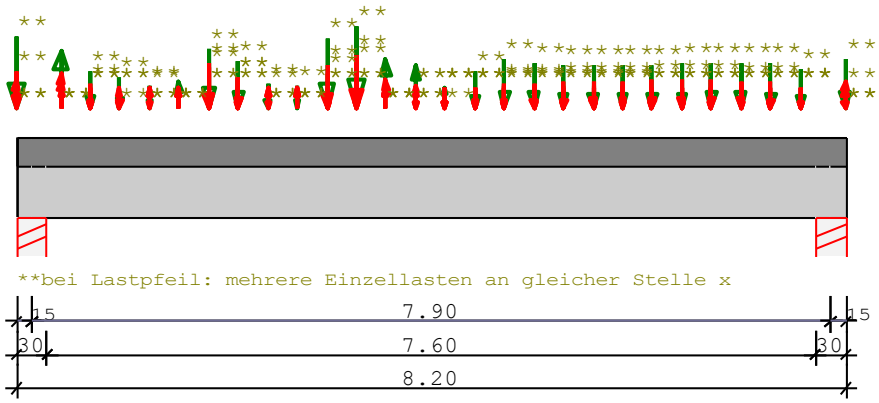
$l_{b,min}$ = 17,01 cm > $l_{bd,dir}$

l_{vorh} = 30 cm > $l_{b,min} + c_{nom}$ = 17,01 cm + 3,5 cm = 20,51 cm → Nachweis erfüllt

Position: UZ04_Unterzug Zwischendecke

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 75



Stahlbetonträger C35/45 E = 34000 N/mm2 DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06

Decke über Zwischendecke von Gebäudemodell

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	7.90	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
Kragarm								
links	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		
rechts	0.15	konstant	100.0	30.0	40.0	80.0		

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L; 2=Einzellast bei a; 3=Einzelmoment bei a; 4=Trapezlast von a - a+b; 5=Dreieckslast über L; 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2		A	0.00	29.67	0.00	1.00	0.00	G0_LF1	
2		A	0.00	-18.24	0.00	1.00	0.44	G0_LF1	
2		A	0.00	6.34	0.00	1.00	0.74	G0_LF1	
2		A	0.00	4.17	0.00	1.00	1.03	G0_LF1	
2		A	0.00	1.62	0.00	1.00	1.32	G0_LF1	
2		A	0.00	-2.51	0.00	1.00	1.61	G0_LF1	
2		A	0.00	19.62	0.00	1.00	1.91	G0_LF1	
2		A	0.00	11.99	0.00	1.00	2.20	G0_LF1	
2		A	0.00	2.18	0.00	1.00	2.49	G0_LF1	
2		A	0.00	1.93	0.00	1.00	2.78	G0_LF1	
2		A	0.00	28.18	0.00	1.00	3.08	G0_LF1	
2		A	0.00	40.76	0.00	1.00	3.37	G0_LF1	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	A		0.00	-12.53	0.00	1.00	3.66	G0_LF1	
2	A		0.00	-9.13	0.00	1.00	3.95	G0_LF1	
2	A		0.00	-1.40	0.00	1.00	4.25	G0_LF1	
2	A		0.00	6.77	0.00	1.00	4.54	G0_LF1	
2	A		0.00	12.46	0.00	1.00	4.83	G0_LF1	
2	A		0.00	10.28	0.00	1.00	5.12	G0_LF1	
2	A		0.00	9.25	0.00	1.00	5.42	G0_LF1	
2	A		0.00	9.10	0.00	1.00	5.71	G0_LF1	
2	A		0.00	9.27	0.00	1.00	6.00	G0_LF1	
2	A		0.00	9.60	0.00	1.00	6.29	G0_LF1	
2	A		0.00	10.00	0.00	1.00	6.59	G0_LF1	
2	A		0.00	10.35	0.00	1.00	6.88	G0_LF1	
2	A		0.00	10.41	0.00	1.00	7.17	G0_LF1	
2	A		0.00	9.77	0.00	1.00	7.47	G0_LF1	
2	A		0.00	6.90	0.00	1.00	7.76	G0_LF1	
2	A		0.00	12.54	0.00	1.00	8.20	G0_LF1	
2	E	1	0.00	0.00	6.30	1.00	0.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-5.62	1.00	0.44	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.09	1.00	0.74	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.47	1.00	1.03	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	0.59	1.00	1.32	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-0.64	1.00	1.61	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	8.66	1.00	1.91	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	4.32	1.00	2.20	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	0.29	1.00	2.49	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-0.08	1.00	2.78	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	9.40	1.00	3.08	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	14.77	1.00	3.37	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-3.09	1.00	3.66	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	-1.87	1.00	3.95	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	0.26	1.00	4.25	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.41	1.00	4.54	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.05	1.00	4.83	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.42	1.00	5.12	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.68	1.00	5.42	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.86	1.00	5.71	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.01	1.00	6.00	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.13	1.00	6.29	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.21	1.00	6.59	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.20	1.00	6.88	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	3.02	1.00	7.17	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	2.54	1.00	7.47	G0_LF2	
2	E	1	0.00	0.00	1.24	1.00	7.76	G0_LF2	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	E	1	0.00	0.00	0.26	1.00	8.20	G0_LF2	
2	N	2	0.00	0.00	-1.56	1.00	0.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.02	1.00	0.44	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.06	1.00	0.74	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.01	1.00	1.03	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.13	1.00	1.32	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.18	1.00	1.61	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	1.16	1.00	1.91	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.42	1.00	2.20	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.06	1.00	2.49	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.19	1.00	2.78	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.34	1.00	3.08	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.42	1.00	3.37	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-0.17	1.00	3.66	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.16	1.00	3.95	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.27	1.00	4.25	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.28	1.00	4.54	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.27	1.00	4.83	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.26	1.00	5.12	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.24	1.00	5.42	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.22	1.00	5.71	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.20	1.00	6.00	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.18	1.00	6.29	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.16	1.00	6.59	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.14	1.00	6.88	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.13	1.00	7.17	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.15	1.00	7.47	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	0.23	1.00	7.76	G0_LF3	
2	N	2	0.00	0.00	-1.09	1.00	8.20	G0_LF3	
2	N	3	0.00	0.00	-3.32	1.00	0.00	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-2.92	1.00	0.44	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.52	1.00	0.74	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.15	1.00	1.03	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.48	1.00	1.32	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.80	1.00	1.61	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	9.86	1.00	1.91	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	3.73	1.00	2.20	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.37	1.00	2.49	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.16	1.00	2.78	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	5.28	1.00	3.08	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	10.20	1.00	3.37	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-1.44	1.00	3.66	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-0.32	1.00	3.95	G0_LF4	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m) Lasttyp: 1=Gleichlast über L 2=Einzellast bei a 3=Einzelmoment bei a 4=Trapezlast von a - a+b 5=Dreieckslast über L 6=Trapezlast über L

Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2	N	3	0.00	0.00	0.91	1.00	4.25	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.42	1.00	4.54	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.64	1.00	4.83	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.70	1.00	5.12	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.68	1.00	5.42	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.61	1.00	5.71	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.52	1.00	6.00	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.41	1.00	6.29	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.27	1.00	6.59	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	1.09	1.00	6.88	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.87	1.00	7.17	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.66	1.00	7.47	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	0.53	1.00	7.76	G0_LF4	
2	N	3	0.00	0.00	-2.78	1.00	8.20	G0_LF4	
2	N	4	0.00	0.00	-0.13	1.00	0.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	0.44	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.01	1.00	0.74	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.01	1.00	1.32	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	1.61	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.15	1.00	1.91	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.05	1.00	2.20	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.01	1.00	2.49	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	2.78	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.06	1.00	3.08	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.09	1.00	3.37	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.02	1.00	3.66	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.01	1.00	3.95	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	4.25	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	4.54	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	4.83	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	5.12	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	5.42	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	5.71	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.03	1.00	6.00	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	6.29	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	6.59	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	6.88	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	7.17	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	7.47	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	0.02	1.00	7.76	G0_LF5	
2	N	4	0.00	0.00	-0.10	1.00	8.20	G0_LF5	
Summe				229.36	102.54				
Gruppe 1					67.88			G0_LF2	

Trägerbezogene Lasten (kN,m)							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Typ EG Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
Gruppe 2			1.85			G0_LF3	
Gruppe 3			32.46			G0_LF4	
Gruppe 4			0.34			G0_LF5	

Einwirkungen:						
Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
N	8	sonstige veränderliche Laste	0.80	0.70	0.50	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3

Ergebnisse für 1-fache Lasten							
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 =	3.22	345.59	-4.64	-1.33	124.74	-167.36

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F
1	-5.39	-5.40	-35.97	103.23	155.69	105.57
2	-1.92	-1.92	-145.24	12.81	176.21	123.80

Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	105.57	50.13	0.00	155.69	155.69	105.57
2	123.80	52.41	0.00	176.21	176.21	123.80
Summe:	229.36	102.54	0.00	331.90	331.90	229.36

Das System wurde aus einer FEM-Berechnung importiert
Als weiterleitende Lasten sind nicht die oben angeschriebenen Werte anzusetzen, sondern die Auflagerlasten der FEM Berechnung.

Auflagerkräfte					(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		
EG	max	min	max	min	
g	105.6	105.6	123.8	123.8	
A	0.0	0.0	0.0	0.0	
E	33.6	0.0	34.3	0.0	
N	16.5	0.0	18.2	0.0	
Sum	155.7	105.6	176.2	123.8	

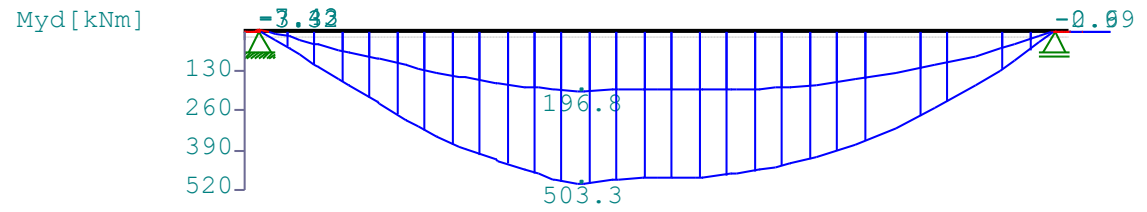
Ergebnisse füry-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwerty$_G$ * K_{Fi} = 1.35 feldweise konstant

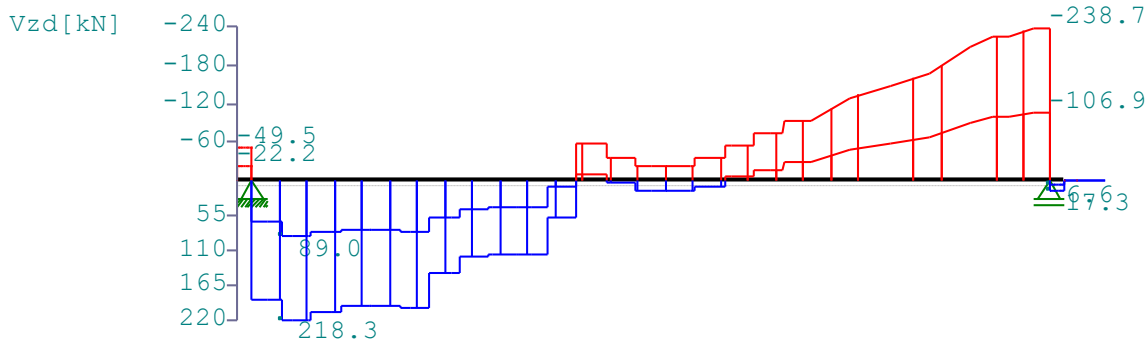
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld			Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 =	3.22	503.31	-4.74	-1.05	186.80	-238.61

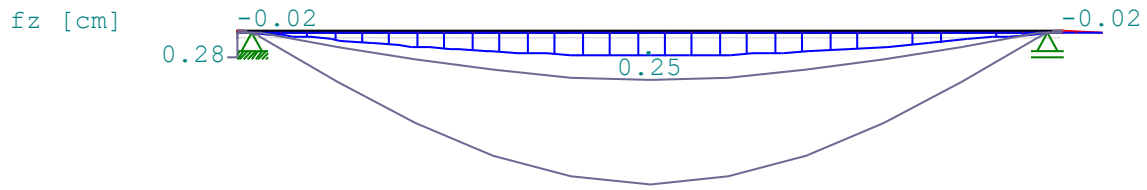
Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	-7.42	-7.43	-49.50	143.46	228.98*	94.29*
2	-2.60	-2.60	-201.17	17.33	250.08*	119.46*

* -> Wert für F kommt aus einer anderen Kombination.

Maßstab 1 : 75







Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142
C35/45 B500A normalduktil

Betondeckung: o / u = 2.5 / 2.6 cm erfo / u = 2.0 / 2.0 cm
Bewehrungslage: do = 4.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 4.0 cm dB = 8 dS = 12
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Kriechbeiwert: ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰ h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Beton b = 30.0 cm
Mindeststützmomente nicht berücksichtigt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	167.81	4.91	-265.25	7.76	100.0/30.0/40.0/80.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)
1	3.22	503.3		76.0	0.07	14.9	0.0

Am ersten Auflager sind mindestens 7.3 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 8.2 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA C1:2012-06 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)
1	re	0.29	0.92	187.0	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~
1	re	0.91	0.92	198.0	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~
1	*	1.67	0.92	201.1	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.29	0.92	-238.7	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~
2	li	0.91	0.92	-188.8	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~
2	*	1.67	0.92	-148.8	18.4	118.6	1244.1	30.0	4.1~

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung
Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).
Die Abminderung von Einzellasten ist deaktiviert.

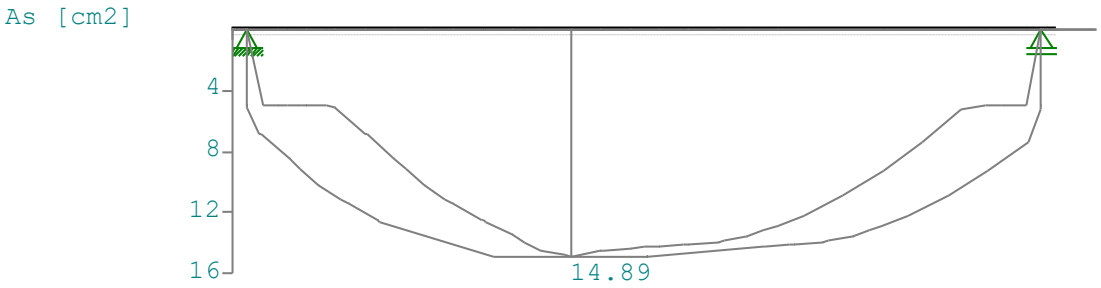
Schulterschub

Feld	xa (cm)	xe (cm)	Mli (kNm)	Mre (kNm)	av (cm)	beff (cm)	dFcd (kN)	vEd (kN/m2)	vEd,zul (kN/m2)	asf (cm2/m)
1	3	162	1.1	320.9	159	100	140	293	7325	1.7
1	162	322	320.9	503.3	159	100	80	167	7325	1.0
1	322	556	503.3	411.1	234	100	40	58	7325	0.3
1	556	790	411.1	-1.0	234	100	181	257	7325	1.5

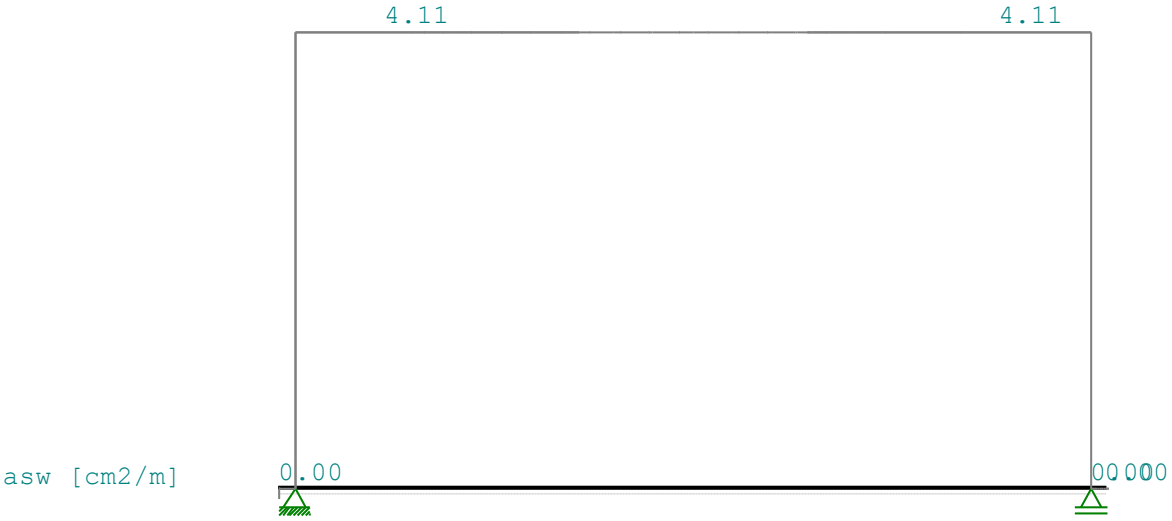
Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰o
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	3.95	0.21	0.57	0.71	0.53	1.04	1.34	1.68	1.68
Kragarme									
Krli	0.00	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.06	-0.07	-0.10	-0.10
Krre	0.15	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.06	-0.08	-0.10	-0.10

Maßstab 1 : 75



Maßstab 1 : 75



7 Mauerwerk

7.1 Pos. MW01 Außenmauerwerk

Die oberirdischen Außenwände des Gebäudes werden aus Kalksandsteinmauerwerk hergestellt. Der Wandkopf wird durch die aufliegende Stahlbetondecke unverschieblich gehalten. Für die Auflagerung der Unterzüge wird das Mauerwerk ausgespart. Die Bemessung erfolgt mit Hilfe des Programms Frilo (s. nachfolgende Seiten).

Material
KS-20-2,0-MG IIa
Geometrie
Höhe: h = 6,30 m
Wanddicke: t = 30 cm

Belastung Mauerwerkswand

Eigengewicht der Mauerwerkswand wird programmintern berücksichtigt.

Eigengewicht Decke: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,3 m = 7,5 kN/m²
Eigengewicht Attika: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,2 m * 1,50 = 7,5 kN/m

Ausbaulasten:
Gefälledämmung: $g_{2,k}$ = 0,1 kN/m²
Gründach: $g_{2,k}$ = 2,0 kN/m²
PV-Anlage: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m²
Fassade: $g_{2,k}$ = 0,4 kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: Q_k = 1,0 kN
Schneelast: $q_{k,s5}$ = 2,20 kN/m²
Windlast vertikal: $q_{k,w,v}$ = 0,13 kN/m²
Windlast horizontal: $q_{k,w,h}$ = 0,77 kN/m²

Kranlasten:
Vertikallast: Q_k = 26 kN / 1,5 / 2 = 8,7 kN

Position: MW01 Außenmauerwerk

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 02/22 (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA/A1+A2:2015-01
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren
- biaxialer Spannungsblock

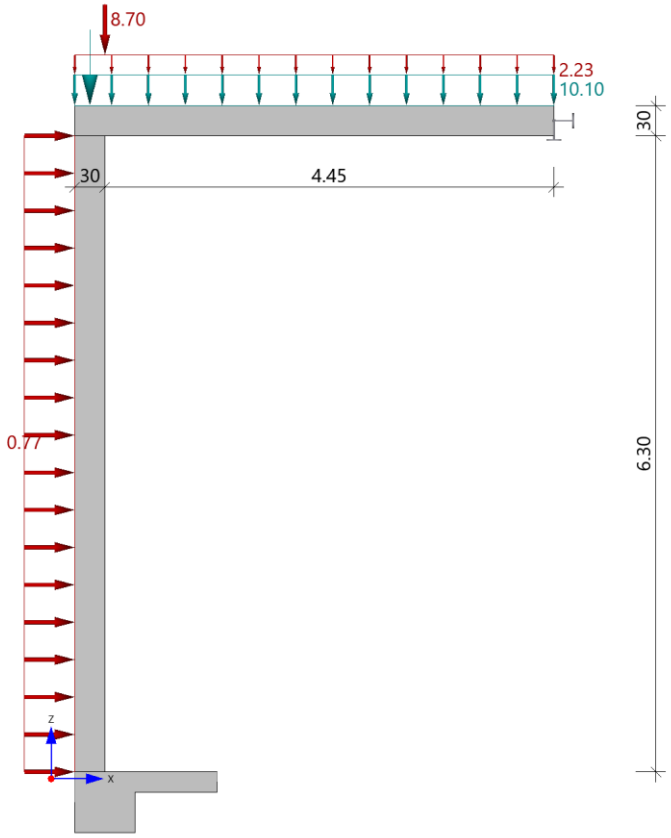
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D: Ansicht von vorn
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm²]	f_b [N/mm²]	f_m [N/mm²]	f_{vk0} [N/mm²]	γ [kN/m³]	ϕ_∞
1	KS	20	IIa	2.0	KS-20-2,0-MG IIa	8.10	20.00	5.00	0.18	20.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
RDK : Rohdichteklasse
ϕ_∞ : Endkriechzahl

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m²]	g_z [kN/m²]
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	6.30	30.0	8.20	6.00	0.40

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
h_s : lichte Wandhöhe
d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
l_0 : rechnerische Wandlänge
g_0 : Wandeigengewicht
g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm²]	d_0 [cm]	Seite	a [cm]	l [m]	b [m]	Lagerung
1	einseitig	34000	30.0	rechts	30.0	4.45	8.20	gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
d_0 : Dicke der Geschossdecke
a : Deckenauflagertiefe
l : Spannweite
b : Einflussbreite der Geschossdecke

Lasten

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Schnee H < 1000 m	1.50	–	0.50	0.20	0.00
G	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	–	–	–
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich
γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors
γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors
ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung
ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	7.50	0.00	sonstige veränderliche Einwirkungen

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Typ	Durchlaufwirkung	a [m]	g [kN/m²] [kN/m]	q [kN/m²] [kN/m]	A_g [kN/m]	A_q [kN/m]	Einwirkung
2	1	Gleichlast	Deckengeometrie		10.10	2.23	23.23	5.13	Schnee H < 1000 m
3	1	Linienlast	Deckengeometrie	0.00	0.00	8.70	0.00	4.35	sonstige veränderliche Einwirkungen

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1
Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflagerkraft
a : Abstand der Linienlast vom Wandrand
g : ständiger Lastanteil
q : veränderlicher Lastanteil
A_g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil
A_q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m²]	q_0 [kN/m²]	Einwirkung
4	1	Gleichlast	0.00	0.77	Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

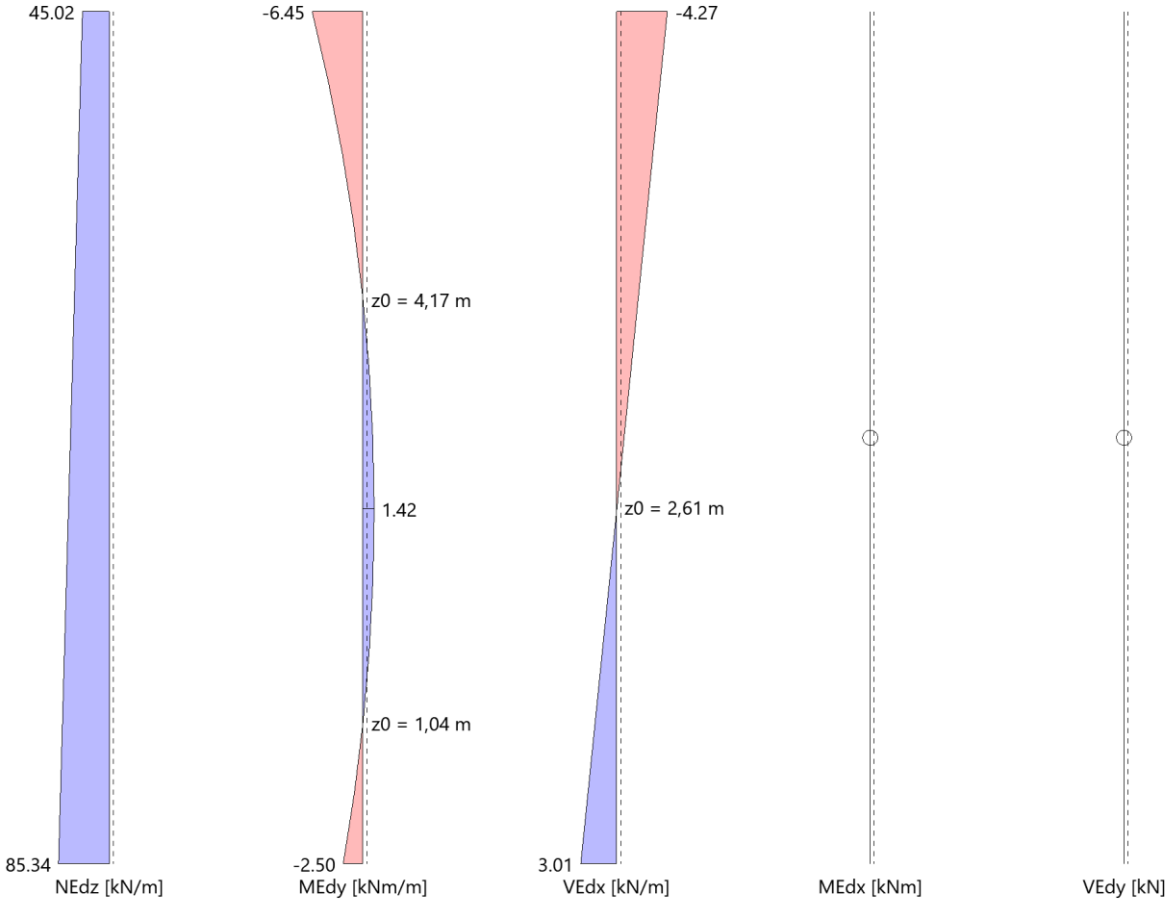
Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.00	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
2	Qv	0.75	0.00	0.00	Qv,re->Decke 1 (Last 2)
3	Qv	1.20	0.00	0.00	Qv,re->Decke 1 (Last 3)
4	Qh	1.50	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 4

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten
Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

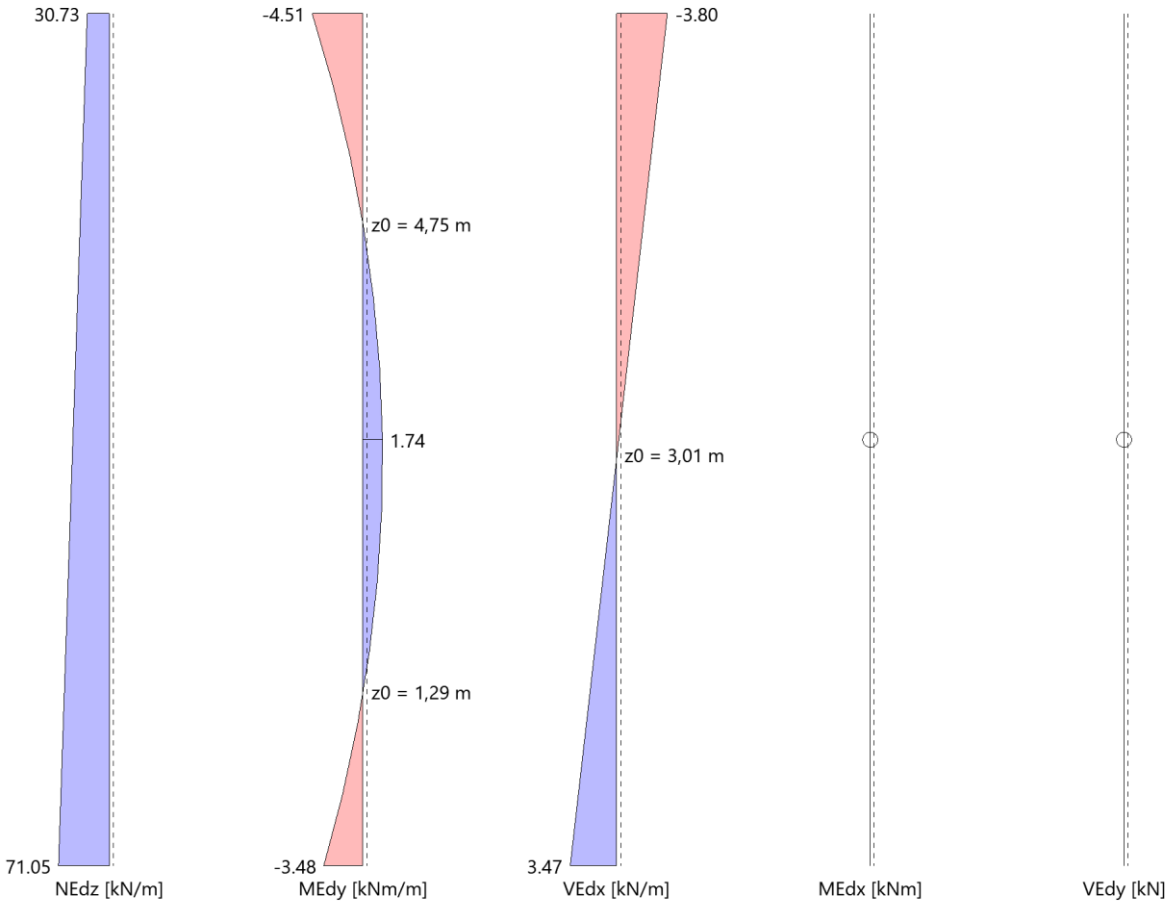
Typ : Lastfallart
K_0 : Drucknachweis
K_2 : Nachweis Plattenschub
K_5 : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittkraftbilder

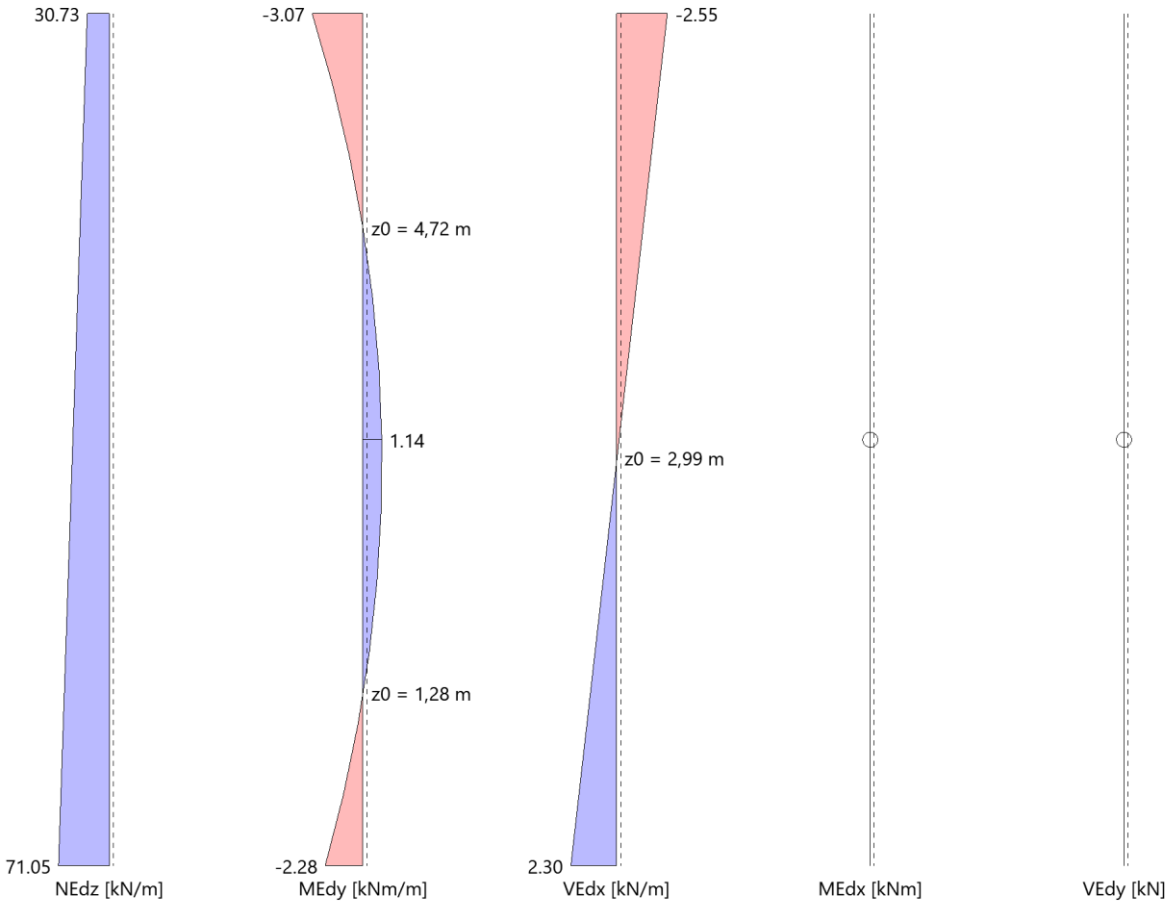
Kombination K_0 (Drucknachweis)
Maßstab 1 : 56.5



Kombination K_2 (Nachweis Plattenschub)
Maßstab 1 : 56.5



Kombination K_5 (Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität))
Maßstab 1 : 56.5



Begrenzung der Knotenmomente (Anwendung Rücksatzregel)

In mindestens einer der untersuchten Lastfallkominationen wurde am Wandkopf eine Begrenzung der Knotenmomente entspr. EN 1996-1-1, Anhang C(4) vorgenommen. Eventuellen Rissabzeichnungen sollte durch geeignete konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden.

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, nach NCI zu 7.2

z [m]	e_d [cm]	zul e_d [cm]	η
6.30	10.0	10.0	1.00
3.15	2.2	10.0	0.22
0.00	3.2	10.0	0.32

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.2

Knicklänge	h_{ef}	= 6.30	m
Knickschlankheit	λ_c	= 21.00	
Wandquerschnitt	A_w	= 24600.0	cm^2
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d	= 4.59	N/mm^2

z [m]	y [m]	t_{cal} [cm]	N_{Ed} [kN/m]	$e_{i/mk}$ [cm]	$\Phi_{i/m}$	N_{Rd} [kN/m]	η
6.30	4.10	30.0	45.02	14.3	0.04	61.00	0.74
3.15	4.10	30.0	65.18	-3.9	0.34	462.49	0.14
2.63	4.10	30.0	68.54	-2.1	0.77	1058.08	0.06
0.00	4.10	30.0	85.34	2.9	0.80	1107.64	0.08

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
t_{cal} : rechnerische Wanddicke
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
$e_{i/mk}$: Ausmitte in Wanddickenrichtung (inkl. e_{init}und e_k)
$\Phi_{i/m}$: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit($\Phi_i$für Wandkopf/-Fuß,$\Phi_m$für Wandmitte)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) f_{vk0} = 0.09 N/mm^2

z [m]	y [m]	V_{Ed} [kN/m]	d_c [cm]	σ_d [N/mm^2]	f_{vd} [N/mm^2]	V_{Rd} [kN/m]	η
6.30	4.10	3.80	1.0	3.06	1.30	8.73	0.44
0.00	4.10	3.47	30.0	0.24	0.17	34.95	0.10

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
d_c : überdrückte Wanddicke
σ_d : mittlere Druckspannung
f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η : Auslastung

7.2 Pos. MW02 Außenmauerwerk unter Unterzug

Die oberirdischen Außenwände des Gebäudes werden aus Kalksandsteinmauerwerk hergestellt. Der Wandkopf wird durch die aufliegende Stahlbetondecke unverschieblich gehalten. Für die Auflagerung der Unterzüge wird das Mauerwerk ausgespart. Die Bemessung erfolgt mit Hilfe des Programms Frilo (s. nachfolgende Seiten) für den Bereich unterhalb des Unterzugs.

Material
KS-20-2,0-MG IIa
Geometrie
Höhe: h = 5,80 m
Wanddicke: t = 30 cm

Belastung

Eigengewicht der Mauerwerkswand wird programmintern berücksichtigt. Es wird ein 1,00 m breiter Streifen als Lasteinzugsfläche der Deckenplatte berücksichtigt.

Eigengewicht:
Eigengewicht Attika: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,2 m * 1,50 = 7,5 kN/m
Fassade: $g_{2,k}$ = 0,4 kN/m²

Kranlasten:
Vertikallast: Q_k = 26 kN / 1,5 * 0,75 = 13 kN

Lasten aus Unterzug b = 40 cm:
Eigengewicht Decke: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,3 m * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 50,2 kN/m

Ausbaulasten:
Gefälledämmung: $g_{2,k}$ = 0,1 kN/m² * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 5,02 kN/m
Gründach: $g_{2,k}$ = 2,0 kN/m² * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 100,35 kN/m
PV-Anlage: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m² * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 25,09 kN/m

Verkehrslasten:
Nutzlast: Q_k = 1,0 kN / 0,40 m = 2,5 kN/m
Schneelast: $q_{k,s5}$ = 2,20 kN/m² * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 110,39 kN/m
Windlast vertikal: $q_{k,w,v}$ = 0,13 kN/m² * 4,45 m * 1,1 * 4,10 m / 0,40 m = 6,53 KN/m
Windlast horizontal: $q_{k,w,h}$ = 0,51 kN/m²

Position: MW02 Außenmauerwerk

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 02/22 (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA/A1+A2:2015-01
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren
- biaxialer Spannungsblock

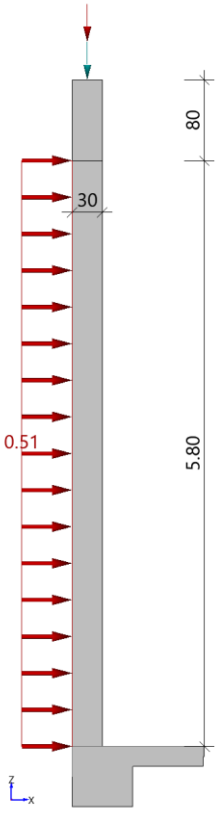
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D: Ansicht von vorn
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm²]	f_b [N/mm²]	f_m [N/mm²]	f_{vk0} [N/mm²]	γ [kN/m³]	ϕ_∞
1	KS	20	IIa	2.0	KS-20-2,0-MG IIa	8.10	20.00	5.00	0.18	20.00	1.5

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
RDK : Rohdichteklasse
ϕ_∞ : Endkriechzahl

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m²]	g_z [kN/m²]
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	5.80	30.0	0.40	6.00	0.40

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
h_s : lichte Wandhöhe
d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
l_0 : rechnerische Wandlänge
g_0 : Wandeigengewicht
g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm²]	d_0 [cm]	Seite	l [m]	b [m]	Lagerung
1	Ringbalken	–	–	–	–	–	–

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
d_0 : Dicke der Geschossdecke
l : Spannweite
b : Einflussbreite der Geschossdecke

Lasten

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. H: Dächer	1.50	–	0.00	0.00	0.00
Q	Schnee H < 1000 m	1.50	–	0.50	0.20	0.00
Q	Windlasten	1.50	–	0.60	0.20	0.00
G	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	–	–	–

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich
γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors
γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors
ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung
ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	190.00	0.00	sonstige veränderliche Einwirkungen
2	1	Gleichlast	0.00	2.50	Kat. H: Dächer
3	1	Gleichlast	0.00	111.00	Schnee H < 1000 m
4	1	Gleichlast	0.00	7.00	Windlasten
5	1	Gleichlast	0.00	13.00	sonstige veränderliche Einwirkungen

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m]	q_0 [kN/m]	Einwirkung

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g_0 [kN/m²]	q_0 [kN/m²]	Einwirkung
6	1	Gleichlast	0.00	0.51	Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
g_0 : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
q_0 : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

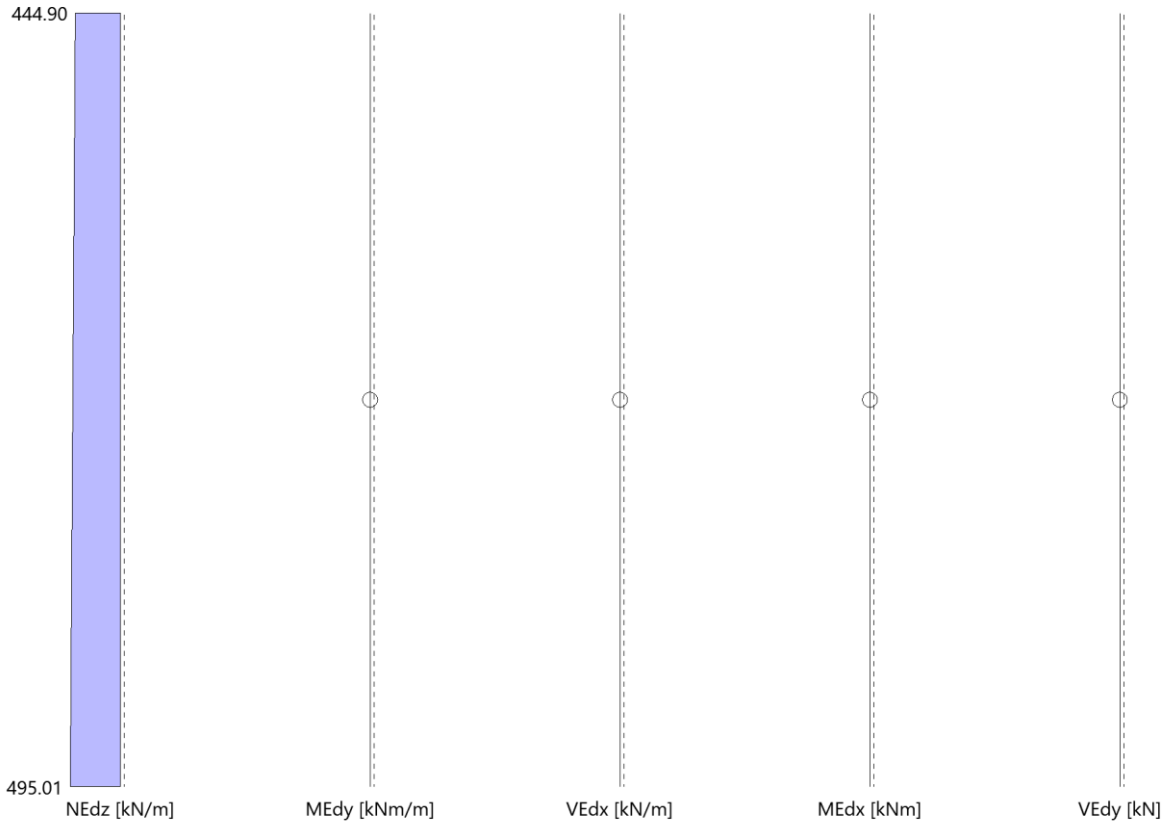
Nr.	Typ	K_0	K_2	K_5	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Last 1)
2	Qv	0.00	0.00	0.00	Last 2
3	Qv	0.90	0.00	0.00	Last 4
4	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 3
5	Qv	1.20	0.00	0.00	Last 5
6	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 6

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten
Qh: veränderliche Anteile horizontaler Lasten

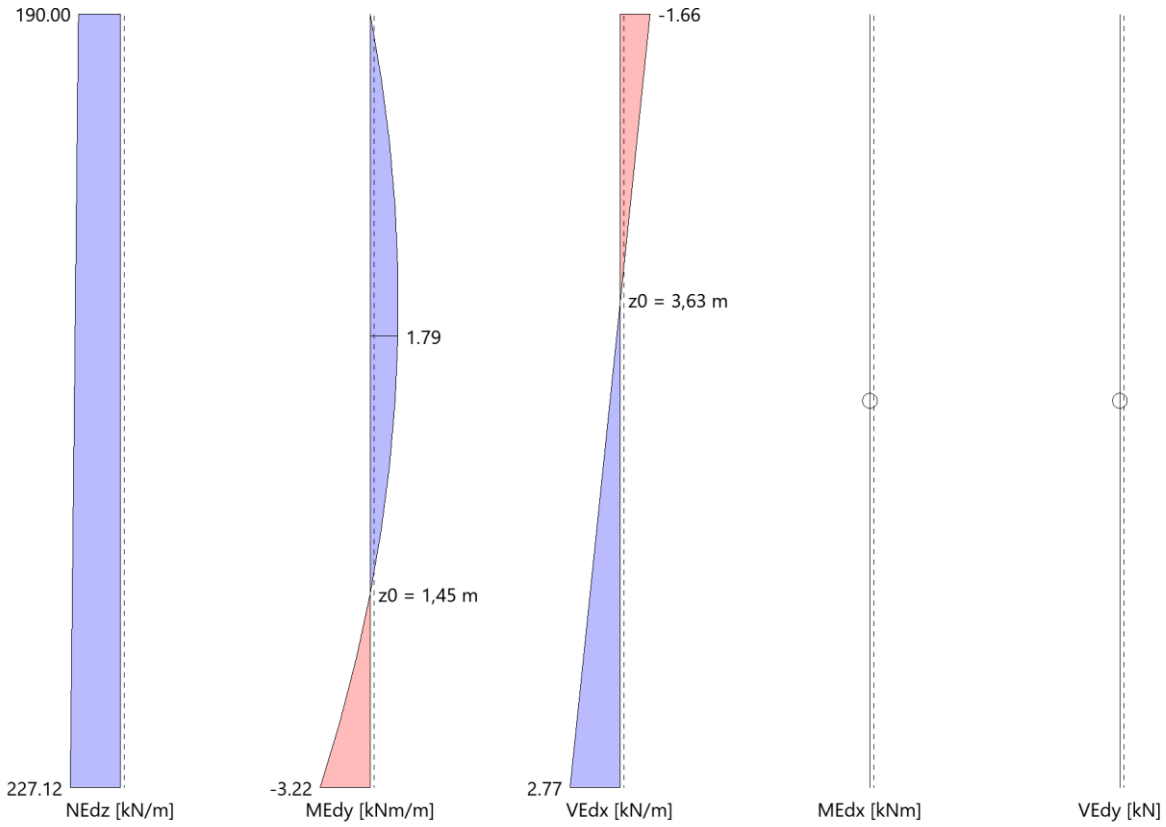
Typ : Lastfallart
K_0 : Drucknachweis
K_2 : Nachweis Plattenschub
K_5 : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Schnittkraftbilder

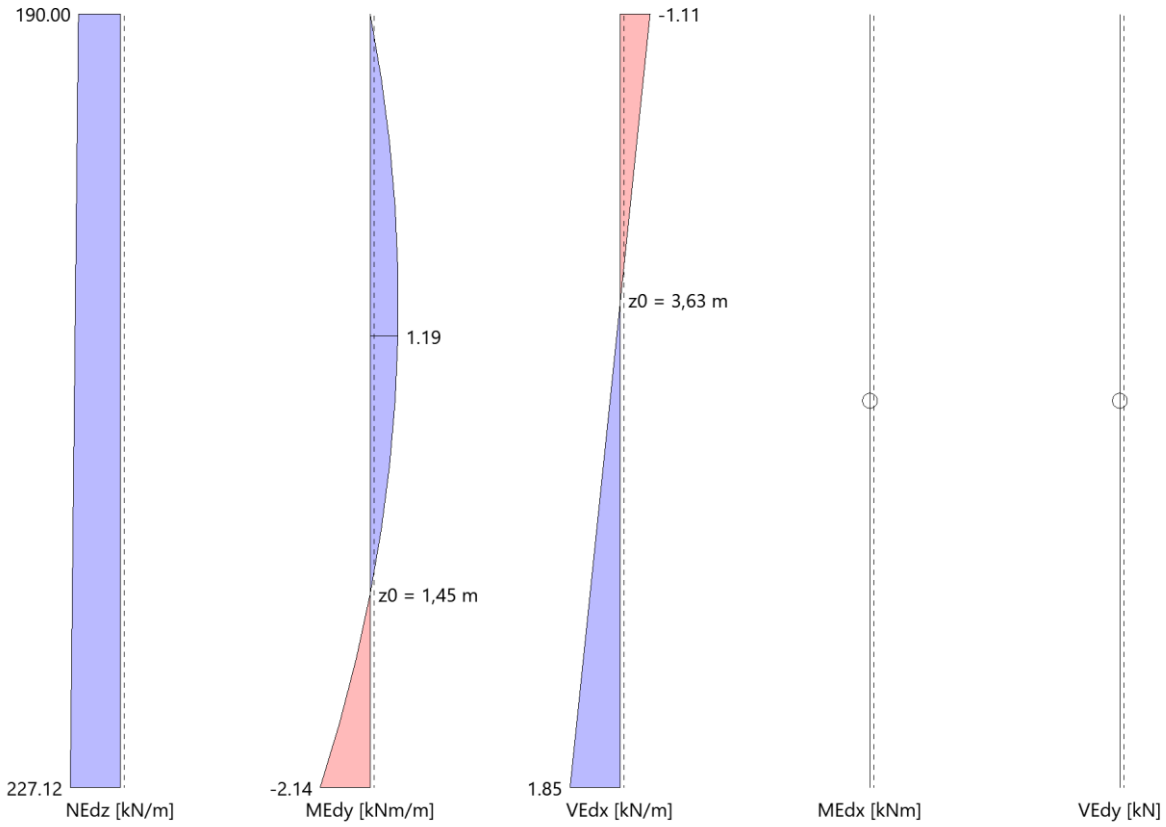
Kombination K_0 (Drucknachweis)
Maßstab 1 : 57.4



Kombination K_2 (Nachweis Plattenschub)
Maßstab 1 : 57.4



Kombination K_5 (Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität))
Maßstab 1 : 57.4



Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, nach NCI zu 7.2

z [m]	e_d [cm]	zul e_d [cm]	η
5.80	0.0	10.0	0.00
3.87	0.6	10.0	0.06
2.90	0.5	10.0	0.05
0.00	0.9	10.0	0.09

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
e_d : max. Exzentrizität in Wanddickenrichtung (Betrag)
zul e_d : zulässige Exzentrizität in Wanddickenrichtung
η : Auslastung

Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.1.2

Knicklänge	h_{ef}	=	4.35	m
Knickschlankheit	λ_c	=	14.50	
Wandquerschnitt	A_w	=	1200.0	cm^2
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f_d	=	4.59	N/mm^2

z [m]	y [m]	t_{cal} [cm]	N_{Ed} [kN/m]	$e_{i/mk}$ [cm]	$\Phi_{i/m}$	N_{Rd} [kN/m]	η
5.80	0.20	30.0	444.90	0.0	0.90	1239.30	0.36
2.90	0.20	30.0	469.96	1.5	0.68	933.61	0.50
0.00	0.20	30.0	495.01	0.0	0.90	1239.30	0.40

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
t_{cal} : rechnerische Wanddicke
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
$e_{i/mk}$: Ausmitte in Wanddickenrichtung (inkl. e_{init}und e_k)
$\Phi_{i/m}$: Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit($\Phi_i$für Wandkopf/-Fuß,$\Phi_m$für Wandmitte)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2015, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) f_{vk0} = 0.09 N/mm²

z [m]	y [m]	V_{Ed} [kN/m]	d_c [cm]	σ_d [N/mm²]	f_{vd} [N/mm²]	V_{Rd} [kN/m]	η
5.80	0.20	1.66	30.0	0.63	0.33	66.67	0.02
0.00	0.20	2.77	30.0	0.76	0.38	76.57	0.04

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
V_{Ed} : Bemessungswert der Querkraft
d_c : überdrückte Wanddicke
σ_d : mittlere Druckspannung
f_{vd} : Bemessungswert der Schubfestigkeit
V_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft
η : Auslastung

7.3 Pos. IW01 Innenmauerwerk

Die abgrenzung des EMSr-Raumes im Erdgeschoss des gebäudes erfpolgt über Mauerwerkswände. Den oberen Abschluss bildet eine Ortbetondecke. Die Bemessung erfolgt mit Hilfe des Programms Frilo (s. nachfolgende Seiten).

Material
KS-12-1,8-MG IIa
Geometrie
Höhe: h = 2,70 m
Wanddicke: t = 17,5 cm

Belastung

Eigengewicht der Mauerwerkswand wird programmintern berücksichtigt.

Eigengewicht:
Putz: $g_{2,k} = 0,5$ kN/m²
Eigengewicht Decke: $g_{1,k} = 25$ kN/m³ * 0,2 m = 5,0 kN/m²

Ausbaulasten:
Abhangdecke: $g_{2,k} = 0,5$ kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: $Q_k = 1,0$ kN

Position: IW01 Innenmauerwerk

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 02/22 (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-3/NA/A1+A2:2015-01
- Nachweisverfahren: vereinfachtes Verfahren
- biaxialer Spannungsblock

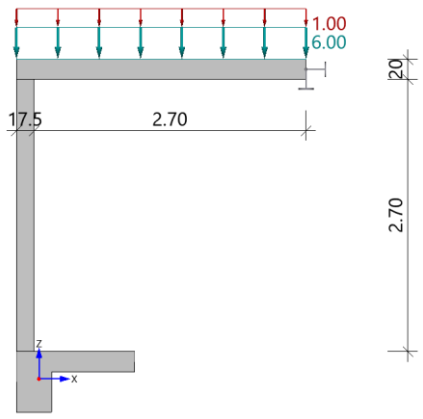
Allgemeines

- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 2D: Ansicht von vorn
Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDK	Bezeichnung	f_k [N/mm²]	f_b [N/mm²]	f_m [N/mm²]	f_{vk0} [N/mm²]	γ [kN/m³]
1	KS	12	IIa	1.8	KS-12-1,8-MG IIa	6.00	12.00	5.00	0.18	18.00

Typ : MZ ... Mauerziegel, KS ... Kalksandstein, B ... Normalbeton, LB ... Leichtbeton, PB ... Porenbeton
Stfk : Druckfestigkeitsklasse der Mauersteine
MG : Mörtelgruppe nach DIN V 20000-412
RDK : Rohdichteklasse

Wände

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m²]	g_z [kN/m²]
1	einschalige Außenwand	1	zweiseitig	2.70	17.5	3.50	3.15	0.50

Eb.	Typ	MatNr.	Lagerung	h_s [m]	d_0 [cm]	l_0 [m]	g_0 [kN/m²]	g_z [kN/m²]

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
h_s : lichte Wandhöhe
d_0 : Wanddicke bzw. Dicke der Tragschicht bei mehrschichtigem Wandaufbau
l_0 : rechnerische Wandlänge
g_0 : Wandeigengewicht
g_z : Eigengewichtszuschlag für Putz, Wandverkleidung etc.

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm²]	d_0 [cm]	Seite	a [cm]	l [m]	b [m]	Lagerung
1	einseitig	34000	20.0	rechts	17.5	2.70	3.50	gelenkig

Typ : Deckenart (einseitig/beidseitig)
d_0 : Dicke der Geschossdecke
a : Deckenauflagertiefe
l : Spannweite
b : Einflussbreite der Geschossdecke

Lasten

Einwirkungen

Typ	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G	ständig	1.35	1.00	–	–	–
Q	Kat. H: Dächer	1.50	–	0.00	0.00	0.00

Typ : Typ der Einwirkung, G ... ständig, Q ... veränderl., A ... außergewöhnlich
γ_{sup} : oberer Wert des Teilsicherheitsfaktors
γ_{inf} : unterer Wert des Teilsicherheitsfaktors
ψ_0 : Kombinationsbeiwert der veränderlichen Einwirkung
ψ_1 : Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen
ψ_2 : Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen

Deckenlasten

Nr.	Eb.	Durchlaufwirkung	g [kN/m²]	q [kN/m²]	A_g [kN/m]	A_q [kN/m]	Einwirkung
1	1	Deckengeometrie	6.00	1.00	8.36	1.39	Kat. H: Dächer

Eb. : Ebene, unterste Decke = 1
Durchlaufwirkung : Bestimmung der Deckenauflagerkraft
g : ständiger Lastanteil
q : veränderlicher Lastanteil
A_g : Auflagerkraft auf Wand infolge ständigem Lastanteil
A_q : Auflagerkraft auf Wand infolge veränderlichem Lastanteil
Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Ergebnisse

Anwendungsvoraussetzungen des vereinfachten Nachweisverfahrens

Gebäudehöhe	h_a	= 2.90	<	h_m	= 20.00	m
lichte Wandhöhe	h_s	= 2.70	<	max h_s	= 2.75	m
Deckenstützweite	l_f	= 2.79	>	max l_f	= 0.00	m
Deckenauflagertiefe	a	= 17.5	>	min a	= 10.0	cm
Deckennutzlast	q_k	= 1.00	<	max q_k	= 5.00	kN/m²
Wanddicke	t	= 17.5	>	min t	= 11.5	cm

zusätzliche Vorgaben:

- Wand wird nicht durch Wind senkrecht zur Wandebene beansprucht

Die Anwendung des vereinfachten Verfahrens ist zulässig.

Lastfallkombinationen

Lastkombination nach EN 1990, Gl. (6.10 a/b)

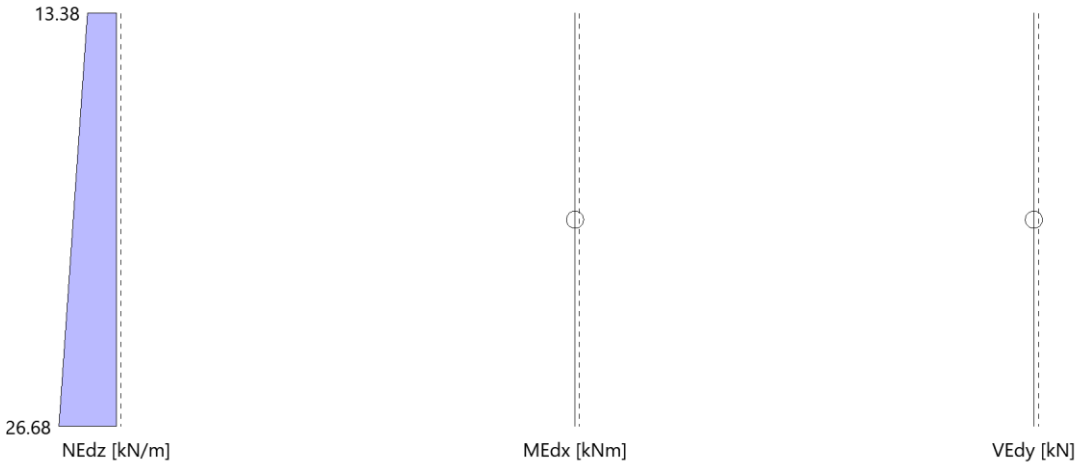
Nr.	Typ	K_0	zugehörige Last
1	Gv	1.35	Gv (Last 1)
2	Qv	1.50	Qv,re->Decke 1 (Last 1)

Gv: ständige Anteile vertikaler Lasten
Qv: veränderliche Anteile vertikaler Lasten

Typ : Lastfallart
K_0 : Drucknachweis

Schnittkraftbilder

Kombination K_0 (Drucknachweis)
Maßstab 1 : 50



Nachweis bei (ex-)zentr. Druckbeanspruchung

vereinfachter Nachweis nach DIN EN 1996-3:2015, Abs. 4.2

Knicklänge h_{ef} = 2.70 m
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit f_d = 3.40 N/mm²

z [m]	y [m]	N_{Ed} [kN/m]	Φ_s	Φ_i	Φ	N_{Rd} [kN/m]	η
2.70	1.75	13.38	1.00	0.90	0.90	535.50	0.02
1.35	1.75	20.03	0.59	1.00	0.59	349.95	0.06
0.00	1.75	26.68	1.00	1.00	1.00	595.00	0.04

z : Nachweisstelle, gemessen vom Fußpunkt
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y=0)
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Drucknormalkraft
Φ_s : Abminderungsfaktor infolge Schlankheit und Lastausmitte
Φ_i : Abminderungsfaktor infolge Deckendrehwinkel (min(Φ_1,Φ_2) nach NA)
Φ : maßgebender Abminderungsfaktor
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft

8 Stahlbetonwände Gebäude

8.1 Erddruckbemessung

Horizontale Belastung Betonwand

Die horizontalen Belastungen infolge Erddruck werden mit dem Modul EDB+ im Programm Frilo ermittelt (s. nachfolgende Seiten).

Position: 8.1_Erddruck

Erddruckberechnung (x64) EDB+ 02/22B (FRILO R-2022-2/P07)

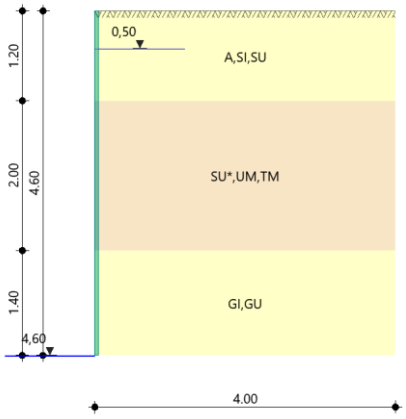
Einstellungen und Berechnungsparameter

Berechnung	:	Aktiver Erddruck
Norm:	:	DIN 4085: 2017-08
Erddruckparameter	:	Kohäsion wird in Rechnung gestellt
	:	Zug aus Kohäsion wird nicht angenommen
	:	Der Mindesterddruck wird angesetzt
Verdichtungserddruck	:	Intensive Verdichtung nach DIN EN 1997-1
	:	Verdichtungsbreite 1,00 [m]
	:	Wand nachgiebig

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 100



Wandsystem

Wandhöhe	h	=	4,60 m	Wandtiefe	t	=	1,00 m
Wandausschnitt	zo	=	0,00 m		zu	=	4,60 m
Wandneigung	α	=	0,0 °	Wandreibungswinkel	δ	=	1/2ϕ' °

Bodenprofil

Es liegt Grundwasser an. Links der Wand: 4,60 m und rechts der Wand: 0,50 m unter OK Gelände.

Nr.	Benennung	d [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]
1	A,SI,SU	1,20	18,00	10,00	30,0	-
2	SU*,UM,TM	2,00	20,00	10,00	22,5	5,00
3	GI,GU	1,40	22,00	14,00	35,0	-

d : Mächtigkeit der Bodenschicht
γ : Rechenwert der Wichte
γ' : Rechenwert der Wichte unter Auftrieb
ϕ' : Innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
c' : Kohäsion des drainierten Bodens

Belastung

Übersicht über verwendete Einwirkungen

						P/T	
ID	Bezeichnung	Grenzzustand	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
7	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	EQU STR GEO SERV	0,70	0,50	0,30		1,50 1,50 1,30 1,00

ID : Index der Einwirkungen. (FRILO-Definition).
Bezeichnung : Bezeichnung der Einwirkung
Grenzzustand : Grenzzustand, für den die Teilsicherheitsbeiwerte angegeben werden.
Ψ_0 : Kombinationsbeiwert der Einwirkung
Ψ_1 : Der häufige Wert der Einwirkung
Ψ_2 : Der quasi-ständige Wert der Einwirkung
$\gamma_{F,inf}$: Unterer Teilsicherheitsbeiwert im angegebenen Grenzzustand
$\gamma_{F,sup}$: Oberer Teilsicherheitsbeiwert im angegebenen Grenzzustand

Geländelasten

Nr.	Lastart	Name	pl [kN/m²]	p [kN/m]	a [m]	b [m]	l [m]	z [m]	Verteil.	EGrp	Zus	Alt
1	F	Verkehr	33,30	-	1,00	-	-	-	-	7		

Lastart : Art der Geländelast. F=Flächenlast, S=Streifenlast, L=Linienlast, B=Blocklast, T = Trapezlast, E = Einzellast, BL = Bettungslast
pl : Lastwert einer Flächen,- Streifen- oder Blocklasten bzw. linke Lastordinate einer Trapezlast in kN/m².
p : Lastwert für Linienlasten in kN/m
a : Abstand vom Wandkopf
b : Lastausdehnung in x-Richtung.
l : Lastausdehnung in y-Richtung.
z : Tiefe der Last (z-Richtung) ab Geländeoberkante.
Verteil. : Bei Streifen- und Blocklasten kann nach EAB zwischen rechteckiger und trapezförmiger Lastverteilung gewählt werden.
EGrp : Einwirkung nach EN 1990
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe. Lasten in dieser Gruppe werden als gemeinsam wirkend angesetzt.
Alt : Alternativgruppe. Lasten in dieser Gruppe werden nicht gemeinsam angesetzt.

Erddruckebenen

Nr.	zo [m]	zu [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c_k [kN/m²]	α [°]	β [°]
1	0,00	0,46	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
2	0,46	0,50	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
3	0,50	0,58	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
4	0,58	1,20	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
5	1,20	2,00	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0
6	2,00	3,20	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0
7	3,20	4,60	22,00	14,00	35,0	0,00	0,0	0,0

γ : Wichte des Bodens
γ' : Wichte des Bodens unter Auftrieb
ϕ' : Reibungswinkel des Bodens
c_k : Kohäsion
α : Wandneigungswinkel
β : Geländeneigungswinkel

Erddruckbeiwerte

für aktiven Erddruck

Nr.	zo [m]	zu [m]	δ [°]	K_{agh} [-]	K_{ach} [-]	K_{aph} [-]	θ [°]
1	0,00	0,46	15,0	0,291	-	0,291	56,9
2	0,46	0,50	15,0	0,291	-	0,291	56,9
3	0,50	0,58	15,0	0,291	-	0,291	56,9
4	0,58	1,20	15,0	0,291	-	0,291	56,9
5	1,20	2,00	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5
6	2,00	3,20	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5
7	3,20	4,60	17,5	0,235	-	0,235	59,7

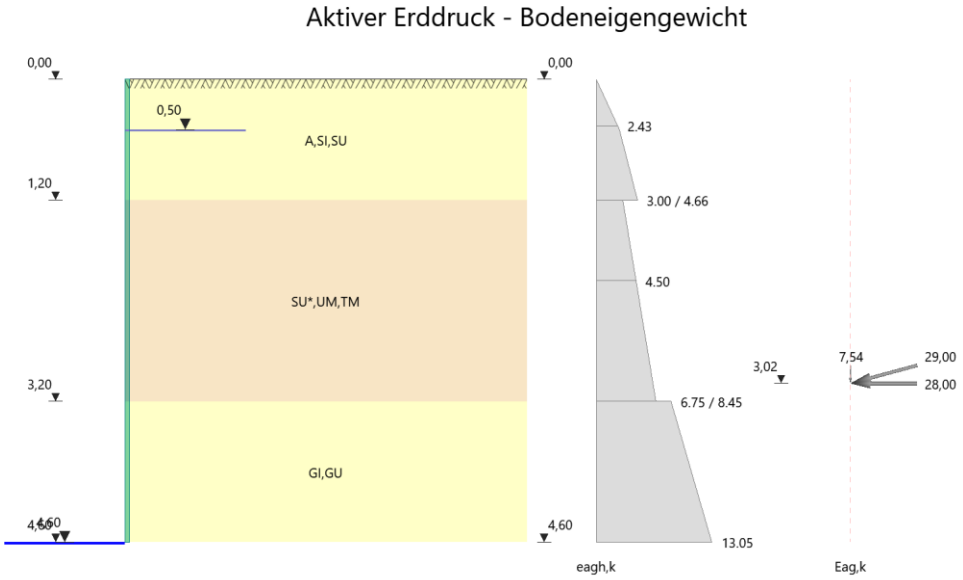
δ : Erddruckneigungswinkel - Winkel zwischen der Erddruckrichtung und der Wandnormalen
K_{agh} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Bodeneigengewicht
K_{ach} : Aktiver Erddruckbeiwert für den Anteil aus Kohäsion
K_{aph} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Geländelasten
θ : Gleitflächenwinkel für den aktiven Erddruck

Lastfälle

Lastfall Eigengewicht

Erddruckgrafik Bodeneigengewicht

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Bodeneigengewicht

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43	0,56	0,15
2	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43		
	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62	0,09	0,03

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
3	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62		
	0,58	2,85	0,00	2,85	0,00	2,85	0,21	0,06
4	0,58	2,85	0,00	2,85	0,00	2,85		
	1,20	4,66	0,00	4,66	0,00	4,66	2,34	0,63
5	1,20	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00		
	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50	3,00	0,81
6	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50		
	3,20	6,75	0,00	6,75	0,00	6,75	6,75	1,82
7	3,20	8,45	0,00	8,45	0,00	8,45		
	4,60	13,05	0,00	13,05	0,00	13,05	15,05	4,05

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

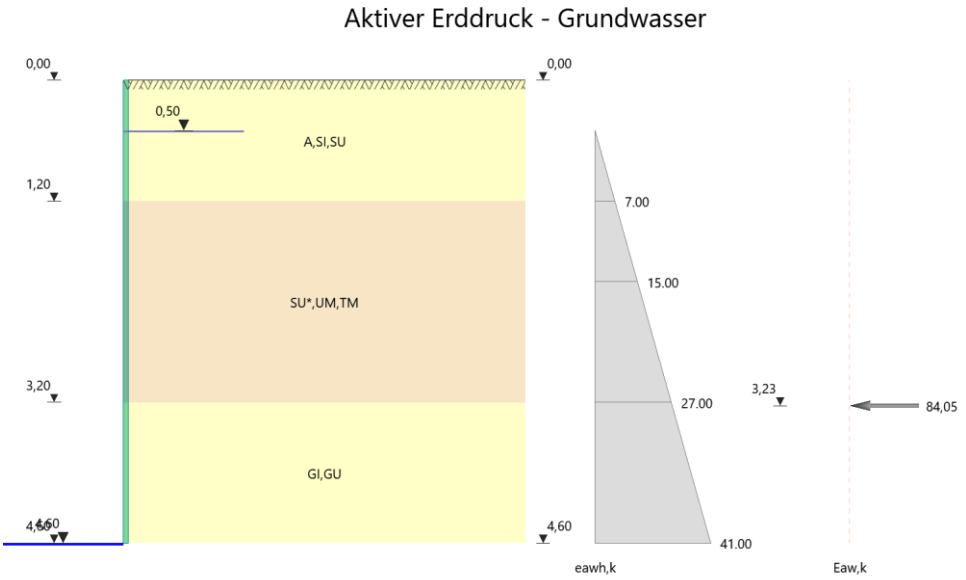
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 28,00 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 7,54 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,02 m

Lastfall Grundwasser

Hydrostatischer Wasserdruck

Maßstab 1 : 75



Hydrostatischer Druck infolge Grundwasser

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,58	0,77	0,00	0,77	0,00	0,77	0,03	0,00
4	0,58	0,77	0,00	0,77	0,00	0,77		
	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	2,42	0,00
5	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00		
	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00	8,80	0,00
6	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00		
	3,20	27,00	0,00	27,00	0,00	27,00	25,20	0,00
7	3,20	27,00	0,00	27,00	0,00	27,00		
	4,60	41,00	0,00	41,00	0,00	41,00	47,60	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

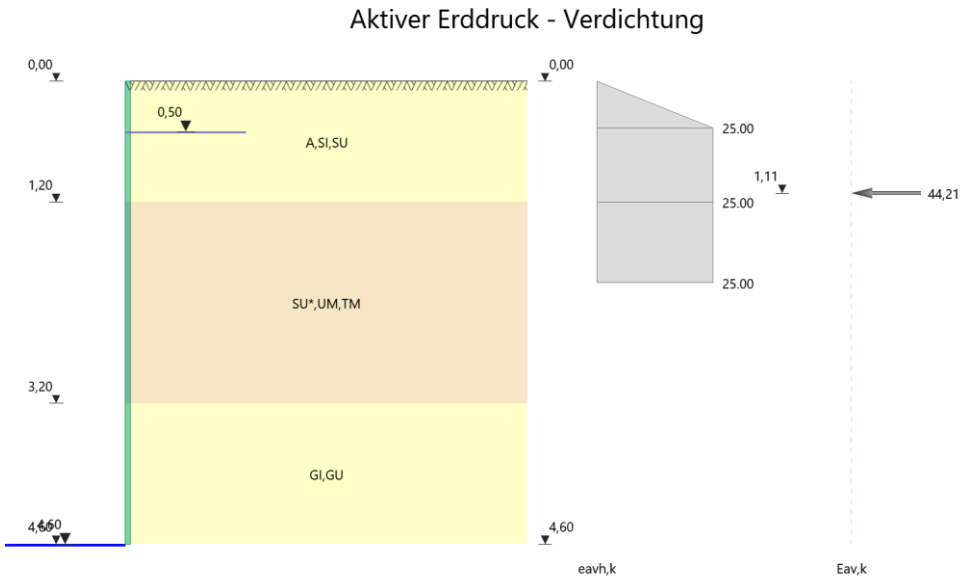
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 84,05 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,23 m

Lastfall Verdichtung

Erddruckgrafik Verdichtungserddruck

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Verdichtung

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	5,79	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	0,93	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	0,58	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	1,93	0,00
4	0,58	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	15,57	0,00
5	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	2,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	20,00	0,00
6	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	e_{agh}+ e_{aph} [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]

e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

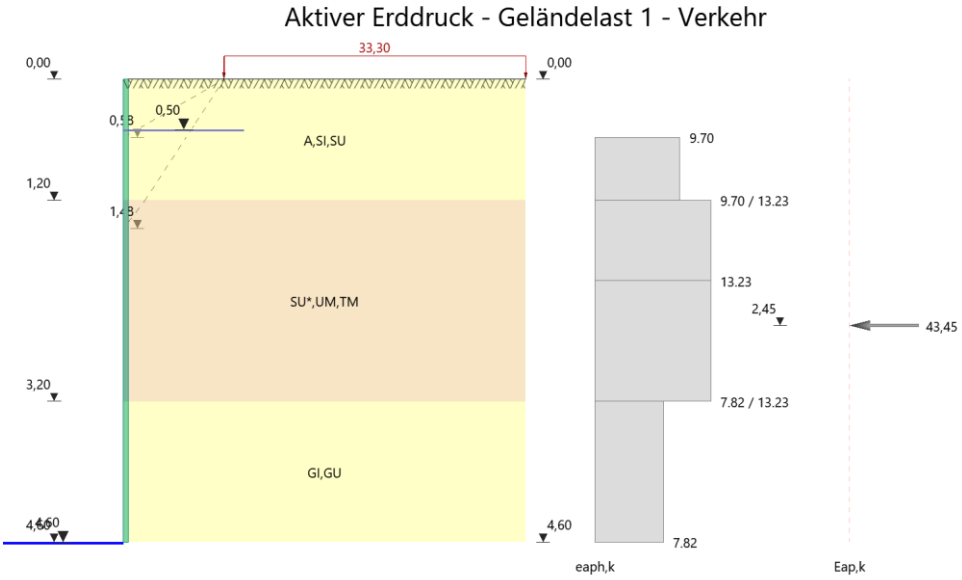
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 44,21 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,11 m

Lastfall Flächenlast Verkehr

Erddruckgrafik Flächenlast Verkehr

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte für Flächenlast Verkehr

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	e_{agh}+ e_{aph} [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,58	0,00	9,70	9,70	0,00	9,70		
	1,20	0,00	9,70	9,70	0,00	9,70	6,04	0,00
5	1,20	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23		
	2,00	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23	10,59	0,00

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
6	2,00	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23		
	3,20	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23	15,88	0,00
7	3,20	0,00	7,82	7,82	0,00	7,82		
	4,60	0,00	7,82	7,82	0,00	7,82	10,94	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 43,45 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 2,45 m

Erddrucküberlagerungen

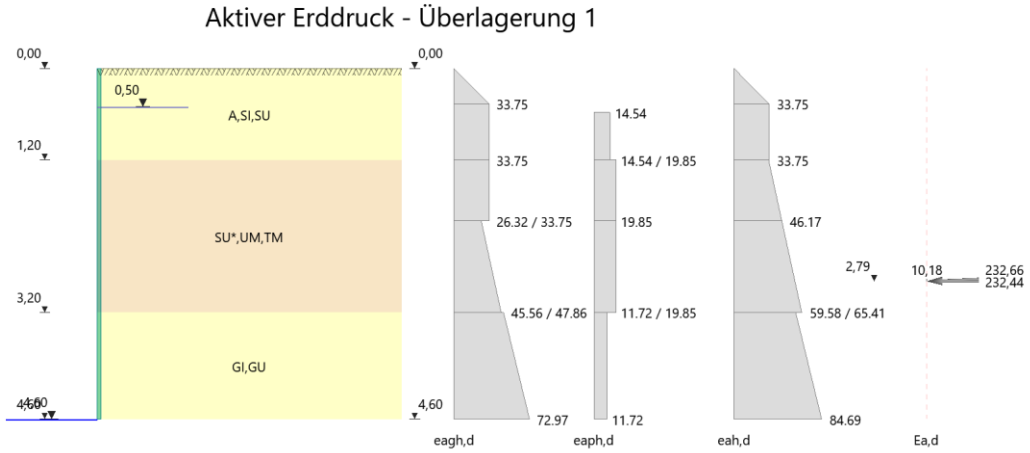
Überlagerung: Überlagerung 1

Grenzzustand	Bemessungssituation	Lastfall	γ_F	Ψ	Faktor
STR	ständig	Bodeneigengewicht	-	-	1,35
		Grundwasser	-	-	1,35
		Verdichtungserddruck	-	-	1,35
		Verkehr	-	-	1,50

γ_F : Teilsicherheitsbeiwert nach EN 1990
Ψ : Kombinationsbeiwert nach EN 1990
Faktor : Faktor, mit dem der Lastfall in die Überlagerung eingeht.

Erddruckgrafik für aktiven Erddruck

Maßstab 1 : 100



Bemessungswerte des aktiven Erddrucks

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75	7,81	0,20
2	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75		
	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75	1,25	0,03
3	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75		
	0,58	4,89	0,00	4,89	33,75	33,75	2,61	0,08
4	0,58	4,89	14,54	19,43	33,75	33,75		
	1,20	15,74	14,54	30,28	33,75	33,75	21,01	0,85
5	1,20	13,50	19,85	33,35	33,75	33,75		
	1,23	13,90	19,85	33,75	33,75	33,75	0,85	0,03
6	1,23	13,90	19,85	33,75	33,75	33,75		
	2,00	26,32	19,85	46,17	33,75	46,17	30,96	1,06
7	2,00	26,32	19,85	46,17	0,00	46,17		
	3,20	45,56	19,85	65,41	0,00	65,41	66,95	2,45
8	3,20	47,86	11,72	59,58	0,00	59,58		
	4,60	72,97	11,72	84,69	0,00	84,69	100,99	5,47

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 232,44 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 10,18 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 2,79 m

8.2 Pos. W01 Kelleraußenwand

Die unterirdischen Außenwände des Gebäudes werden in Stahlbetonbauweise hergestellt. Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 4,20 m
Wanddicke: t = 30 cm

Vertikale Belastung Betonwand

Eigengewicht der Betonwand wird programmintern berücksichtigt.

Vertikallast aus UZ01+UZ03 + Mauerwerk

Lasten siehe Programmausdruck. Lastausbreitung im Abstand der Unterzüge des Dachgeschosses. Lasten aus Unterzug unter Zwischendecke werden direkt eingeleitet.
$g_k \approx 200$ kN / 4,45 m + 120 kN / 0,40 m + 6,4 kN/m² * 6,30 m = 390 kN/m
$q_k \approx 60$ kN / 4,45 m + 120 kN / 0,40 m = 320 kN/m

Schwerlastverkehr SLW 60 → Ersatzflächenlast p = 33,3 kN/m²

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø14-10
Horizontaleisen: Ø14-10

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø12-10 Steckbügel

Position: W01

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Einzelstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

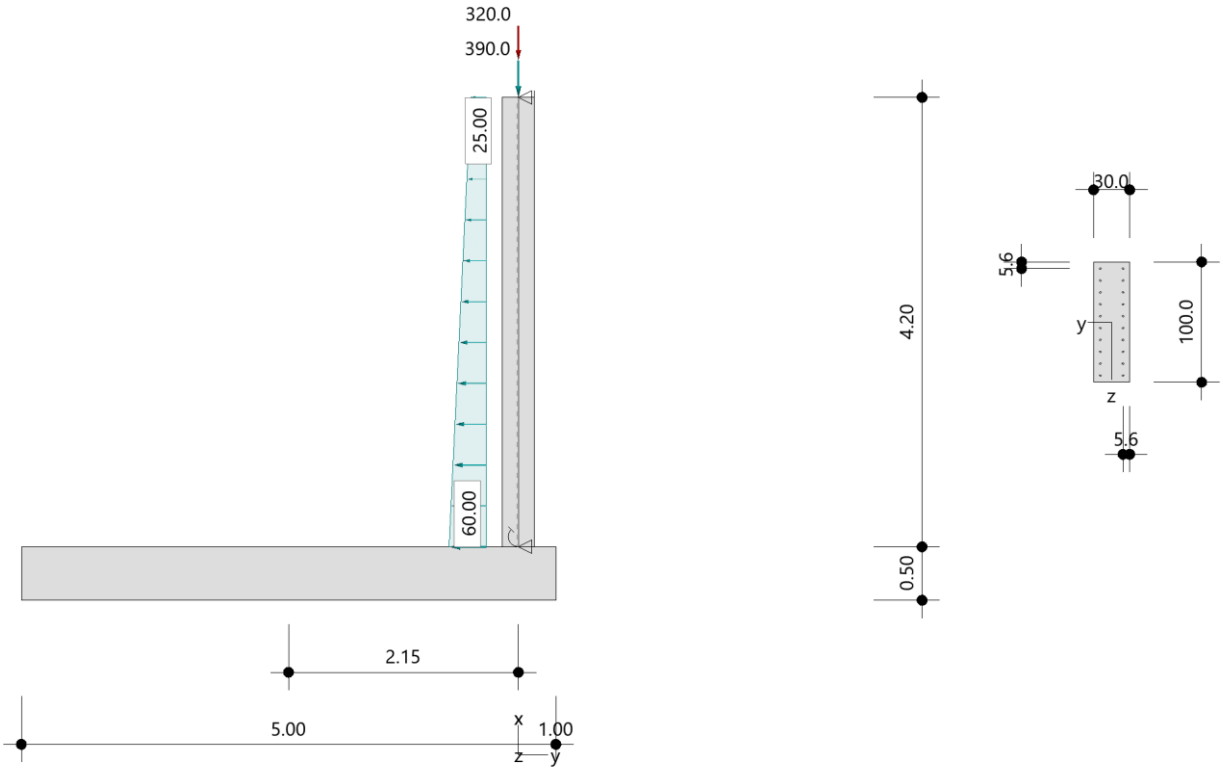
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 70.8



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF1/WF		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$	= 14	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 20/25		
Bügel	$c_{min,b}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 44	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 30	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.04		

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck}	= 35.00	N/mm²	E_{cm}	= 34000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

allgemeine Einzelstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l	= 4.20	m	
Querschnitt	b_y/d_z	= 30.0/100.0	cm	
	b_1/d_1	= 5.6/5.6	cm	
Bewehrungsanordnung		1/4 je Ecke		

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	
Fußpunkt	starr	1064794.3

Fundamenteinspannung

Abmessungen	b_x	=	5.00	m	parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
	b_y	=	1.00	m	parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
	d	=	0.50	m	
Steifemodul	C_b	=	80000.00	kN/m²	
Steifigkeiten	C_y	=	42591.8	kNm/rad	(nach RAUSCH)
	C_z	=	1064794.3	kNm/rad	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf		390.0				ständig		
3	Stützenkopf		320.0				sonstig		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-60.00	4.20	-25.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		31.5				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 80,77 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]	LK 3[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.35	1.35	1.00
V = 390,0 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00
V = 320,0 kN(sonstig)	**1.50**		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Wand	2.99	34.5	51.7	0.0	2.035	0.678

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	4.20	-568.8	0.00	0.33	10.0	30.8	Stabilität
	3.50	-568.9	44.56	0.33	10.0	30.8	
	2.80	-568.9	68.39	0.33	10.0	30.8	
	2.10	-568.9	67.20	0.33	10.0	30.8	
	1.40	-568.8	37.34	0.33	10.0	30.8	
	0.70	-568.8	-24.78	0.33	10.0	30.8	
	0.00	-568.8	-122.43	0.33	10.0	30.8	

Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,v}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.20		-74.9	0.00	2
			-55.5	0.00	3
Fundament	0.00	421.6	-123.1	-90.72	3
		1049.0	-167.1	-125.28	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	30.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00	1.00
V = 390,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 320,0 kN(sonstig)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
2	4.20	-741.4	0.00	0.0		
2	3.50	-741.5	32.98	-0.2		
2	2.80	-741.5	50.35	-0.3		
2	2.10	-741.5	49.61	-0.3		
2	1.40	-741.5	27.90	-0.2		
2	0.70	-741.5	-17.88	-0.1		
1	0.00	-741.5	-91.01	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
2	4.20	-741.5	0.00	0.0		
2	3.50	-741.5	32.63	-0.1		
2	2.80	-741.5	50.07	-0.1		
2	2.10	-741.5	49.39	-0.1		
2	1.40	-741.5	27.75	-0.1		
2	0.70	-741.5	-17.65	-0.03		
1	0.00	-741.5	-90.72	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-741.4	0.00	2.04	-0.187	-2.09	-21.00	0.10
1	3.50	-741.5	33.07	2.04	-0.348	-3.90	-21.00	0.19
1	2.80	-741.5	50.22	2.04	-0.440	-4.93	-21.00	0.23
1	2.10	-741.5	49.20	2.04	-0.434	-4.86	-21.00	0.23
1	1.40	-741.5	27.14	2.04	-0.319	-3.58	-21.00	0.17
1	0.70	-741.5	-18.72	2.04	-0.278	-3.12	-21.00	0.15
1	0.00	-741.5	-91.01	2.04	-0.754	-8.44	-21.00	0.40

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-741.5	0.00	0.00	-0.069	-2.34	-21.00	0.11
1	3.50	-741.5	32.56	0.00	-0.128	-4.36	-21.00	0.21
2	2.80	-421.5	50.07	0.00	-0.174	-5.92	-21.00	0.28
2	2.10	-421.5	49.39	0.00	-0.171	-5.81	-21.00	0.28
1	1.40	-741.5	27.11	0.00	-0.118	-4.03	-21.00	0.19

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	0.70	-741.5	-18.58	0.00	-0.103	-3.49	-21.00	0.17
2	0.00	-421.5	-89.53	0.00	-0.365	-12.42	-21.00	0.59

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-741.4	0.00	2.04	-0.186	-37.28	400.00	0.00
2	3.50	-421.5	32.98	2.04	0.015	2.98	400.00	0.01
2	2.80	-421.5	50.35	2.04	0.185	37.07	400.00	0.09
2	2.10	-421.5	49.61	2.04	0.176	35.30	400.00	0.09
1	1.40	-741.5	27.14	2.04	-0.104	-20.81	400.00	0.00
1	0.70	-741.5	-18.72	2.04	-0.130	-25.98	400.00	0.00
2	0.00	-421.5	-89.82	2.04	0.733	146.57	400.00	0.37

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-741.5	0.00	0.00	-0.069	-13.73	400.00	0.00
2	3.50	-421.5	32.63	0.00	0.007	1.50	400.00	0.00
2	2.80	-421.5	50.07	0.00	0.120	24.07	400.00	0.06
2	2.10	-421.5	49.39	0.00	0.113	22.66	400.00	0.06
1	1.40	-741.5	27.11	0.00	-0.038	-7.65	400.00	0.00
1	0.70	-741.5	-18.58	0.00	-0.048	-9.62	400.00	0.00
2	0.00	-421.5	-89.53	0.00	0.611	122.17	400.00	0.31

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 [1)]	LK 2 [1)]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00	1.00
V = 390,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 320,0 kN(sonstig)	0.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.20	-581.5	0.00	-0.054	-1.83	-15.75	1.00		0.12
1	3.50	-581.5	32.74	-0.114	-3.88	-15.75	1.00		0.25
2	2.80	-421.5	50.07	-0.174	-5.92	-15.75	1.00		0.38
2	2.10	-421.5	49.39	-0.171	-5.81	-15.75	1.00		0.37
1	1.40	-581.5	28.02	-0.105	-3.58	-15.75	1.00		0.23
1	0.70	-581.5	-17.37	-0.086	-2.92	-15.75	1.00		0.19
2	0.00	-421.5	-89.53	-0.365	-12.42	-15.75	1.00		0.79

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

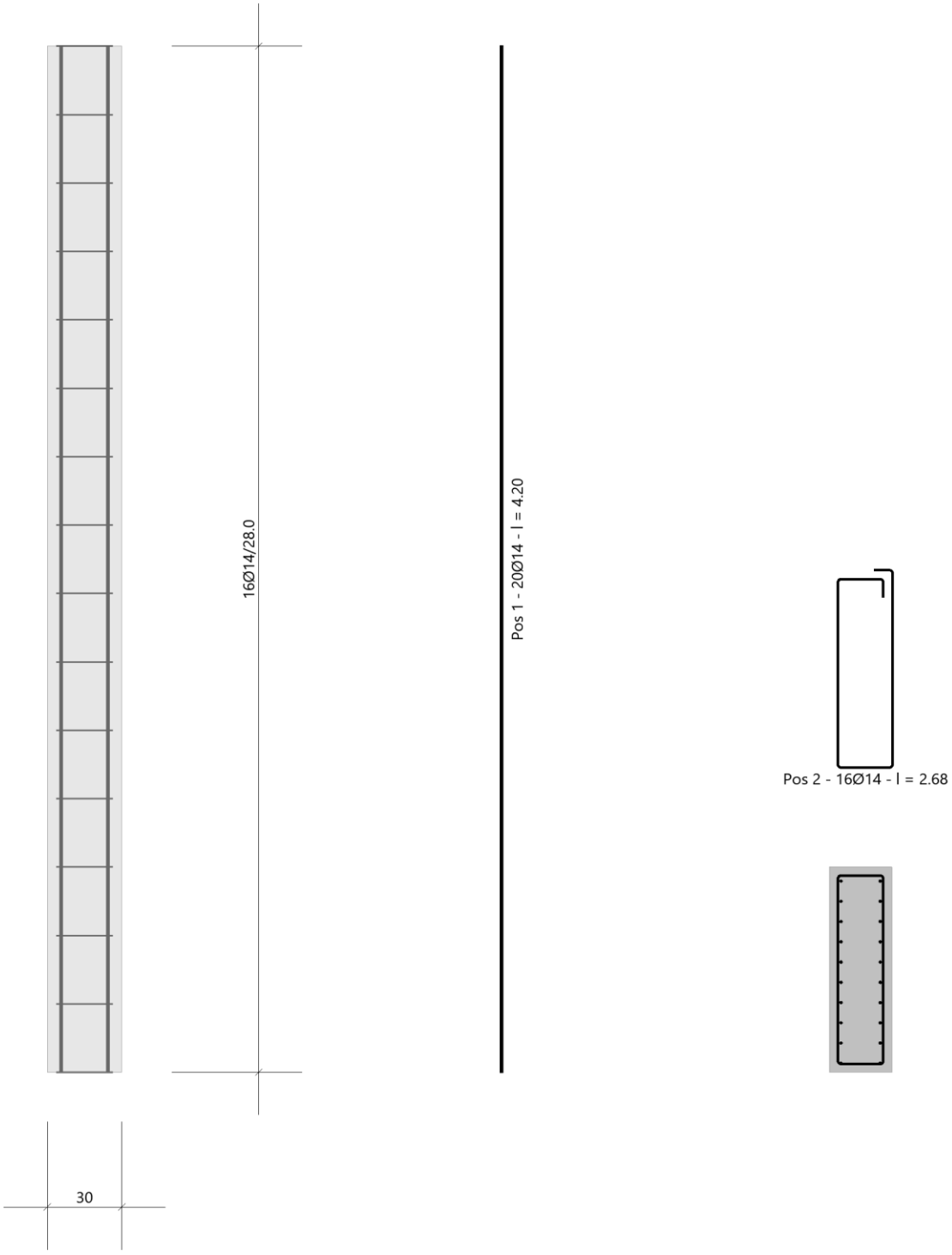
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 16Ø14 mm	1	14	1.5	-9.4	-44.4
	2	14	1.5	9.4	-44.4
	3	14	1.5	9.4	44.4
	4	14	1.5	-9.4	44.4
	5	14	1.5	-9.4	-34.5
	6	14	1.5	9.4	-34.5
	7	14	1.5	-9.4	-24.7
	8	14	1.5	9.4	-24.7
	9	14	1.5	-9.4	-14.8
	10	14	1.5	9.4	-14.8
	11	14	1.5	-9.4	-4.9
	12	14	1.5	9.4	-4.9
	13	14	1.5	-9.4	4.9
	14	14	1.5	9.4	4.9
	15	14	1.5	-9.4	14.8
	16	14	1.5	9.4	14.8
	17	14	1.5	-9.4	24.7
	18	14	1.5	9.4	24.7
	19	14	1.5	-9.4	34.5
	20	14	1.5	9.4	34.5
			30.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	4.4	3.0	4.9	3.5

Bewehrungsbilder

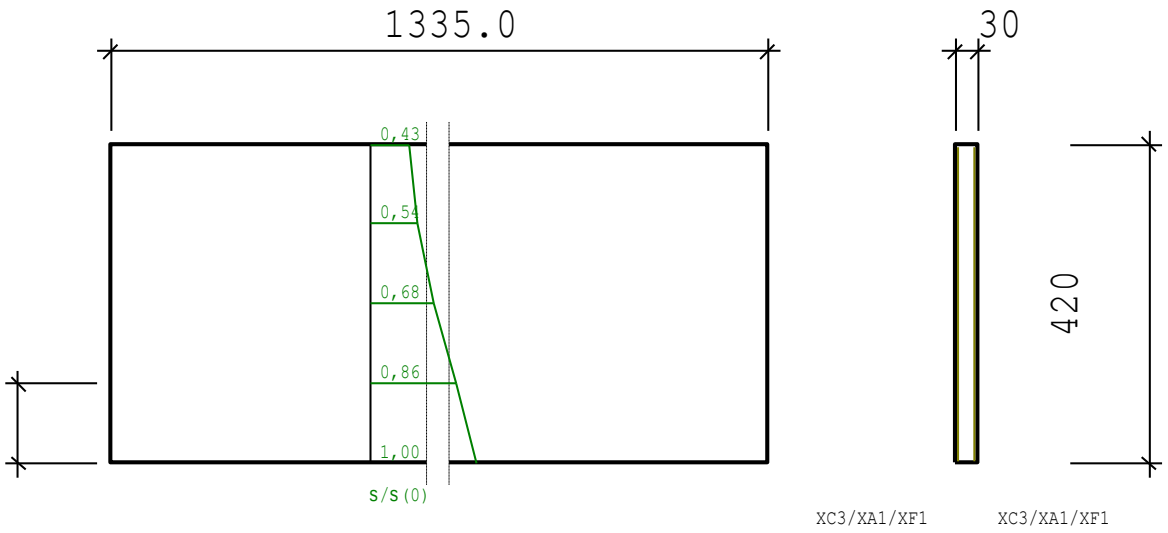
Maßstab 1 : 25



Position: W01_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 100



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Betonstahl	B500B	
Beton	C 35/45	
	t= 5d (normale Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

KRIECHZAHL	
Betonalter	t = 5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF1/WF		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 20/25		
Bügel	$c_{min,b}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 38	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 30	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.20	mm	*3

*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT								
Abmessungen	B =	0.30	m		H =	4.20	m	
	L =	13.35	m					
Bewehrung	dli =	4.4	cm		dre =	4.4	cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)								
Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage								
Zemen	t : 32.5R	;42.5	Z =	300	kg/m3			
tm =	1.24	d	QH =	193	kJ/kg			
αb=	0.73		TbH =	16.9K				
TcO =	20.0	°C	ktV =	0.50				
Tb,m =	26.9	K	T_F =	15.0	°C			
αT=	1010-6/K		kV =	0.80				
Zwangsspannungen am Fußpunkt			:σct =2.93N/mm2					
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:			kct,d=	0.62				
			σct,d=1.81N/mm2 < fcteff					
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac								
Nzw=	542.63 kN	k=	0.80	max. Nzw=	547.46 kN			

NACHWEIS RISSBREITE								
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =14.0mm								
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)								
zentr. Zwang		Nx =	542.63	kN/m				
		ε2s=1.03o/ooFs=542.6kN/m						
		heff =	22.0	cm	Fcre =	501.8	kN/m	
erforderlich:		Asli =	13.19	cm2/m	Asre =	13.19	cm2/m	
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.								

8.3 Pos. W02 Kelleraußenwand

Die unterirdischen Außenwände des Gebäudes werden in Stahlbetonbauweise hergestellt.
Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 4,20 m
Wanddicke: t = 30 cm

Vertikale Belastung Betonwand

Eigengewicht der Betonwand wird programmintern berücksichtigt.

Obergeschoss
Eigengewicht
Dachdecke: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,3 m * 2,53 m = 19 kN/m
Attika: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,2 m * 1,50 m = 7,5 kN/m

Ausbaulasten:
Gefälledämmung: $g_{2,k}$ = 0,1 kN/m² * 2,53 m = 0,3 kN/m
Gründach: $g_{2,k}$ = 2,0 kN/m² * 2,53 m = 5,1 kN/m
PV-Anlage: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m² * 2,53 m = 1,3 kN/m
Fassade: $g_{2,k}$ = 0,4 kN/m²* 2,53 m = 1,1 kN/m

Verkehrslasten:
Nutzlast: Q_k = 1,0 kN
Schneelast: $q_{k,s5}$ = 2,20 kN/m² * 2,53 m = 5,6 kN/m
Windlast vertikal: $q_{k,w,v}$ = 0,13 kN/m² * 2,53 m = 0,4 kN/m

Kranlasten:
Vertikallast: Q_k = 26 kN / 1,5 = 18 kN

Summe Obergeschoss
g_k = 19 + 7,5 + 0,3 + 5,1 + 1,3 + 1,1 = 34,3 kN/m
q_k = 1,0 + 5,6 + 0,4 + 18 = 25,0 kN/m

Erdgeschoss

Mauerwerkswand: $g_{1,k}$ = 20 kN/m³ * 0,30 m * 6,30 m ≈ 38 kN/m

Fassade: $g_{1,k}$ = 0,4 kN/m² * 6,30 m ≈ 2,6 kN/m

Zwischendecke: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,3 m * 1,82 m = 14 kN/m

Ausbaulasten:

Gefälleestrich: $g_{2,k}$ = 24 kN/m³ * 0,1 m * 1,82 m = 4,4 kN/m

Abh. Leitungen: $g_{2,k}$ = 0,5 kN/m² * 1,82 m = 1,0 kN/m

Verkehrslasten:

Nutzlast: q_k = 5,0 kN/m² * 1,82 m = 9,1 kN/m

Containerwagen: Q_k = 100 kN / 2 = 50 kN

Kranlasten:

Vertikallast: Q_k = 9 kN / 1,5 = 6 kN

Summe Erdgeschoss

g_k = 38 + 2,6 + 14 + 4,4 + 1,0 = 60 kN/m

q_k = 9,1 + 50 + 6 = 65,1 kN/m

Gesamtlast Giebelwand

g_k = 34,3 + 60 = 94,3 kN/m

q_k = 25 + 65,1 = 90,1 kN/m

Schwerlastverkehr SLW 60 → Ersatzflächenlast p = 33,3 kN/m²

Bewehrungsführung

Vertikaleisen: Ø14-10

Horizontaleisen: Ø14-10

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø12-10 Steckbügel

Position: W02

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- allgemeine Einzelstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

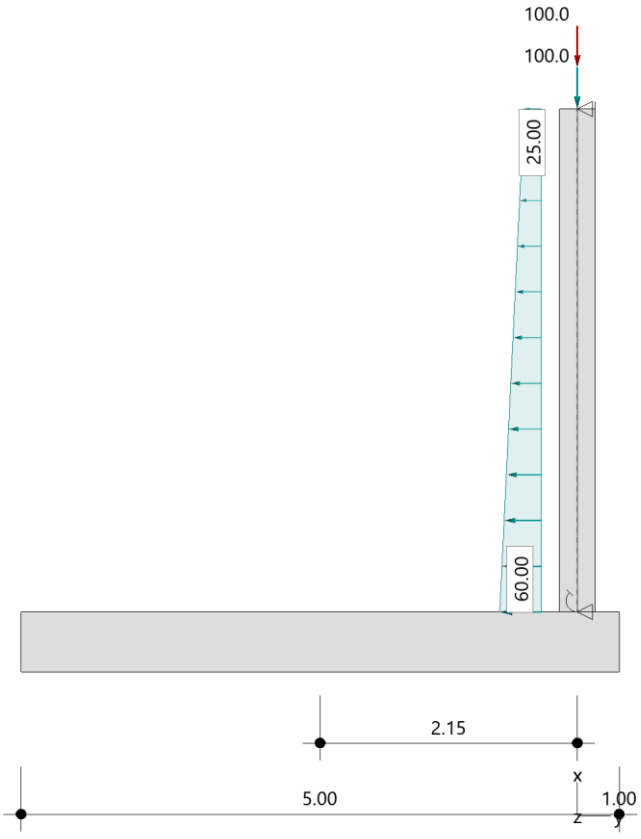
Norm und Sicherheitskonzept

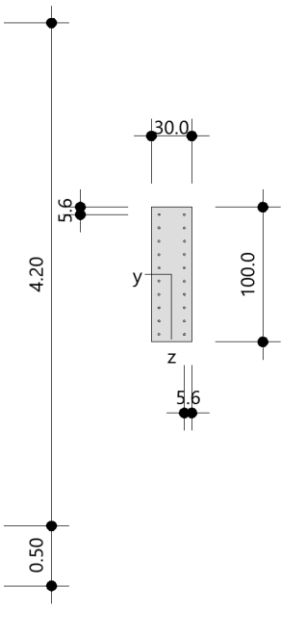
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 63.3





Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF1/WF		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$	= 14	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 20/25		
Bügel	$c_{min,b}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 44	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 30	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.04		

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck}	= 35.00	N/mm²	E_{cm}	= 34000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

allgemeine Einzelstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l	= 4.20	m	
Querschnitt	b_y/d_z	= 30.0/100.0	cm	
	b_1/d_1	= 5.6/5.6	cm	
Bewehrungsanordnung		1/4 je Ecke		

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr	
Fußpunkt	starr	1064794.3

Fundamenteinspannung

Abmessungen	b_x	=	5.00	m	parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
	b_y	=	1.00	m	parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
	d	=	0.50	m	
Steifemodul	C_b	=	80000.00	kN/m²	
Steifigkeiten	C_y	=	42591.8	kNm/rad	(nach RAUSCH)
	C_z	=	1064794.3	kNm/rad	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
2	Stützenkopf		100.0				ständig		
3	Stützenkopf		100.0				sonstig		

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-60.00	4.20	-25.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		31.5				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 258,69 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]	LK 3[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.35	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.35	1.35	1.00
V = 100,0 kN(ständig)	1.35	1.35	1.00
V = 100,0 kN(sonstig)	**1.50**		

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Wand	2.99	34.5	92.6	0.0	2.035	0.702

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	4.20	-177.4	0.00	0.63	19.0	30.8	Querschnitt
	3.50	-177.4	43.52	0.63	19.0	30.8	
	2.80	-177.4	66.56	0.63	19.0	30.8	
	2.10	-177.4	65.20	0.63	19.0	30.8	
	1.40	-177.3	35.72	0.63	19.0	30.8	
	0.70	-177.5	-25.89	0.63	19.0	30.8	
	0.00	-177.5	-123.17	0.63	19.0	30.8	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
1	y	4.20	-327.4	77.2	164.8	705.1	18.4	0.00
		3.50	-327.5	50.5	164.8	705.1	18.4	0.00
		2.80	-327.5	17.4	164.8	705.1	18.4	0.00
		2.10	-327.5	-21.1	164.8	705.1	18.4	0.00
		1.40	-327.4	-65.2	164.8	705.1	18.4	0.00
		0.70	-327.5	-113.2	164.8	705.1	18.4	0.00
		0.00	-177.5	-166.4	150.2	705.1	18.4	8.08

Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,v}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.20		-75.0	0.00	1
			-55.3	0.00	3
Fundament	0.00	131.5	-123.3	-91.27	3
		327.5	-166.0	-121.15	1
		177.5	-166.4	-123.17	2

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm^2]
1	30.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00	1.00
V = 100,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 100,0 kN(sonstig)	**1.00**	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.20	-231.4	0.00	0.0		
2	3.50	-231.5	32.21	-0.2		
2	2.80	-231.5	49.17	-0.3		
2	2.10	-231.5	48.10	-0.3		
2	1.40	-231.5	26.13	-0.2		
2	0.70	-231.5	-19.54	-0.1		
2	0.00	-231.5	-91.73	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.20	-231.5	0.00	0.0		
2	3.50	-231.5	32.13	-0.1		
2	2.80	-231.5	49.11	-0.1		
2	2.10	-231.5	48.07	-0.1		
2	1.40	-231.5	26.13	-0.1		
2	0.70	-231.5	-19.51	-0.04		
2	0.00	-231.5	-91.67	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	Φ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm^2]	$\sigma_{c,lim}$[1)] [N/mm^2]	η
1	4.20	-231.4	0.00	2.04	-0.058	-0.65	-21.00	0.03
1	3.50	-231.5	32.53	2.04	-0.270	-3.03	-21.00	0.14
1	2.80	-231.5	49.70	2.04	-0.416	-4.67	-21.00	0.22
1	2.10	-231.5	48.79	2.04	-0.409	-4.58	-21.00	0.22
1	1.40	-231.5	26.96	2.04	-0.223	-2.50	-21.00	0.12
2	0.70	-131.5	-19.54	2.04	-0.163	-1.82	-21.00	0.09
2	0.00	-131.5	-91.73	2.04	-0.763	-8.54	-21.00	0.41

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-231.5	0.00	0.00	-0.022	-0.73	-21.00	0.03
2	3.50	-131.5	32.13	0.00	-0.134	-4.55	-21.00	0.22
2	2.80	-131.5	49.11	0.00	-0.213	-7.23	-21.00	0.34
2	2.10	-131.5	48.07	0.00	-0.208	-7.06	-21.00	0.34
2	1.40	-131.5	26.13	0.00	-0.105	-3.58	-21.00	0.17
2	0.70	-131.5	-19.51	0.00	-0.073	-2.49	-21.00	0.12
2	0.00	-131.5	-91.67	0.00	-0.406	-13.80	-21.00	0.66

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-231.4	0.00	2.04	-0.058	-11.63	400.00	0.00
2	3.50	-131.5	32.21	2.04	0.290	57.95	400.00	0.14
2	2.80	-131.5	49.17	2.04	0.547	109.38	400.00	0.27
2	2.10	-131.5	48.10	2.04	0.531	106.11	400.00	0.27
2	1.40	-131.5	26.13	2.04	0.200	39.99	400.00	0.10
2	0.70	-131.5	-19.54	2.04	0.107	21.33	400.00	0.05
2	0.00	-131.5	-91.73	2.04	1.199	239.83	400.00	0.60

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.20	-231.5	0.00	0.00	-0.021	-4.28	400.00	0.00
2	3.50	-131.5	32.13	0.00	0.248	49.58	400.00	0.12
2	2.80	-131.5	49.11	0.00	0.489	97.75	400.00	0.24
2	2.10	-131.5	48.07	0.00	0.474	94.76	400.00	0.24
2	1.40	-131.5	26.13	0.00	0.165	33.05	400.00	0.08
2	0.70	-131.5	-19.51	0.00	0.079	15.79	400.00	0.04
2	0.00	-131.5	-91.67	0.00	1.102	220.43	400.00	0.55

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00	1.00
V = 100,0 kN(ständig)	1.00	1.00
V = 100,0 kN(sonstig)	0.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.20	-181.5	0.00	-0.017	-0.57	-15.75	1.00		0.04
2	3.50	-131.5	32.13	-0.134	-4.55	-15.75	1.00		0.29
2	2.80	-131.5	49.11	-0.213	-7.23	-15.75	1.00		0.46
2	2.10	-131.5	48.07	-0.208	-7.06	-15.75	1.00		0.45
2	1.40	-131.5	26.13	-0.105	-3.58	-15.75	1.00		0.23
2	0.70	-131.5	-19.51	-0.073	-2.49	-15.75	1.00		0.16
2	0.00	-131.5	-91.67	-0.406	-13.80	-15.75	1.00		0.88

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

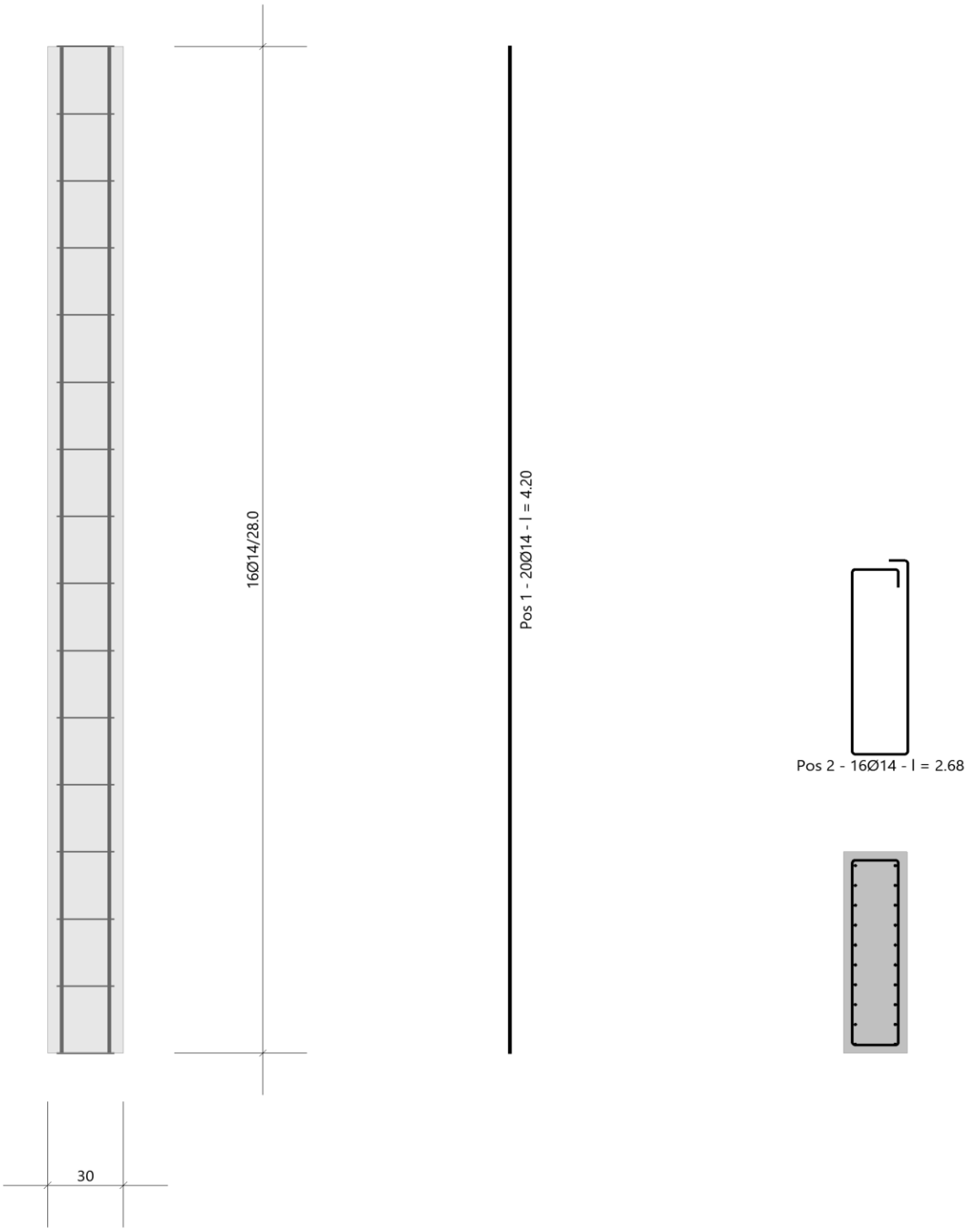
Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 16Ø14 mm	1	14	1.5	-9.4	-44.4
	2	14	1.5	9.4	-44.4
	3	14	1.5	9.4	44.4
	4	14	1.5	-9.4	44.4
	5	14	1.5	-9.4	-34.5
	6	14	1.5	9.4	-34.5
	7	14	1.5	-9.4	-24.7
	8	14	1.5	9.4	-24.7
	9	14	1.5	-9.4	-14.8
	10	14	1.5	9.4	-14.8
	11	14	1.5	-9.4	-4.9
	12	14	1.5	9.4	-4.9
	13	14	1.5	-9.4	4.9
	14	14	1.5	9.4	4.9
	15	14	1.5	-9.4	14.8
	16	14	1.5	9.4	14.8
	17	14	1.5	-9.4	24.7
	18	14	1.5	9.4	24.7
	19	14	1.5	-9.4	34.5
	20	14	1.5	9.4	34.5
			30.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	4.4	3.0	4.9	3.5

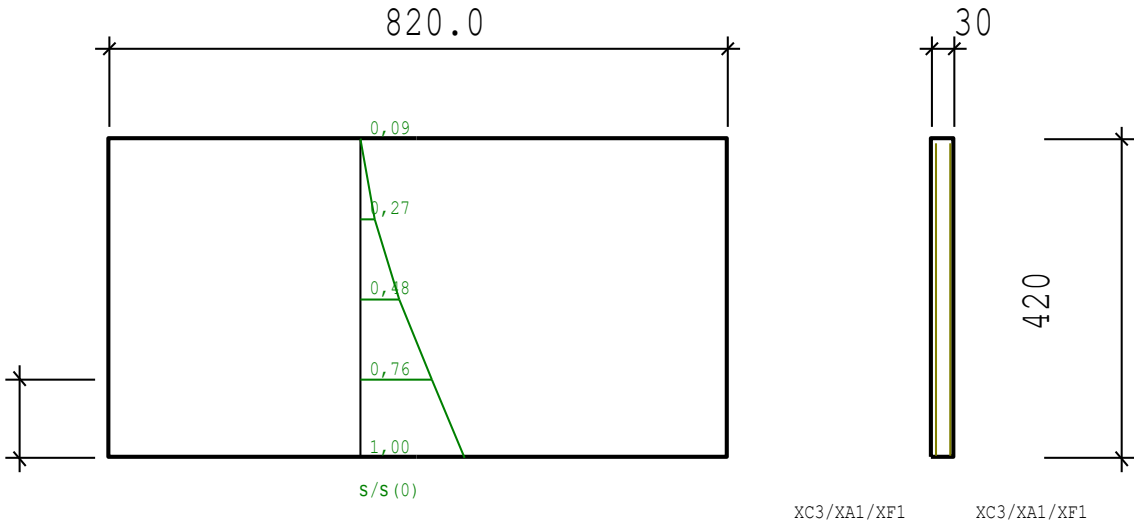


Bewehrungsbilder
Maßstab 1 : 25

Position: W02_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 100



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Betonstahl	B500B	
Beton	C 35/45	
	t= 5d (normale Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

KRIECHZAHL	
Betonalter	t = 5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF1/WF		
Bewehrungskorrosion		XC3		
Mindestbetonklasse		C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
reduziertes cmin		>=C 20/25		
Bügel	$c_{min,b}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 38	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 30	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.20	mm	*3

*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT							
Abmessungen	B =	0.30	m		H =	4.20	m
	L =	8.20	m				
Bewehrung	dli =	4.5	cm	dre =	4.5	cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)					
Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage					
Zemen	t : 32.5R	;42.5	Z =	300	kg/m3
tm =	1.24	d	QH =	193	kJ/kg
αb=	0.73		TbH =	16.9K	
TcO =	20.0	°C	ktV =	0.50	
Tb,m =	26.9	K	T_F =	15.0	°C
αT=	1010-6/K		kV =	0.80	
Zwangsspannungen am Fußpunkt			:σct	=2.93N/mm2	
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:			kct,d=	0.49	
			σct,d=1.44N/mm2 < fcteff		
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac					
Nzw=	432.85 kN	k=	0.80	max. Nzw=	547.46 kN

NACHWEIS RISSBREITE							
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =14.0mm							
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)							
zentr. Zwang		Nx =	432.85	kN/m			
		ε2s=0.99o/ooFs=432.8kN/m					
		heff =	22.5	cm	Fcre =	513.2	kN/m
erforderlich:		Asli =	10.94	cm2/m	Asre =	10.94	cm2/m
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.							

8.4 Pos. W03 Wände Kanalgutannahme

Die Wände des Annahmeschachtes für das Kanalgut werden in Stahlbetonbauweise hergestellt. Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 4,90 m
Wanddicke: t = 40 cm

Belastung Betonwand
Schwerlastverkehr SLW 60 → Ersatzflächenlast p = 33,3 kN/m²

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø14-10
Horizontaleisen: Ø14-10

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø12-10 Steckbügel

Durch die Verwendung von Füllbeton auf der Bodenplatte werden die Wände horizontal ausgesteift. Auf die Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung wird verzichtet.

Position: W03

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- nachgiebig gelagerte Einzelstütze mit auskragendem Ende (einachsige Berechnung), in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

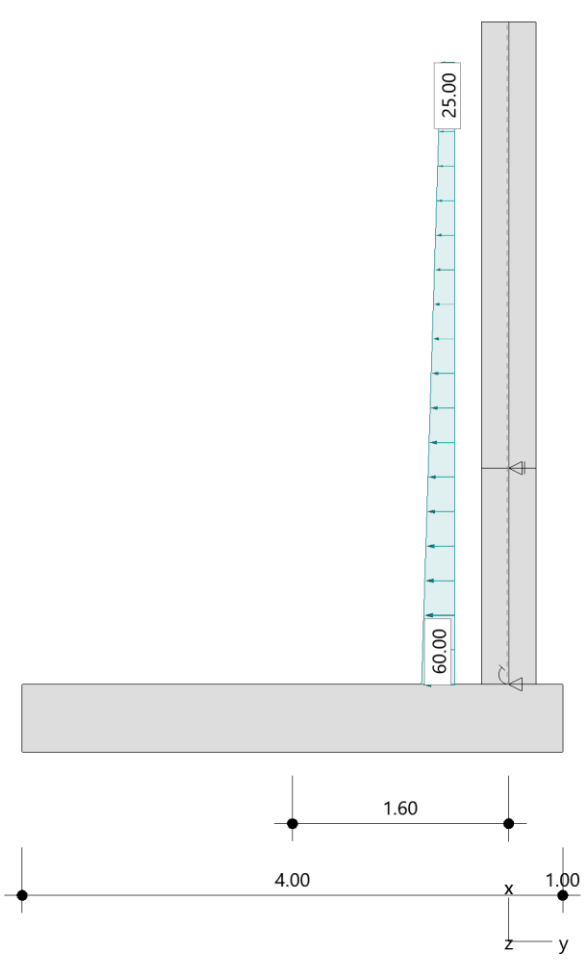
Norm und Sicherheitskonzept

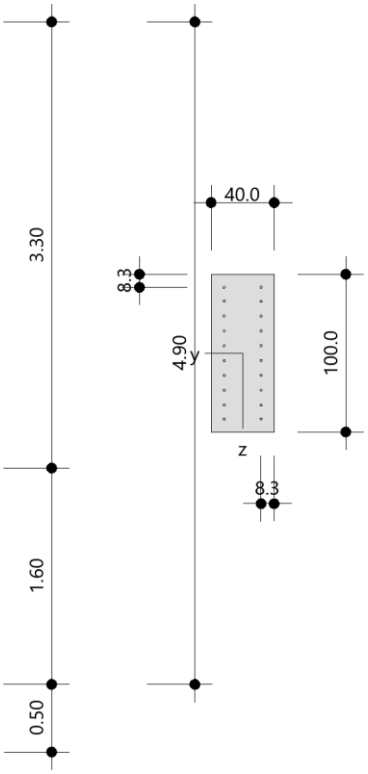
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 56





Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF2/WF		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD1		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 14	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 69	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 1.98
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 1.98

Materialauswahl

Beton C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_v [cm]	e_z [cm]	b_v [cm]	d_z [cm]	$b_{i,v}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	3.30	Rechteck			40.0	100.0			8.3	8.3	eckkonzentriert	30.8	26.2
1	1.60	Rechteck			40.0	100.0			8.3	8.3	eckkonzentriert	30.8	26.2

Lagerbedingungen

Lage	u_v [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr	
Fußpunkt	starr	561403.5

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 4.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.50 m
Steifemodul C_b = 80000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 35087.7 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 561403.5 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.000	1.350

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-60.00	4.60	-25.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	F_v [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 2 - Kopf		33.0				ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		16.0				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: charakteristische Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 711,03 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.35	1.00

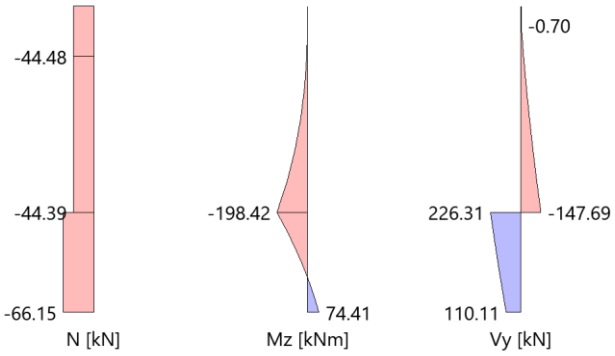
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	2	Wand	7.52	65.1	213.5	0.0	1.976	0.706
1	1	Wand	6.17	53.4	175.2	0.0	1.976	0.706

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 112



LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	4.90	-44.5	0.00	0.66	26.2	30.8	Querschnitt
	4.60	-44.5	-0.04	0.66	26.2	30.8	
	4.60	-44.5	-0.04	0.66	26.2	30.8	
	4.10	-44.5	-4.53	0.66	26.2	30.8	
	3.60	-44.4	-18.74	0.66	26.2	30.8	
	3.10	-44.4	-43.95	0.66	26.2	30.8	
	2.60	-44.4	-81.45	0.66	26.2	30.8	
	2.10	-44.4	-132.52	0.66	26.2	30.8	
	1.60	-44.4	-198.42	0.66	26.2	30.8	
1	1.60	-66.1	-198.42	0.66	26.2	30.8	Querschnitt
	1.33	-66.1	-140.34	0.66	26.2	30.8	
	1.07	-66.1	-87.04	0.66	26.2	30.8	
	0.80	-66.1	-38.72	0.66	26.2	30.8	
	0.53	-66.1	4.43	0.66	26.2	30.8	
	0.27	-66.1	42.20	0.66	26.2	30.8	
	0.00	-66.1	74.41	0.66	26.2	30.8	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
1	y	4.90	-44.5	-0.7	162.0	910.4	18.4	0.00
		4.60	-44.5	-0.7	162.0	910.4	18.4	0.00
		4.60	-44.5	-0.7	162.0	910.4	18.4	0.00
		4.10	-44.5	-18.9	162.0	910.4	18.4	0.00
		3.60	-44.4	-39.6	162.0	910.4	18.4	0.00
		3.10	-44.4	-62.8	162.0	910.4	18.4	0.00
		2.60	-44.4	-88.6	162.0	910.4	18.4	0.00
		2.10	-44.4	-116.9	162.0	910.4	18.4	0.00
		1.60	-44.4	-147.7	162.0	910.4	18.4	0.00
1	y	1.60	-66.1	226.3	164.1	910.4	18.4	8.51
		1.33	-66.1	208.9	164.1	910.4	18.4	7.85

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
		1.07	-66.1	190.7	164.1	910.4	18.4	7.17
		0.80	-66.1	171.7	164.1	910.4	18.4	6.45
		0.53	-66.1	151.9	164.1	910.4	18.4	0.00
		0.27	-66.1	131.4	164.1	910.4	18.4	0.00
		0.00	-66.1	110.1	164.1	910.4	18.4	0.00

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_v [kN]	M_z [kNm]	Last	Einwirkung
Abschnitt 1	1.60		-264.3	0.00	Last 1	ständig
Fundament	0.00	49.0	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		0.0	68.8	34.87	Last 1	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
2	30.8
1	30.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]
Stützeneigengewicht	1.00
py = -60,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	4.90	-33.0	0.00	-1.9		
1	4.60	-33.0	-0.07	-1.7		
1	4.10	-33.0	-3.46	-1.4		
1	3.60	-32.9	-14.05	-1.1		
1	3.10	-32.9	-32.79	-0.7		
1	2.60	-32.9	-60.63	-0.4		
1	2.10	-33.0	-98.51	-0.2		
1	1.60	-33.0	-147.35	0.0		
1	1.60	-49.0	-147.35	0.0		
1	1.33	-49.0	-104.77	0.03		
1	1.07	-49.0	-65.72	0.03		
1	0.80	-49.0	-30.36	0.03		
1	0.53	-49.0	1.16	0.02		
1	0.27	-49.0	28.71	0.01		
1	0.00	-49.0	52.14	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
1	4.90	-33.0	0.00	-1.3		
1	4.60	-33.0	-0.04	-1.2		
1	4.10	-33.0	-3.40	-1.0		
1	3.60	-33.0	-13.96	-0.8		
1	3.10	-33.0	-32.67	-0.5		
1	2.60	-33.0	-60.48	-0.3		
1	2.10	-33.0	-98.34	-0.1		
1	1.60	-33.0	-147.18	0.0		
1	1.60	-49.0	-147.18	0.0		
1	1.33	-49.0	-104.64	0.02		
1	1.07	-49.0	-65.64	0.02		
1	0.80	-49.0	-30.32	0.02		
1	0.53	-49.0	1.17	0.01		
1	0.27	-49.0	28.67	0.0		
1	0.00	-49.0	52.06	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.90	-33.0	0.00	1.98	0.029	0.00	-21.00	0.00
1	4.60	-33.0	-0.07	1.98	0.045	0.00	-21.00	0.00
1	4.10	-33.0	-3.46	1.98	-0.001	-0.01	-21.00	0.00
1	3.60	-32.9	-14.05	1.98	-0.077	-0.89	-21.00	0.04
1	3.10	-32.9	-32.79	1.98	-0.183	-2.09	-21.00	0.10
1	2.60	-32.9	-60.63	1.98	-0.338	-3.87	-21.00	0.18
1	2.10	-33.0	-98.51	1.98	-0.550	-6.28	-21.00	0.30
1	1.60	-33.0	-147.35	1.98	-0.822	-9.39	-21.00	0.45
1	1.60	-49.0	-147.35	1.98	-0.822	-9.39	-21.00	0.45
1	1.33	-49.0	-104.77	1.98	-0.585	-6.68	-21.00	0.32
1	1.07	-49.0	-65.72	1.98	-0.367	-4.19	-21.00	0.20
1	0.80	-49.0	-30.36	1.98	-0.169	-1.93	-21.00	0.09
1	0.53	-49.0	1.16	1.98	0.005	0.00	-21.00	0.00
1	0.27	-49.0	28.71	1.98	-0.159	-1.82	-21.00	0.09
1	0.00	-49.0	52.14	1.98	-0.291	-3.32	-21.00	0.16

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.90	-33.0	0.00	0.00	0.033	0.00	-21.00	0.00
1	4.60	-33.0	-0.04	0.00	0.048	0.00	-21.00	0.00
1	4.10	-33.0	-3.40	0.00	0.012	0.00	-21.00	0.00
1	3.60	-33.0	-13.96	0.00	-0.039	-1.33	-21.00	0.06
1	3.10	-33.0	-32.67	0.00	-0.097	-3.29	-21.00	0.16
1	2.60	-33.0	-60.48	0.00	-0.181	-6.16	-21.00	0.29
1	2.10	-33.0	-98.34	0.00	-0.296	-10.07	-21.00	0.48

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	1.60	-33.0	-147.18	0.00	-0.444	-15.11	-21.00	0.72
1	1.60	-49.0	-147.18	0.00	-0.443	-15.07	-21.00	0.72
1	1.33	-49.0	-104.64	0.00	-0.314	-10.68	-21.00	0.51
1	1.07	-49.0	-65.64	0.00	-0.196	-6.65	-21.00	0.32
1	0.80	-49.0	-30.32	0.00	-0.088	-2.99	-21.00	0.14
1	0.53	-49.0	1.17	0.00	0.012	0.00	-21.00	0.00
1	0.27	-49.0	28.67	0.00	-0.083	-2.81	-21.00	0.13
1	0.00	-49.0	52.06	0.00	-0.154	-5.25	-21.00	0.25

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.90	-33.0	0.00	1.98	0.030	5.91	400.00	0.01
1	4.60	-33.0	-0.07	1.98	0.046	9.24	400.00	0.02
1	4.10	-33.0	-3.46	1.98	0.042	8.37	400.00	0.02
1	3.60	-32.9	-14.05	1.98	0.109	21.74	400.00	0.05
1	3.10	-32.9	-32.79	1.98	0.326	65.29	400.00	0.16
1	2.60	-32.9	-60.63	1.98	0.651	130.14	400.00	0.33
1	2.10	-33.0	-98.51	1.98	1.092	218.42	400.00	0.55
1	1.60	-33.0	-147.35	1.98	1.662	332.48	400.00	0.83
1	1.60	-49.0	-147.35	1.98	1.635	327.08	400.00	0.82
1	1.33	-49.0	-104.77	1.98	1.138	227.64	400.00	0.57
1	1.07	-49.0	-65.72	1.98	0.683	136.64	400.00	0.34
1	0.80	-49.0	-30.36	1.98	0.272	54.37	400.00	0.14
1	0.53	-49.0	1.16	1.98	0.017	3.31	400.00	0.01
1	0.27	-49.0	28.71	1.98	0.252	50.41	400.00	0.13
1	0.00	-49.0	52.14	1.98	0.525	105.00	400.00	0.26

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	4.90	-33.0	0.00	0.00	0.033	6.60	400.00	0.02
1	4.60	-33.0	-0.04	0.00	0.049	9.82	400.00	0.02
1	4.10	-33.0	-3.40	0.00	0.041	8.24	400.00	0.02
1	3.60	-33.0	-13.96	0.00	0.095	18.94	400.00	0.05
1	3.10	-33.0	-32.67	0.00	0.298	59.51	400.00	0.15
1	2.60	-33.0	-60.48	0.00	0.600	120.07	400.00	0.30
1	2.10	-33.0	-98.34	0.00	1.014	202.89	400.00	0.51
1	1.60	-33.0	-147.18	0.00	1.548	309.51	400.00	0.77
1	1.60	-49.0	-147.18	0.00	1.519	303.88	400.00	0.76
1	1.33	-49.0	-104.64	0.00	1.055	211.03	400.00	0.53
1	1.07	-49.0	-65.64	0.00	0.630	125.92	400.00	0.31
1	0.80	-49.0	-30.32	0.00	0.245	48.91	400.00	0.12
1	0.53	-49.0	1.17	0.00	0.019	3.80	400.00	0.01
1	0.27	-49.0	28.67	0.00	0.227	45.35	400.00	0.11

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	0.00	-49.0	52.06	0.00	0.481	96.16	400.00	0.24

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	4.90	-33.0	0.00	0.020	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	4.60	-33.0	-0.04	0.041	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	4.10	-33.0	-3.40	0.012	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	3.60	-33.0	-13.96	-0.039	-1.33	-15.75	1.00		0.08
1	3.10	-33.0	-32.67	-0.097	-3.29	-15.75	1.00		0.21
1	2.60	-33.0	-60.48	-0.181	-6.16	-15.75	1.00		0.39
1	2.10	-33.0	-98.34	-0.296	-10.07	-15.75	1.00		0.64
1	1.60	-33.0	-147.18	-0.444	-15.11	-15.75	1.00		0.96
1	1.60	-49.0	-147.18	-0.443	-15.07	-15.75	1.00		0.96
1	1.33	-49.0	-104.64	-0.314	-10.68	-15.75	1.00		0.68
1	1.07	-49.0	-65.64	-0.196	-6.65	-15.75	1.00		0.42
1	0.80	-49.0	-30.32	-0.088	-2.99	-15.75	1.00		0.19
1	0.53	-49.0	1.17	0.012	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	0.27	-49.0	28.67	-0.083	-2.81	-15.75	1.00		0.18
1	0.00	-49.0	52.06	-0.154	-5.25	-15.75	1.00		0.33

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

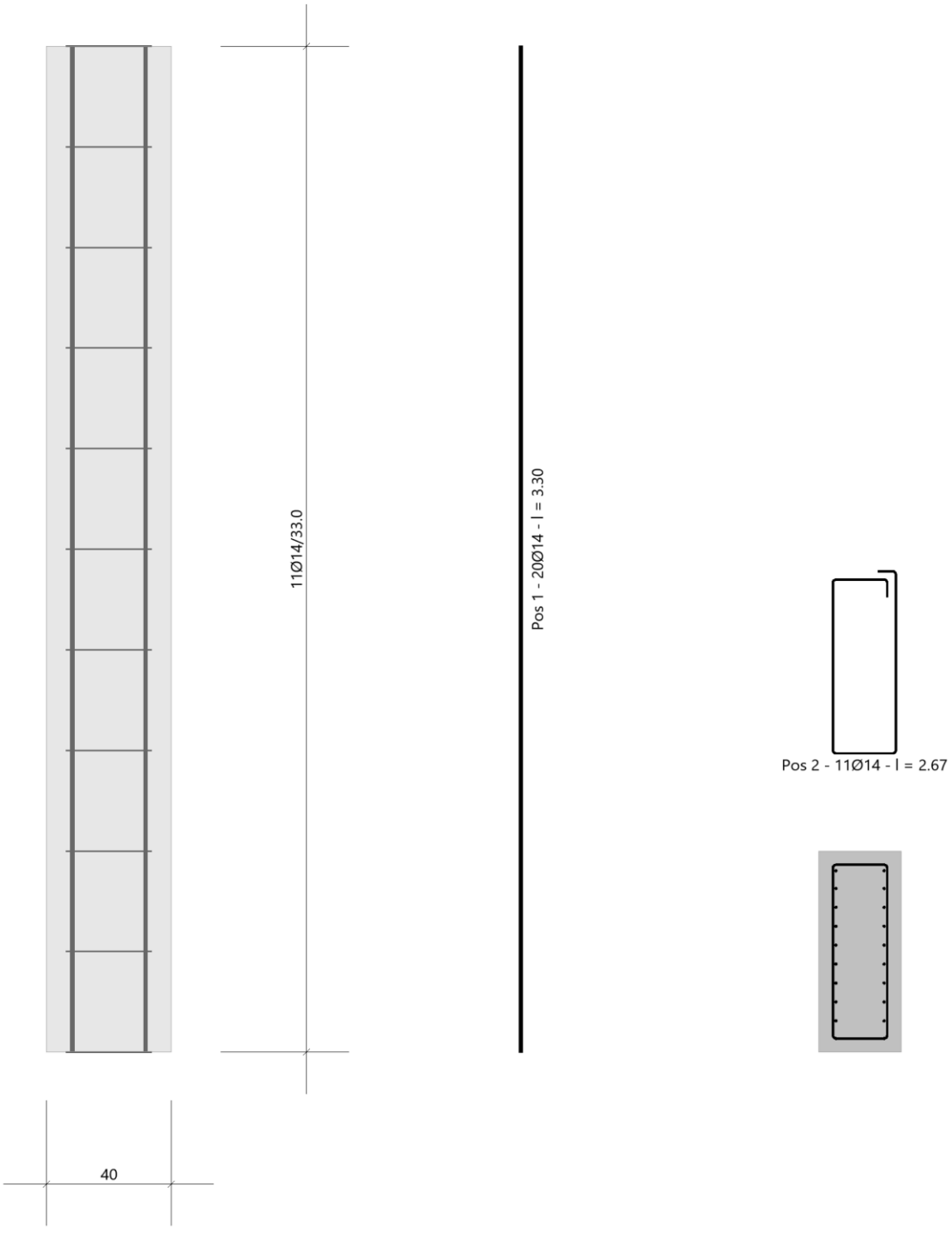
Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2 Bügel: 11Ø14 mm	1	14	1.5	-11.7	-41.7
	2	14	1.5	11.7	-41.7
	3	14	1.5	11.7	41.7
	4	14	1.5	-11.7	41.7
	5	14	1.5	-11.7	-32.9
	6	14	1.5	11.7	-32.9
	7	14	1.5	-11.7	-23.5
	8	14	1.5	11.7	-23.5
	9	14	1.5	-11.7	-14.1
	10	14	1.5	11.7	-14.1
	11	14	1.5	-11.7	-4.7
	12	14	1.5	11.7	-4.7
	13	14	1.5	-11.7	4.7
	14	14	1.5	11.7	4.7
	15	14	1.5	-11.7	14.1
	16	14	1.5	11.7	14.1
	17	14	1.5	-11.7	23.5
	18	14	1.5	11.7	23.5
	19	14	1.5	-11.7	32.9
	20	14	1.5	11.7	32.9
			30.8		

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 6Ø14 mm	1	14	1.5	-11.7	-41.7
	2	14	1.5	11.7	-41.7
	3	14	1.5	11.7	41.7
	4	14	1.5	-11.7	41.7
	5	14	1.5	-11.7	-32.9
	6	14	1.5	11.7	-32.9
	7	14	1.5	-11.7	-23.5
	8	14	1.5	11.7	-23.5
	9	14	1.5	-11.7	-14.1
	10	14	1.5	11.7	-14.1
	11	14	1.5	-11.7	-4.7
	12	14	1.5	11.7	-4.7
	13	14	1.5	-11.7	4.7
	14	14	1.5	11.7	4.7
	15	14	1.5	-11.7	14.1
	16	14	1.5	11.7	14.1
	17	14	1.5	-11.7	23.5
	18	14	1.5	11.7	23.5
	19	14	1.5	-11.7	32.9
	20	14	1.5	11.7	32.9
			30.8		

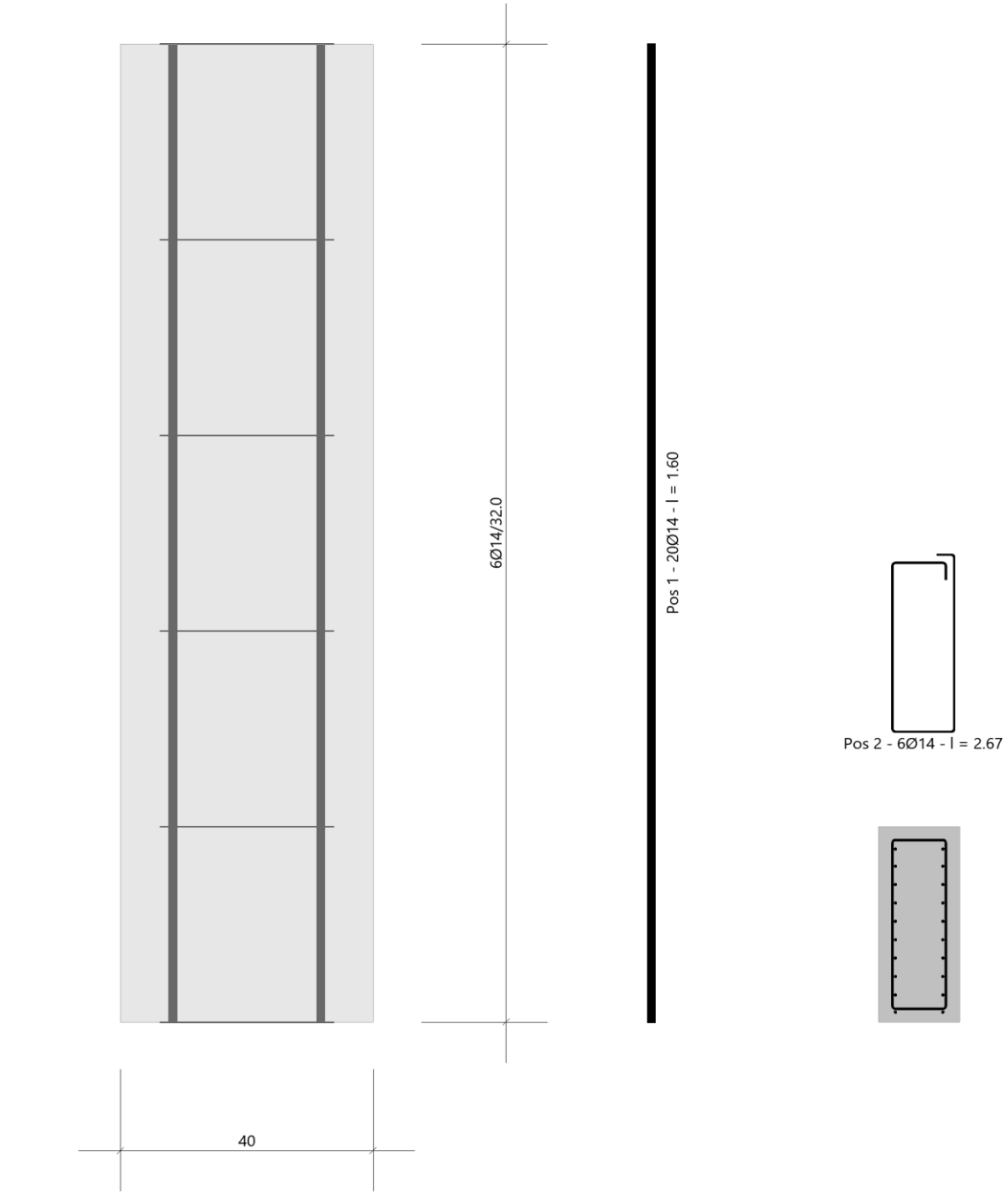
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2	6.9	5.5	7.6	6.2
Abschnitt 1	6.9	5.5	7.6	6.2



Bewehrungsbilder

Abschnitt 2
Maßstab 1 : 20

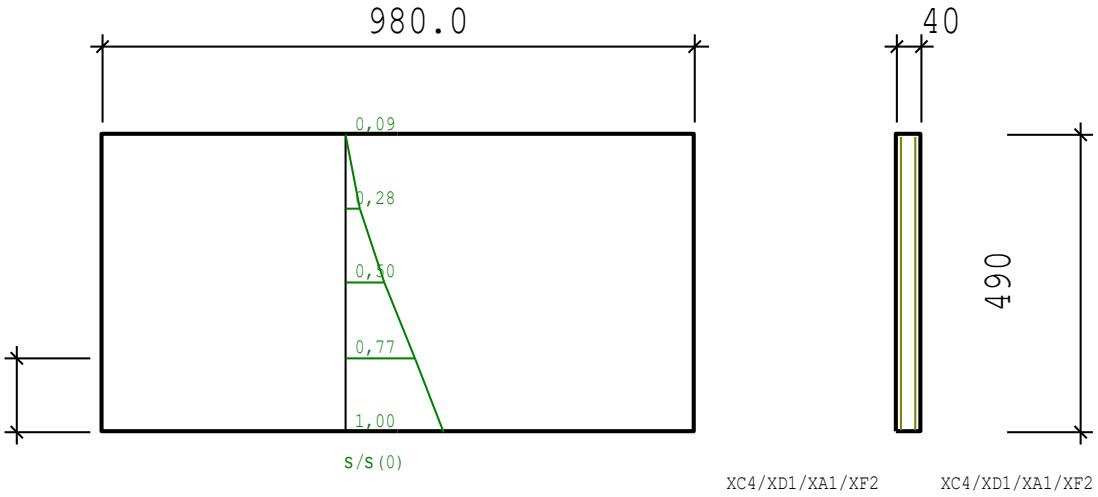


Abschnitt 1
Maßstab 1 : 10

Position: W03_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 125



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Betonstahl	B500B	
Beton	C 35/45	
	t= 5d (normale Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

KRIECHZAHL	
Betonalter	t = 5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	XA1/XF2/WF			
Bewehrungskorrosion	XC4/XD1			
Mindestbetonklasse	C 35/45			
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63	mm *1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30	mm

*1: mit cmin,b

WAND AUF FUNDAMENT								
Abmessungen	B =	0.40	m		H =	4.90	m	
	L =	9.80	m					
Bewehrung	dli =	7.6	cm		dre =	7.6	cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)								
Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage								
Zemen	t : 32.5R	;42.5		Z =	300	kg/m3		
tm =	1.32	d		QH =	198	kJ/kg		
αb=	0.75			TbH =	17.8	K		
TcO =	20.0	°C		ktV =	0.50			
Tb,m =	27.8	K		T_F =	15.0	°C		
αT=	1010-6/K			kV =	0.80			
Zwangsspannungen am Fußpunkt				:σct =	3.14	N/mm2		
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:				kct,d=	0.50			
				σct,d=	1.57	N/mm2 < fcteff		
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac								
Nzw=	627.71 kN	k=	0.74	max. Nzw=	678.85	kN		

NACHWEIS RISSBREITE								
w_{max}=0.30mmds =14.0mm								
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)								
zentr. Zwang			Nx =	627.71	kN/m			
			ε2s=1.21o/ooFs=627.7kN/m					
			heff =	38.0	cm	Fcre =	866.8	kN/m
erforderlich:			Asli =	12.96	cm2/m	Asre =	12.96	cm2/m
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.								

8.5 Pos. W04 Wände Kanalgutannahme

Die Wände dienen der Abgrenzung des Füllbetons zur Bildung eines Pumpensumpfes unterhalb der Waschtrommel. Da nur geringe Lasten bzw. Eigenlasten abgetragen werden, erfolgt die Bemessung für zentrischen Zwang infolge Hydratation

Geometrie
Höhe: h = 1,40 m
Wanddicke: t = 30 cm

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø14-10
Horizontaleisen: Ø14-10

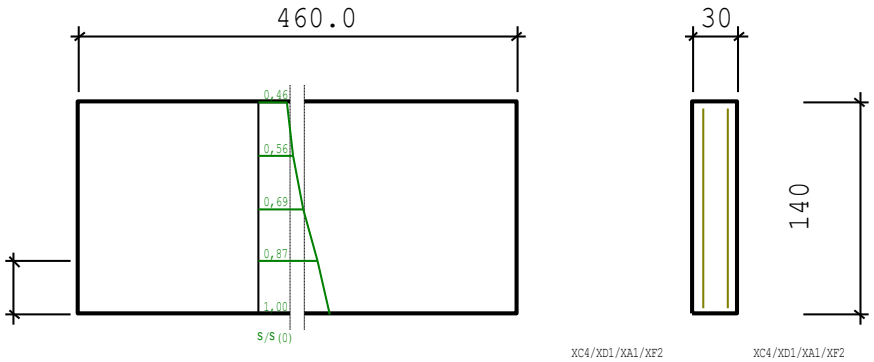
Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø12-10 Steckbügel

Durch die Verwendung von Füllbeton auf der Bodenplatte werden die Wände horizontal ausgesteift. Auf die Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung wird verzichtet.

Position: W04_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 50



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12			
Betonstahl	B500B		
Beton	C 35/45		
	t= 5d (normale Erh.)		
Betonzugfestigkeit	kFct(t)=	0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Beton	αE	=1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) =	0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

KRIECHZAHL		
Betonalter	t =	5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)	

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA1/XF2/WF		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD1		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 63	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	

*1: mit cmin,b

WAND AUF FUNDAMENT

Abmessungen B = 0.30 m H = 1.40 m
L = 4.60 m
Bewehrung dli = 7.0 cm dre = 7.0 cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage
Zemen t : 32.5R ;42.5 Z = 300 kg/m3
tm = 1.24 d QH = 193 kJ/kg
αb= 0.73 TbH = 16.9K
TcO = 20.0 °C ktV = 0.50
Tb,m = 26.9 K T_F = 15.0 °C
αT= 1010-6/K kV = 0.80
Zwangsspannungen am Fußpunkt :σct =2.93N/mm2
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.63
σct,d=1.84N/mm2 < fcteff
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac
Nzw= 552.04 kN k= 0.80 max. Nzw= 547.46 kN

NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.30mmds =14.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
zentr. Zwang Nx = 547.46 kN/m
ε2s=1.21o/ooFs=547.5kN/m
heff = 30.0 cm Fcre = 684.3 kN/m
erforderlich: Asli = 11.30 cm2/m Asre = 11.30 cm2/m
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

9 Stahlbetonwände Becken

9.1 Pos. BW01 Beckenwand

Die Beckenwände werden in Stahlbetonbauweise hergestellt. Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 5,70 m
Wanddicke: t = 40 cm

Belastung Betonwand
Es wird der maßgebende Lastfall, Erddruck ohne Gegendruck durch Beckenfüllung betrachtet.
Die horizontalen Belastungen infolge Erddruck werden mit dem Modul EDB+ im Programm Frilo ermittelt (s. nachfolgende Seiten).

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø14-10
Horizontaleisen: Ø16-10

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø14-10 Steckbügel

Durch die Verwendung von Füllbeton auf der Bodenplatte werden die Wände horizontal ausgesteift. Auf die Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung wird verzichtet.

Es ist langsam erhärtender Zement zu verwenden.

Position: BW01_Erddruck

Erddruckberechnung (x64) EDB+ 02/22B (FRILO R-2022-2/P07)

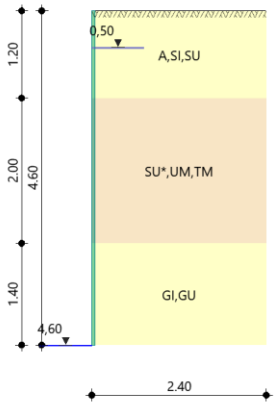
Einstellungen und Berechnungsparameter

Berechnung	:	Aktiver Erddruck
Norm:	:	DIN 4085: 2017-08
Erddruckparameter	:	Kohäsion wird in Rechnung gestellt
	:	Zug aus Kohäsion wird nicht angenommen
	:	Der Mindesterddruck wird angesetzt
Verdichtungserddruck	:	Intensive Verdichtung nach DIN EN 1997-1
	:	Verdichtungsbreite 1,00 [m]
	:	Wand nachgiebig

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 100



Wandsystem

Wandhöhe	h	=	4,60	m	Wandtiefe	t	=	1,00 m
Wandausschnitt	zo	=	0,00	m		zu	=	4,60 m
Wandneigung	α	=	0,0	°	Wandreibungswinkel	δ	=	1/2ϕ' °

Bodenprofil

Es liegt Grundwasser an. Links der Wand: 4,60 m und rechts der Wand: 0,50 m unter OK Gelände.

Nr.	Benennung	d [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]
1	A,SI,SU	1,20	18,00	10,00	30,0	-
2	SU*,UM,TM	2,00	20,00	10,00	22,5	5,00
3	GI,GU	1,40	22,00	14,00	35,0	-

d : Mächtigkeit der Bodenschicht
γ : Rechenwert der Wichte
γ' : Rechenwert der Wichte unter Auftrieb
ϕ' : Innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
c' : Kohäsion des drainierten Bodens

Erddruckebenen

Nr.	zo [m]	zu [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c_k [kN/m²]	α [°]	β [°]
1	0,00	0,46	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
2	0,46	0,50	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
3	0,50	1,20	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
4	1,20	2,00	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0
5	2,00	3,20	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0
6	3,20	4,60	22,00	14,00	35,0	0,00	0,0	0,0

γ : Wichte des Bodens
γ' : Wichte des Bodens unter Auftrieb
ϕ' : Reibungswinkel des Bodens
c_k : Kohäsion
α : Wandneigungswinkel
β : Geländeneigungswinkel

Erddruckbeiwerte

für aktiven Erddruck

Nr.	zo [m]	zu [m]	δ [°]	K_{agh} [-]	K_{ach} [-]	K_{aph} [-]	θ [°]
1	0,00	0,46	15,0	0,291	-	0,291	56,9
2	0,46	0,50	15,0	0,291	-	0,291	56,9
3	0,50	1,20	15,0	0,291	-	0,291	56,9
4	1,20	2,00	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5
5	2,00	3,20	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5
6	3,20	4,60	17,5	0,235	-	0,235	59,7

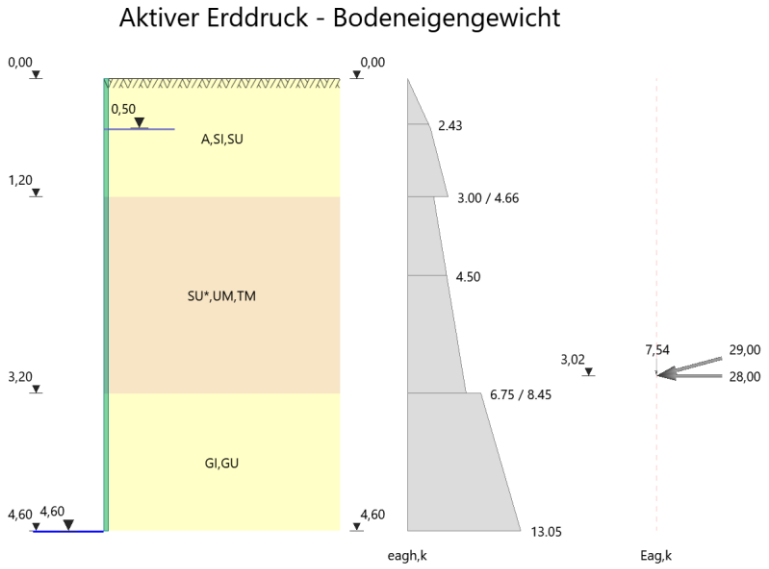
δ : Erddruckneigungswinkel - Winkel zwischen der Erddruckrichtung und der Wandnormalen
K_{agh} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Bodeneigengewicht
K_{ach} : Aktiver Erddruckbeiwert für den Anteil aus Kohäsion
K_{aph} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Geländelasten
θ : Gleitflächenwinkel für den aktiven Erddruck

Lastfälle

Lastfall Eigengewicht

Erddruckgrafik Bodeneigengewicht

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Bodeneigengewicht

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43	0,56	0,15
2	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43		
	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62	0,09	0,03
3	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62		
	1,20	4,66	0,00	4,66	0,00	4,66	2,55	0,69
4	1,20	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00		
	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50	3,00	0,81
5	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50		
	3,20	6,75	0,00	6,75	0,00	6,75	6,75	1,82
6	3,20	8,45	0,00	8,45	0,00	8,45		
	4,60	13,05	0,00	13,05	0,00	13,05	15,05	4,05

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]

E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

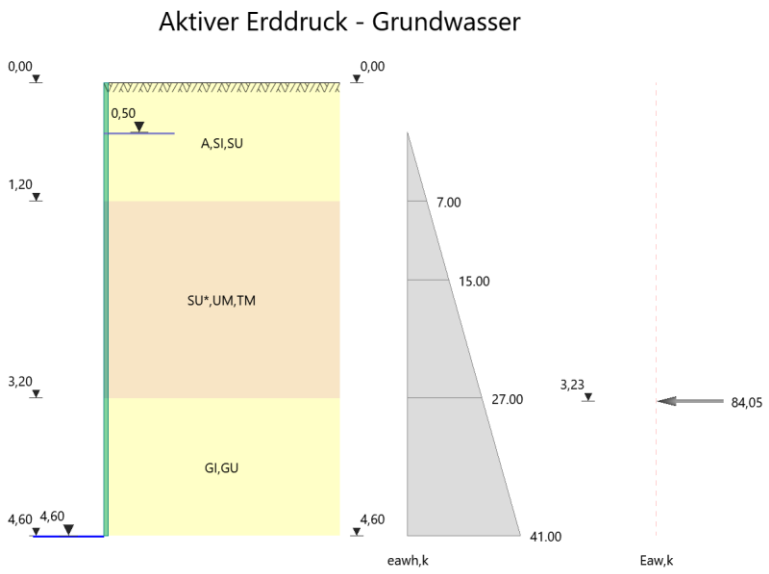
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 28,00 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 7,54 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,02 m

Lastfall Grundwasser

Hydrostatischer Wasserdruck

Maßstab 1 : 75



Hydrostatischer Druck infolge Grundwasser

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	2,45	0,00
4	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00		
	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00	8,80	0,00
5	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00		
	3,20	27,00	0,00	27,00	0,00	27,00	25,20	0,00
6	3,20	27,00	0,00	27,00	0,00	27,00		

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
	4,60	41,00	0,00	41,00	0,00	41,00	47,60	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

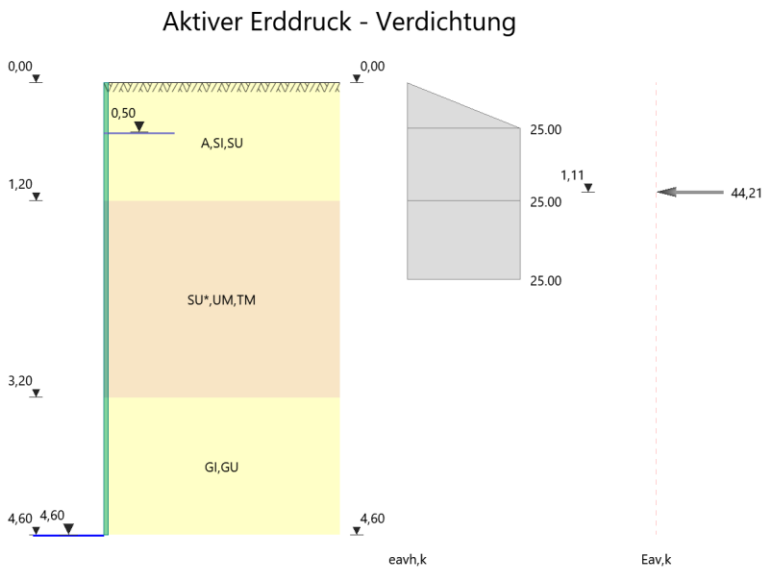
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 84,05 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 3,23 m

Lastfall Verdichtung

Erddruckgrafik Verdichtungserddruck

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Verdichtung

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	5,79	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	0,93	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	17,50	0,00
4	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
	2,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	20,00	0,00
5	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	4,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 44,21 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,11 m

Erddrucküberlagerungen

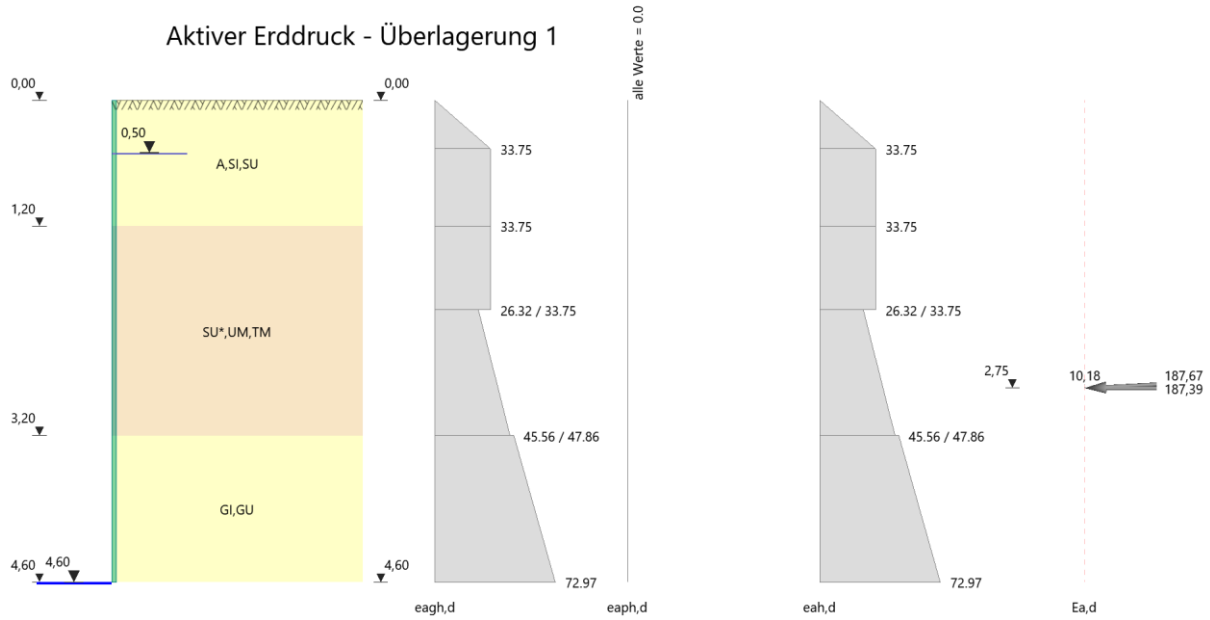
Überlagerung: Überlagerung 1

Grenzzustand	Bemessungssituation	Lastfall	γ_F	Ψ	Faktor
STR	ständig	Bodeneigengewicht	-	-	1,35
		Grundwasser	-	-	1,35
		Verdichtungserddruck	-	-	1,35

γ_F : Teilsicherheitsbeiwert nach EN 1990
Ψ : Kombinationsbeiwert nach EN 1990
Faktor : Faktor, mit dem der Lastfall in die Überlagerung eingeht.

Erddruckgrafik für aktiven Erddruck

Maßstab 1 : 75



Bemessungswerte des aktiven Erddrucks

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75	7,81	0,20
2	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75		
	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75	1,25	0,03
3	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75		
	1,20	15,74	0,00	15,74	33,75	33,75	23,63	0,93
4	1,20	13,50	0,00	13,50	33,75	33,75		
	2,00	26,32	0,00	26,32	33,75	33,75	27,00	1,09
5	2,00	26,32	0,00	26,32	0,00	26,32		
	3,20	45,56	0,00	45,56	0,00	45,56	43,13	2,45
6	3,20	47,86	0,00	47,86	0,00	47,86		
	4,60	72,97	0,00	72,97	0,00	72,97	84,58	5,47

e_{agh}	:	Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph}	:	Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$	:	Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v	:	Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah}	:	Resultierende Erddruckordinate.

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	e_{agh}+ e_{aph} [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]

E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 187,39 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 10,18 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 2,75 m

Position: BW01

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- nachgiebig gelagerte Einzelstütze mit auskragendem Ende (einachsige Berechnung), in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

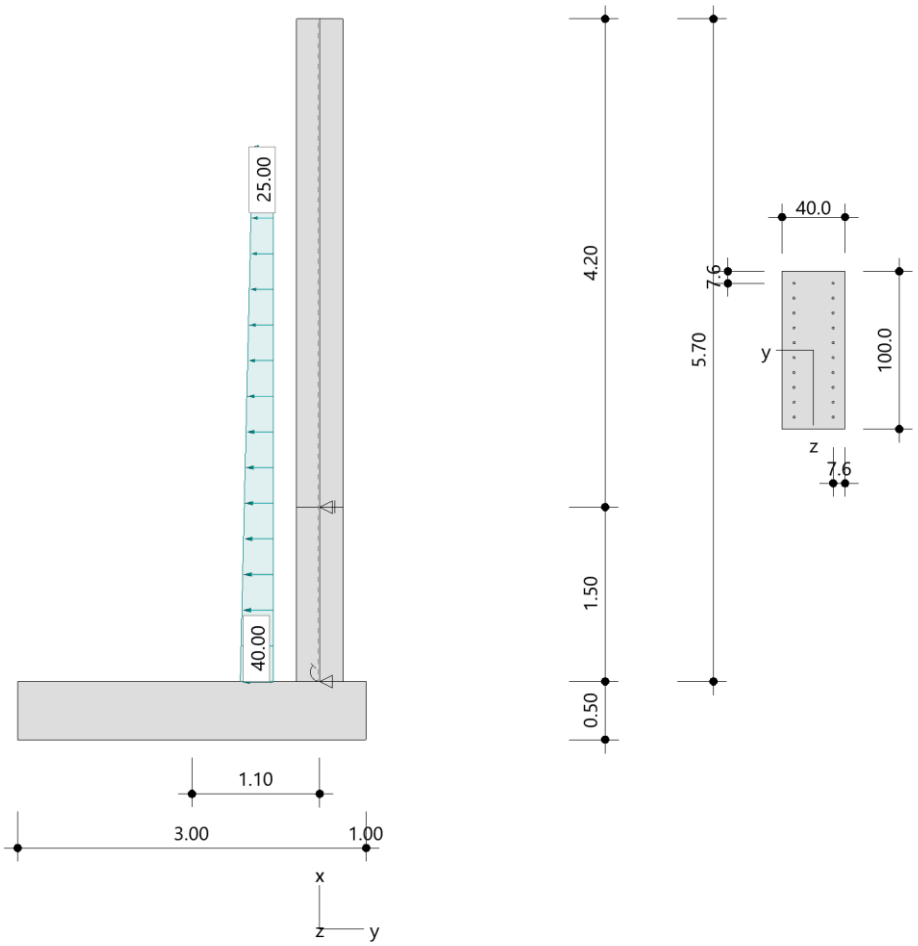
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 65.1



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/WA	
Bewehrungskorrosion			XC4/XD3	
Mindestbetonklasse			C 35/45	
Bügel	$d_{s,b}$	=	14 mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15 mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	69 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55 mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30 mm	
Korrosionsschutz			nach 7.3.1 (7)	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 1.98
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 1.98

Materialauswahl

Beton C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_v [cm]	e_z [cm]	b_v [cm]	d_z [cm]	$b_{i,v}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	4.20	Rechteck			40.0	100.0			7.6	7.6	eckkonzentriert	30.8	23.4
1	1.50	Rechteck			40.0	100.0			7.6	7.6	eckkonzentriert	30.8	23.4

Lagerbedingungen

Lage	u_v [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr	
Fußpunkt	starr	273481.7

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 3.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.50 m
Steifemodul C_b = 80000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 30386.9 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 273481.7 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.000	1.350

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-40.00	4.60	-25.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	F_v [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 2 - Kopf		42.0				ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		15.0				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: charakteristische Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 364,81 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00
py = -40,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.35	1.00

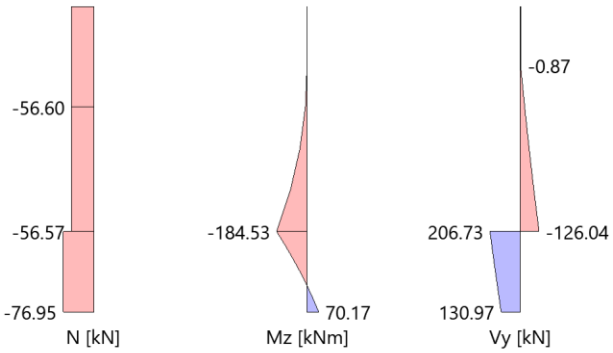
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	2	Wand	9.30	80.6	189.3	0.0	1.976	0.699
1	1	Wand	7.98	69.1	162.5	0.0	1.976	0.699

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 130.3



LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	5.70	-56.7	0.00	0.59	23.4	30.8	Querschnitt
	4.60	-56.7	-0.15	0.59	23.4	30.8	
	4.60	-56.7	-0.15	0.59	23.4	30.8	
	3.83	-56.6	-10.74	0.59	23.4	30.8	
	3.05	-56.6	-43.64	0.59	23.4	30.8	
	2.28	-56.6	-100.89	0.59	23.4	30.8	
	1.50	-56.6	-184.53	0.59	23.4	30.8	
1	1.50	-77.0	-184.53	0.59	23.4	30.8	Querschnitt
	1.25	-77.0	-134.28	0.59	23.4	30.8	
	1.00	-76.9	-87.05	0.59	23.4	30.8	
	0.75	-76.9	-42.92	0.59	23.4	30.8	
	0.50	-76.9	-1.96	0.59	23.4	30.8	
	0.25	-76.9	35.76	0.59	23.4	30.8	
	0.00	-76.9	70.17	0.59	23.4	30.8	

Schnittgrößen und Querkraftbemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
1	y	5.70	-56.7	-0.9	165.6	972.8	18.4	0.00
		4.60	-56.7	-0.9	165.6	972.8	18.4	0.00
		4.60	-56.7	-0.9	165.6	972.8	18.4	0.00
		3.83	-56.6	-28.3	165.6	972.8	18.4	0.00
		3.05	-56.6	-58.4	165.6	972.8	18.4	0.00
		2.28	-56.6	-91.0	165.6	972.8	18.4	0.00
		1.50	-56.6	-126.0	165.6	972.8	18.4	0.00
1	y	1.50	-77.0	206.7	167.6	972.8	18.4	7.27
		1.25	-77.0	194.9	167.6	972.8	18.4	6.85
		1.00	-76.9	182.8	167.6	972.8	18.4	6.43
		0.75	-76.9	170.3	167.6	972.8	18.4	5.99
		0.50	-76.9	157.5	167.6	972.8	18.4	0.00
		0.25	-76.9	144.4	167.6	972.8	18.4	0.00

LK	Richtung	Höhe [m]	N_d [kN]	$V_{E,d}$ [kN]	$V_{rd,c}$ [kN]	$V_{rd,max}$ [kN]	Θ [°]	A_{sw} [cm²/m]
		0.00	-76.9	131.0	167.6	972.8	18.4	0.00

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_v [kN]	M_z [kNm]	Last	Einwirkung
Abschnitt 1	1.50		-228.1	0.00	Last 1	ständig
Fundament	0.00	57.0	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		0.0	78.6	24.74	Last 1	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
2	30.8
1	30.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]
Stützeneigengewicht	1.00
py = -40,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
1	5.70	-42.0	0.00	-2.1		
1	4.60	-42.0	-0.26	-1.5		
1	3.83	-41.9	-8.21	-1.1		
1	3.05	-41.9	-32.68	-0.6		
1	2.28	-42.0	-75.19	-0.3		
1	1.50	-42.0	-137.18	0.0		
1	1.50	-57.0	-137.18	0.0		
1	1.25	-57.0	-101.70	0.03		
1	1.00	-57.0	-68.46	0.03		
1	0.75	-57.0	-37.52	0.02		
1	0.50	-57.0	-8.91	0.02		
1	0.25	-57.0	17.29	0.01		
1	0.00	-57.0	41.04	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
1	5.70	-42.0	0.00	-1.4		
1	4.60	-42.0	-0.18	-1.0		
1	3.83	-42.0	-8.06	-0.7		
1	3.05	-42.0	-32.48	-0.4		
1	2.28	-42.0	-74.93	-0.2		
1	1.50	-42.0	-136.92	0.0		
1	1.50	-57.0	-136.92	0.0		
1	1.25	-57.0	-101.51	0.02		
1	1.00	-57.0	-68.32	0.02		
1	0.75	-57.0	-37.43	0.02		
1	0.50	-57.0	-8.89	0.01		
1	0.25	-57.0	17.25	0.0		
1	0.00	-57.0	40.95	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.70	-42.0	0.00	1.98	0.020	0.00	-21.00	0.00
1	4.60	-42.0	-0.26	1.98	0.014	0.00	-21.00	0.00
1	3.83	-41.9	-8.21	1.98	-0.038	-0.44	-21.00	0.02
1	3.05	-41.9	-32.68	1.98	-0.173	-1.98	-21.00	0.09
1	2.28	-42.0	-75.19	1.98	-0.398	-4.55	-21.00	0.22
1	1.50	-42.0	-137.18	1.98	-0.726	-8.29	-21.00	0.39
1	1.50	-57.0	-137.18	1.98	-0.726	-8.30	-21.00	0.40
1	1.25	-57.0	-101.70	1.98	-0.539	-6.16	-21.00	0.29
1	1.00	-57.0	-68.46	1.98	-0.363	-4.15	-21.00	0.20
1	0.75	-57.0	-37.52	1.98	-0.199	-2.27	-21.00	0.11
1	0.50	-57.0	-8.91	1.98	-0.044	-0.51	-21.00	0.02
1	0.25	-57.0	17.29	1.98	-0.090	-1.03	-21.00	0.05
1	0.00	-57.0	41.04	1.98	-0.218	-2.49	-21.00	0.12

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.70	-42.0	0.00	0.00	0.024	0.00	-21.00	0.00
1	4.60	-42.0	-0.18	0.00	0.020	0.00	-21.00	0.00
1	3.83	-42.0	-8.06	0.00	-0.014	-0.49	-21.00	0.02
1	3.05	-42.0	-32.48	0.00	-0.092	-3.11	-21.00	0.15
1	2.28	-42.0	-74.93	0.00	-0.215	-7.32	-21.00	0.35
1	1.50	-42.0	-136.92	0.00	-0.395	-13.44	-21.00	0.64
1	1.50	-57.0	-136.92	0.00	-0.394	-13.41	-21.00	0.64
1	1.25	-57.0	-101.51	0.00	-0.292	-9.91	-21.00	0.47
1	1.00	-57.0	-68.32	0.00	-0.195	-6.63	-21.00	0.32
1	0.75	-57.0	-37.43	0.00	-0.105	-3.56	-21.00	0.17

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	0.50	-57.0	-8.89	0.00	-0.018	-0.62	-21.00	0.03
1	0.25	-57.0	17.25	0.00	-0.045	-1.52	-21.00	0.07
1	0.00	-57.0	40.95	0.00	-0.115	-3.91	-21.00	0.19

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.70	-42.0	0.00	1.98	0.021	4.15	400.00	0.01
1	4.60	-42.0	-0.26	1.98	0.017	3.45	400.00	0.01
1	3.83	-41.9	-8.21	1.98	0.050	9.99	400.00	0.02
1	3.05	-41.9	-32.68	1.98	0.303	60.56	400.00	0.15
1	2.28	-42.0	-75.19	1.98	0.786	157.28	400.00	0.39
1	1.50	-42.0	-137.18	1.98	1.493	298.53	400.00	0.75
1	1.50	-57.0	-137.18	1.98	1.468	293.57	400.00	0.73
1	1.25	-57.0	-101.70	1.98	1.064	212.74	400.00	0.53
1	1.00	-57.0	-68.46	1.98	0.685	137.04	400.00	0.34
1	0.75	-57.0	-37.52	1.98	0.334	66.70	400.00	0.17
1	0.50	-57.0	-8.91	1.98	0.035	6.97	400.00	0.02
1	0.25	-57.0	17.29	1.98	0.106	21.20	400.00	0.05
1	0.00	-57.0	41.04	1.98	0.373	74.70	400.00	0.19

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.70	-42.0	0.00	0.00	0.024	4.81	400.00	0.01
1	4.60	-42.0	-0.18	0.00	0.021	4.26	400.00	0.01
1	3.83	-42.0	-8.06	0.00	0.043	8.54	400.00	0.02
1	3.05	-42.0	-32.48	0.00	0.275	55.00	400.00	0.14
1	2.28	-42.0	-74.93	0.00	0.731	146.12	400.00	0.37
1	1.50	-42.0	-136.92	0.00	1.396	279.15	400.00	0.70
1	1.50	-57.0	-136.92	0.00	1.370	273.95	400.00	0.68
1	1.25	-57.0	-101.51	0.00	0.990	197.95	400.00	0.49
1	1.00	-57.0	-68.32	0.00	0.633	126.57	400.00	0.32
1	0.75	-57.0	-37.43	0.00	0.303	60.54	400.00	0.15
1	0.50	-57.0	-8.89	0.00	0.027	5.36	400.00	0.01
1	0.25	-57.0	17.25	0.00	0.090	17.91	400.00	0.04
1	0.00	-57.0	40.95	0.00	0.340	68.03	400.00	0.17

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	5.70	-42.0	0.00	0.013	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	4.60	-42.0	-0.18	0.020	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	3.83	-42.0	-8.06	-0.014	-0.49	-15.75	1.00		0.03
1	3.05	-42.0	-32.48	-0.092	-3.11	-15.75	1.00		0.20
1	2.28	-42.0	-74.93	-0.215	-7.32	-15.75	1.00		0.46
1	1.50	-42.0	-136.92	-0.395	-13.44	-15.75	1.00		0.85
1	1.50	-57.0	-136.92	-0.394	-13.41	-15.75	1.00		0.85
1	1.25	-57.0	-101.51	-0.292	-9.91	-15.75	1.00		0.63
1	1.00	-57.0	-68.32	-0.195	-6.63	-15.75	1.00		0.42
1	0.75	-57.0	-37.43	-0.105	-3.56	-15.75	1.00		0.23
1	0.50	-57.0	-8.89	-0.018	-0.62	-15.75	1.00		0.04
1	0.25	-57.0	17.25	-0.045	-1.52	-15.75	1.00		0.10
1	0.00	-57.0	40.95	-0.115	-3.91	-15.75	1.00		0.25

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

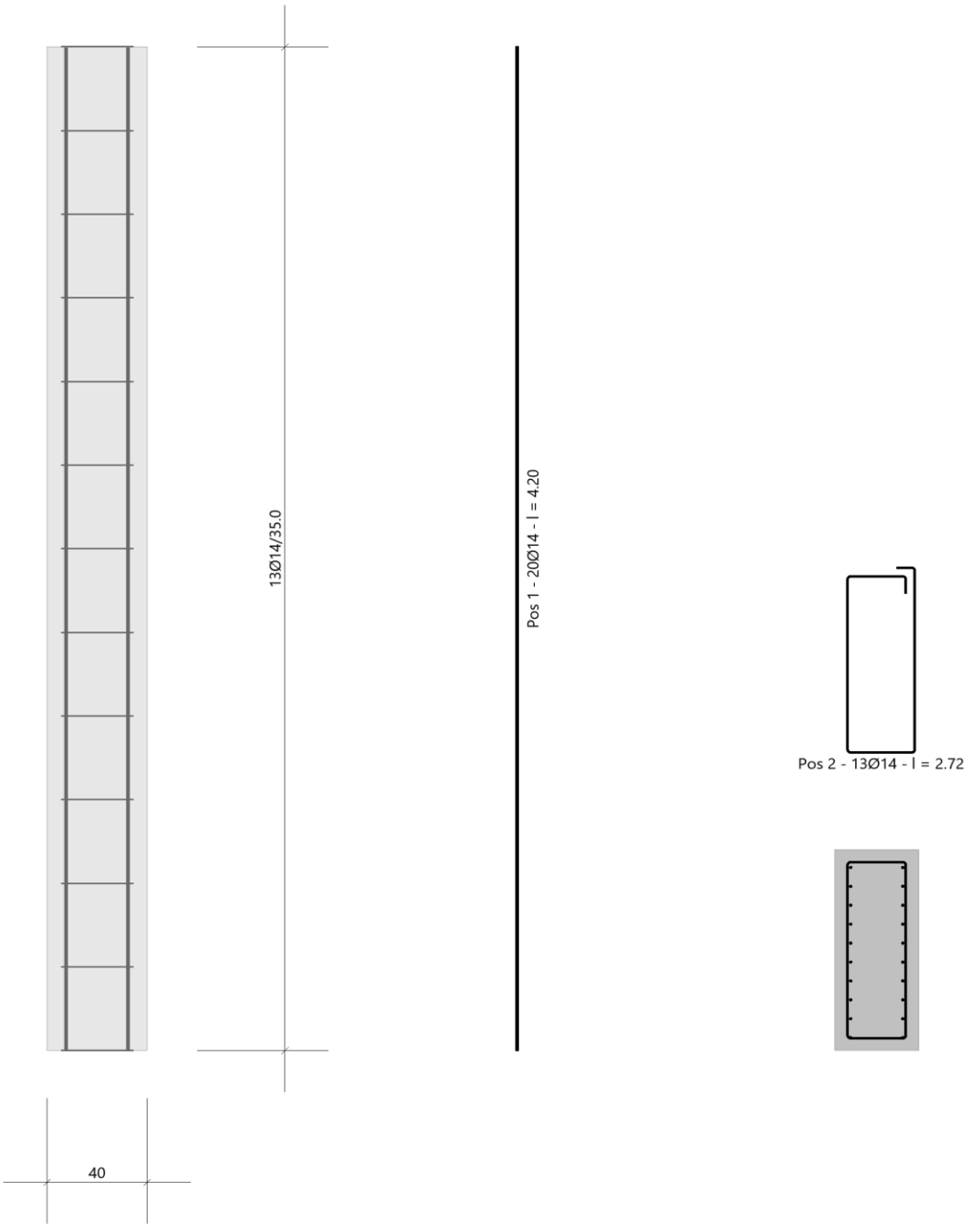
Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2 Bügel: 13Ø14 mm	1	14	1.5	-12.4	-42.4
	2	14	1.5	12.4	-42.4
	3	14	1.5	12.4	42.4
	4	14	1.5	-12.4	42.4
	5	14	1.5	-12.4	-33.0
	6	14	1.5	12.4	-33.0
	7	14	1.5	-12.4	-23.6
	8	14	1.5	12.4	-23.6
	9	14	1.5	-12.4	-14.1
	10	14	1.5	12.4	-14.1
	11	14	1.5	-12.4	-4.7
	12	14	1.5	12.4	-4.7
	13	14	1.5	-12.4	4.7
	14	14	1.5	12.4	4.7
	15	14	1.5	-12.4	14.1
	16	14	1.5	12.4	14.1
	17	14	1.5	-12.4	23.6
	18	14	1.5	12.4	23.6
	19	14	1.5	-12.4	33.0
	20	14	1.5	12.4	33.0
			30.8		
Abschnitt 1 Bügel: 6Ø14 mm	1	14	1.5	-12.4	-42.4
	2	14	1.5	12.4	-42.4
	3	14	1.5	12.4	42.4
	4	14	1.5	-12.4	42.4
	5	14	1.5	-12.4	-33.0
	6	14	1.5	12.4	-33.0

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	7	14	1.5	-12.4	-23.6
	8	14	1.5	12.4	-23.6
	9	14	1.5	-12.4	-14.1
	10	14	1.5	12.4	-14.1
	11	14	1.5	-12.4	-4.7
	12	14	1.5	12.4	-4.7
	13	14	1.5	-12.4	4.7
	14	14	1.5	12.4	4.7
	15	14	1.5	-12.4	14.1
	16	14	1.5	12.4	14.1
	17	14	1.5	-12.4	23.6
	18	14	1.5	12.4	23.6
	19	14	1.5	-12.4	33.0
	20	14	1.5	12.4	33.0
			30.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2	6.9	5.5	6.9	5.5
Abschnitt 1	6.9	5.5	6.9	5.5

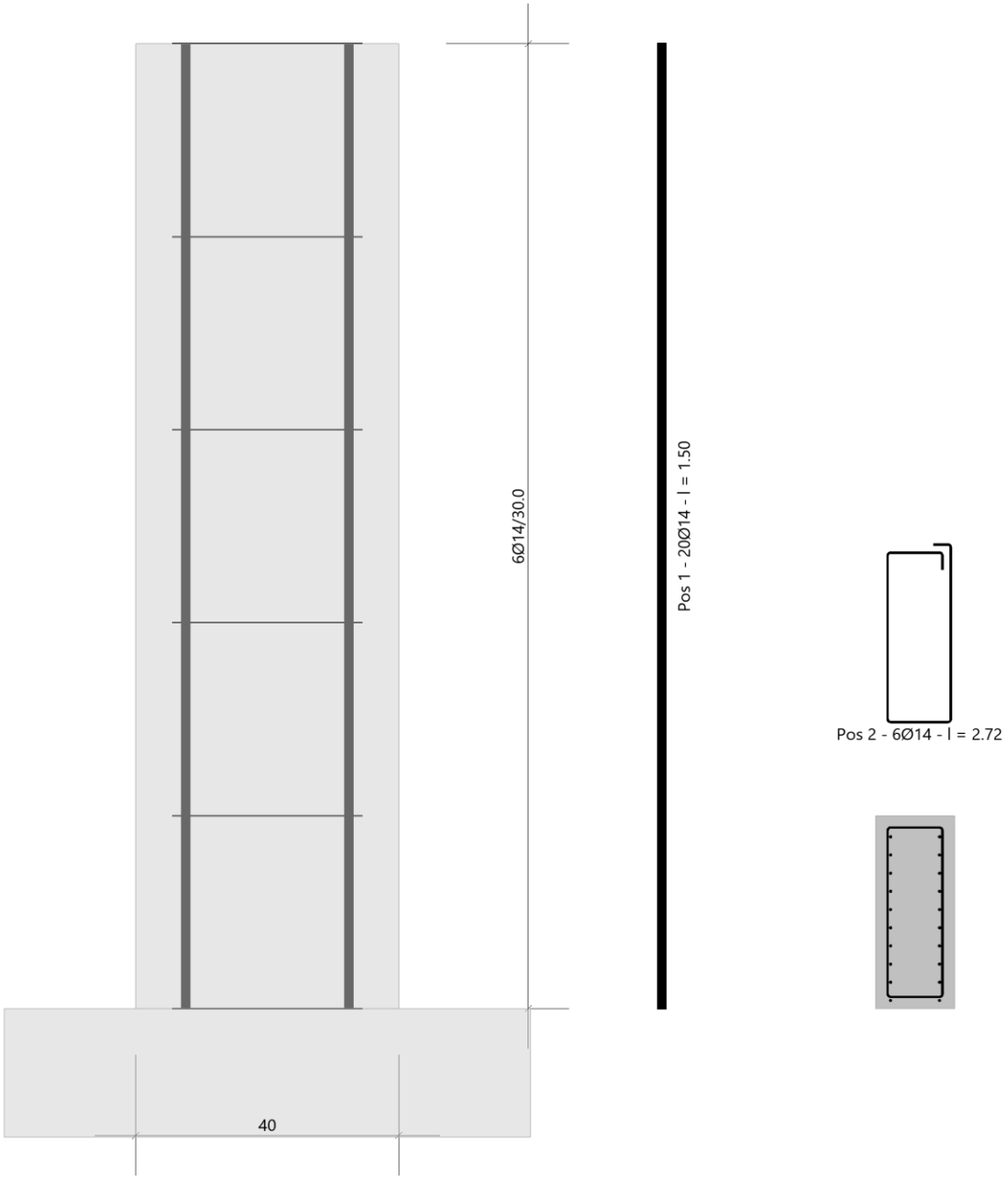


Bewehrungsbilder

Abschnitt 2
Maßstab 1 : 25

Bauherr:	Abwasserverband Saale	P 3727005
Projekt:	Erneuerung und Instandsetzung BW14 & BW15	Seite 221

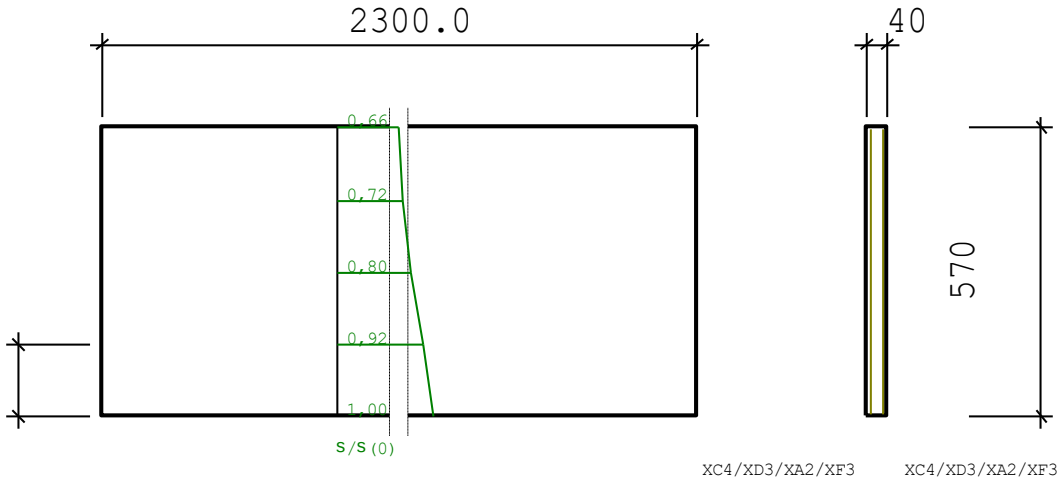
Abschnitt 1
Maßstab 1 : 10



Position: BW01_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 150



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
Betonstahl	B500B
Beton	C 35/45
	t>= 28d (langsame Erh.)
Betonzugfestigkeit	fcteff= 3.21 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)
	Ecm = 34000 N/mm2

Kriechzahl

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ SL
Belastungsalter	t_0	=	8	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.65		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion			XC4/XD3		
Mindestbetonklasse			C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3

Korrosionsschutz *3nach 7.3.1 (7)
*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT								
Abmessungen	B =	0.40	m		H =	5.70	m	
	L =	23.00	m					
Bewehrung	dli =	7.1	cm		dre =	7.1	cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage
Zemen t : 32.5 Z = 300 kg/m3
tm = 1.32 d QH = 171 kJ/kg
αb= 0.75 TbH = 15.4K
TcO = 20.0 °C ktV = 0.50
Tb,m = 25.4 K T_F = 15.0 °C
αT= 1010-6/K kV = 0.80
Zwangsspannungen am Fußpunkt :σct =2.82N/mm2
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.70
σct,d=1.98N/mm2 < fcteff
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac
Nzw= 792.90 kN k= 0.74 max. Nzw= 955.28 kN

NACHWEIS RISSBREITE

w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =16.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
zentr. Zwang Nx = 792.90 kN/m
ε2s=1.10o/ooFs=792.9kN/m
heff = 35.5 cm Fcre = 1139.5 kN/m
erforderlich: Asli = 18.07 cm2/m Asre = 18.07 cm2/m
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

9.2 Pos. BW02 Wände Gerinne

Die Beckenwände werden in Stahlbetonbauweise hergestellt. Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 2,60 m
Wanddicke: t = 30 cm

Belastung Betonwand
Es wird der maßgebende Lastfall, Erddruck ohne Gegendruck durch Beckenfüllung betrachtet.
Die horizontalen Belastungen infolge Erddruck werden mit dem Modul EDB+ im Programm Frilo ermittelt (s. nachfolgende Seiten).

Schwerlastverkehr SLW 60 → Ersatzflächenlast p = 33,3 kN/m²

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø14-10
Horizontaleisen: Ø14-10

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø12-10 Steckbügel

Es ist langsam erhärtender Zement zu verwenden.

Position: BW02_Erddruck

Erddruckberechnung (x64) EDB+ 02/22B (FRILO R-2022-2/P07)

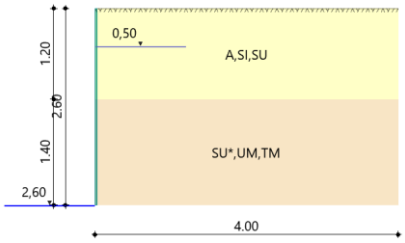
Einstellungen und Berechnungsparameter

Berechnung	:	Aktiver Erddruck
Norm:	:	DIN 4085: 2017-08
Erddruckparameter	:	Kohäsion wird in Rechnung gestellt
	:	Zug aus Kohäsion wird nicht angenommen
	:	Der Mindesterddruck wird angesetzt
Verdichtungserddruck	:	Intensive Verdichtung nach DIN EN 1997-1
	:	Verdichtungsbreite 1,00 [m]
	:	Wand nachgiebig

System

Systemgrafik

Maßstab 1 : 100



Wandsystem

Wandhöhe	h	=	2,60 m	Wandtiefe	t	=	1,00 m
Wandausschnitt	zo	=	0,00 m		zu	=	2,60 m
Wandneigung	α	=	0,0 °	Wandreibungswinkel	δ	=	1/2ϕ' °

Bodenprofil

Es liegt Grundwasser an. Links der Wand: 2,60 m und rechts der Wand: 0,50 m unter OK Gelände.

Nr.	Benennung	d [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]
1	A,SI,SU	1,20	18,00	10,00	30,0	-
2	SU*,UM,TM	1,40	20,00	10,00	22,5	5,00

d : Mächtigkeit der Bodenschicht
γ : Rechenwert der Wichte
γ' : Rechenwert der Wichte unter Auftrieb
ϕ' : Innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
c' : Kohäsion des drainierten Bodens

Belastung

Übersicht über verwendete Einwirkungen

						P/T	
ID	Bezeichnung	Grenzzustand	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
7	Kat. G: Fahrzeuge 30 kN < F <= 160 kN	EQU STR GEO SERV	0,70	0,50	0,30		1,50 1,50 1,30 1,00

ID : Index der Einwirkungen. (FRILO-Definition).
Bezeichnung : Bezeichnung der Einwirkung
Grenzzustand : Grenzzustand, für den die Teilsicherheitsbeiwerte angegeben werden.
Ψ_0 : Kombinationsbeiwert der Einwirkung
Ψ_1 : Der häufige Wert der Einwirkung
Ψ_2 : Der quasi-ständige Wert der Einwirkung
$\gamma_{F,inf}$: Unterer Teilsicherheitsbeiwert im angegebenen Grenzzustand
$\gamma_{F,sup}$: Oberer Teilsicherheitsbeiwert im angegebenen Grenzzustand

Geländelasten

Nr.	Lastart	Name	pl [kN/m²]	p [kN/m]	a [m]	b [m]	l [m]	z [m]	Verteil.	EGrp	Zus	Alt
1	F	Flächenlast	33,30	-	1,00	-	-	-	-	7		

Lastart : Art der Geländelast. F=Flächenlast, S=Streifenlast, L=Linienlast, B=Blocklast, T = Trapezlast, E = Einzellast, BL = Bettungslast
pl : Lastwert einer Flächen,- Streifen- oder Blocklasten bzw. linke Lastordinate einer Trapezlast in kN/m².
p : Lastwert für Linienlasten in kN/m
a : Abstand vom Wandkopf
b : Lastausdehnung in x-Richtung.
l : Lastausdehnung in y-Richtung.
z : Tiefe der Last (z-Richtung) ab Geländeoberkante.
Verteil. : Bei Streifen- und Blocklasten kann nach EAB zwischen rechteckiger und trapezförmiger Lastverteilung gewählt werden.
EGrp : Einwirkung nach EN 1990
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe. Lasten in dieser Gruppe werden als gemeinsam wirkend angesetzt.
Alt : Alternativgruppe. Lasten in dieser Gruppe werden nicht gemeinsam angesetzt.

Erddruckebenen

Nr.	zo [m]	zu [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	ϕ' [°]	c_k [kN/m²]	α [°]	β [°]
1	0,00	0,46	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
2	0,46	0,50	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
3	0,50	0,58	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
4	0,58	1,20	18,00	10,00	30,0	0,00	0,0	0,0
5	1,20	2,00	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0
6	2,00	2,60	20,00	10,00	22,5	5,00	0,0	0,0

γ : Wichte des Bodens
γ' : Wichte des Bodens unter Auftrieb
ϕ' : Reibungswinkel des Bodens
c_k : Kohäsion
α : Wandneigungswinkel
β : Geländeneigungswinkel

Erddruckbeiwerte

für aktiven Erddruck

Nr.	zo [m]	zu [m]	δ [°]	K_{agh} [-]	K_{ach} [-]	K_{aph} [-]	θ [°]
1	0,00	0,46	15,0	0,291	-	0,291	56,9
2	0,46	0,50	15,0	0,291	-	0,291	56,9
3	0,50	0,58	15,0	0,291	-	0,291	56,9
4	0,58	1,20	15,0	0,291	-	0,291	56,9
5	1,20	2,00	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5
6	2,00	2,60	11,3	0,397	1,165	0,397	52,5

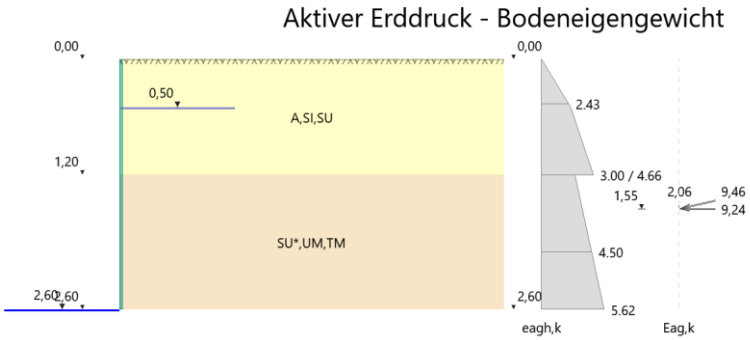
δ : Erddruckneigungswinkel - Winkel zwischen der Erddruckrichtung und der Wandnormalen
K_{agh} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Bodeneigengewicht
K_{ach} : Aktiver Erddruckbeiwert für den Anteil aus Kohäsion
K_{aph} : Aktiver Erddruckbeiwerte für Geländelasten
θ : Gleitflächenwinkel für den aktiven Erddruck

Lastfälle

Lastfall Eigengewicht

Erddruckgrafik Bodeneigengewicht

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Bodeneigengewicht

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43	0,56	0,13
2	0,46	2,43	0,00	2,43	0,00	2,43		
	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62	0,09	0,02
3	0,50	2,62	0,00	2,62	0,00	2,62		
	0,58	2,85	0,00	2,85	0,00	2,85	0,21	0,05
4	0,58	2,85	0,00	2,85	0,00	2,85		
	1,20	4,66	0,00	4,66	0,00	4,66	2,34	0,52
5	1,20	3,00	0,00	3,00	0,00	3,00		
	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50	3,00	0,67

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
6	2,00	4,50	0,00	4,50	0,00	4,50		
	2,60	5,62	0,00	5,62	0,00	5,62	3,04	0,68

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

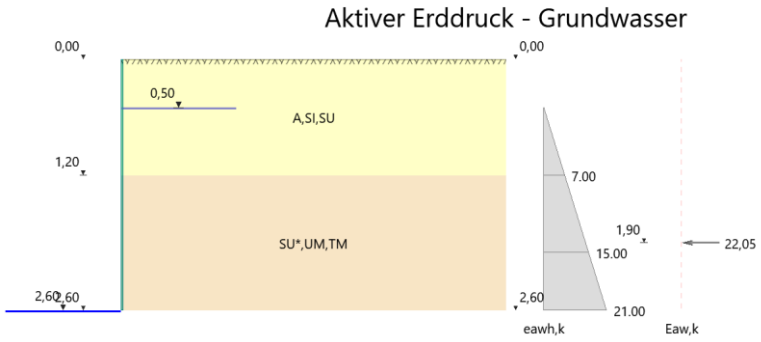
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 9,24 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 2,06 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,55 m

Lastfall Grundwasser

Hydrostatischer Wasserdruck

Maßstab 1 : 75



Hydrostatischer Druck infolge Grundwasser

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,58	0,77	0,00	0,77	0,00	0,77	0,03	0,00
4	0,58	0,77	0,00	0,77	0,00	0,77		
	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	2,42	0,00
5	1,20	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00		
	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00	8,80	0,00

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
6	2,00	15,00	0,00	15,00	0,00	15,00		
	2,60	21,00	0,00	21,00	0,00	21,00	10,80	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

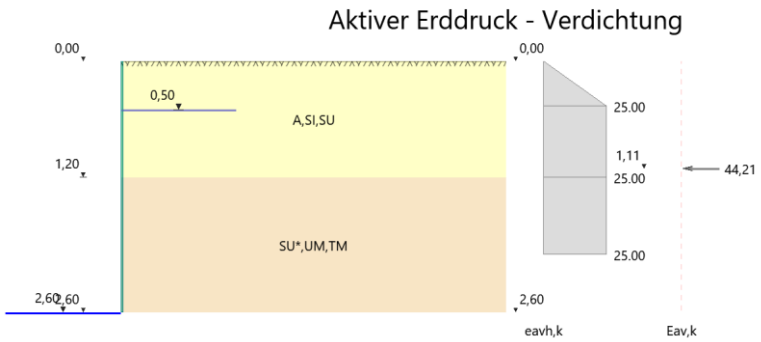
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 22,05 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,90 m

Lastfall Verdichtung

Erddruckgrafik Verdichtungserddruck

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte Verdichtung

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	5,79	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	0,93	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	0,58	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	1,93	0,00
4	0,58	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	15,57	0,00
5	1,20	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00		
	2,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	20,00	0,00
6	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

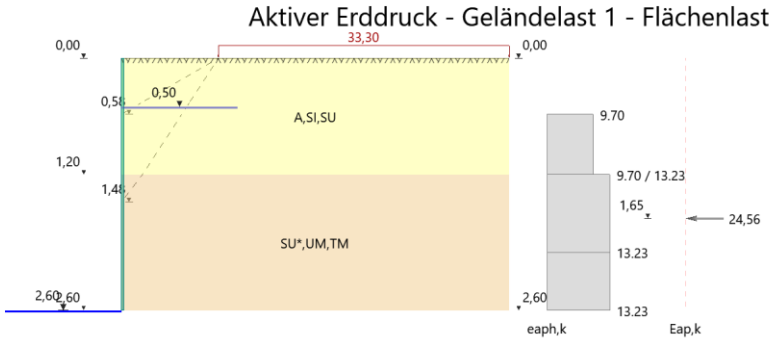
Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 44,21 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,11 m

Lastfall Flächenlast Flächenlast

Erddruckgrafik Flächenlast Flächenlast

Maßstab 1 : 75



Erddruckwerte für Flächenlast Flächenlast

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,58	0,00	9,70	9,70	0,00	9,70		
	1,20	0,00	9,70	9,70	0,00	9,70	6,04	0,00
5	1,20	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23		
	2,00	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23	10,59	0,00
6	2,00	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23		
	2,60	0,00	13,23	13,23	0,00	13,23	7,94	0,00

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 24,56 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 0,00 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,65 m

Erddrucküberlagerungen

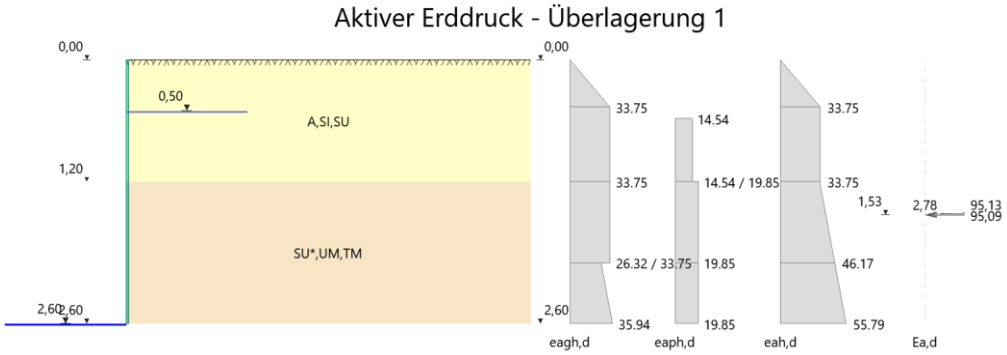
Überlagerung: Überlagerung 1

Grenzzustand	Bemessungssituation	Lastfall	γ_F	Ψ	Faktor
STR	ständig	Bodeneigengewicht	-	-	1,35
		Grundwasser	-	-	1,35
		Verdichtungserddruck	-	-	1,35
		Flächenlast	-	-	1,50

γ_F : Teilsicherheitsbeiwert nach EN 1990
Ψ : Kombinationsbeiwert nach EN 1990
Faktor : Faktor, mit dem der Lastfall in die Überlagerung eingeht.

Erddruckgrafik für aktiven Erddruck

Maßstab 1 : 75



Bemessungswerte des aktiven Erddrucks

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75	7,81	0,17
2	0,46	3,28	0,00	3,28	33,75	33,75		
	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75	1,25	0,03
3	0,50	3,54	0,00	3,54	33,75	33,75		

Nr.	z [m]	e_{agh} [kN/m²]	e_{aph} [kN/m²]	$e_{agh}+e_{aph}$ [kN/m²]	e_v [kN/m²]	e_{ah} [kN/m²]	E_{ah} [kN/m]	E_{av} [kN/m]
	0,58	4,89	0,00	4,89	33,75	33,75	2,61	0,06
4	0,58	4,89	14,54	19,43	33,75	33,75		
	1,20	15,74	14,54	30,28	33,75	33,75	21,01	0,70
5	1,20	13,50	19,85	33,35	33,75	33,75		
	1,23	13,90	19,85	33,75	33,75	33,75	0,85	0,03
6	1,23	13,90	19,85	33,75	33,75	33,75		
	2,00	26,32	19,85	46,17	33,75	46,17	30,96	0,87
7	2,00	26,32	19,85	46,17	0,00	46,17		
	2,60	35,94	19,85	55,79	0,00	55,79	30,59	0,91

e_{agh} : Erddruckordinate infolge Bodeneigengewicht. Berücksichtigt Kohäsion und Grundwasser.
e_{aph} : Erddruckordinate infolge Geländelasten.
$e_{agh}+e_{aph}$: Überlagerung aus Bodeneigengewicht und Geländelasten
e_v : Erddruck infolge Verdichtung
e_{ah} : Resultierende Erddruckordinate.
E_{ah} : Horizontale Erddruckkraft in der Erddruckebene.
E_{av} : Vertikale Erddruckkraft in der Erddruckebene.

Horizontale Erddruckkraft E_{ah} = 95,09 kN/m Vertikale Erddruckkraft E_{av} = 2,78 kN/m

Angriffspunkt GOK z_{ag} = 1,53 m

Position: BW02

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung), Rechteck, in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

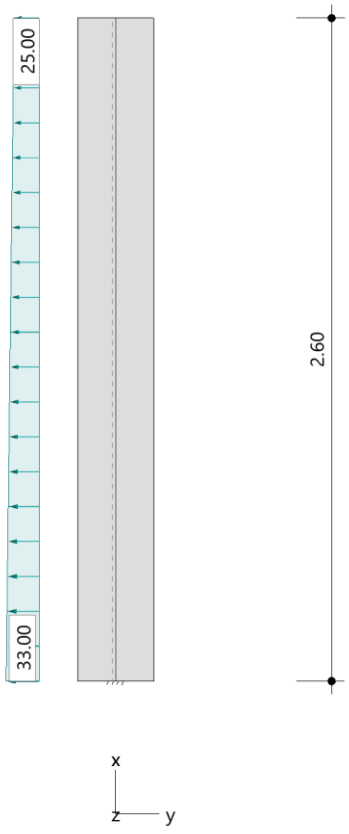
Norm und Sicherheitskonzept

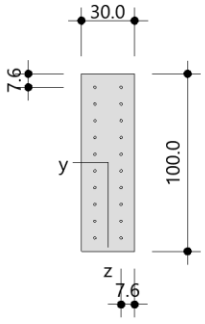
Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 29.7





Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD3		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 14	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 69	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	
Korrosionsschutz		nach 7.3.1 (7)		

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.04		

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck}	= 35.00	N/mm²	E_{cm}	= 34000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y-Richtung (einachsige Berechnung)

Stützenhöhe	l	= 2.60	m
Querschnitt	b_y/d_z	= 30.0/100.0	cm
	b_1/d_1	= 7.6/7.6	cm
Bewehrungsanordnung		1/4 je Ecke	

Lagerbedingungen

Lage	u_v [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.000	1.350

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-33.00	2.60	-25.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	F_y [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		19.5				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: charakteristische Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1060,69 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00
py = -33,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.35	1.00

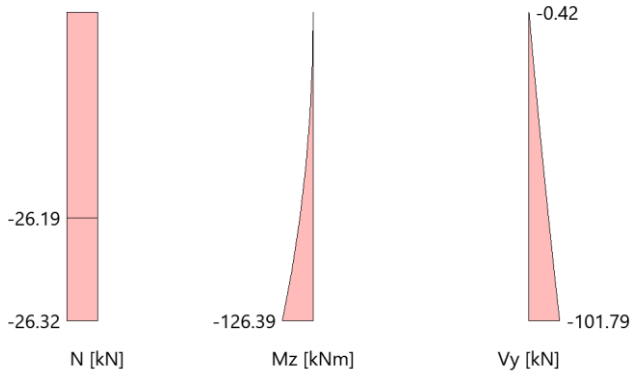
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	5.20	60.0	240.5	0.0	2.035	0.717

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 59.4



LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	2.60	-26.3	0.00	0.79	23.7	30.8	Querschnitt
	2.17	-26.3	-3.26	0.79	23.7	30.8	
	1.73	-26.2	-13.20	0.79	23.7	30.8	
	1.30	-26.2	-30.14	0.79	23.7	30.8	
	0.87	-26.2	-54.44	0.79	23.7	30.8	
	0.43	-26.3	-86.41	0.79	23.7	30.8	
	0.00	-26.3	-126.39	0.79	23.7	30.8	

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_v [kN]	M_z [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	19.5	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		0.0	-75.4	-93.51	Last 1	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	30.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]
Stützeneigengewicht	1.00
py = -33,00 kN/m/-25,00 kN/m(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	2.60	-19.5	0.00	-1.3		
1	2.17	-19.5	-2.44	-1.1		
1	1.73	-19.4	-9.83	-0.8		
1	1.30	-19.4	-22.41	-0.5		
1	0.87	-19.4	-40.43	-0.3		
1	0.43	-19.5	-64.14	-0.1		
1	0.00	-19.5	-93.77	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	2.60	-19.5	0.00	-0.9		
1	2.17	-19.5	-2.42	-0.7		
1	1.73	-19.5	-9.79	-0.5		
1	1.30	-19.5	-22.35	-0.4		
1	0.87	-19.5	-40.36	-0.2		
1	0.43	-19.5	-64.06	-0.1		
1	0.00	-19.5	-93.69	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1)] [N/mm²]	η
1	2.60	-19.5	0.00	2.04	0.025	0.00	-21.00	0.00
1	2.17	-19.5	-2.44	2.04	-0.007	-0.08	-21.00	0.00
1	1.73	-19.4	-9.83	2.04	-0.100	-1.12	-21.00	0.05
1	1.30	-19.4	-22.41	2.04	-0.229	-2.56	-21.00	0.12
1	0.87	-19.4	-40.43	2.04	-0.414	-4.63	-21.00	0.22
1	0.43	-19.5	-64.14	2.04	-0.657	-7.36	-21.00	0.35
1	0.00	-19.5	-93.77	2.04	-0.960	-10.76	-21.00	0.51

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$[1)] [N/mm²]	η
1	2.60	-19.5	0.00	0.00	0.029	0.00	-21.00	0.00
1	2.17	-19.5	-2.42	0.00	0.008	0.00	-21.00	0.00
1	1.73	-19.5	-9.79	0.00	-0.050	-1.70	-21.00	0.08
1	1.30	-19.5	-22.35	0.00	-0.117	-3.99	-21.00	0.19
1	0.87	-19.5	-40.36	0.00	-0.214	-7.27	-21.00	0.35
1	0.43	-19.5	-64.06	0.00	-0.341	-11.59	-21.00	0.55

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	0.00	-19.5	-93.69	0.00	-0.499	-16.98	-21.00	0.81

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	2.60	-19.5	0.00	2.04	0.025	5.09	400.00	0.01
1	2.17	-19.5	-2.44	2.04	0.046	9.12	400.00	0.02
1	1.73	-19.4	-9.83	2.04	0.131	26.25	400.00	0.07
1	1.30	-19.4	-22.41	2.04	0.343	68.62	400.00	0.17
1	0.87	-19.4	-40.43	2.04	0.647	129.30	400.00	0.32
1	0.43	-19.5	-64.14	2.04	1.046	209.12	400.00	0.52
1	0.00	-19.5	-93.77	2.04	1.545	308.92	400.00	0.77

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	2.60	-19.5	0.00	0.00	0.030	5.93	400.00	0.01
1	2.17	-19.5	-2.42	0.00	0.044	8.71	400.00	0.02
1	1.73	-19.5	-9.79	0.00	0.114	22.87	400.00	0.06
1	1.30	-19.5	-22.35	0.00	0.308	61.59	400.00	0.15
1	0.87	-19.5	-40.36	0.00	0.585	116.94	400.00	0.29
1	0.43	-19.5	-64.06	0.00	0.950	190.02	400.00	0.48
1	0.00	-19.5	-93.69	0.00	1.406	281.23	400.00	0.70

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	2.60	-19.5	0.00	0.017	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	2.17	-19.5	-2.42	0.008	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	1.73	-19.5	-9.79	-0.050	-1.70	-15.75	1.00		0.11
1	1.30	-19.5	-22.35	-0.117	-3.99	-15.75	1.00		0.25
1	0.87	-19.5	-40.36	-0.214	-7.27	-15.75	1.00		0.46
1	0.43	-19.5	-64.06	-0.341	-11.59	-15.75	1.00		0.74
1	0.00	-19.5	-93.69	-0.499	-16.98	-15.75	1.00	1.05	1.08

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 9Ø14 mm	1	14	1.5	-7.4	-42.4
	2	14	1.5	7.4	-42.4
	3	14	1.5	7.4	42.4
	4	14	1.5	-7.4	42.4

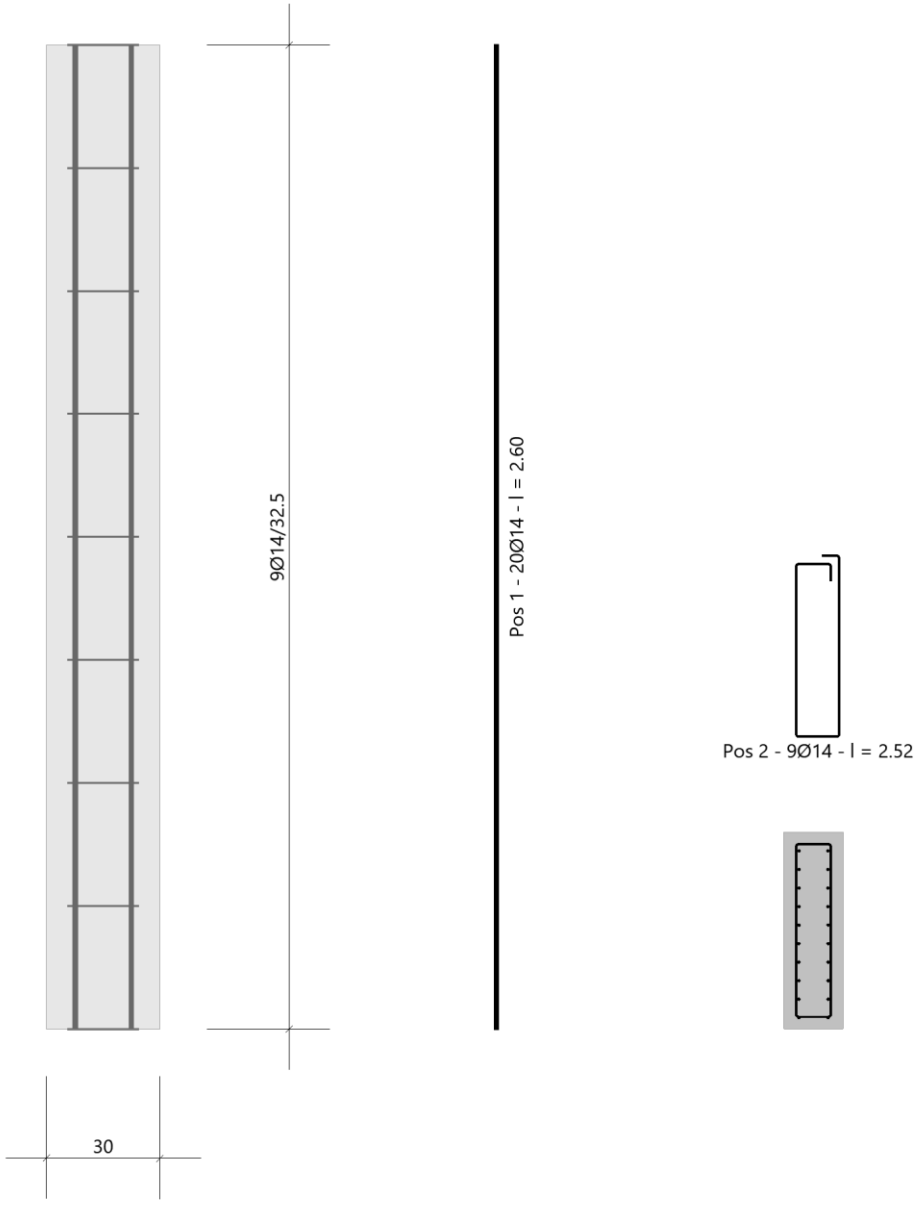
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm^2]	y [cm]	z [cm]
	5	14	1.5	-7.4	-33.0
	6	14	1.5	7.4	-33.0
	7	14	1.5	-7.4	-23.6
	8	14	1.5	7.4	-23.6
	9	14	1.5	-7.4	-14.1
	10	14	1.5	7.4	-14.1
	11	14	1.5	-7.4	-4.7
	12	14	1.5	7.4	-4.7
	13	14	1.5	-7.4	4.7
	14	14	1.5	7.4	4.7
	15	14	1.5	-7.4	14.1
	16	14	1.5	7.4	14.1
	17	14	1.5	-7.4	23.6
	18	14	1.5	7.4	23.6
	19	14	1.5	-7.4	33.0
	20	14	1.5	7.4	33.0
			30.8		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	6.9	5.5	6.9	5.5

Bewehrungsbilder

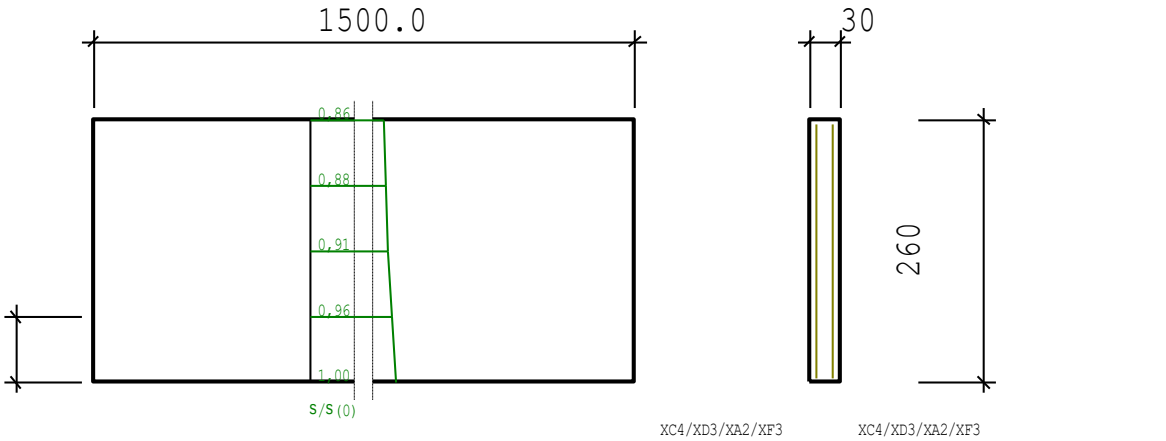
Maßstab 1 : 20



Position: BW02_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
Betonstahl	B500B
Beton	C 35/45
	t>= 28d (langsame Erh.)
Betonzugfestigkeit	fcteff= 3.21 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)
	Ecm = 34000 N/mm2

Kriechzahl

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ SL
Belastungsalter	t_0	=	8	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.77		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion			XC4/XD3		
Mindestbetonklasse			C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20	mm	*3
Korrosionsschutz			*3nach 7.3.1 (7)		

*1: mit cmin,b

*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT								
Abmessungen	B =	0.30	m		H =	2.60	m	
	L =	15.00	m					
Bewehrung	dli =	7.1	cm		dre =	7.1	cm	

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)								
Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage								
Zemen	t	: 32.5		Z =	300	kg/m3		
tm =	1.24	d		QH =	166	kJ/kg		
αb=	0.73			TbH =	14.5K			
TcO =	20.0	°C		ktV =	0.50			
Tb,m =	24.5	K		T_F =	15.0	°C		
αT=	1010-6/K			kV =	0.80			
Zwangsspannungen am Fußpunkt				:σct =2.59N/mm2				
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4:				kct,d=	0.83			
				σct,d=2.15N/mm2 < fcteff				
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac								
Nzw=	645.95 kN	k=	0.80	max. Nzw=	770.39	kN		

NACHWEIS RISSBREITE								
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =14.0mm								
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)								
zentr. Zwang		Nx =	645.95	kN/m				
		ε2s=1.17o/ooFs=645.9kN/m						
		heff =	30.0	cm	Fcre =	963.0	kN/m	
erforderlich:		Asli =	13.77	cm2/m	Asre =	13.77	cm2/m	
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.								

9.3 Pos. BW03 Beckenwand

Die Beckenwände werden in Stahlbetonbauweise hergestellt. Die Bemessung der Wand erfolgt mit Hilfe des Moduls B5+ als 1,00 m breite Stütze.

Geometrie
Höhe: h = 5,00 m
Wanddicke: t = 30 cm

Gestützt durch Füllbeton bis +2,30 m

Belastung Betonwand

Horizontale Belastung infolge Wasserdruck bis WSP_{max} = +3.90 m:
12 kN/m³ * 4,40 m = 52,8 kN/m²

Bewehrungsführung
Vertikaleisen: Ø12-15
Horizontaleisen: Ø12-15

Konstruktive Zulagen:
- 4Ø16 in Wandecken
- 2Ø16 an Wandenden
- Ø10-15 Steckbügel

Durch die Verwendung von Füllbeton auf der Bodenplatte werden die Wände horizontal ausgesteift. Auf die Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung wird verzichtet.

Es ist langsam erhärtender Zement zu verwenden.

Position: BW03

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- nachgiebig gelagerte Einzelstütze mit auskragendem Ende (einachsige Berechnung), in y-Richtung beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

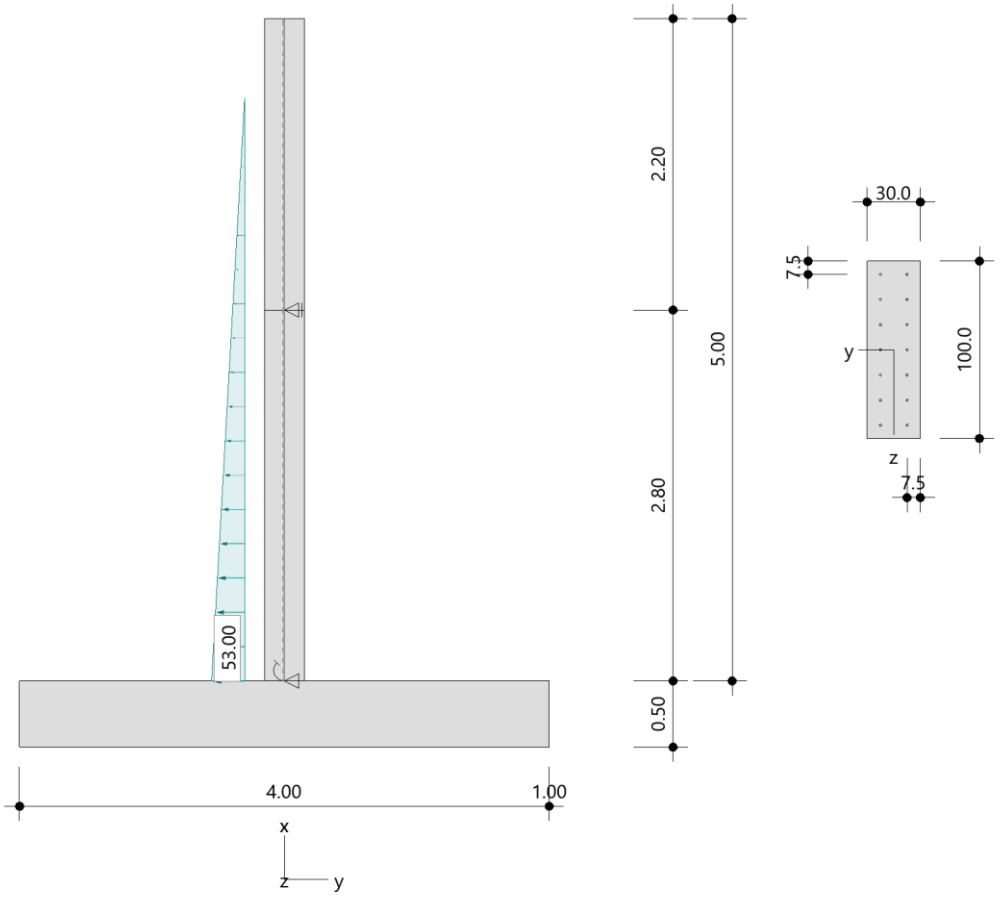
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 57.1



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/WA	
Bewehrungskorrosion			XC4/XD3	
Mindestbetonklasse			C 35/45	
Bügel	$d_{s,b}$	=	8 mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15 mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55 mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30 mm	
Korrosionsschutz			nach 7.3.1 (7)	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage

Resultierende Endkriechzahlen:
Abschnitt 1 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.04
Abschnitt 2 $\phi(t_0,\infty)$ = 2.04

Materialauswahl

Beton C 35/45 f_{ck} = 35.00 N/mm² E_{cm} = 34000 N/mm²
Betonstahl B500A f_{yk} = 500.00 N/mm² E_s = 200000 N/mm²
$k(f_t/f_y)$ = 1.05 ε_{uk} = 25.0 ‰ Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Stützenabschnitte

Abschn.	Länge [m]	Querschnitt	e_y [cm]	e_z [cm]	b_y [cm]	d_z [cm]	$b_{i,y}$ [cm]	$d_{i,z}$ [cm]	b_1 [cm]	d_1 [cm]	Bewehrung	$A_{s,vorh}$ [cm²]	$A_{s,erf}$ [cm²]
2	2.20	Rechteck			30.0	100.0			7.5	7.5	eckkonzentriert	15.8	5.2
1	2.80	Rechteck			30.0	100.0			7.5	7.5	eckkonzentriert	15.8	5.2

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]
Kopfpunkt Abschnitt 1	starr	
Fußpunkt	starr	561403.5

Fundamenteinspannung

Abmessungen b_x = 4.00 m parallel zur b_y-Abmessung der Stütze
b_y = 1.00 m parallel zur b_z-Abmessung der Stütze
d = 0.50 m
Steifemodul C_b = 80000.00 kN/m²
Steifigkeiten C_y = 35087.7 kNm/rad (nach RAUSCH)
C_z = 561403.5 kNm/rad

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.000	1.350

Verteilte Lasten

Nr.	Bauteil	Richtung	Abstand [m]	p_{Anf} [kN/m]	Länge [m]	p_{End} [kN/m]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stütze	in y		-53.00	4.40	0.00	ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	F_v [kN]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Abschnitt 2 - Kopf		16.5				ständig		
*	Abschnitt 1 - Kopf		21.0				ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt
- Es wird ausschließlich das Ausweichen in globaler y-Richtung untersucht

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: charakteristische Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 916,98 in y-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00
py = -53,00 kN/m/0,00 kN/m(ständig)	1.35	1.00

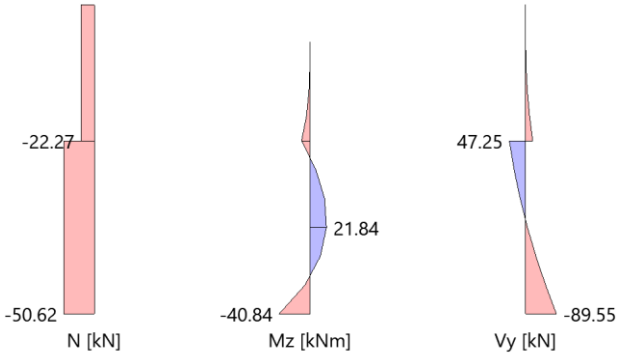
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	λ_v	$\lambda_{lim,v}$	$e_{i,v}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	2	Wand	6.08	70.2	261.5	0.0	2.035	0.850
1	1	Wand	4.03	46.6	173.5	0.0	2.035	0.661

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Maßstab 1 : 114.3



LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	5.00	-22.3	0.00	0.17	5.2	15.8	Querschnitt
	4.40	-22.3	0.00	0.17	5.2	15.8	
	4.40	-22.3	0.00	0.17	5.2	15.8	
	4.00	-22.3	-0.17	0.17	5.2	15.8	
	3.60	-22.3	-1.39	0.17	5.2	15.8	
	3.20	-22.3	-4.68	0.17	5.2	15.8	
	2.80	-22.3	-11.10	0.17	5.2	15.8	
1	2.80	-50.6	-11.10	0.17	5.2	15.8	Querschnitt
	2.33	-50.6	7.75	0.17	5.2	15.8	
	1.87	-50.6	19.28	0.17	5.2	15.8	
	1.40	-50.6	21.84	0.17	5.2	15.8	
	0.93	-50.6	13.78	0.17	5.2	15.8	
	0.47	-50.6	-6.57	0.17	5.2	15.8	
	0.00	-50.6	-40.84	0.17	5.2	15.8	

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_v [kN]	M_z [kNm]	Last	Einwirkung
Abschnitt 1	2.80		-51.0	0.00	Last 1	ständig
Fundament	0.00	37.5	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		0.0	-65.6	-28.28	Last 1	ständig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
2	15.8
1	15.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]
Stützeneigengewicht	1.00
py = -53,00 kN/m/0,00 kN/m(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	η
1	5.00	-16.5	0.00	0.1		
1	4.40	-16.5	0.002	0.1		
1	4.00	-16.5	-0.12	0.1		
1	3.60	-16.5	-1.02	0.04		
1	3.20	-16.5	-3.46	0.02		
1	2.80	-16.5	-8.21	0.0		
1	2.80	-37.5	-8.21	0.0		
1	2.33	-37.5	5.88	-0.03		
1	1.87	-37.5	14.54	-0.1		
1	1.40	-37.5	16.56	-0.1		
1	0.93	-37.5	10.71	-0.05		
1	0.47	-37.5	-4.24	-0.02		
1	0.00	-37.5	-29.51	0.0		

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	η
1	5.00	-16.5	0.00	0.1		
1	4.40	-16.5	0.002	0.04		
1	4.00	-16.5	-0.12	0.03		
1	3.60	-16.5	-1.02	0.02		
1	3.20	-16.5	-3.46	0.01		
1	2.80	-16.5	-8.21	0.0		
1	2.80	-37.5	-8.21	0.0		
1	2.33	-37.5	5.88	-0.02		
1	1.87	-37.5	14.54	-0.03		
1	1.40	-37.5	16.56	-0.03		
1	0.93	-37.5	10.71	-0.02		
1	0.47	-37.5	-4.24	-0.01		
1	0.00	-37.5	-29.51	0.0		

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z.d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c.lim}$[1)] [N/mm²]	η
1	5.00	-16.5	0.00	2.04	0.058	0.00	-21.00	0.00
1	4.40	-16.5	0.002	2.04	0.089	0.00	-21.00	0.00
1	4.00	-16.5	-0.12	2.04	0.063	0.00	-21.00	0.00
1	3.60	-16.5	-1.02	2.04	0.042	0.00	-21.00	0.00
1	3.20	-16.5	-3.46	2.04	-0.015	-0.17	-21.00	0.01
1	2.80	-16.5	-8.21	2.04	-0.106	-1.19	-21.00	0.06

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	2.80	-37.5	-8.21	2.04	-0.100	-1.12	-21.00	0.05
1	2.33	-37.5	5.88	2.04	-0.066	-0.74	-21.00	0.04
1	1.87	-37.5	14.54	2.04	-0.186	-2.08	-21.00	0.10
1	1.40	-37.5	16.56	2.04	-0.213	-2.39	-21.00	0.11
1	0.93	-37.5	10.71	2.04	-0.134	-1.50	-21.00	0.07
1	0.47	-37.5	-4.24	2.04	-0.041	-0.46	-21.00	0.02
1	0.00	-37.5	-29.51	2.04	-0.388	-4.34	-21.00	0.21

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.00	-16.5	0.00	0.00	0.062	0.00	-21.00	0.00
1	4.40	-16.5	0.002	0.00	0.090	0.00	-21.00	0.00
1	4.00	-16.5	-0.12	0.00	0.066	0.00	-21.00	0.00
1	3.60	-16.5	-1.02	0.00	0.051	0.00	-21.00	0.00
1	3.20	-16.5	-3.46	0.00	0.009	0.00	-21.00	0.00
1	2.80	-16.5	-8.21	0.00	-0.054	-1.83	-21.00	0.09
1	2.80	-37.5	-8.21	0.00	-0.047	-1.60	-21.00	0.08
1	2.33	-37.5	5.88	0.00	-0.029	-0.97	-21.00	0.05
1	1.87	-37.5	14.54	0.00	-0.093	-3.17	-21.00	0.15
1	1.40	-37.5	16.56	0.00	-0.108	-3.66	-21.00	0.17
1	0.93	-37.5	10.71	0.00	-0.065	-2.23	-21.00	0.11
1	0.47	-37.5	-4.24	0.00	-0.013	-0.45	-21.00	0.02
1	0.00	-37.5	-29.51	0.00	-0.199	-6.78	-21.00	0.32

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.00	-16.5	0.00	2.04	0.059	11.78	400.00	0.03
1	4.40	-16.5	0.002	2.04	0.090	18.02	400.00	0.05
1	4.00	-16.5	-0.12	2.04	0.067	13.39	400.00	0.03
1	3.60	-16.5	-1.02	2.04	0.077	15.47	400.00	0.04
1	3.20	-16.5	-3.46	2.04	0.106	21.13	400.00	0.05
1	2.80	-16.5	-8.21	2.04	0.196	39.29	400.00	0.10
1	2.80	-37.5	-8.21	2.04	0.129	25.71	400.00	0.06
1	2.33	-37.5	5.88	2.04	0.071	14.18	400.00	0.04
1	1.87	-37.5	14.54	2.04	0.321	64.21	400.00	0.16
1	1.40	-37.5	16.56	2.04	0.383	76.58	400.00	0.19
1	0.93	-37.5	10.71	2.04	0.204	40.83	400.00	0.10
1	0.47	-37.5	-4.24	2.04	0.058	11.64	400.00	0.03
1	0.00	-37.5	-29.51	2.04	0.781	156.19	400.00	0.39

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	5.00	-16.5	0.00	0.00	0.063	12.60	400.00	0.03
1	4.40	-16.5	0.002	0.00	0.091	18.24	400.00	0.05
1	4.00	-16.5	-0.12	0.00	0.069	13.86	400.00	0.03
1	3.60	-16.5	-1.02	0.00	0.077	15.41	400.00	0.04
1	3.20	-16.5	-3.46	0.00	0.098	19.61	400.00	0.05
1	2.80	-16.5	-8.21	0.00	0.176	35.15	400.00	0.09
1	2.80	-37.5	-8.21	0.00	0.106	21.11	400.00	0.05
1	2.33	-37.5	5.88	0.00	0.054	10.70	400.00	0.03
1	1.87	-37.5	14.54	0.00	0.283	56.65	400.00	0.14
1	1.40	-37.5	16.56	0.00	0.341	68.30	400.00	0.17
1	0.93	-37.5	10.71	0.00	0.175	34.98	400.00	0.09
1	0.47	-37.5	-4.24	0.00	0.046	9.18	400.00	0.02
1	0.00	-37.5	-29.51	0.00	0.711	142.25	400.00	0.36

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
1	5.00	-16.5	0.00	0.042	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	4.40	-16.5	0.002	0.081	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	4.00	-16.5	-0.12	0.066	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	3.60	-16.5	-1.02	0.051	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	3.20	-16.5	-3.46	0.009	0.00	-15.75	1.00		0.00
1	2.80	-16.5	-8.21	-0.054	-1.83	-15.75	1.00		0.12
1	2.80	-37.5	-8.21	-0.047	-1.60	-15.75	1.00		0.10
1	2.33	-37.5	5.88	-0.029	-0.97	-15.75	1.00		0.06
1	1.87	-37.5	14.54	-0.093	-3.17	-15.75	1.00		0.20
1	1.40	-37.5	16.56	-0.108	-3.66	-15.75	1.00		0.23
1	0.93	-37.5	10.71	-0.065	-2.23	-15.75	1.00		0.14
1	0.47	-37.5	-4.24	-0.013	-0.45	-15.75	1.00		0.03
1	0.00	-37.5	-29.51	-0.199	-6.78	-15.75	1.00		0.43

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 2 Bügel: 8Ø8 mm	1	12	1.1	-7.5	-42.5
	2	12	1.1	7.5	-42.5
	3	12	1.1	7.5	42.5
	4	12	1.1	-7.5	42.5
	5	12	1.1	-7.5	28.4
	6	12	1.1	7.5	28.4
	7	12	1.1	-7.5	14.2
	8	12	1.1	7.5	14.2

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	9	12	1.1	-7.5	0.0
	10	12	1.1	7.5	0.0
	11	12	1.1	-7.5	-14.2
	12	12	1.1	7.5	-14.2
	13	12	1.1	-7.5	-28.4
	14	12	1.1	7.5	-28.4
			15.8		
Abschnitt 1 Bügel: 10Ø8 mm	1	12	1.1	-7.5	-42.5
	2	12	1.1	7.5	-42.5
	3	12	1.1	7.5	42.5
	4	12	1.1	-7.5	42.5
	5	12	1.1	-7.5	28.4
	6	12	1.1	7.5	28.4
	7	12	1.1	-7.5	14.2
	8	12	1.1	7.5	14.2
	9	12	1.1	-7.5	0.0
	10	12	1.1	7.5	0.0
	11	12	1.1	-7.5	-14.2
	12	12	1.1	7.5	-14.2
	13	12	1.1	-7.5	-28.4
	14	12	1.1	7.5	-28.4
			15.8		

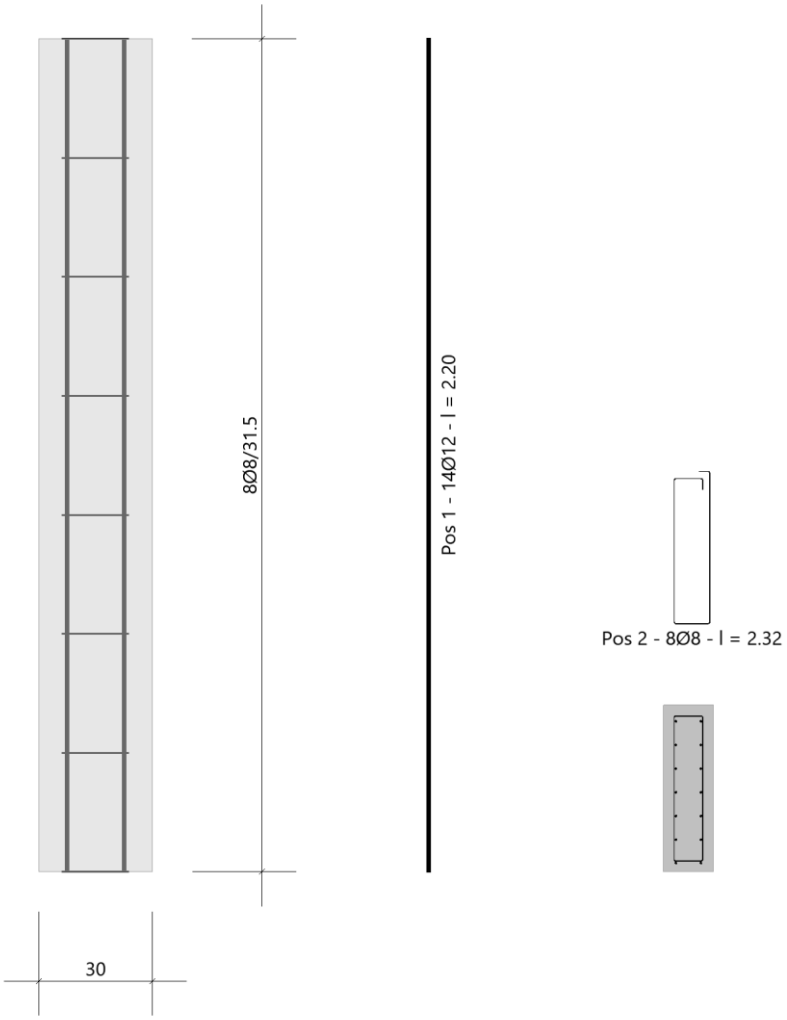
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 2	6.3	5.5	6.9	6.1
Abschnitt 1	6.3	5.5	6.9	6.1

Bauherr:	Abwasserverband Saale	P 3727005
Projekt:	Erneuerung und Instandsetzung BW14 & BW15	Seite 253

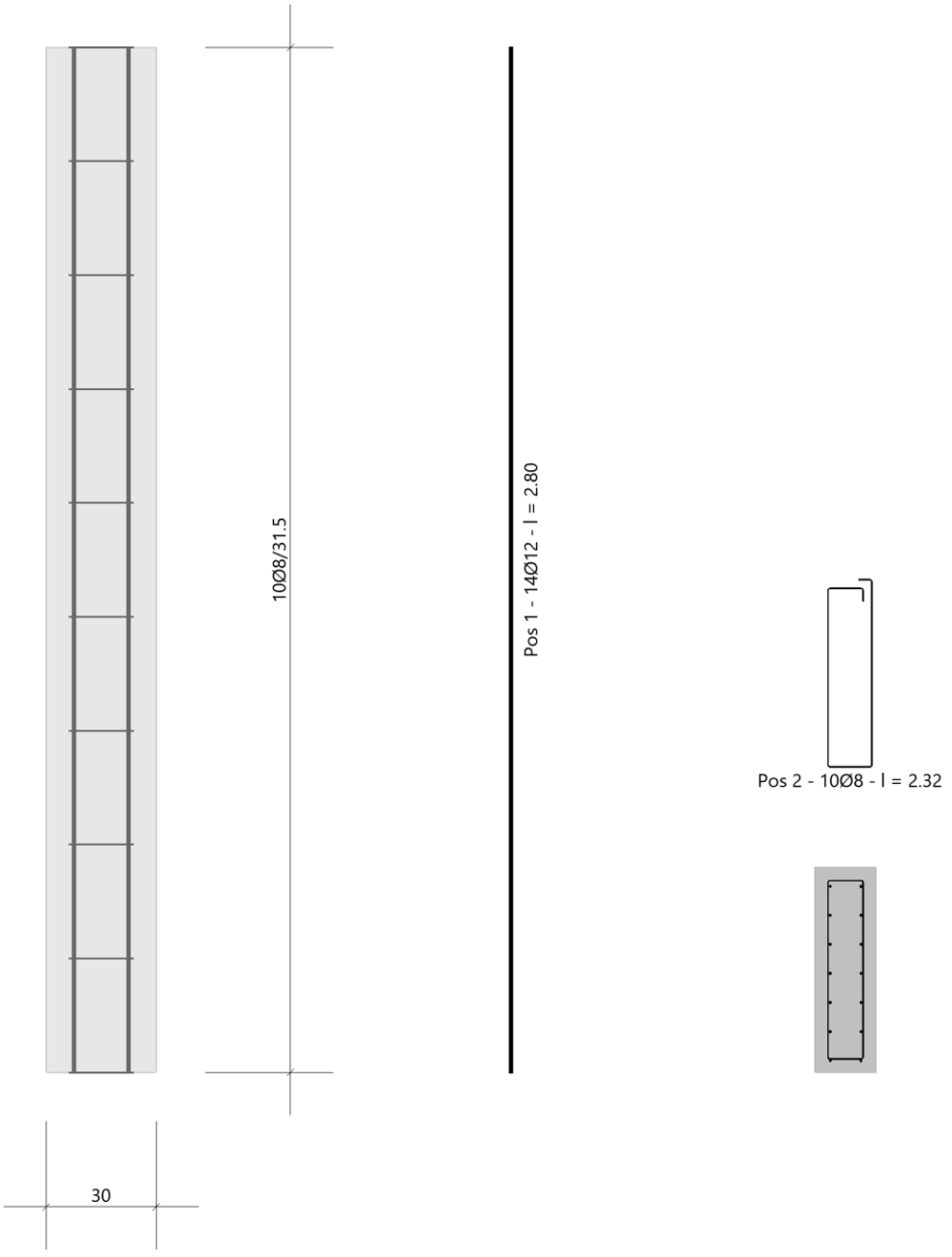
Bewehrungsbilder

Abschnitt 2
Maßstab 1 : 20



Bauherr:	Abwasserverband Saale	P 3727005
Projekt:	Erneuerung und Instandsetzung BW14 & BW15	Seite 254

Abschnitt 1
Maßstab 1 : 20

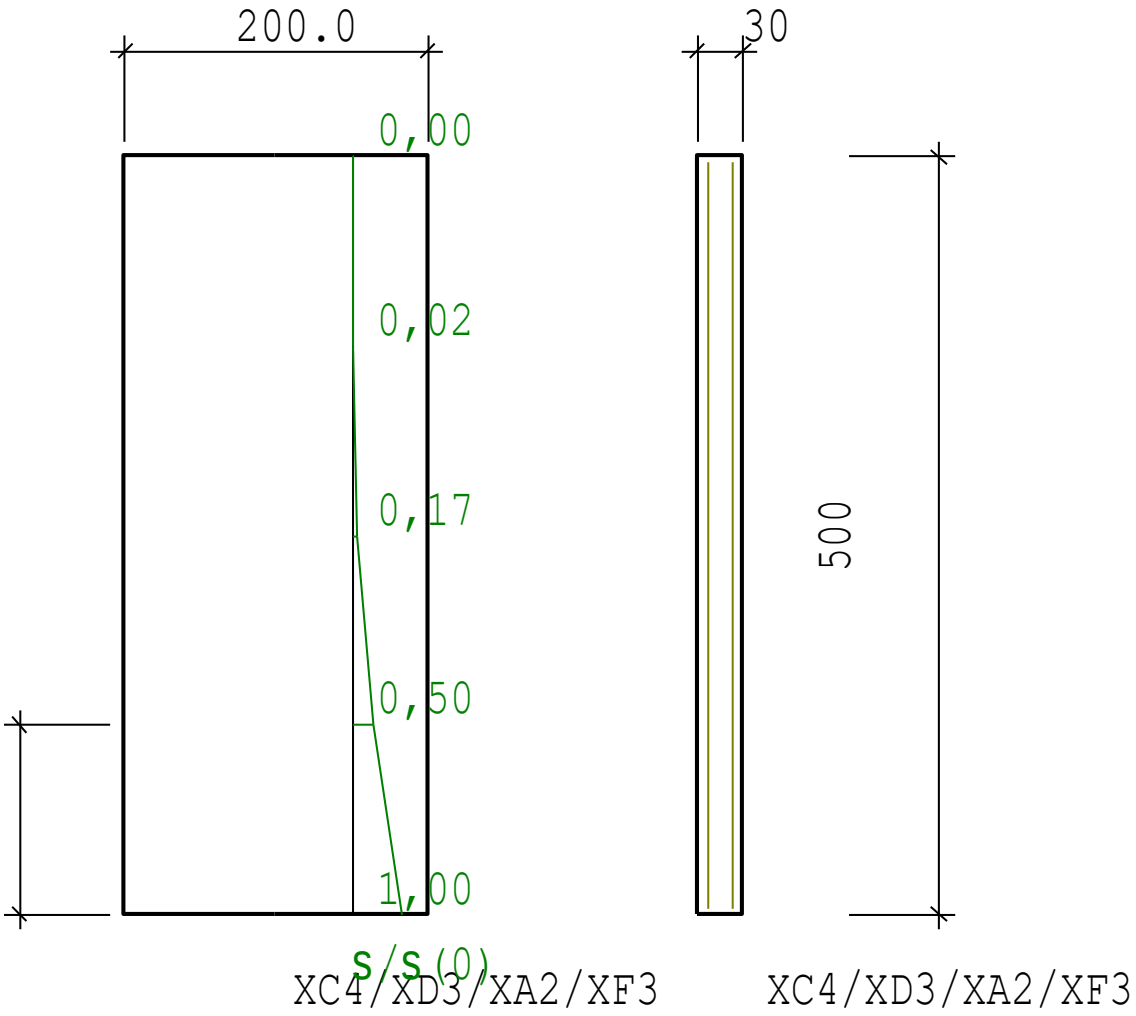


Bauherr:	Abwasserverband Saale	P 3727005
Projekt:	Erneuerung und Instandsetzung BW14 & BW15	Seite 255

Position: BW03_Hydratation

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P07)

Maßstab 1 : 50



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Betonstahl	B500B	
Beton	C 35/45	
	t= 5d (normale Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.71 (Gl. 3.4)	fcteff= 2.28 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.90 (nach MC90)	Ecm= 30688 N/mm2

KRIECHZAHL			
Betonalter	t	=	5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD3		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8 mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	12 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15 mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63 mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55 mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.20 mm	*3
Korrosionsschutz		*3nach 7.3.1 (7)		

*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

WAND AUF FUNDAMENT							
Abmessungen	B =	0.30	m		H =	5.00	m
	L =	2.00	m				
Bewehrung	dli =	6.9	cm	dre =		6.9	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)							
Verfahren nach Lohmeyer 9. Auflage							
Zemen	t : 32.5R	;42.5		Z =	300	kg/m3	
tm =	1.24	d		QH =	193	kJ/kg	
αb=	0.73			TbH =	16.9K		
TcO =	20.0	°C		ktV =	0.50		
Tb,m =	26.9	K		T_F =	15.0	°C	
αT=	1010-6/K			kV =	0.80		

Zwangsspannungen am Fußpunkt :σct =2.93N/mm2
Rechenwert Zwangsspannung bei H/4: kct,d= 0.35
σct,d=1.02N/mm2 < fcteff
Nzw= σct,d * Ac < k * fcteff * Ac
Nzw= 307.39 kN k= 0.80 max. Nzw= 547.46 kN

NACHWEIS RISSBREITE							
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =12.0mm							
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)							
zentr. Zwang	Nx =	307.39	kN/m				
	ε2s=1.07o/ooFs=307.4kN/m						
	heff =	30.0	cm	Fcre =	684.3	kN/m	
erforderlich:	Asli =	7.20	cm2/m	Asre =	7.20	cm2/m	

Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

10 Tauchwand

10.1 Pos. B01 Balken Tauchwand

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls DLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:
Die Unterzüge werden als Ortbetonkonstruktion hergestellt. Die Bemessung erfolgt als Durchlaufträger.

Max. Länge: l = 20,0 m
Max. Stützweite: $l_{Stütz}$ = 5,10 m
Max. lichte Weite: l_{licht} = 4,70 m
Breite: b_{unten} = 30 cm
Höhe: h = 80 cm

Lastannahmen:
Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.

Horizontale Wasserlast hebt sich gegenseitig auf.

Bewehrungsführung
$A_{s,erf,unten}$ = 3,13 cm² → gewählt 3Ø14 ($A_{s,vorh}$ = 4,62 cm²)
$A_{s,erf,oben}$ = 3,13 cm² → gewählt 3Ø14 ($A_{s,vorh}$ = 4,62 cm²)
$a_{sw,erf}$ = 3,08 cm²/m → gewählt Ø8-15 ($a_{sw,vorh}$ = 2 * 3,35 cm²/m = 6,71 cm²/m)

Seitlicher Anschluss mit Schraubanschlüssen:
Anschlussstab: z. B. Halfen HBS-05-S-14, L = 990 o. glw.
Muffenstab: z. B. Halfen HBS-05-BG-14, 1x gebogen, x=300mm, y=500mm, d_{BR}=4d_s o. glw.

Nachweis Endverankerung

$l_{b,rqd}$ = 45 cm (C35/45; Ø14; guter Verbund)

α_1 = 0,7

α_2 = 1,0

α_3 = 1,0

α_4 = 1,0

α_5 = 2/3 (direktes Auflager)

$l_{bd,dir} = \alpha_1 * \alpha_2 * \alpha_3 * \alpha_4 * \alpha_5 * A_{s,erf} / A_{s,vorh} * l_{b,rqd}$

$l_{bd,dir}$ = 0,7 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 2/3 * 45 cm = 21 cm

$l_{b,min} = \max(0,3 * \alpha_1 * \alpha_4 * l_{b,rqd}; 10Ø * 2/3)$

$l_{b,min} = \max(0,3 * 0,7 * 1,0 * 45 \text{ cm} = 9,5 \text{ cm} ; 10 * 1,4 \text{ cm} * 2/3 = 9,4 \text{ cm}) > l_{bd,dir}$

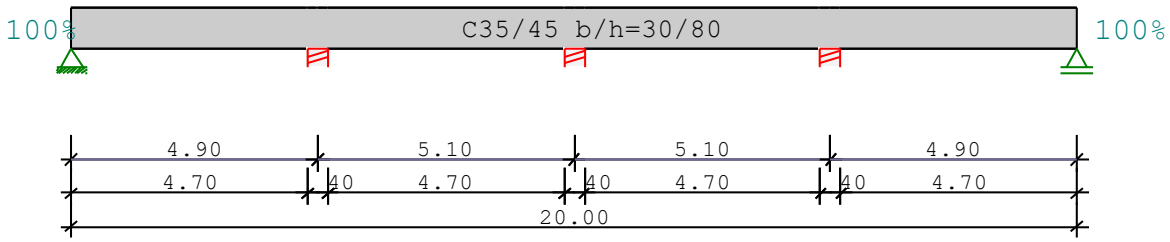
$l_{b,min}$ = <u>9,5 cm</u> < $l_{bd,dir}$

l_{vorh} = 30 cm > $l_{b,min} + c_{nom}$ = 21 cm + 5,5 cm = 26,5 cm → Nachweis erfüllt

Position: B01_Balken Tauchwand

Durchlaufträger DLT10 02/2022 (Frilo R-2022-2-x86)

Maßstab 1 : 150



Stahlbetonträger über 4 Felder C35/45 E = 34000 N/mm2
DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
1	4.90	konstant			30.0	80.0		
2	5.10	konstant			30.0	80.0		
3	5.10	konstant			30.0	80.0		
4	4.90	konstant			30.0	80.0		

Stützeneinspannung an den Endauflagern

links : 100.0 %
rechts : 100.0 %

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m3 berücksichtigt.

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi}= 1.0 Tab. B3

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).
In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum (kNm , kN)

Feld			Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 =	2.42	5.88	-11.75	-12.52	14.54	-14.86	1
2	x0 =	2.53	6.63	-12.52	-13.25	15.16	-15.44	1
3	x0 =	2.57	6.63	-13.25	-12.52	15.44	-15.16	1
4	x0 =	2.48	5.88	-12.52	-11.75	14.86	-14.54	1

Feldmomente Minimum							(kNm , kN)
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 = 2.45	5.88	-11.75	-12.52	14.54	-14.86	1
2	x0 = 2.55	6.62	-12.52	-13.25	15.16	-15.44	1
3	x0 = 2.55	6.62	-13.25	-12.52	15.44	-15.16	1
4	x0 = 2.45	5.88	-12.52	-11.75	14.86	-14.54	1

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	0.00	-11.75	0.00	14.54	14.54	14.54	1
2	-12.52	-12.52	-14.86	15.16	30.01	30.01	1
3	-13.25	-13.25	-15.44	15.44	30.89	30.89	1
4	-12.52	-12.52	-15.16	14.86	30.01	30.01	1
5	-11.75	0.00	-14.54	0.00	14.54	14.54	1

Stützmomente Minimum						(kNm , kN)
Stütze	M li	M re	V li	V re	F	komb
1	0.00	-11.75	0.00	14.54	14.54	1
2	-12.51	-12.51	-14.86	15.16	30.01	1
3	-13.25	-13.25	-15.44	15.44	30.89	1
4	-12.51	-12.51	-15.16	14.86	30.01	1
5	-11.75	0.00	-14.54	0.00	14.54	1

Auflagerkräfte							(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min	
1	14.54	0.00	0.00	14.54	14.54	14.54	
2	30.01	0.00	0.00	30.01	30.01	30.01	
3	30.89	0.00	0.00	30.89	30.89	30.89	
4	30.01	0.00	0.00	30.01	30.01	30.01	
5	14.54	0.00	0.00	14.54	14.54	14.54	
Summe:	120.00	0.00	0.00	120.00	120.00	120.00	

Auflagerkräfte								(kN)
	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		Stütze 4	
EG	max	min	max	min	max	min	max	min
g	14.5	14.5	30.0	30.0	30.9	30.9	30.0	30.0
Sum	14.5	14.5	30.0	30.0	30.9	30.9	30.0	30.0

Auflagerkräfte			(kN)
	Stütze 5		
EG	max	min	
g	14.5	14.5	
Sum	14.5	14.5	

Ergebnisse für γ-fache Lasten
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma G * K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

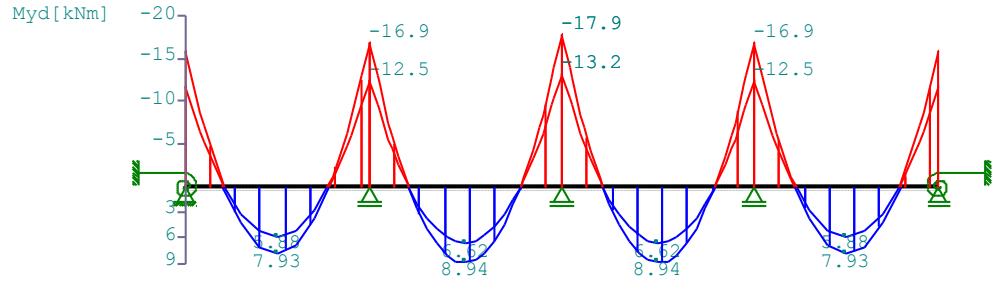
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 = 2.42	7.93	-15.86	-16.90	19.63	-20.06	1
2	x0 = 2.53	8.95	-16.90	-17.89	20.46	-20.85	1
3	x0 = 2.57	8.95	-17.89	-16.90	20.85	-20.46	1
4	x0 = 2.48	7.93	-16.90	-15.86	20.06	-19.63	1

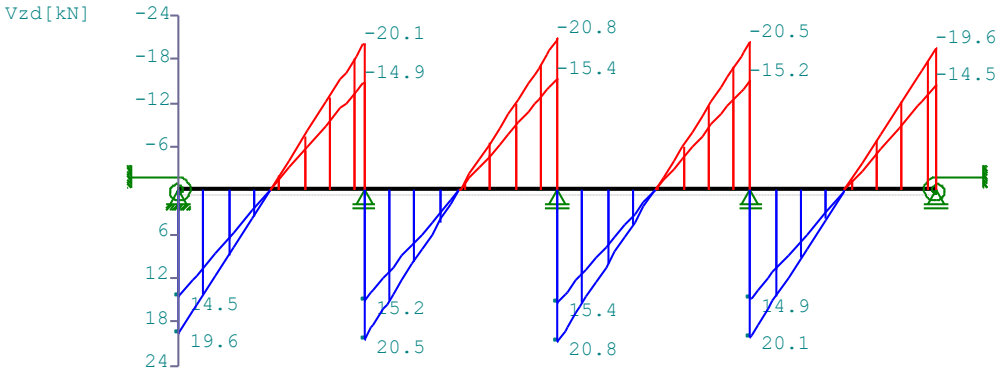
Feldmomente Minimum							(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb
1	x0 = 2.45	5.88	-11.75	-12.52	14.54	-14.86	1
2	x0 = 2.55	6.62	-12.52	-13.25	15.16	-15.44	1
3	x0 = 2.55	6.62	-13.25	-12.52	15.44	-15.16	1
4	x0 = 2.45	5.88	-12.52	-11.75	14.86	-14.54	1

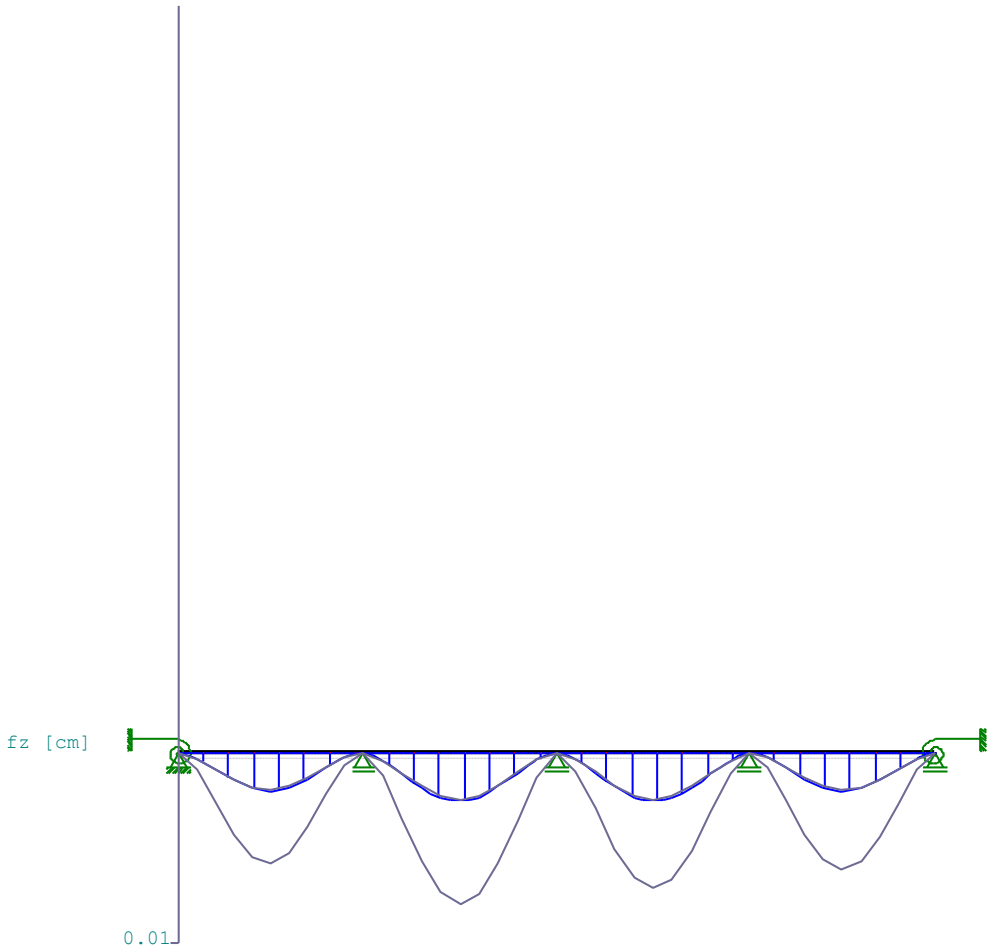
Stützmomente Maximum							(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1	0.00	-15.86	0.00	19.63	19.63	14.54	1
2	-16.90	-16.90	-20.06	20.46	40.52	30.01	1
3	-17.89	-17.89	-20.85	20.85	41.70	30.89	1
4	-16.90	-16.90	-20.46	20.06	40.52	30.01	1
5	-15.86	0.00	-19.63	0.00	19.63	14.54	1

Stützmomente Minimum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	F	komb
1	0.00	-11.75	0.00	14.54	14.54	1
2	-12.51	-12.51	-14.86	15.16	30.01	1
3	-13.25	-13.25	-15.44	15.44	30.89	1
4	-12.51	-12.51	-15.16	14.86	30.01	1
5	-11.75	0.00	-14.54	0.00	14.54	1

Maßstab 1 : 200







Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD3		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 63	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	
Korrosionsschutz		nach 7.3.1 (7)		

*1: mit cmin,b

Kriechzahl und Schwindmaß

wirksame Bauteildicke	h_0	=	22.5	cm	(nutzerdefiniert)
Luftfeuchte	LU	=	40	%	Zement 32.5
Belastungsalter	t_0	=	28	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.28		
Schwindmaß	$\varepsilon_{cs}(t)$	=	-0.38	‰	

Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.142
C35/45 B500B hochduktil

Betondeckung: cv = 5.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 7.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 7.0 cm dB = 8 dS = 14
Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.
Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf As enthalten.

Auflagerbedingungen

Stütze	Breite (cm)	Lager	Art
1	0.0	spitz	direkt
2	40.0	Beton	direkt
3	40.0	Beton	direkt
4	40.0	Beton	direkt
5	0.0	spitz	direkt

Abminderung der Stützmomente <= 30 %

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) fctm = 3.21 N/mm2

Q.Nr.	min Mu (kNm)	erf As (cm2)	min Mo (kNm)	erf As (cm2)	
1	102.72	3.13	-102.72	3.13	30.0/80.0

Feldbewehrung

Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)		komb
1	2.42	7.9		73.0	0.01	3.1	0.0	*	1
2	2.53	8.9		73.0	0.02	3.1	0.0	*	1
3	2.57	8.9		73.0	0.02	3.1	0.0	*	1
4	2.48	7.9		73.0	0.01	3.1	0.0	*	1

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 3.1 cm2 zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 3.1 cm2 zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit F = V,Ed * Cot(Theta) / 2 berücksichtigt.

Stützbewehrung DIN EN 1992:2015 5.5									
Stütze Nr.		x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
1	re	0.00	-15.9	-15.9	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
2	li	0.20	-16.9	-13.0	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
2	re	0.20	-16.9	-13.0	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
3	li	0.20	-17.9	-13.9	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
3	re	0.20	-17.9	-13.9	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
4	li	0.20	-16.9	-13.0	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
4	re	0.20	-16.9	-13.0	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1
5	li	0.00	-15.9	-15.9	73.0	0.02	0.0	3.1 *	1

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Feldbewehrung: Nachweis EN 1992-1 5.6.3								
Feld Nr.	x (m)	Myd,el (kNm)	Myd,pl (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	
1	2.42	7.9	10.5	73.0	0.02	3.1	0.0	*
2	2.53	8.9	12.9	73.0	0.02	3.1	0.0	*
3	2.57	8.9	12.8	73.0	0.02	3.1	0.0	*
4	2.48	7.9	10.5	73.0	0.02	3.1	0.0	*

Stützbewehrung:Nachweis EN 1992-1 5.6.3								
Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Myd' (kNm)	Myd,Bem (kNm)	kx	Asu (cm2)	Aso (cm2)	komb
2	0.00	-16.9	-11.8	-11.8	0.02	4.6	3.1	
3	0.00	-17.9	-12.5	-8.6	0.02	4.6	3.1	
4	0.00	-16.9	-11.8	-8.2	0.01	4.6	3.1	

Stütze	Myd,l,el	Myd,r,el	Myd,pl	Vd,l,el	Vd,l,pl	Vd,r,el	Vd,r,pl
Nr.	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	0.0	0.0	0.0	0	0	20	21
2	-16.9	-16.9	-11.8	-20	-19	20	22
3	-17.9	-17.9	-12.5	-21	-19	21	22
4	-16.9	-16.9	-11.8	-20	-19	20	19
5	-15.9	-15.9	0.0	-20	-21	0	0

Stützbewehrung:Nachweis der RotationsfähigkeitEN 1992-1 5.6.3							
Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Myd' (kNm)	Myd,Bem (kNm)	Θvorh. (rad*1000)	Θzulkx	
2	0.00	-16.90	-11.83	-11.83	0.39	4.05	0.02
3	0.00	-17.89	-12.52	-8.62	0.50	4.08	0.02
4	0.00	-16.90	-11.83	-8.18	0.39	4.09	0.01

Querkraftbewehrung B500B DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 6.2

Stütze Nr.		Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm2/m)	komb
1	re	0.73	0.87	14.8	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
1	*	1.46	0.87	8.8	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
2	li	0.93	0.87	-12.5	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
2	*	1.66	0.87	-6.6	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
2	re	0.93	0.87	14.5	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
2	*	1.66	0.87	8.6	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
3	li	0.93	0.87	-13.3	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
3	*	1.66	0.87	-7.4	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
3	re	0.93	0.87	14.8	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
3	*	1.66	0.87	8.9	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
4	li	0.93	0.87	-12.9	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
4	*	1.66	0.87	-7.0	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
4	re	0.93	0.87	12.5	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
4	*	1.66	0.87	6.6	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
5	li	0.73	0.87	-14.8	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1
5	*	1.46	0.87	-8.8	18.4	69.4	852.8	30.0	3.1~	1

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung

Der max. Bügelabstand wird mit Θ >= 40° ermittelt (Heft 525 DAfStb).

Berechnung mit modifizierter eff. Steifigkeit (Zeta-Verfahren)
Zugfestigkeit und Rissmoment mit fctm = 3.2 N/mm2
Gebrauchstauglichkeit - Durchbiegungen (cm) ϕ = 2.28εcs = 0.38 ‰
quasi-ständige Kombination

Feld	x	fEI	fEIϕ	fEIϕε	fEII,g	fEII	fEIIϕ	fEIIϕε	f
1	2.45	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
2	2.55	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
3	2.55	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
4	2.45	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Vorhandene Längsbewehrung

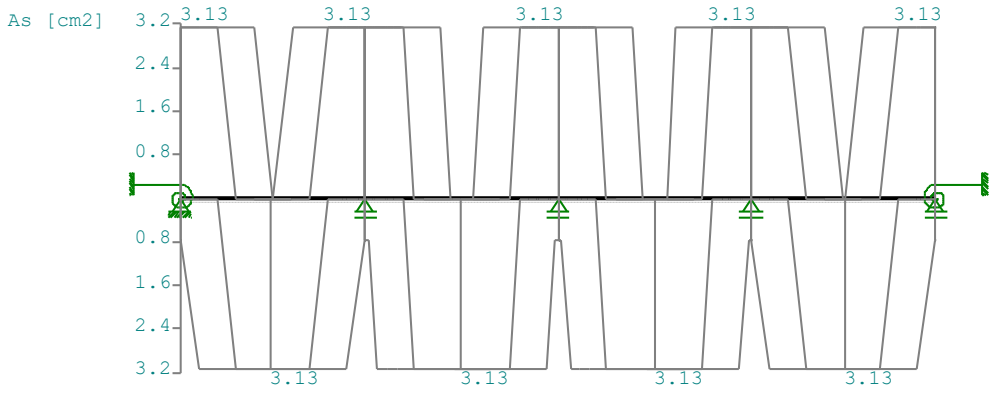
Feld	erf_As,el	As,pl	vorh_As	
1	3.13		4.62	3Φ14
2	3.13		4.62	3Φ14
3	3.13		4.62	3Φ14
4	3.13		4.62	3Φ14
Stütze				
1	3.13		0.00	
2	3.13	3.13	4.62	3Φ14
3	3.13	3.13	4.62	3Φ14
4	3.13	3.13	4.62	3Φ14
5	3.13		0.00	

Verankerung am 1. Auflager durch Schlaufen o.ä.

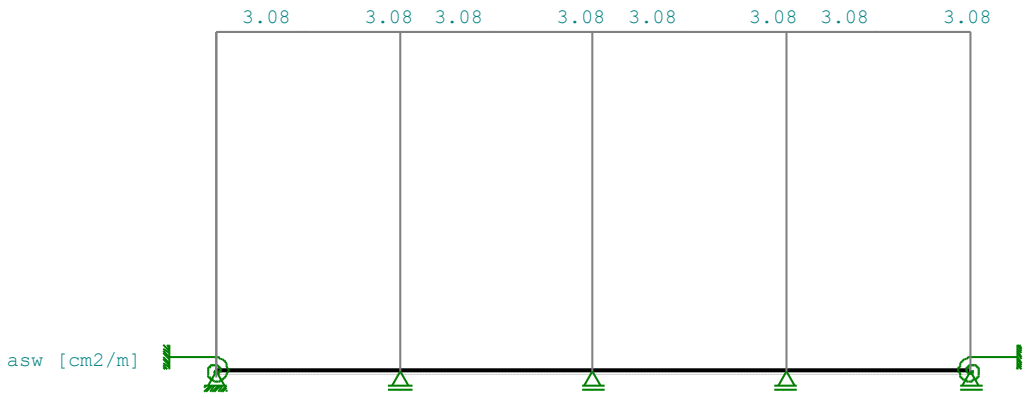
Verankerung am letzten Auflager durch Schlaufen o.ä.

Vorhandene Schubbewehrung						
Feld		erf_asw	vorh_asw	d	e	s
1	links	3.1	6.7	8	15.0	2
	mitte		6.7	8	15.0	2
	rechts	3.1	6.7	8	15.0	2
2	links	3.1	6.7	8	15.0	2
	mitte		6.7	8	15.0	2
	rechts	3.1	6.7	8	15.0	2
3	links	3.1	6.7	8	15.0	2
	mitte		6.7	8	15.0	2
	rechts	3.1	6.7	8	15.0	2
4	links	3.1	6.7	8	15.0	2
	mitte		6.7	8	15.0	2
	rechts	3.1	6.7	8	15.0	2

Maßstab 1 : 200



Maßstab 1 : 200



Gerechnete Kombinationen aus 0 Lasten
Last K1
g
Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet: Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten alle gleichzeitig alternierend mit GammaG = 1,00 / 1,35 beaufschlagt. Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die Leiteinwirkung ist. Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.

10.2 Pos. S01 Stütze Tauchwand

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls B5+ im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System:

Abmessungen: b x d = 30 x 40 cm

Höhe: h = 3,0 m

Lastannahmen:

Eigengewicht wird programmintern berücksichtigt.

Horizontale Wasserlast hebt sich gegenseitig auf.

Eigengewicht aus Pos. B01: $g_{k,max}$ = 31 kN

Position: S01_Stütze Tauchwand

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 02/22A (FRILO R-2022-2/P07)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500A

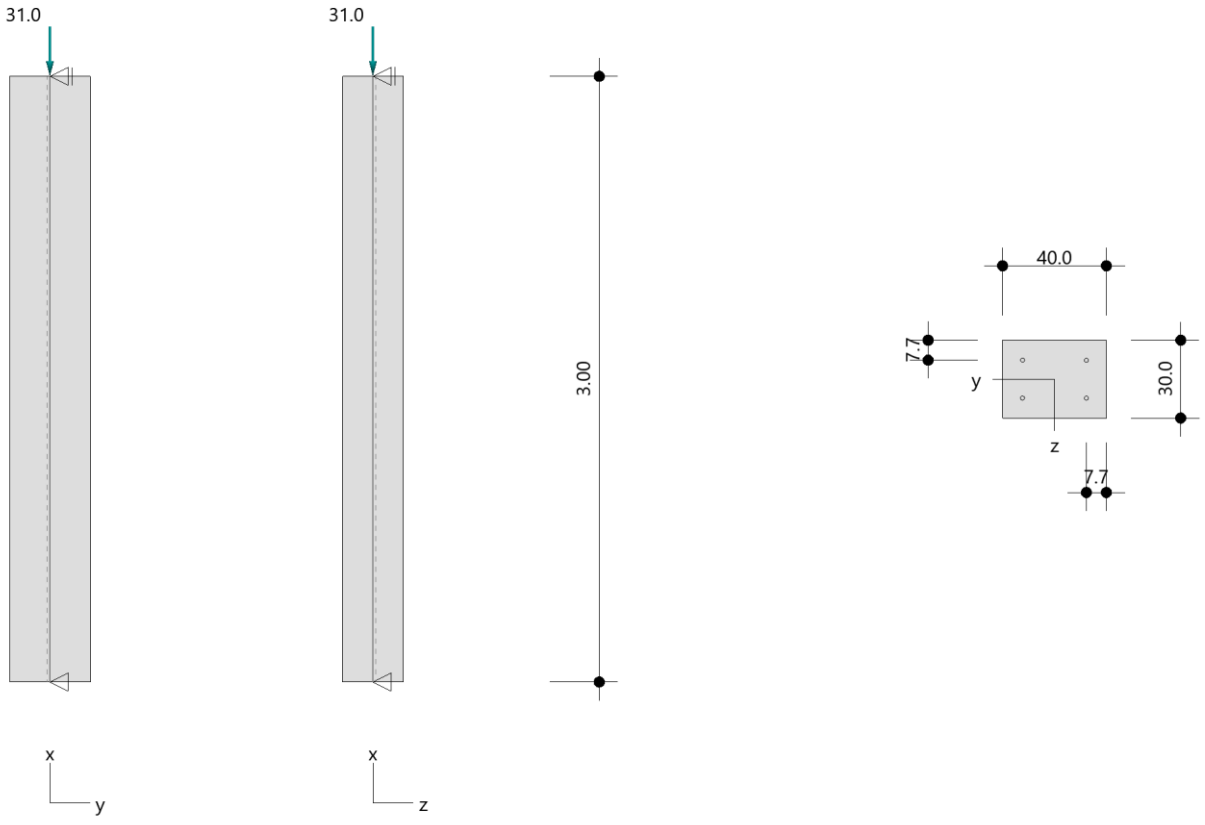
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2= 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleichesγ_F($\gamma_{G,sup}$oder$\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 37.9



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff		XA2/XF3/WA		
Bewehrungskorrosion		XC4/XD3		
Mindestbetonklasse		C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	= 8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	= 16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	= 15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	= 55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	= 40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	= 63	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	= 55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	= 0.30	mm	
Korrosionsschutz		nach 7.3.1 (7)		

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte	LU	= 50	%	Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter	t_0	= 28	Tage	
Endkriechzahl	$\phi(t_0,\infty)$	= 2.13		

Materialauswahl

Beton C 35/45	f_{ck}	= 35.00	N/mm²	E_{cm}	= 34000	N/mm²	
Betonstahl B500A	f_{yk}	= 500.00	N/mm²	E_s	= 200000	N/mm²	
	$k(f_t/f_y)$	= 1.05		ε_{uk}	= 25.0	‰	Bügel und Längsbewehrung

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 35/45			Betonstahl B500A		
	α_{cc}= 0.85α_{ct}= 0.85					
	γ_c	f_{cd} [N/mm²]	f_{ctd} [N/mm²]	γ_s	f_{yd} [N/mm²]	$f_{td}= f_{tk,cal}/\gamma_s$ [N/mm²]
ständig/vorübergehend	1.50	19.83	1.27	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützenhöhe	l =	3.00	m
Querschnitt	b_y/d_z =	40.0/30.0	cm
	b_1/d_1 =	7.7/7.7	cm
Bewehrungsanordnung		1/4 je Ecke	

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_v [kNm/rad]
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

Übersicht der verwendeten Einwirkungen (für STR und P/T)

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	e_z [cm]	F_v [kN]	F_z [kN]	M_v [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		31.0							ständig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_v [cm]	e_z [cm]	F_v [kN]	F_z [kN]	M_v [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		9.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Die Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen (über Arbeitslinie Stahl, basierend auf $f_{ct,m}$) wird im GZG berücksichtigt
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die Zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

FL.B5lib.dll v4.20222.0422.0 - FLCE906.exe v6.20111.128.1

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1104,86 in y- / 621,48 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]	LK 2[1)]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00
V = 31,0 kN(ständig)	1.35	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da$\lambda <= \lambda_{lim}$nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,v}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_v	λ_z	$\lambda_{lim,v}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,v}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	3.00	3.00	26.0	34.6	106.2	106.2	0.0	0.0	2.125	0.817

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. 2. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
1	3.00	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	Querschnitt
	2.50	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	
	2.00	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	
	1.50	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	
	1.00	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	
	0.50	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	
	0.00	-54.0	0.00	0.00	0.02	0.2 1)	8.0	

1 : Mindestlängsbewehrung nach EN 1992-1-1, 9.5.2 (2)

Auflagerreaktionen - Extremwertesätze aus allen berechneten Überlagerungen (ständig/vorübergehend)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,v}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,v}$ [kNm]	LK
Fußpunkt	0.00	40.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		54.0	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	8.0

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 1)
Stützeneigengewicht	1.00
V = 31,0 kN(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_v [cm]	f_z [cm]	$f_{v,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. 2. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-21.00	0.02

1 : = 0,60 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{v,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. 2. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1)] [N/mm²]	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	0.00	-0.009	-1.81	400.00	0.00

1 : = 0,80 * $f_{y,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1)]
Stützeneigengewicht	1.00
V = 31,0 kN(ständig)	1.00

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatz - Th. 2. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1)] [N/mm²]	vorh $f_{\Phi,nl}$	erf $f_{\Phi,nl}$	η
1	3.00	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	2.50	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	2.00	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	1.50	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	1.00	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	0.50	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02
1	0.00	-40.0	0.00	0.00	-0.010	-0.33	-15.75	1.00		0.02

1 : = 0,45 * $f_{c,k}$(EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

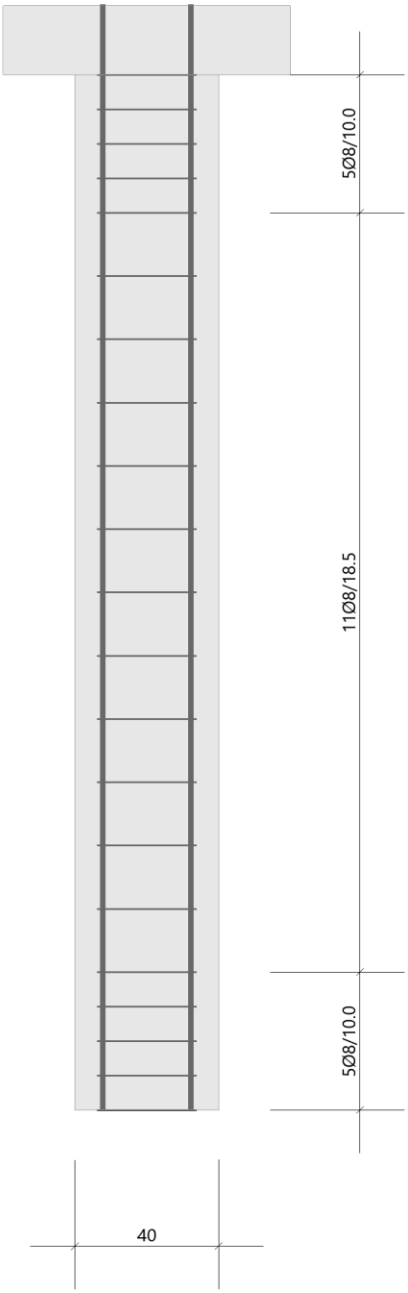
Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1	1	16	2.0	-12.3	-7.3
Bügel: 21Ø8 mm	2	16	2.0	12.3	-7.3
	3	16	2.0	12.3	7.3
	4	16	2.0	-12.3	7.3
			8.0		

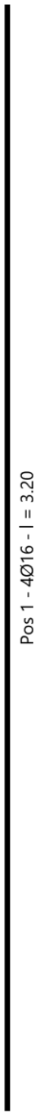
Realisierte Betondeckung

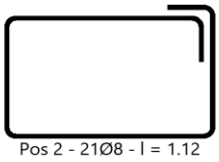
Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	6.3	5.5	6.9	6.1

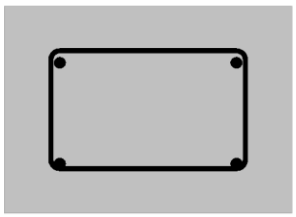
Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 20









11 Bodenplatten

11.1 Pos. BP01 Bodenplatte Gebäude

Die in Ortbetonbauweise hergestellte Bodenplatte wird auf einer 10 cm straken Sauberkeitsschicht gegründet.
Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls PLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 50 cm

Lastannahmen:
Aus Pos. W01:
$g_k \approx 200\ kN / 4{,}45\ m + 120\ kN / 3{,}05\ m + 6{,}4\ kN/m^2 * 6{,}30\ m = 85\ kN/m$
$q_k \approx 60\ kN / 4{,}45\ m + 120\ kN / 3{,}05\ m = 53\ kN/m$

Aus Pos. W02:
$g_k = 94{,}3\ kN/m$
$q_k = 90{,}1\ kN/m$

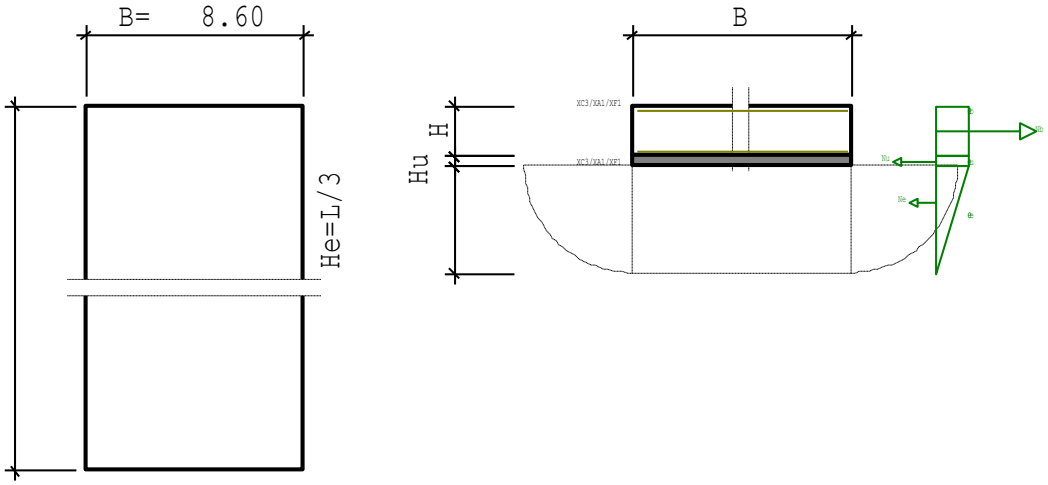
Eigengewicht Kellerwand: $g_k = 4{,}20\ m * 0{,}30\ m * 25\ kN/m^3 = 32\ kN/m$
Eigengewicht Estrich: $g_k = 24\ kN/m^3 * 0{,}20\ m = 4{,}8\ kN/m^2$
Verkehrslast: $q_k = 5{,}0\ kN/m^2$

Bewehrungsführung
Gewählt: obere Lage Längsrichtung: Ø14-10
obere Lage Querrichtung: Ø16-10
untere Lage Längsrichtung: Ø14-10
untere Lage Querrichtung: Ø14-10
Randsteckbügel: Ø12-10

Position: BP01_Bodenplatte

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P09)

Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
Betonstahl	B500B
Beton	C 35/45
	t>= 28d (langsame Erh.)
Betonzugfestigkeit	fcteff= 3.21 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)
	Ecm = 34000 N/mm2

Kriechzahl

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ SL
Belastungsalter	t_0	=	8	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.57		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA1/XF1/WF		
Bewehrungskorrosion			XC3		
Beton mit			langsamer Erhärtung		
Mindestbetonklasse			C 25/30		
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
reduziertes cmin			>=C 20/25		
Bügel	$c_{min,b}$	=	15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	30	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	15	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	38	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	30	mm	

zul. Rissbreite w_{max} = 0.20 mm *3
*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

BODENPLATTE						
Abmessungen	B =	8.60	m	H =	0.50	m
	L =	13.75	m			
Bewehrung	dob =	4.9	cm	dun =	4.9	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.
Verfahren nach DAfStb Heft 466
Bodenplatte:
ΔT=-25.00K αT=10.00*10-6 1/K
εb=-0.250o/ooCb=1.7000e+05kN/cm
Baugrund:
Ee = 80.00 MN/m2 Ce= 2.4566e+06 KN
Unterbeton: C 16/20
αE=1.00kEc(t)=0.90Ecm=26100N/mm2
Hu = 0.10 m Cu= 2.6100e+04 kN/cm εs=0.000o/oo
Nzw= 618.55 kN/m
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):
γ = 25.00 kN/m3 q = 0.00 kN/m2
cal ϕ=35.0Grd μ= 0.61
γ_R = 1.35 μ_d = 0.83
Nzw= 71.08 kN/m
maßgebend: Nzw= 71.08 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

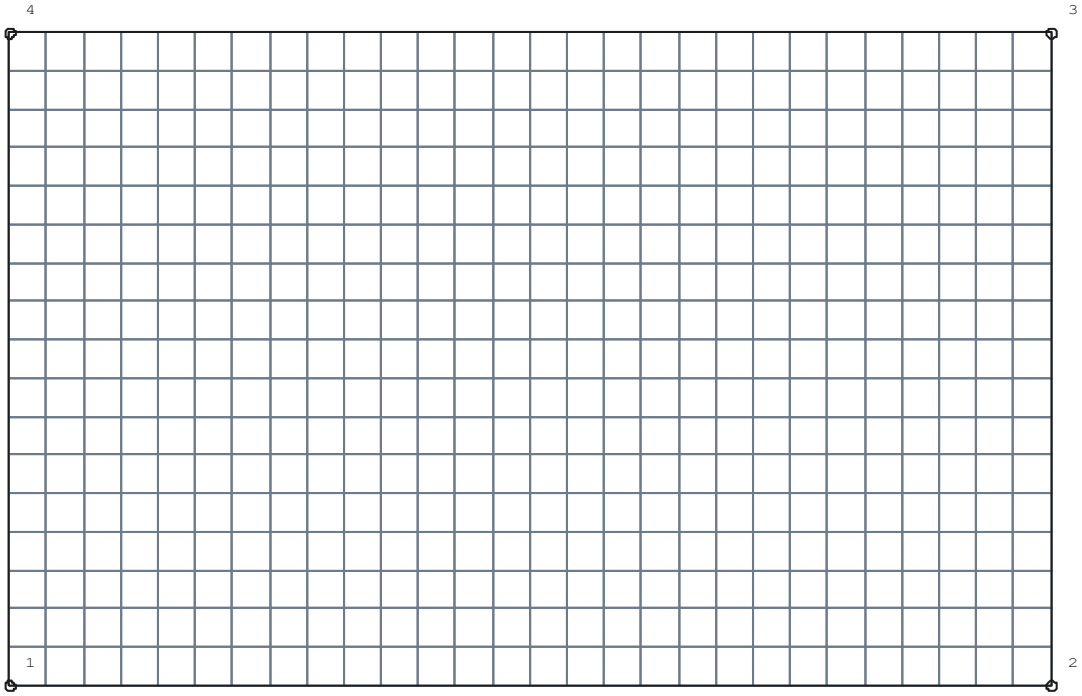
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =14.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
Biegezwang Nx = 71.08 kN/m My =-127.83 kNm/m
gewählt: Asu = 0.00 cm2/m
Dehnung mit ϕ=2.57 ε1=-0.46o/oo ε2=1.35o/oo
Druckzonenhöhe X = 126.9 mm
ε2s=1.17o/ooFs=348.9kN/m
heff = 12.2 cm Fcre = 393.2 kN/m
erforderlich: Aso = 14.87 cm2/m
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Position: BP01_Bodenplatte Gebäude

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2022 (Frilo R-2022-2/P09)

System

Grundriss: FE-Netz - 522 Knoten 476 Elemente
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Übersicht

Art	ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	JA	
Einwirkung	ständig	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	8	
Punktlasten	0	
Linienlasten	4	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	5540	[kN]
Anteil auf der Platte		
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1478	[kN]
Summe aller Lasten		
Charakteristischer Wert (1-fach)	7019	[kN]

Bemessungswert (Gamma-fach)	9475 [kN]
Summe der Auflagerkräfte	0 [kN]
Summe des Sohldrucks	9475 [kN]
Summe aller Reaktionen	9475 [kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)

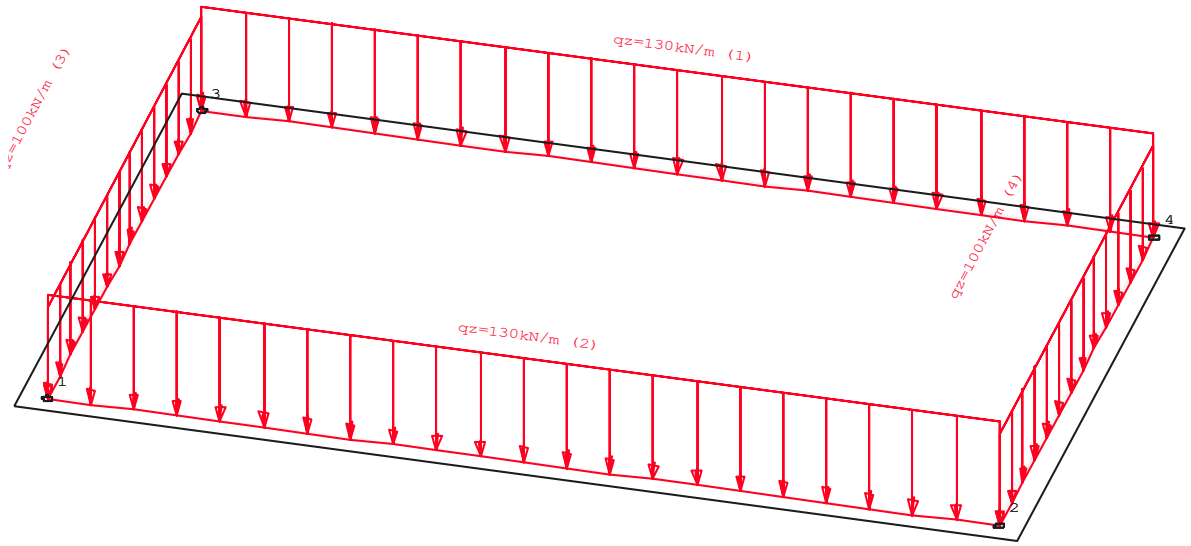
HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte ermittelt

DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 1 "Eigenlast"

Linienlasten

Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Linienlasten

Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	3	4			
2	1	2			
3	3	1			
4	2	4			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	130.00	130.00	0.00	0.00
2	130.00	130.00	0.00	0.00
3	100.00	100.00	0.00	0.00
4	100.00	100.00	0.00	0.00

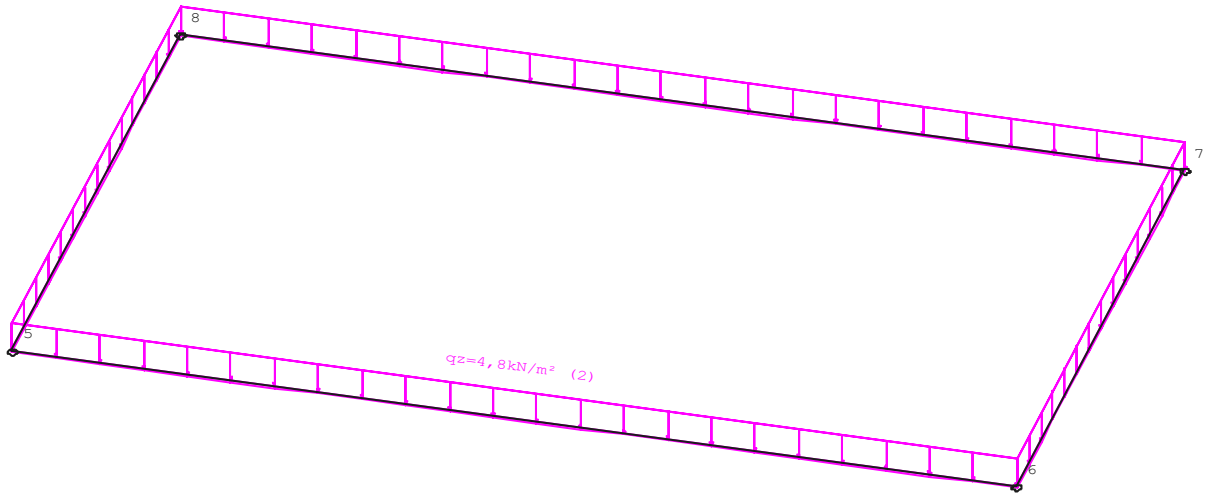
Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1696.50	1696.50
2	1696.50	1696.50
3	790.00	790.00
4	789.82	789.82
Gesamt	4972.82	4972.82

Lastfall 1 "Eigenlast"

Flächenlasten

Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	4.80	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	8			
		4	8	5			

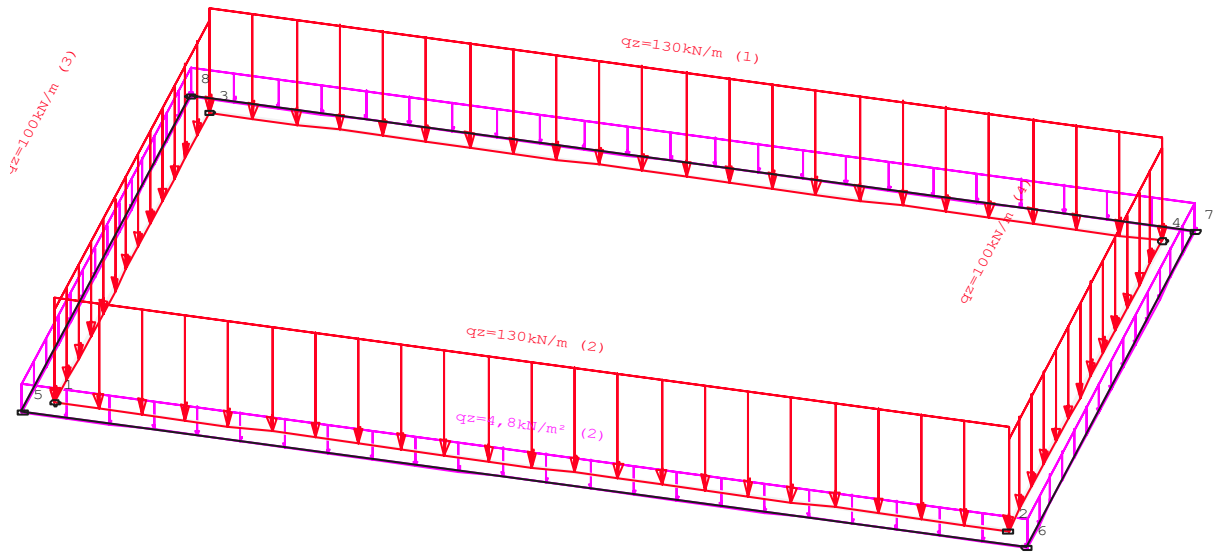
Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	567.60	567.60
Gesamt	567.60	567.60

Lastfall 1 "Eigenlast"

Lasten

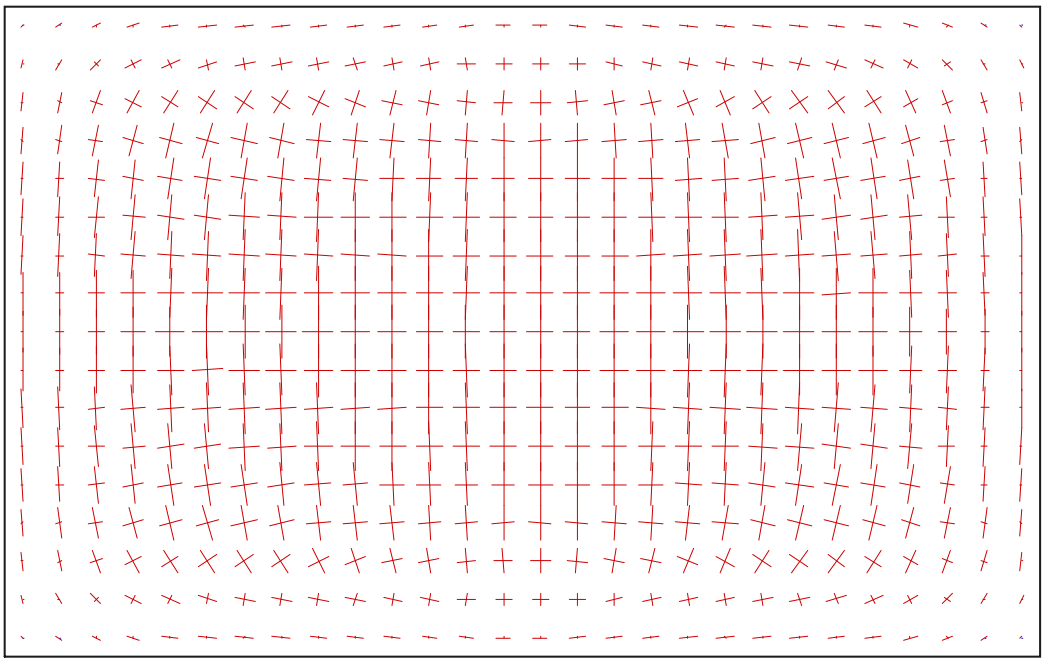
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Hauptmomente

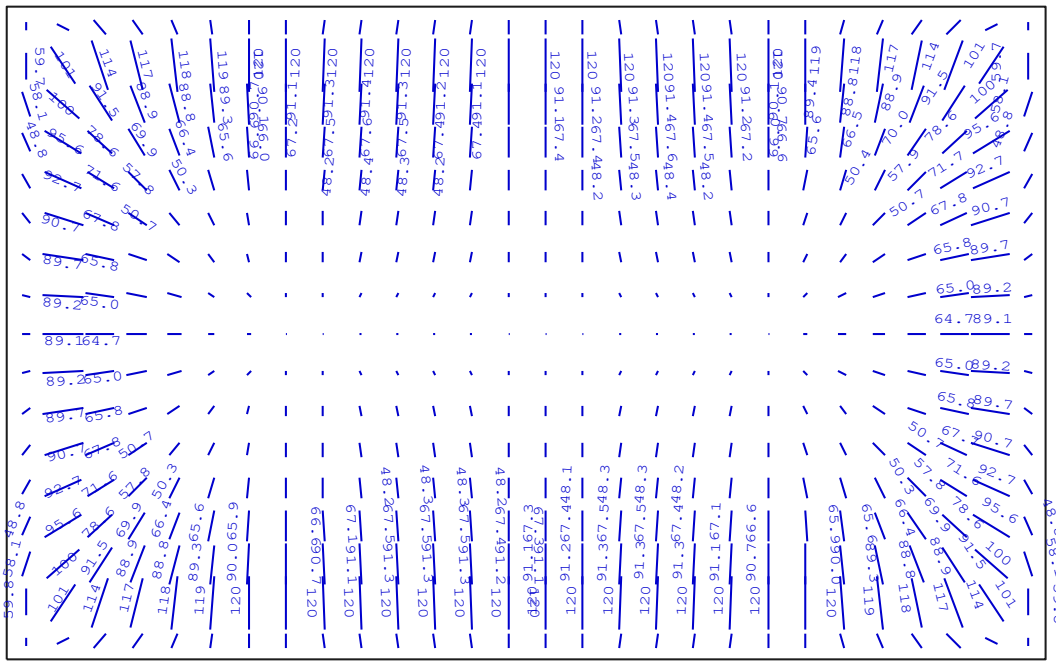
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

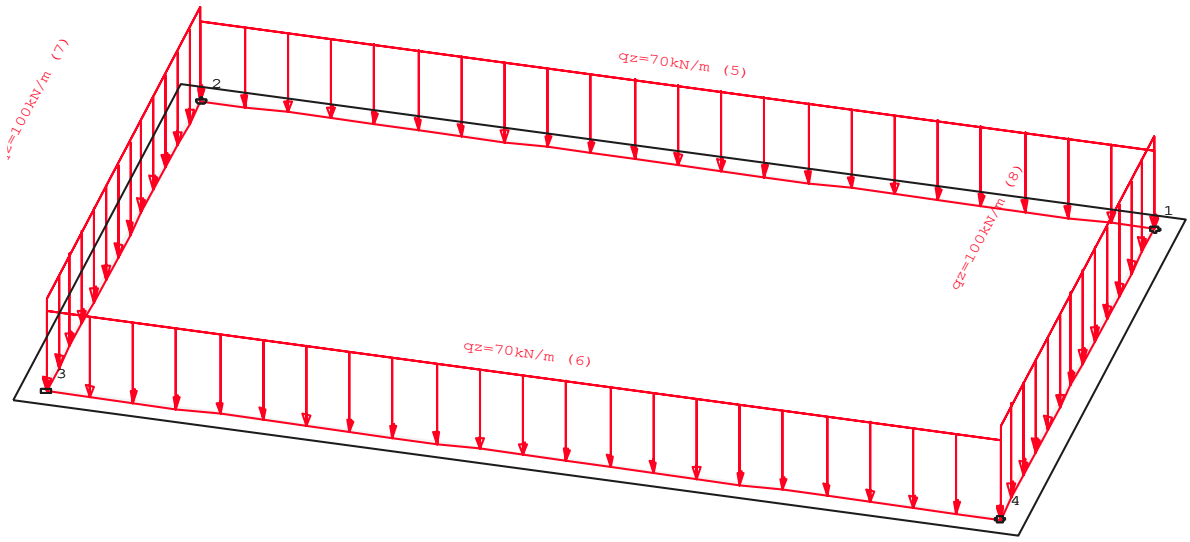
Übersicht

Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	8	
Punktlasten	0	
Linienlasten	4	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)		
Charakteristischer Wert (1-fach)	3998	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	5997	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	5997	[kN]
Summe aller Reaktionen	5997	[kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)	

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte

ermittelt DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 2 "Verkehrslast"
Linienlasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"
Linienlasten

Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
5	1	2			
6	3	4			
7	2	3			
8	4	1			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
5	70.00	70.00	0.00	0.00
6	70.00	70.00	0.00	0.00
7	100.00	100.00	0.00	0.00
8	100.00	100.00	0.00	0.00

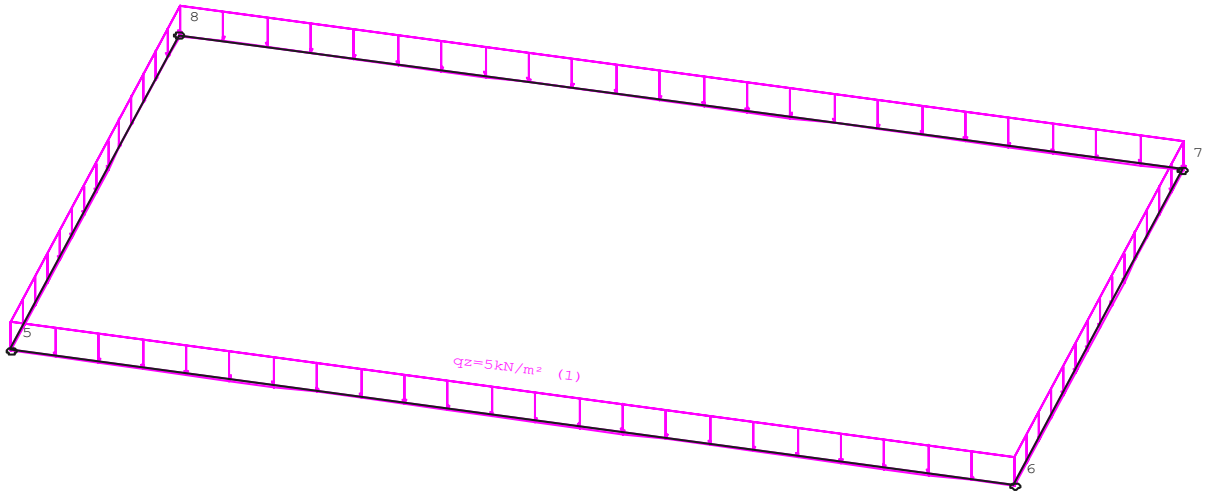
Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
5	913.50	913.50
6	913.50	913.50
7	790.00	790.00
8	789.82	789.82
Gesamt	3406.82	3406.82

Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten

Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	5.00	1	5	6			
		2	6	7			
		3	7	8			
		4	8	5			

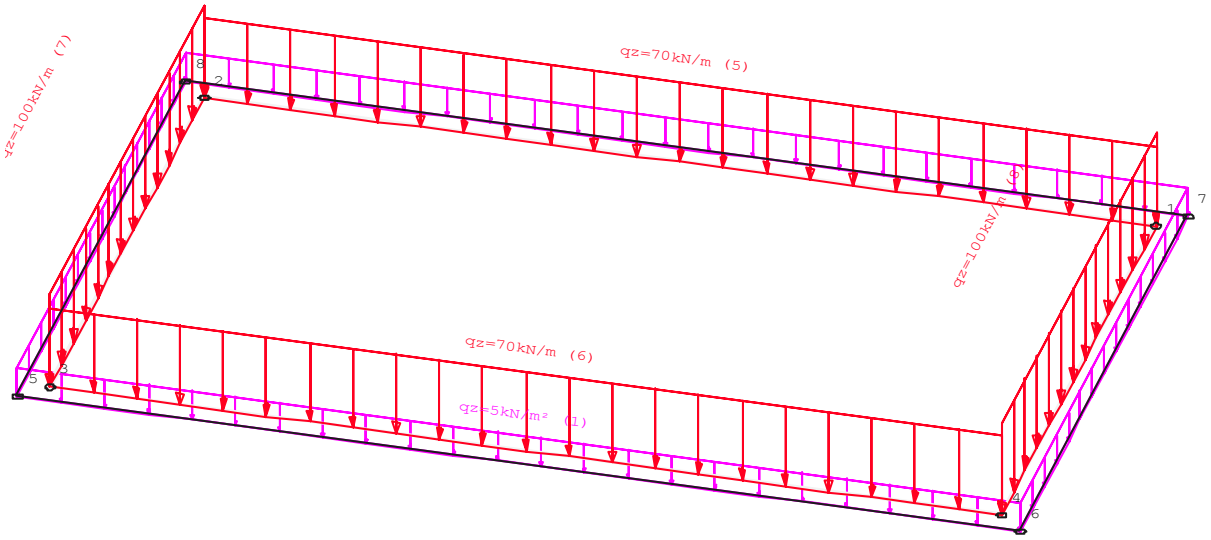
Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	591.25	591.25
Gesamt	591.25	591.25

Lastfall 2 "Verkehrslast"

Lasten

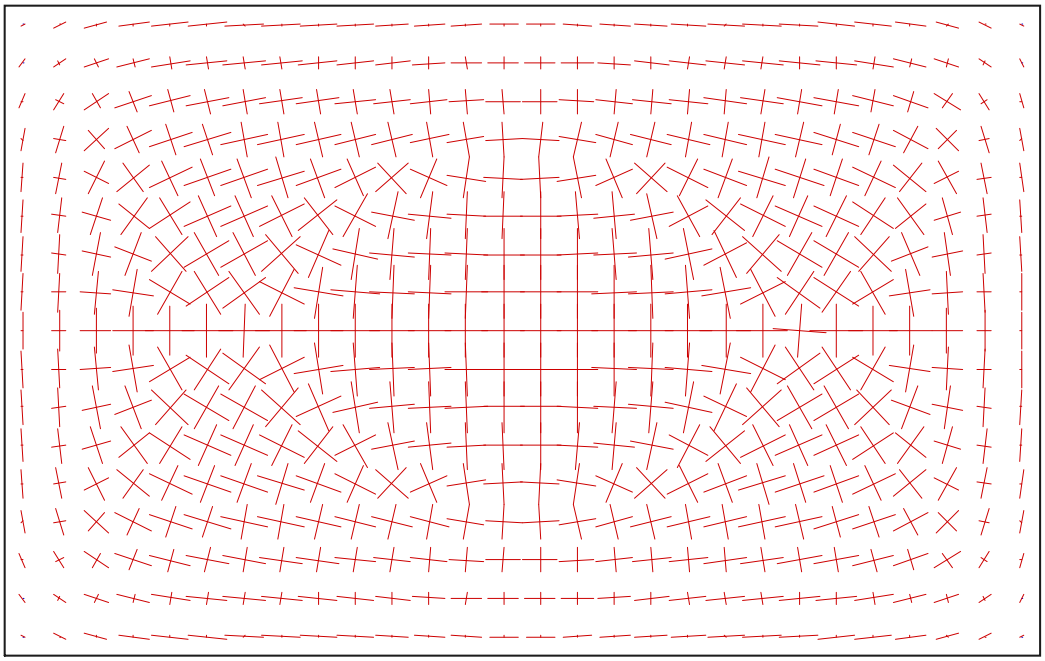
Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Hauptmomente

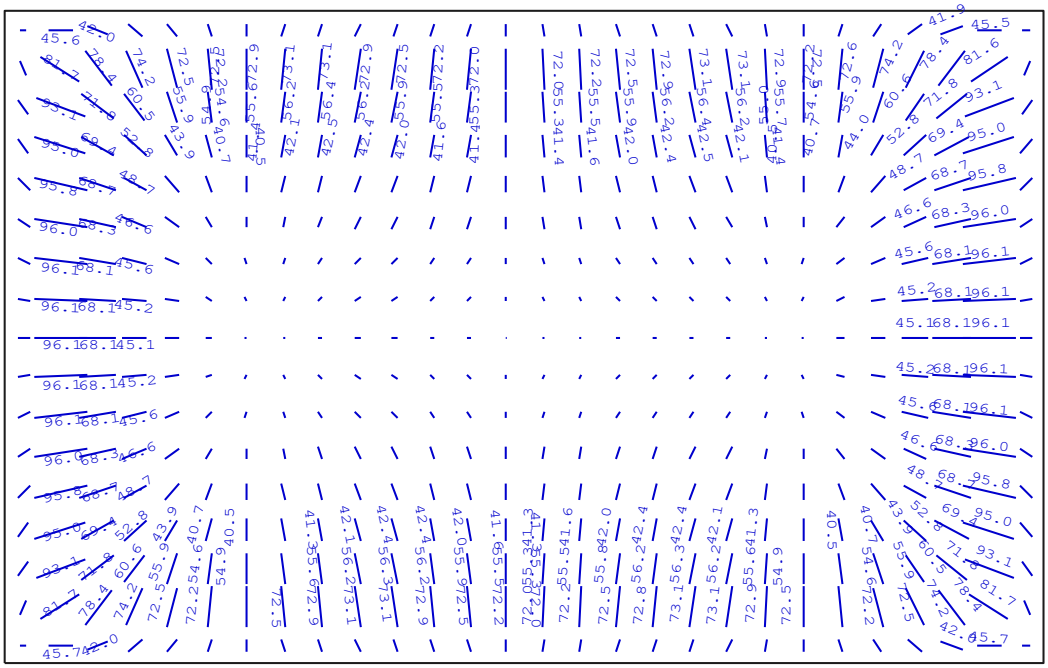
Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Übersicht

Ausgewählte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Leit-
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name	Ein-wirkung
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig	
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	*1)

1 : *: nicht-ständige Leiteinwirkung nach DIN EN 1990/NA:2010-12

Berechnete Situationen

Nummer	Situation
1	Charakteristisch
2	GZT Ständig und Vorübergehend

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

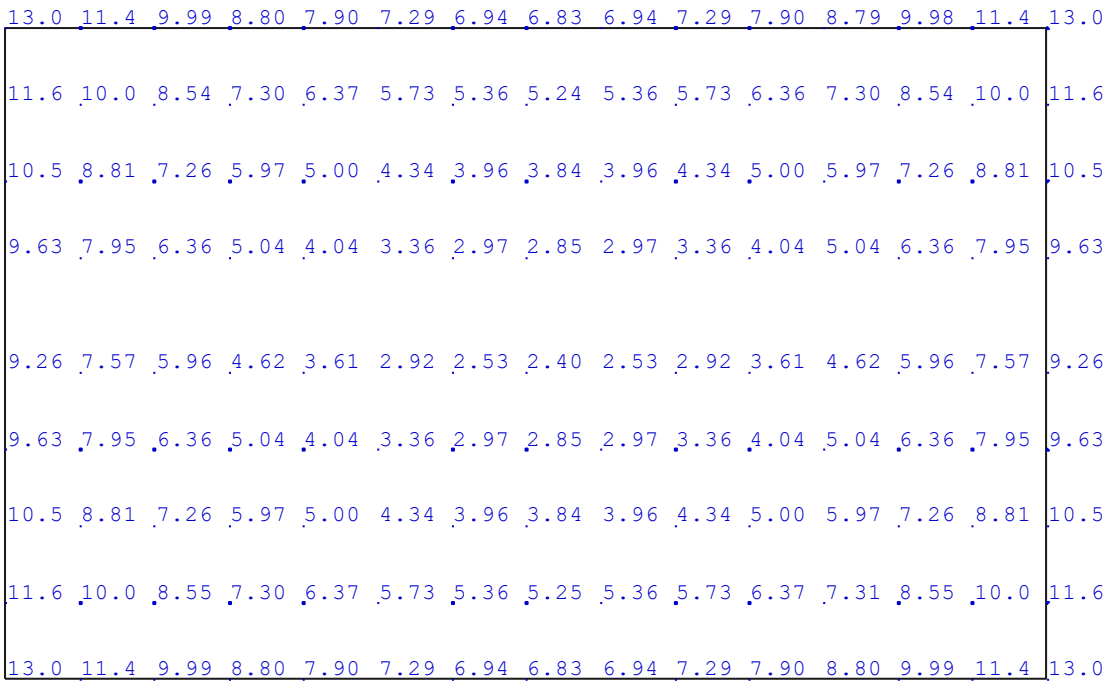
Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	9538	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1478	[kN]
Summe aller Lasten	11017	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	11017	[kN]
Summe aller Reaktionen	11017	[kN]

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm]
Maßstab 1 : 100

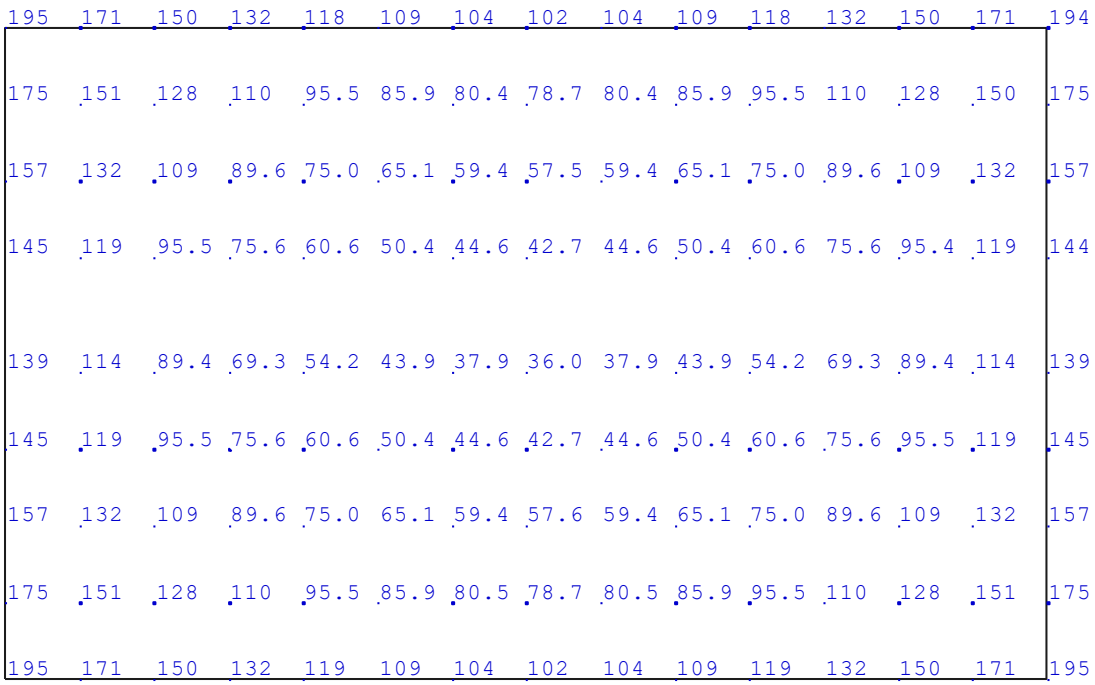


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Sohldruck [kN/m²]

Maßstab 1 : 100

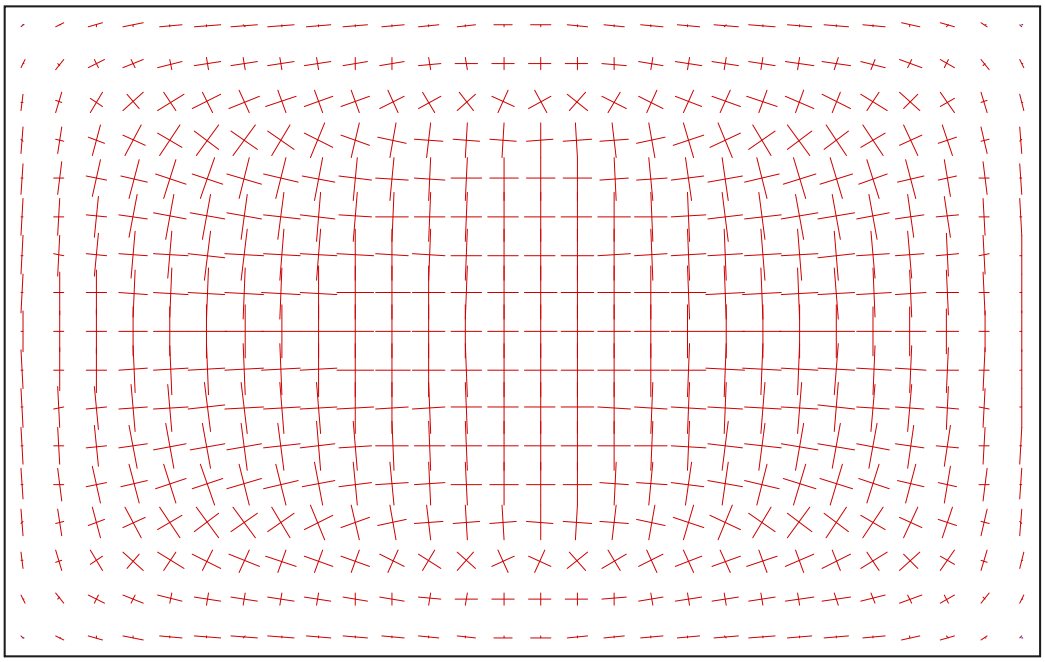


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

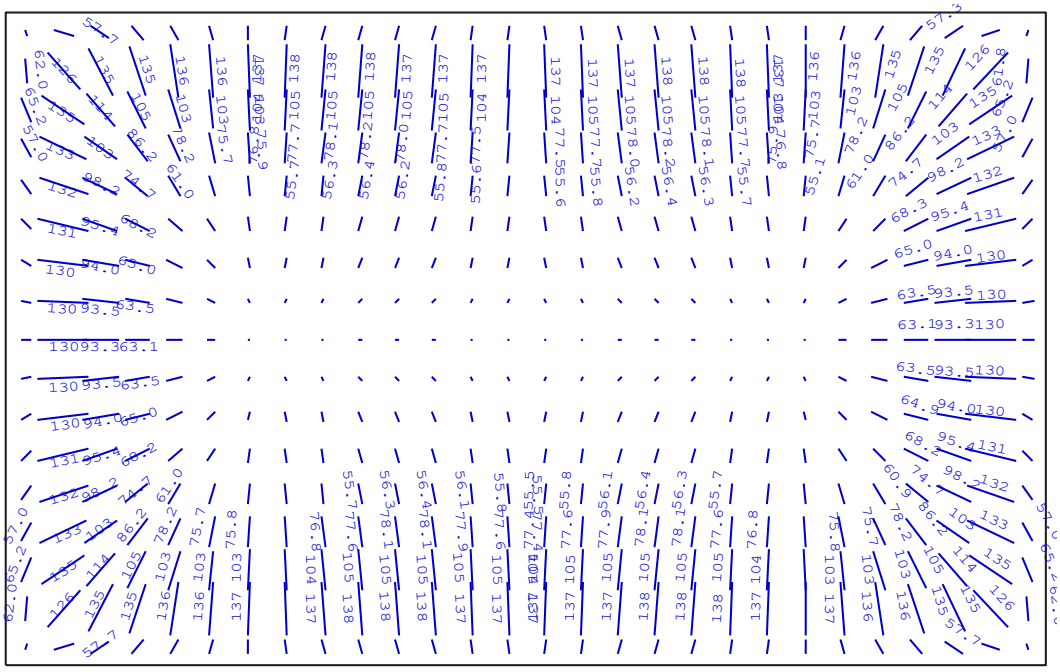
Hauptmomente

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Hauptquerkräfte [kN/m]
Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung	
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
	Bezeichnung			sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.80

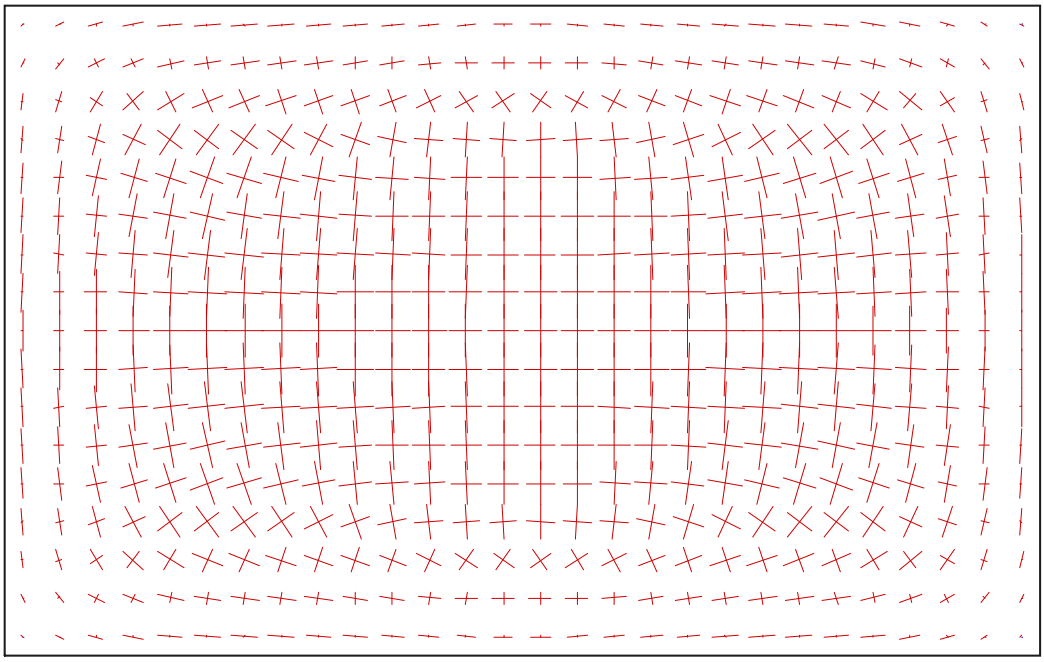
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	9538	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1478	[kN]
Summe aller Lasten		
Charakteristischer Wert (1-fach)	11017	[kN]

Bemessungswert (Gamma-fach)	15472	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	15472	[kN]
Summe aller Reaktionen	15472	[kN]

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte
Die gewählte Leiteinwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00.

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Hauptmomente
Maßstab 1 : 100

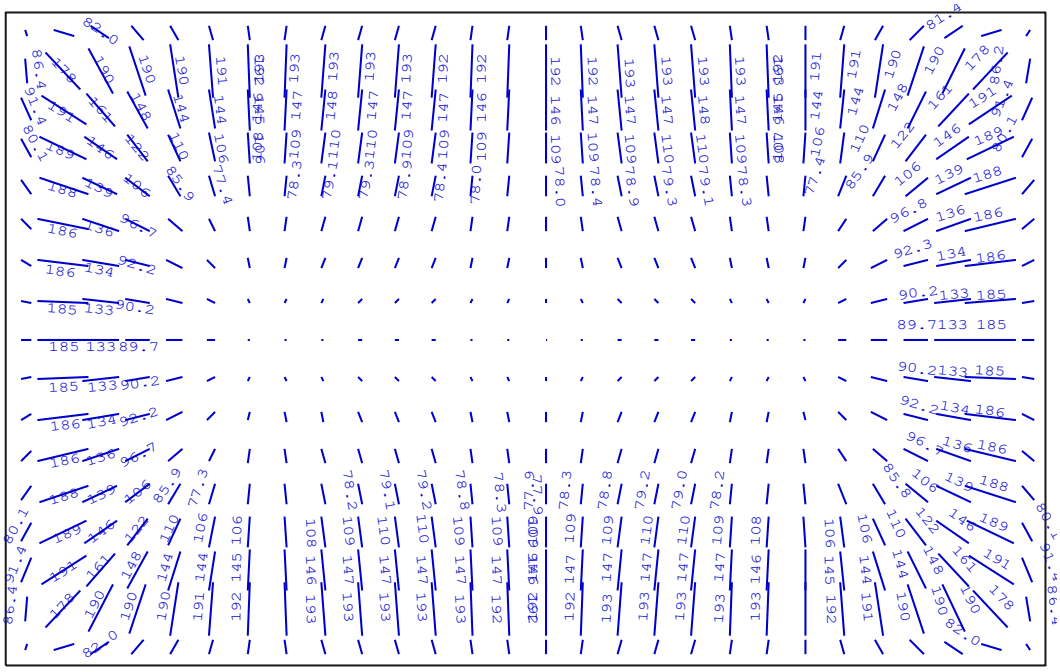


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



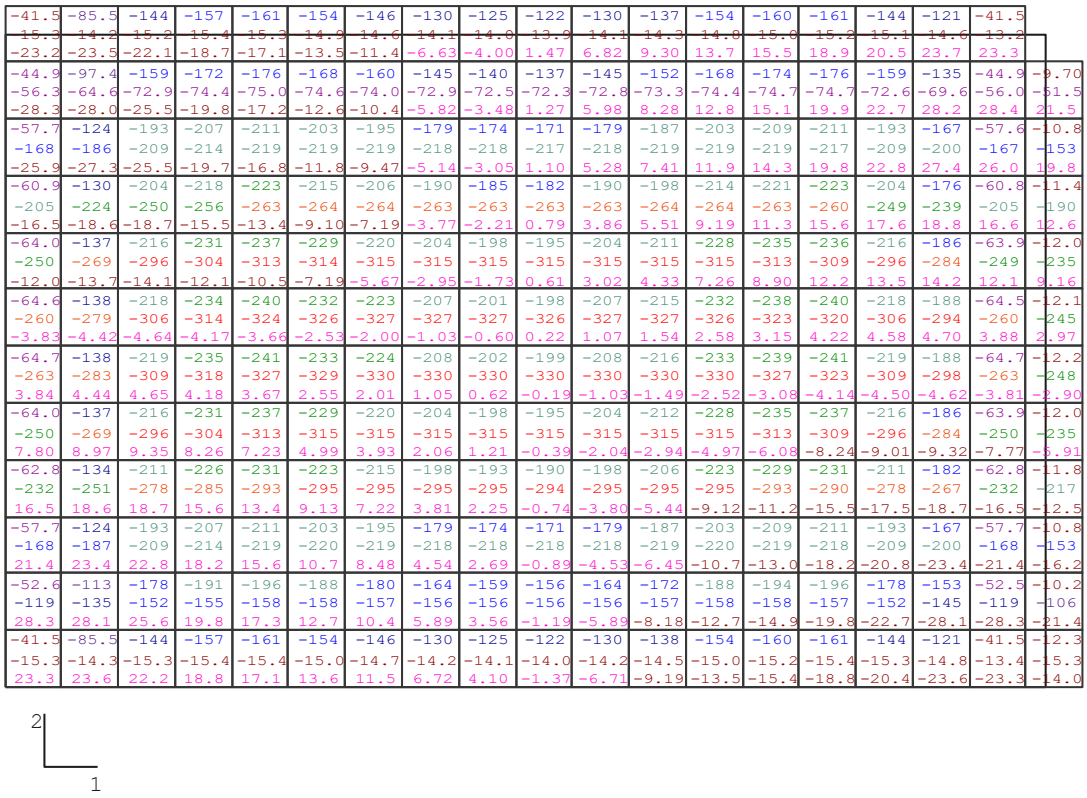
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkräfte - q-1z, q-2z [kN/m]

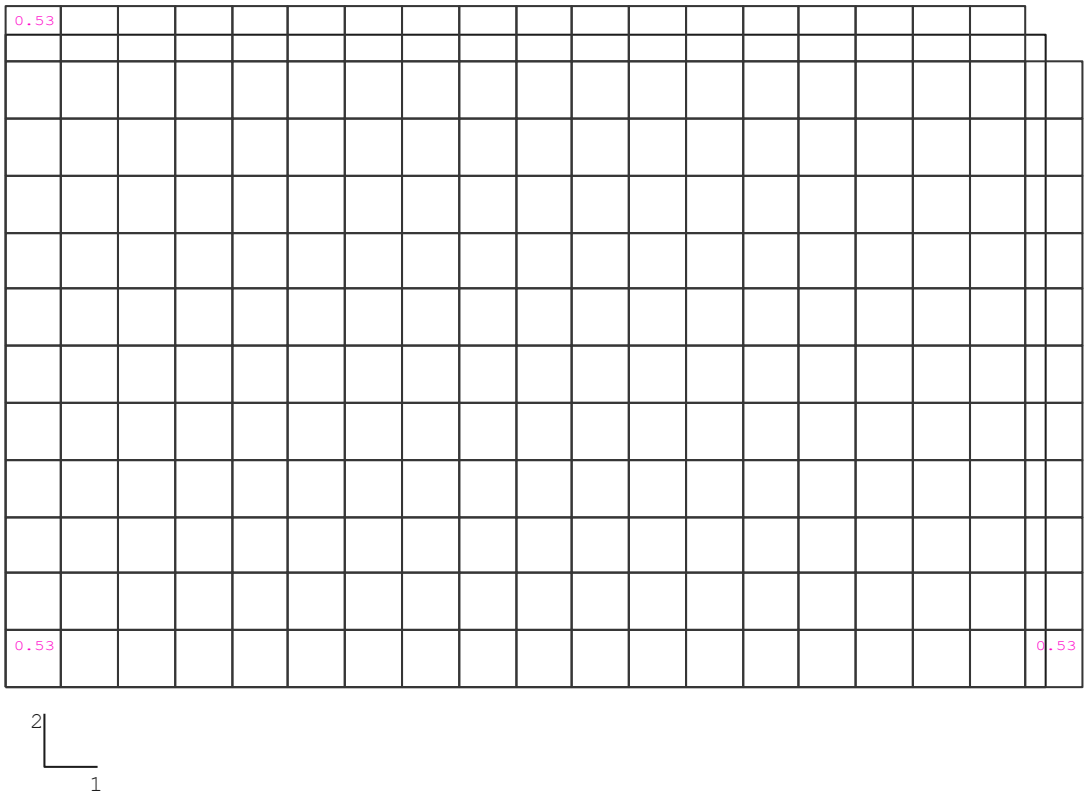
Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100

-74.5	-68.2	-50.2	-13.9	7.47	12.5	14.5	11.3	7.35	-2.51	-11.3	-13.8	-14.5	-7.45	14.0	30.6	68.1	74.3	
20.6	45.4	52.4	53.4	53.7	53.1	52.5	51.5	51.2	51.0	51.3	51.7	52.6	53.0	53.1	51.7	49.1	19.9	
-122	-87.2	-57.8	-15.5	7.61	13.0	15.1	11.8	7.66	-2.58	-11.7	-14.3	-15.0	-7.53	15.5	34.1	87.1	122	11.5
130	169	187	191	193	193	193	192	192	192	192	192	193	193	192	187	181	130	85.4
-173	-118	-76.3	-21.6	6.92	12.8	15.1	12.0	7.83	-2.66	-11.9	-14.5	-15.0	-6.86	21.6	44.9	118	173	38.4
102	121	139	143	146	147	147	147	146	146	147	147	147	146	145	139	132	102	84.7
-179	-125	-82.1	-24.4	-6.79	11.8	14.7	12.0	7.85	-2.67	-11.9	-14.4	-14.6	-4.87	24.4	49.1	125	179	41.1
56.4	61.4	70.5	73.4	76.6	77.4	77.9	78.0	78.0	78.0	78.0	77.9	77.8	76.7	75.5	70.5	66.5	56.4	52.9
-184	-131	-88.1	-28.1	-9.33	11.2	14.4	11.9	7.84	-2.68	-11.9	-14.3	-14.4	-3.95	28.1	54.0	131	184	43.4
38.8	41.6	47.3	49.3	51.8	52.5	53.0	53.1	53.1	53.1	53.1	53.0	52.8	51.9	50.9	47.3	44.7	38.9	37.0
-185	-132	-89.3	-28.9	-9.97	10.5	14.2	11.9	7.80	-2.68	-11.8	-14.1	-14.0	-2.82	29.0	55.1	132	185	43.8
11.5	12.2	13.7	14.3	15.1	15.3	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.6	15.5	15.2	14.8	13.7	13.0	11.6	11.2
-185	-133	-89.7	-29.2	-10.2	10.5	14.2	11.8	7.79	-2.69	-11.8	-14.1	-14.0	-2.82	29.2	55.4	133	185	43.9
-11.5	-12.1	-13.6	-14.2	-15.1	-15.3	-15.5	-15.5	-15.5	-15.5	-15.5	-15.5	-15.4	-15.0	-14.7	-13.6	-12.8	-11.5	-11.0
-184	-131	-88.1	-28.1	-9.34	10.8	14.2	11.9	7.80	-2.70	-11.9	-14.2	-14.1	-3.26	28.1	54.0	131	184	43.4
-24.1	-25.6	-28.8	-30.1	-31.8	-32.2	-32.6	-32.7	-32.7	-32.7	-32.7	-32.6	-32.5	-31.8	-31.1	-28.8	-27.2	-24.1	-23.1
-182	-129	-85.9	-26.6	-8.28	11.7	14.7	12.0	7.82	-2.70	-11.9	-14.5	-14.7	-4.88	26.6	52.1	129	182	42.6
-56.4	-61.4	-70.4	-73.4	-76.6	-77.3	-77.9	-77.9	-77.9	-77.9	-77.9	-77.8	-77.7	-76.6	-75.3	-70.4	-66.4	-56.3	-52.9
-173	-118	-76.3	-21.6	5.93	12.3	14.9	12.0	7.79	-2.69	-11.9	-14.5	-14.9	-5.92	21.6	44.9	118	173	38.4
-77.2	-86.6	-100	-104	-108	-108	-109	-109	-109	-109	-109	-109	-109	-108	-106	-100	-94.6	-77.1	-70.3
-161	-107	-68.0	-18.4	7.57	12.9	15.0	11.9	7.72	-2.67	-11.9	-14.5	-15.0	-7.57	18.4	39.6	107	161	34.2
-130	-169	-187	-191	-193	-193	-193	-192	-192	-192	-192	-192	-193	-193	-192	-187	-181	-130	-85.6
-74.5	-68.3	-50.2	-14.0	7.46	12.5	14.5	11.3	7.33	-2.53	-11.3	-13.9	-14.5	-7.46	14.0	30.6	68.2	74.5	11.9
-20.6	-45.5	-52.6	-53.6	-53.9	-53.4	-52.9	-51.9	-51.6	-51.5	-51.9	-52.4	-53.4	-53.8	-53.9	-52.6	-50.0	-20.6	-19.5



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bemessungsmomente, unten - mB-1, mB-2 [kNm/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bemessungsmomente, oben - mB-1, mB-2 [kNm/m]

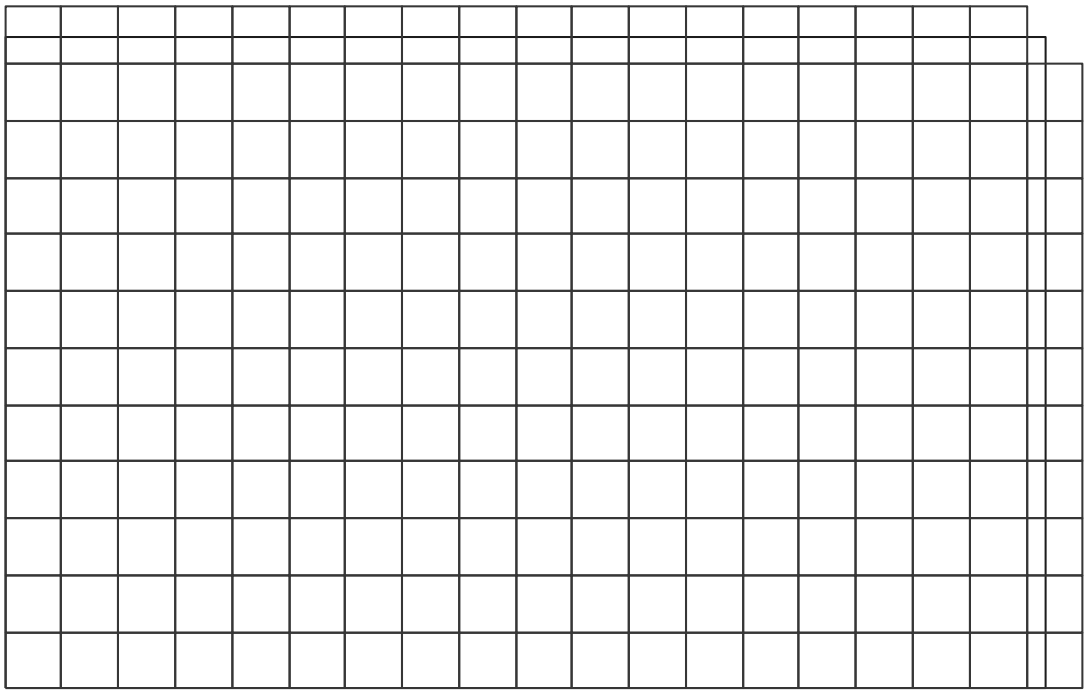
Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100

-64.7	-109	-165	-176	-179	-167	-157	-137	-129	-123	-137	-147	-167	-175	-179	-165	-143	-64.8	
-36.7	-37.8	-36.9	-34.1	-32.4	-28.4	-26.0	-20.8	-18.0	-15.3	-20.9	-23.6	-28.5	-30.6	-34.1	-35.6	-37.7	-36.6	
-73.2	-125	-181	-191	-193	-181	-171	-151	-143	-138	-151	-160	-181	-189	-193	-181	-160	-73.3	-31.2
-84.6	-92.7	-95.4	-94.2	-92.2	-87.2	-84.4	-78.7	-76.0	-73.6	-78.8	-81.6	-87.1	-89.8	-94.0	-95.3	-95.2	-84.4	-73.0
-79.0	-147	-214	-225	-227	-214	-203	-184	-176	-172	-184	-193	-214	-222	-227	-214	-190	-79.1	-30.0
-189	-210	-230	-233	-233	-230	-228	-223	-220	-218	-223	-225	-230	-232	-233	-229	-223	-189	-169
-77.4	-149	-221	-234	-236	-224	-214	-194	-187	-183	-194	-203	-224	-232	-236	-221	-195	-77.4	-23.9
-221	-243	-267	-272	-274	-273	-271	-267	-265	-264	-267	-269	-273	-274	-274	-267	-258	-221	-202
-74.8	-148	-225	-240	-244	-233	-224	-206	-199	-196	-206	-214	-233	-241	-244	-225	-196	-74.8	-20.9
-257	-278	-305	-312	-319	-319	-319	-317	-316	-315	-317	-318	-319	-319	-317	-305	-294	-257	-241
-68.4	-142	-223	-238	-243	-234	-225	-208	-202	-199	-208	-216	-234	-241	-243	-223	-192	-68.4	-15.1
-264	-284	-311	-319	-327	-328	-329	-328	-327	-327	-328	-328	-328	-327	-324	-311	-299	-263	-248
-68.4	-142	-223	-238	-243	-234	-225	-208	-202	-199	-208	-216	-234	-241	-243	-223	-192	-68.3	-15.0
-264	-284	-311	-319	-327	-329	-330	-330	-330	-330	-330	-330	-330	-327	-324	-311	-299	-263	-248
-71.8	-146	-225	-240	-244	-234	-224	-206	-199	-196	-206	-214	-233	-241	-244	-225	-195	-71.7	-17.9
-257	-278	-305	-312	-319	-320	-319	-317	-316	-315	-317	-318	-319	-319	-317	-305	-294	-257	-241
-77.4	-149	-224	-238	-242	-230	-220	-201	-195	-191	-201	-210	-230	-238	-241	-224	-196	-77.3	-23.9
-244	-265	-291	-297	-302	-302	-301	-298	-296	-295	-298	-299	-302	-302	-301	-291	-281	-244	-226
-79.1	-147	-214	-225	-227	-214	-203	-184	-177	-172	-184	-193	-214	-222	-227	-214	-190	-79.0	-27.0
-189	-210	-230	-233	-233	-230	-228	-223	-221	-219	-223	-225	-230	-232	-233	-230	-223	-189	-169
-78.5	-141	-201	-211	-213	-200	-189	-170	-162	-157	-170	-179	-200	-208	-212	-201	-179	-78.5	-31.1
-144	-162	-174	-175	-174	-170	-167	-161	-159	-157	-161	-164	-170	-172	-175	-174	-171	-144	-126
-64.8	-109	-165	-176	-179	-167	-157	-137	-129	-123	-137	-147	-167	-175	-179	-165	-143	-64.7	-26.3
-36.7	-37.8	-37.0	-34.2	-32.5	-28.5	-26.2	-21.0	-18.2	-15.4	-21.0	-23.6	-28.5	-30.7	-34.2	-35.7	-37.8	-36.7	-29.3



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100

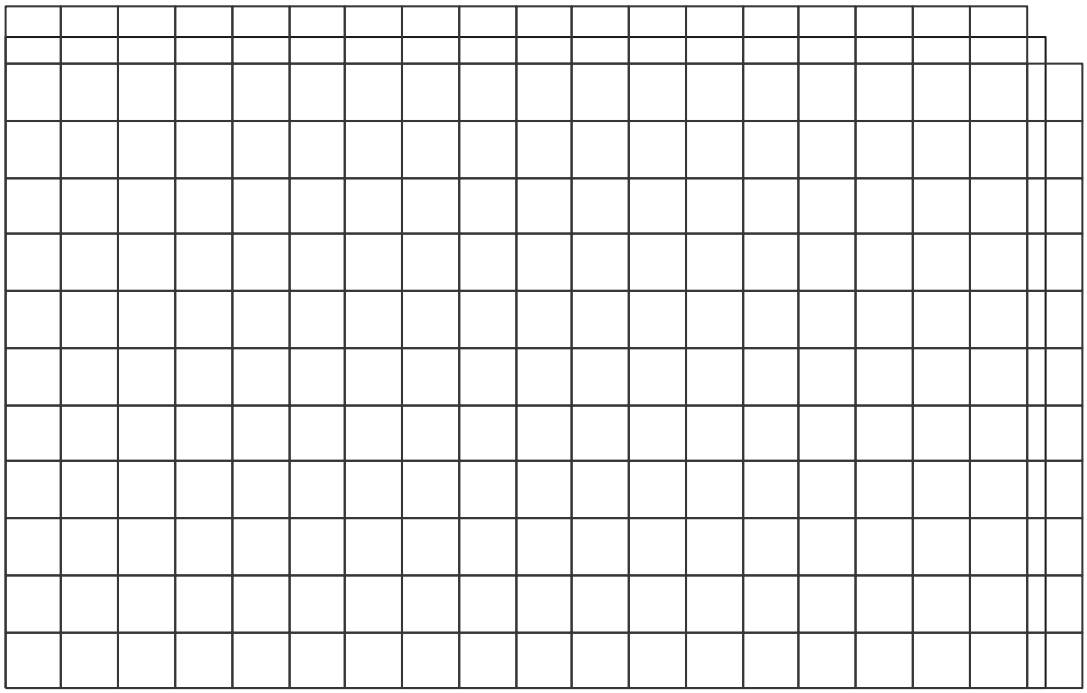


2
1

max as-1: 0.03 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 0.01 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



2
1

max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 100

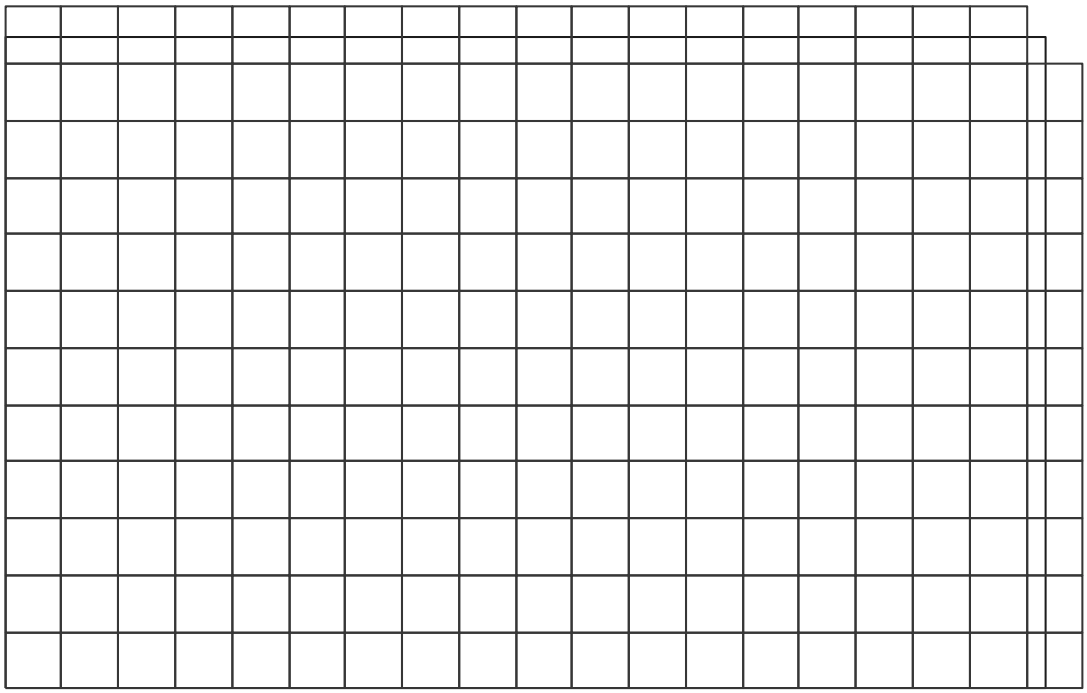
3.10	5.25	7.98	8.53	8.66	8.10	7.61	6.61	6.22	5.95	6.62	7.10	8.11	8.49	8.67	7.98	6.91	3.11	
1.81	1.86	1.82	1.71	1.73	1.62	1.52	1.32	1.24	1.19	1.32	1.42	1.62	1.70	1.73	1.75	1.86	1.80	
3.51	6.06	8.80	9.30	9.39	8.78	8.28	7.30	6.92	6.67	7.30	7.77	8.78	9.18	9.39	8.80	7.76	3.52	1.49
4.19	4.60	4.74	4.67	4.58	4.32	4.18	3.90	3.77	3.64	3.90	4.04	4.32	4.45	4.67	4.73	4.73	4.18	3.62
3.80	7.11	10.4	11.0	11.1	10.4	9.90	8.92	8.56	8.33	8.92	9.38	10.4	10.8	11.1	10.4	9.21	3.80	1.69
9.48	10.6	11.6	11.7	11.7	11.6	11.5	11.2	11.1	11.0	11.2	11.3	11.6	11.7	11.7	11.6	11.2	9.47	8.46
3.71	7.20	10.8	11.4	11.5	10.9	10.4	9.44	9.09	8.87	9.44	9.89	10.9	11.3	11.5	10.8	9.46	3.72	2.03
11.1	12.3	13.5	13.8	13.9	13.8	13.7	13.5	13.4	13.3	13.5	13.6	13.8	13.9	13.9	13.5	13.0	11.1	10.2
3.59	7.16	11.0	11.7	11.9	11.4	10.9	10.0	9.70	9.51	10.0	10.4	11.4	11.8	11.9	11.0	9.53	3.59	2.43
13.0	14.1	15.5	15.9	16.3	16.3	16.3	16.2	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.1	15.5	14.9	13.0	12.2
3.28	6.89	10.9	11.6	11.9	11.4	11.0	10.1	9.82	9.66	10.1	10.5	11.4	11.8	11.9	10.9	9.34	3.28	2.51
13.3	14.4	15.8	16.2	16.7	16.8	16.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.8	16.8	16.7	16.5	15.8	15.2	13.3	12.5
3.28	6.89	10.9	11.6	11.9	11.4	11.0	10.1	9.84	9.69	10.1	10.5	11.4	11.8	11.9	10.9	9.34	3.28	2.51
13.3	14.4	15.8	16.2	16.7	16.8	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.9	16.7	16.5	15.8	15.2	13.3	12.6
3.44	7.05	11.0	11.7	11.9	11.4	10.9	10.0	9.70	9.51	10.0	10.4	11.4	11.8	11.9	11.0	9.47	3.44	2.43
13.0	14.1	15.5	15.9	16.3	16.3	16.3	16.2	16.1	16.1	16.2	16.2	16.3	16.3	16.1	15.5	14.9	13.0	12.2
3.72	7.20	10.9	11.6	11.8	11.2	10.7	9.80	9.46	9.26	9.80	10.2	11.2	11.6	11.8	10.9	9.53	3.71	2.28
12.3	13.4	14.8	15.1	15.4	15.4	15.3	15.2	15.1	15.0	15.1	15.2	15.4	15.4	15.3	14.8	14.2	12.3	11.4
3.80	7.11	10.4	11.0	11.1	10.4	9.90	8.92	8.56	8.33	8.92	9.38	10.4	10.8	11.1	10.4	9.21	3.80	1.69
9.48	10.6	11.6	11.7	11.8	11.6	11.5	11.2	11.1	11.0	11.2	11.4	11.6	11.7	11.8	11.6	11.2	9.48	8.47
3.77	6.79	9.77	10.3	10.4	9.71	9.20	8.22	7.85	7.61	8.22	8.69	9.71	10.1	10.3	9.77	8.68	3.77	1.49
7.21	8.11	8.74	8.77	8.72	8.49	8.35	8.07	7.94	7.82	8.07	8.21	8.49	8.62	8.77	8.74	8.56	7.21	6.25
3.10	5.26	7.98	8.53	8.67	8.11	7.62	6.62	6.22	5.95	6.62	7.10	8.11	8.49	8.67	7.98	6.90	3.10	1.25
1.81	1.87	1.82	1.71	1.73	1.62	1.52	1.32	1.24	1.19	1.32	1.42	1.62	1.70	1.73	1.76	1.86	1.81	1.44



max as-1: 11.9 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 16.9 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



2
1

max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 100

0.36	0.33	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.26	0.33	0.36	
0.65	0.84	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.90	0.65	0.43
0.84	0.60	0.69	0.71	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.69	0.66	0.84	0.42
0.88	0.61	0.40	0.37	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.35	0.61	0.88	0.26
0.90	0.64	0.43	0.25	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.26	0.64	0.90	0.21
0.90	0.65	0.44	0.14	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.14	0.27	0.65	0.90	0.21
0.91	0.65	0.44	0.14	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.14	0.27	0.65	0.91	0.21
0.90	0.64	0.43	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.26	0.64	0.90	0.21
0.89	0.63	0.42	0.37	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.35	0.63	0.89	0.26
0.84	0.58	0.50	0.52	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.53	0.50	0.58	0.84	0.35
0.79	0.84	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.90	0.79	0.43
0.36	0.33	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.26	0.33	0.36	0.10



max as-B: 0 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 100

0.36 0.04	0.33 0.04	0.26 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.25 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.27 0.03	0.26 0.03	0.33 0.04	0.36 0.04	
0.65 0.07	0.84 0.10	0.94 0.11	0.95 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.94 0.11	0.90 0.10	0.65 0.07	0.43 0.05
0.84 0.10	0.60 0.07	0.69 0.08	0.71 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.73 0.08	0.72 0.08	0.69 0.08	0.66 0.08	0.84 0.10	0.42 0.05
0.88 0.10	0.61 0.07	0.40 0.05	0.37 0.04	0.38 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.38 0.04	0.38 0.04	0.35 0.04	0.61 0.07	0.88 0.10	0.26 0.03
0.90 0.10	0.64 0.07	0.43 0.05	0.25 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.25 0.03	0.26 0.03	0.64 0.07	0.90 0.10	0.21 0.02
0.90 0.10	0.65 0.07	0.44 0.05	0.14 0.02	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.14 0.02	0.27 0.03	0.65 0.07	0.90 0.10	0.21 0.02
0.91 0.10	0.65 0.07	0.44 0.05	0.14 0.02	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.08 0.01	0.14 0.02	0.27 0.03	0.65 0.07	0.91 0.10	0.21 0.02
0.90 0.10	0.64 0.07	0.43 0.05	0.15 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.16 0.02	0.26 0.03	0.64 0.07	0.90 0.10	0.21 0.02
0.89 0.10	0.63 0.07	0.42 0.05	0.37 0.04	0.38 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.39 0.04	0.38 0.04	0.38 0.04	0.35 0.04	0.63 0.07	0.89 0.10	0.26 0.03
0.84 0.10	0.58 0.07	0.50 0.06	0.52 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.54 0.06	0.53 0.06	0.50 0.06	0.58 0.07	0.84 0.10	0.35 0.04
0.79 0.09	0.84 0.10	0.94 0.11	0.95 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.96 0.11	0.94 0.11	0.90 0.10	0.79 0.09	0.43 0.05
0.36 0.04	0.33 0.04	0.26 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.26 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.27 0.03	0.26 0.03	0.33 0.04	0.36 0.04	0.10 0.01



max as-B: 0 [cm²/m²]
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 20.1 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]

11.2 Pos. BP02 Bodenplatte Kanalgutannahme

Die in Ortbetonbauweise hergestellte Bodenplatte wird auf einer 10 cm straken Sauberkeitsschicht gegründet.
Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls PLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 50 cm

Lastannahmen:
Aus Pos. W03:
Eigengewicht Kellerwand: g_k = 4,90 m * 0,40 m * 25 kN/m³ = 49 kN/m

Aus Pos. W04:
Eigengewicht Kellerwand: g_k = 1,40 m * 0,30 m * 25 kN/m³ = 11 kN/m
Waschtrommel: $g_{1,k}$ = 2 * 15 kN / 3,50 m = 9 kN/m

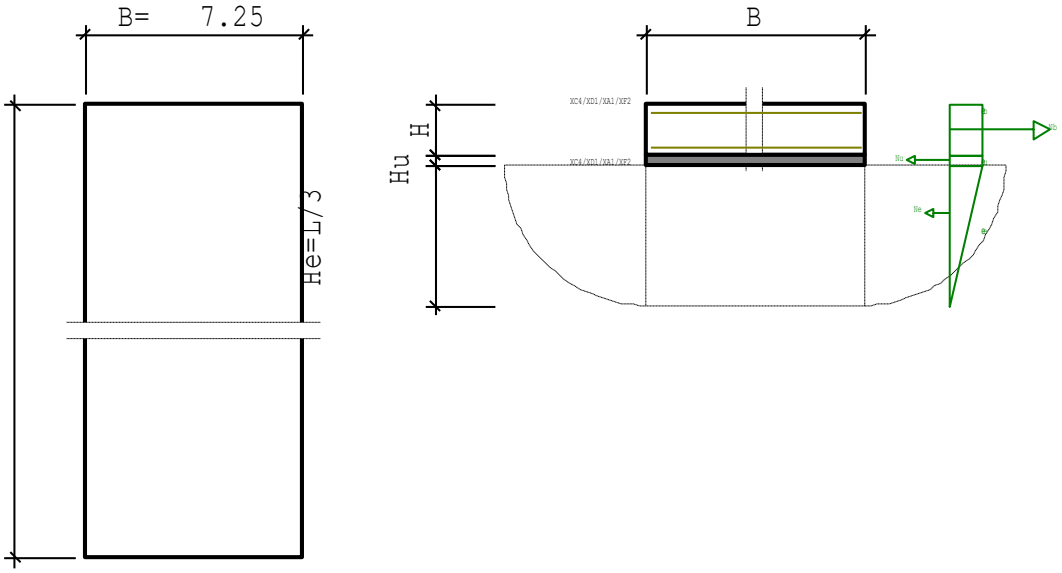
Eigengewicht Füllbeton: g_k = 24 kN/m³ * 1,40 m = 34 kN/m²
Fundament Annahmebunker: g_k = 24 kN/m³ * 0,58 m * 0,40 m = 6 kN/m
Verkehrslast: q_k = 1,0 kN/m²

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage, Längs- und Querrichtung: Ø14-10
Randsteckbügel: Ø12-10

Position: BP02_Bodenplatte

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P09)

Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12	
Betonstahl	B500B
Beton	C 35/45
	t>= 28d (langsame Erh.)
Betonzugfestigkeit	fcteff= 3.21 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)
	Ecm = 34000 N/mm2

Kriechzahl

Luftfeuchte	LU	=	50	%	Zement Typ SL
Belastungsalter	t_0	=	8	Tage	t= unendlich
Kriechzahl	$\phi(t_0,t)$	=	2.57		

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA1/XF2/WF	
Bewehrungskorrosion			XC4/XD1	
Beton mit			langsamer Erhärtung	
Mindestbetonklasse			C 30/37	
Bügel	$d_{s,b}$	=	8	mm
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14	mm
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm

Betondeckung $c_{nom,l}$ = 63 mm *1
Verlegemaß Bügel $c_{v,b}$ = 55 mm
zul. Rissbreite w_{max} = 0.30 mm
*1: mit cmin,b

BODENPLATTE						
Abmessungen	B =	7.25	m	H =	0.50	m
	L =	15.20	m			
Bewehrung	dob =	7.0	cm	dun =	7.0	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.
Verfahren nach DAfStb Heft 466
Bodenplatte:
ΔT=-25.00K αT=10.00*10-6 1/K
εb=-0.250o/ooCb=1.7000e+05kN/cm
Baugrund:
Ee = 80.00 MN/m2 Ce= 2.5446e+06 KN
Unterbeton: C 16/20
αE=1.00kEc(t)=0.90Ecm=26100N/mm2
Hu = 0.10 m Cu= 2.6100e+04 kN/cm εs=0.000o/oo
Nzw= 630.44 kN/m
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):
γ = 25.00 kN/m3 q = 0.00 kN/m2
cal ϕ=35.0Grd μ= 0.61
γ_R = 1.35 μ_d = 0.83
Nzw= 78.58 kN/m
maßgebend: Nzw= 78.58 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

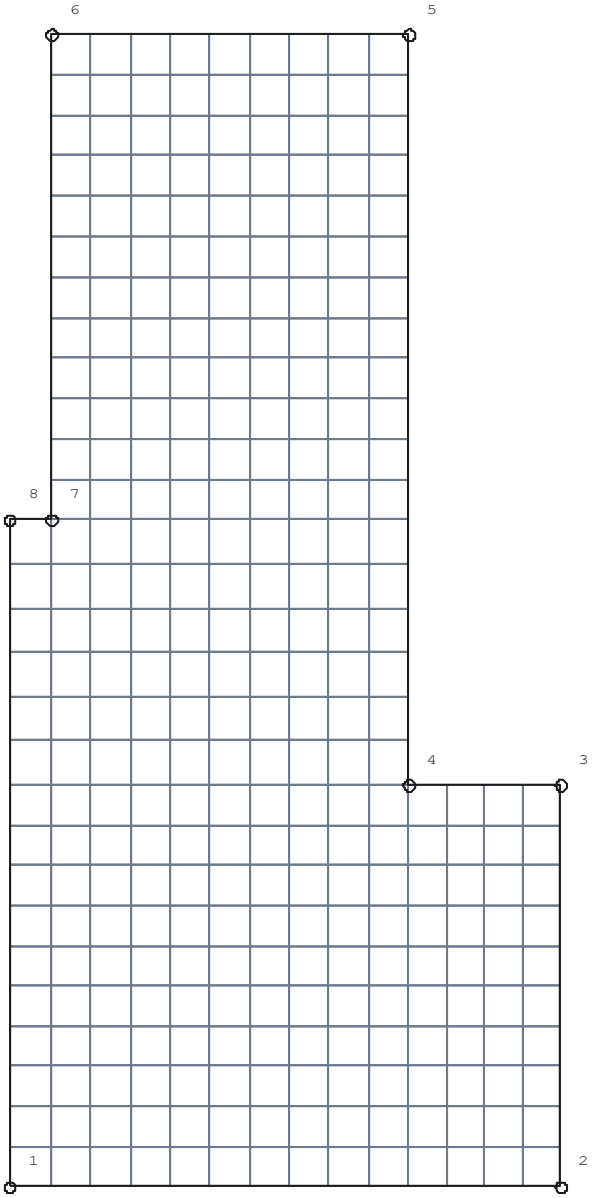
w_{max}=0.30mmds =14.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
Biegezwang Nx = 78.58 kN/m My =-127.20 kNm/m
gewählt: Asu = 0.00 cm2/m
Dehnung mit ϕ=2.57 ε1=-0.53o/oo ε2=1.76o/oo
Druckzonenhöhe X = 115.3 mm
ε2s=1.44o/ooFs=367.3kN/m
heff = 12.8 cm Fcre = 411.7 kN/m
erforderlich: Aso = 12.78 cm2/m
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Position: BP02_Bodenplatte Kanalgutannahme

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2022 (Frilo R-2022-2/P09)

System

Grundriss: FE-Netz - 351 Knoten 308 Elemente
Maßstab 1 : 100



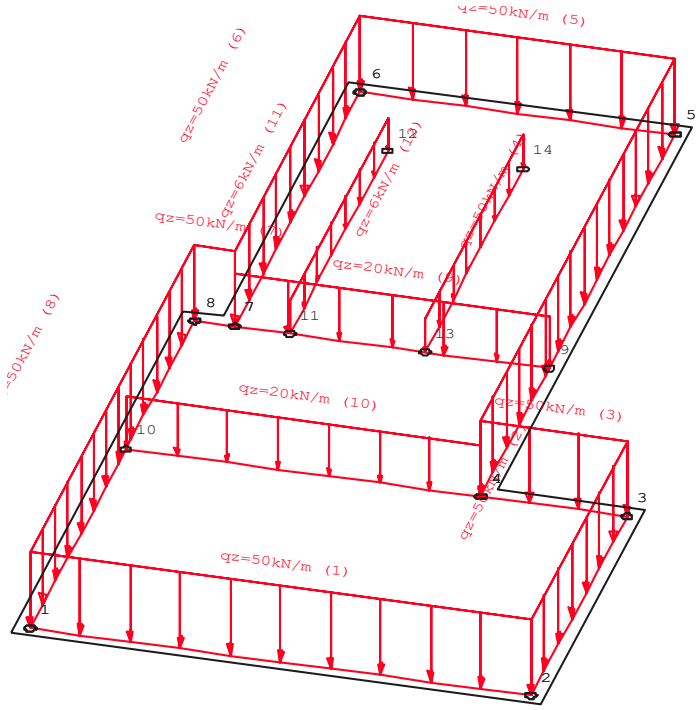
Lastfall 1 "Eigenlast"

Übersicht

Art	ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	JA	
Einwirkung	ständig	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	16	
Punktlasten	0	
Linienlasten	12	
Flächenlasten	3	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	4761	[kN]
Anteil auf der Platte		
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1086	[kN]
Summe aller Lasten		
Charakteristischer Wert (1-fach)	5847	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	7893	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	7893	[kN]
Summe aller Reaktionen	7893	[kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)	

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte ermittelt DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 1 "Eigenlast"
Linienlasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"
Linienlasten

Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	4	5			
5	5	6			
6	6	7			
7	7	8			
8	8	1			
9	7	9			
10	4	10			
11	11	12			
12	13	14			

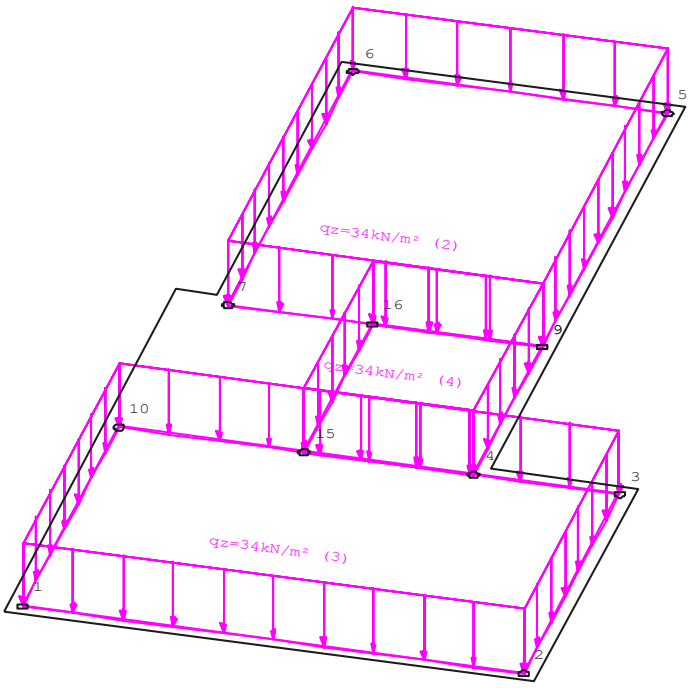
Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	50.00	50.00	0.00	0.00
2	50.00	50.00	0.00	0.00
3	50.00	50.00	0.00	0.00
4	50.00	50.00	0.00	0.00
5	50.00	50.00	0.00	0.00
6	50.00	50.00	0.00	0.00
7	50.00	50.00	0.00	0.00
8	50.00	50.00	0.00	0.00
9	20.00	20.00	0.00	0.00
10	20.00	20.00	0.00	0.00
11	6.00	6.00	0.00	0.00
12	6.00	6.00	0.00	0.00

Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	342.50	342.50
2	245.00	245.00
3	100.00	100.00
4	495.00	495.00
5	215.00	215.00
6	320.00	320.00
7	27.50	27.50
8	420.00	420.00
9	86.00	86.00
10	97.00	97.00
11	30.00	30.00
12	30.00	30.00
Gesamt	2408.00	2408.00

Lastfall 1 "Eigenlast"
Flächenlasten
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"
Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
2	34.00	1	7	9			
		2	9	5			
		3	5	6			
		4	6	7			
3	34.00	1	1	2			
		2	2	3			
		3	3	10			
		4	10	1			
4	34.00	1	15	4			
		2	4	9			
		3	9	16			
		4	16	15			

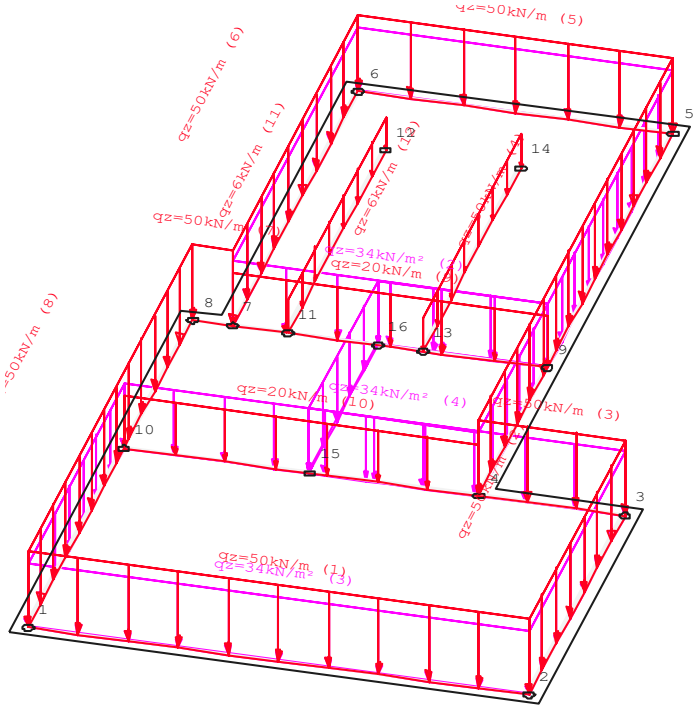
Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
2	935.68	935.68
3	1141.21	1141.21
4	275.64	275.64
Gesamt	2352.53	2352.53

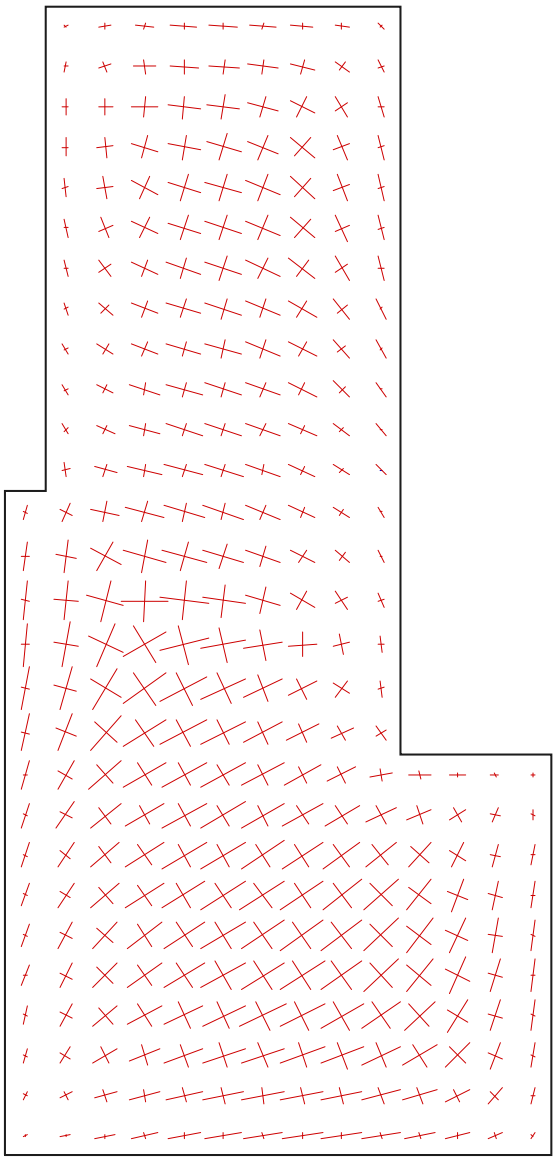
Lastfall 1 "Eigenlast"

Lasten

Maßstab 1 : 100



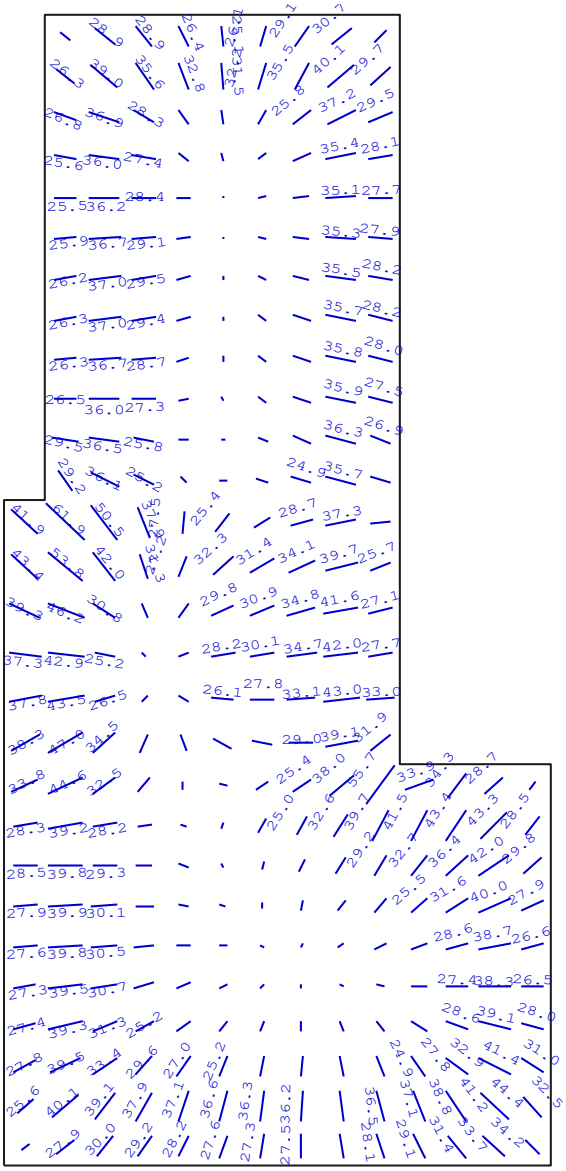
Lastfall 1 "Eigenlast"
Hauptmomente
Maßstab 1 : 100



Lastfall 1 "Eigenlast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Übersicht

Art	nicht ständig
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50
Lastpunkte	8
Punktlasten	0

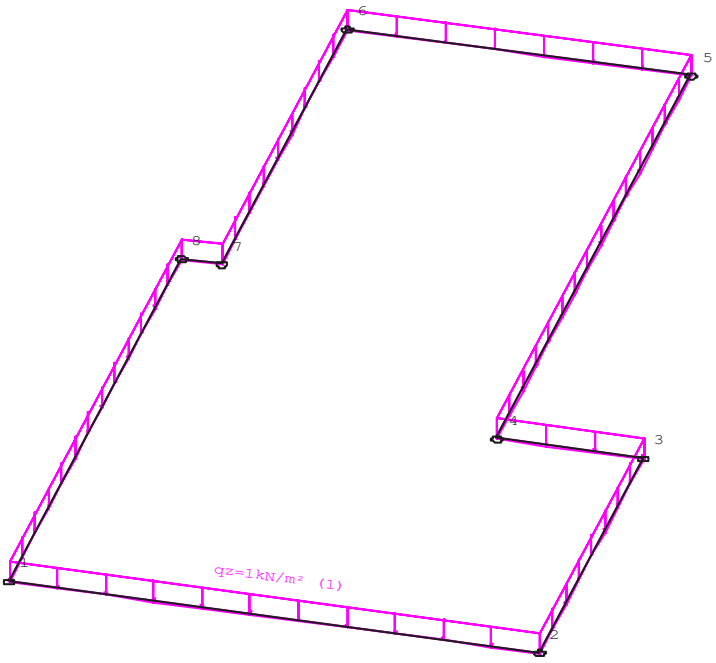
Linienlasten	0	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)		
Charakteristischer Wert (1-fach)	87	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	130	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	130	[kN]
Summe aller Reaktionen	130	[kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)	

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte ermittelt DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten

Maßstab 1 : 100



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1.00	1 2 3 4	1 2 3 4	2 3 4 5			

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
		5 6 7 8	5 6 7 8	6 7 8 1			

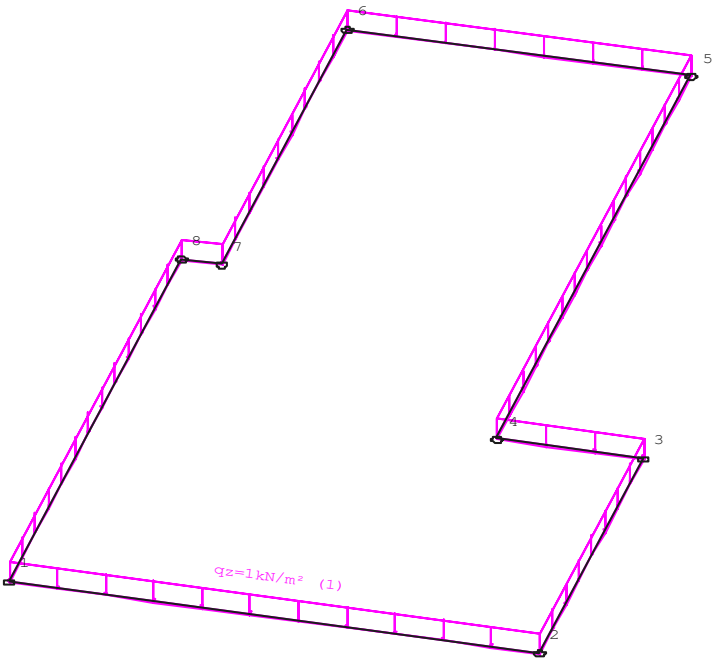
Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1 Gesamt	86.88 86.88	86.88 86.88

Lastfall 2 "Verkehrslast"

Lasten

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Übersicht

Ausgewählte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Leit-
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name	Ein-wirkung
1 2	Eigenlast Verkehrslast	ständig nicht ständig	ja nein	g 14	ständig sonstige veränderliche Einwirkungen	*1)

1 : *: nicht-ständige Leiteinwirkung nach DIN EN 1990/NA:2010-12

Berechnete Situationen

Nummer	Situation
1	Charakteristisch
2	GZT Ständig und Vorübergehend

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

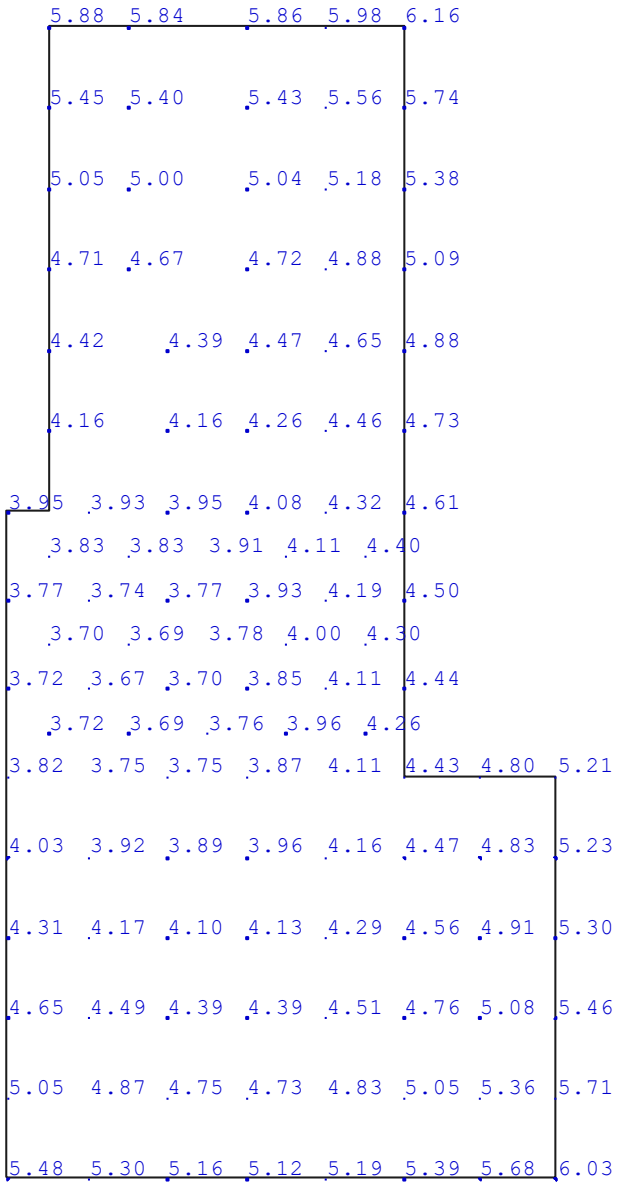
Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung	
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	4847	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1086	[kN]
Summe aller Lasten	5933	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	5933	[kN]
Summe aller Reaktionen	5933	[kN]

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm]
Maßstab 1 : 100

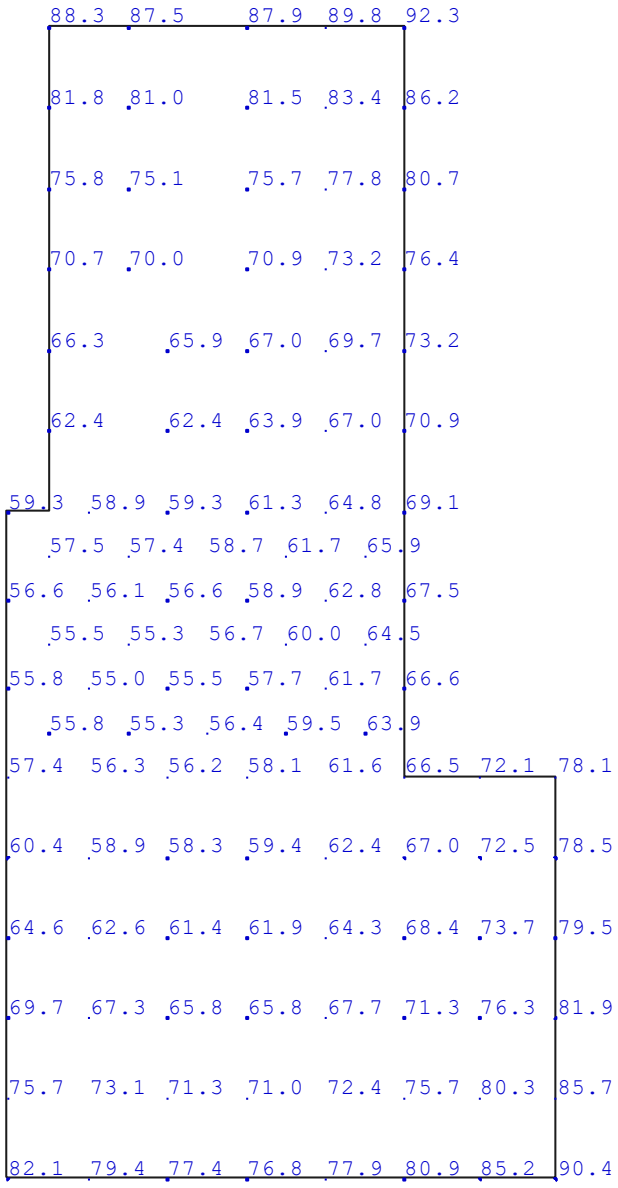


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Sohldruck [kN/m²]

Maßstab 1 : 100

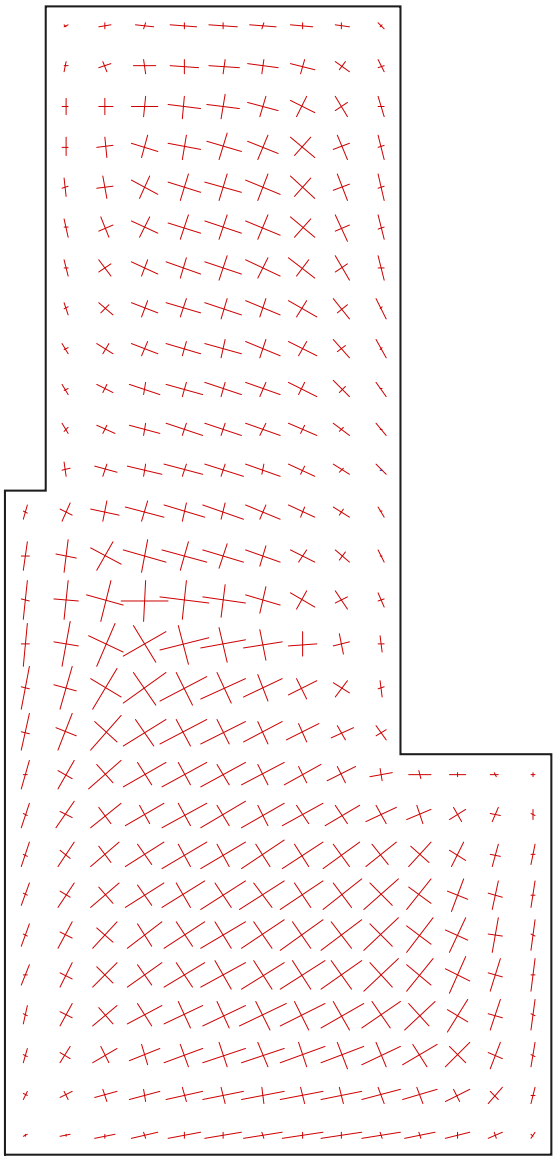


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Hauptmomente

Maßstab 1 : 100

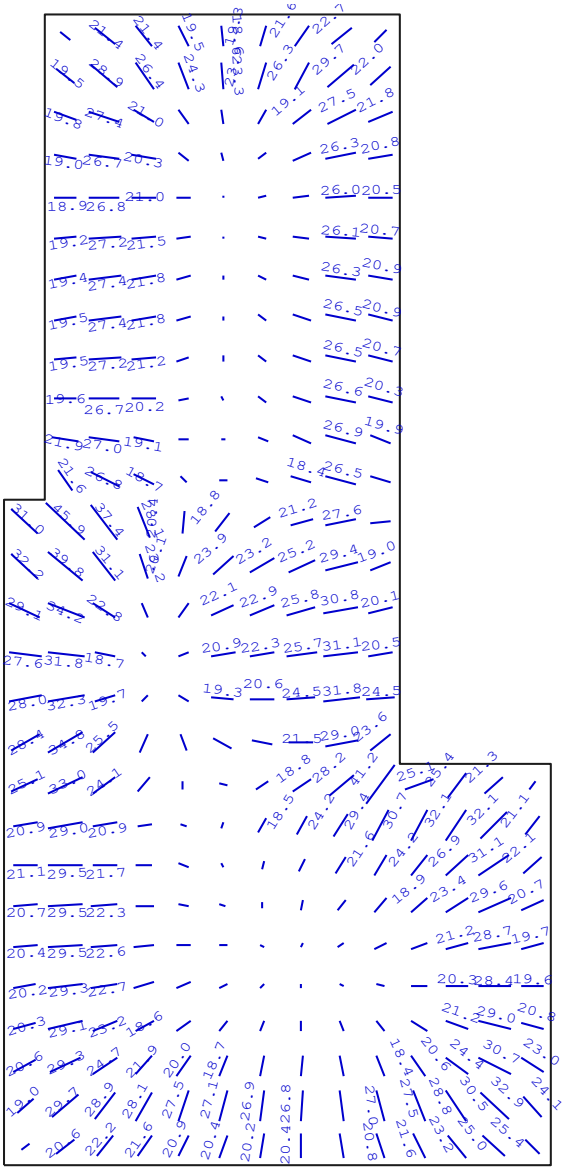


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung	
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
	Bezeichnung			sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.80

Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	4847	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1086	[kN]
Summe aller Lasten		
Charakteristischer Wert (1-fach)	5933	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	8023	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	8023	[kN]
Summe aller Reaktionen	8023	[kN]

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

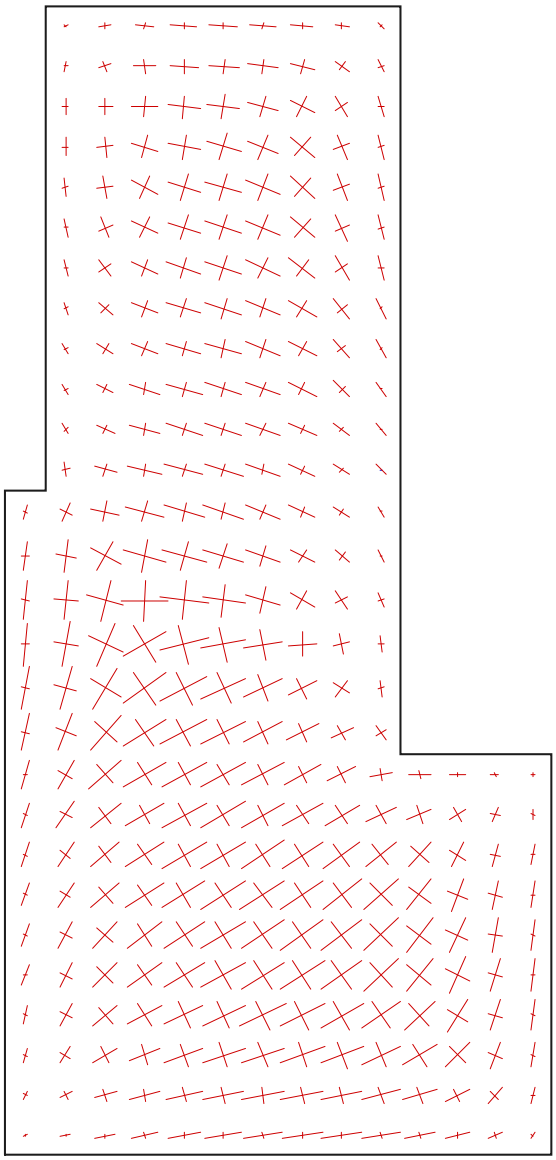
HINWEIS: Kombinationsbeiwerte
Die gewählte Leiteinwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00.

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Hauptmomente

Maßstab 1 : 100

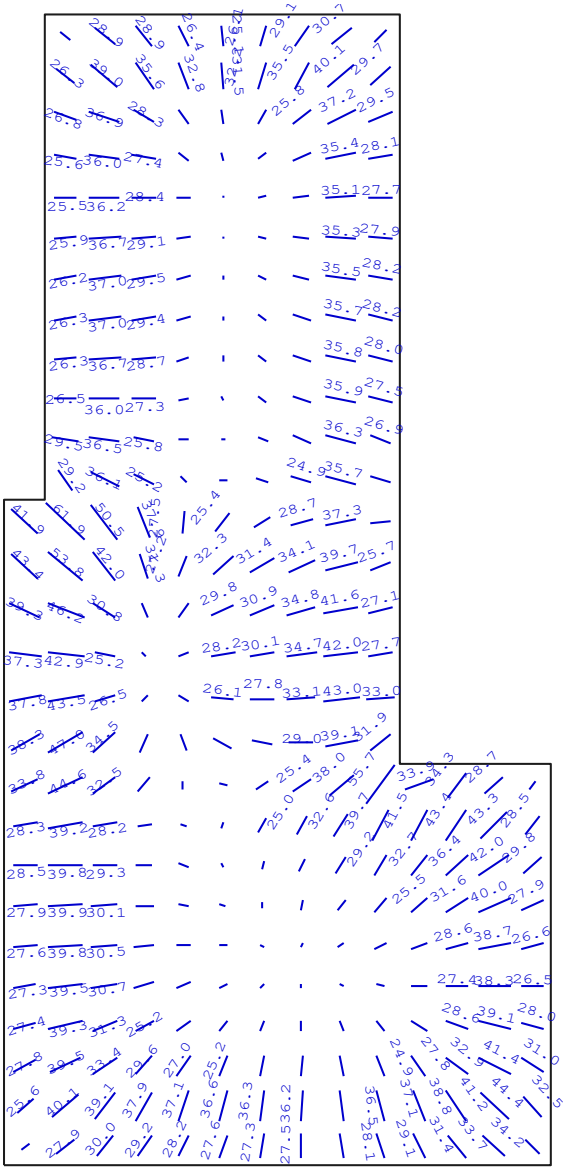


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 100



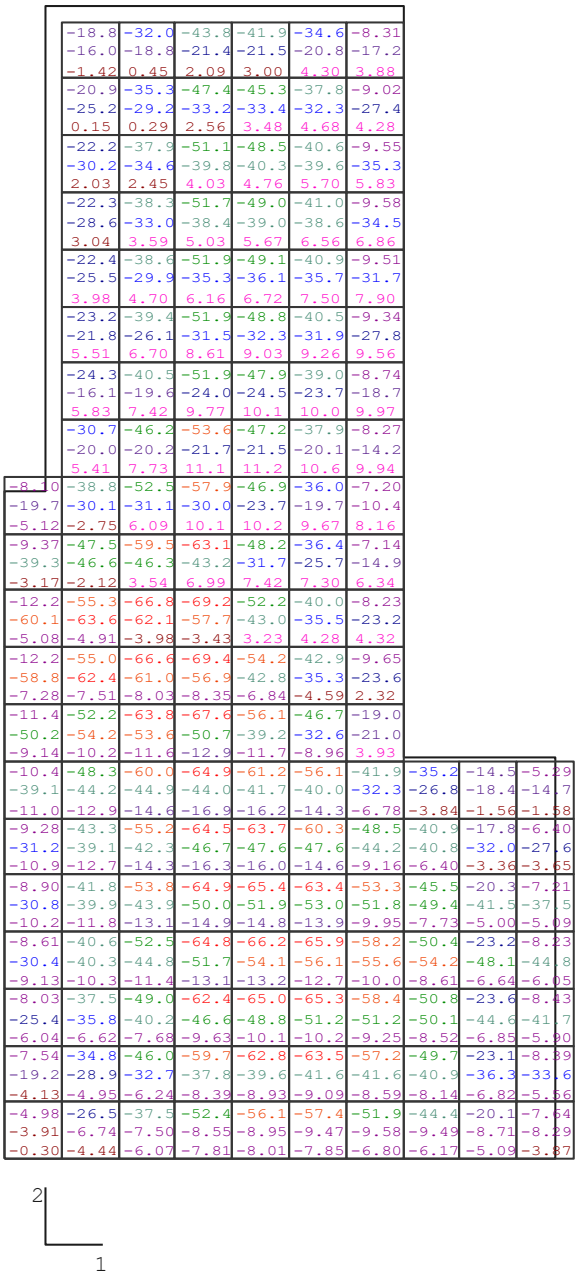
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100



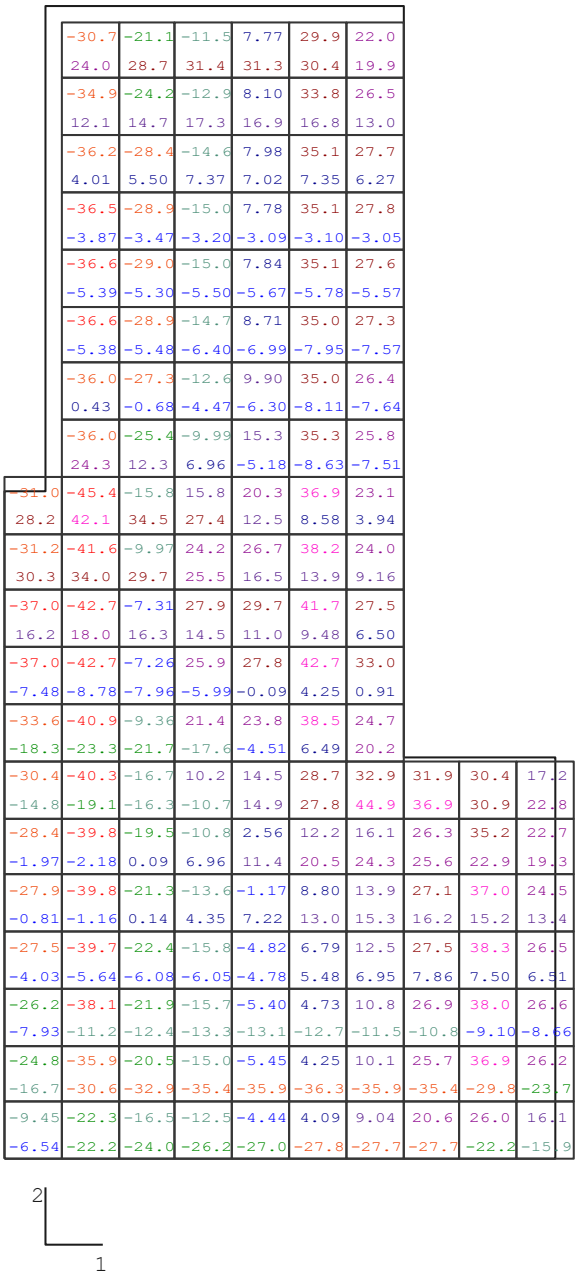
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

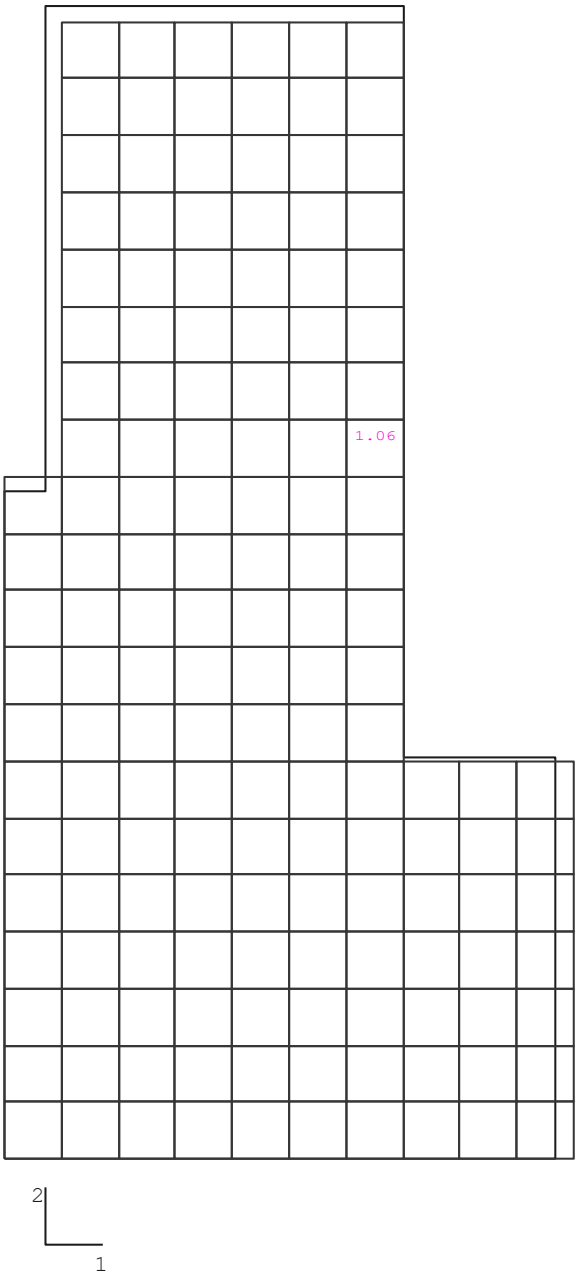
Querkräfte - q-1z, q-2z [kN/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bemessungsmomente, unten - mB-1, mB-2 [kNm/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 100



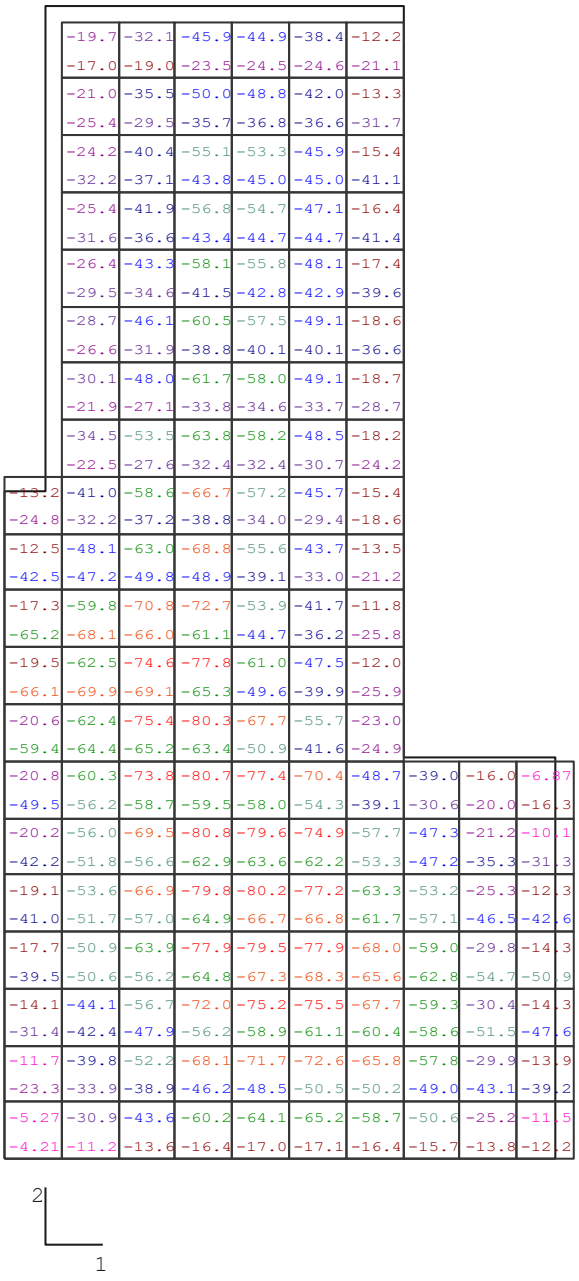
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

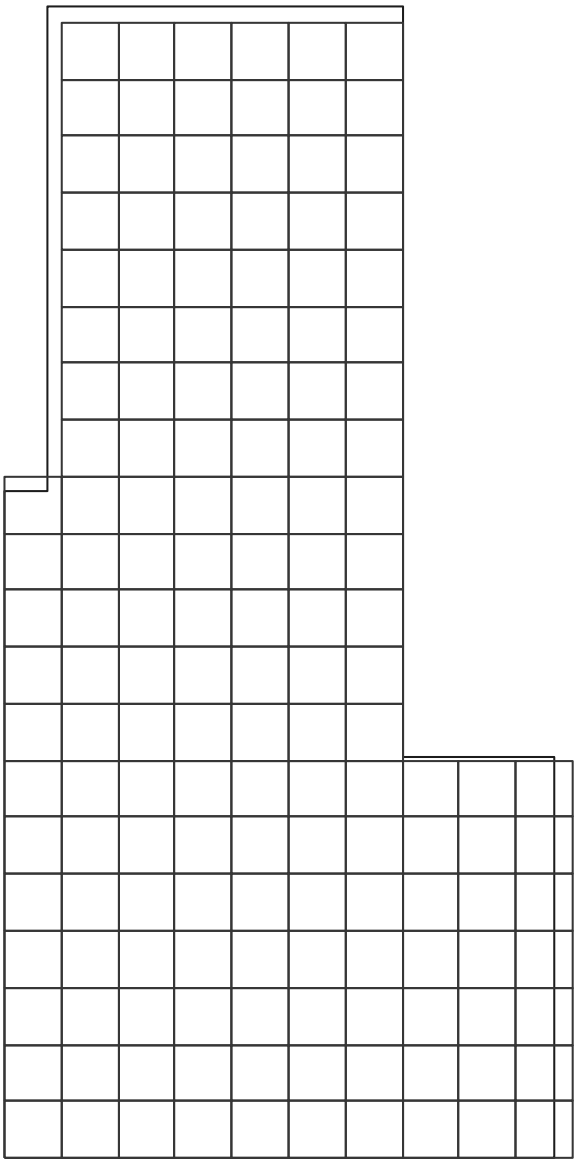
Bemessungsmomente, oben - mB-1, mB-2 [kNm/m]

Bemessungswerte (Gamma-fach)

Maßstab 1 : 100



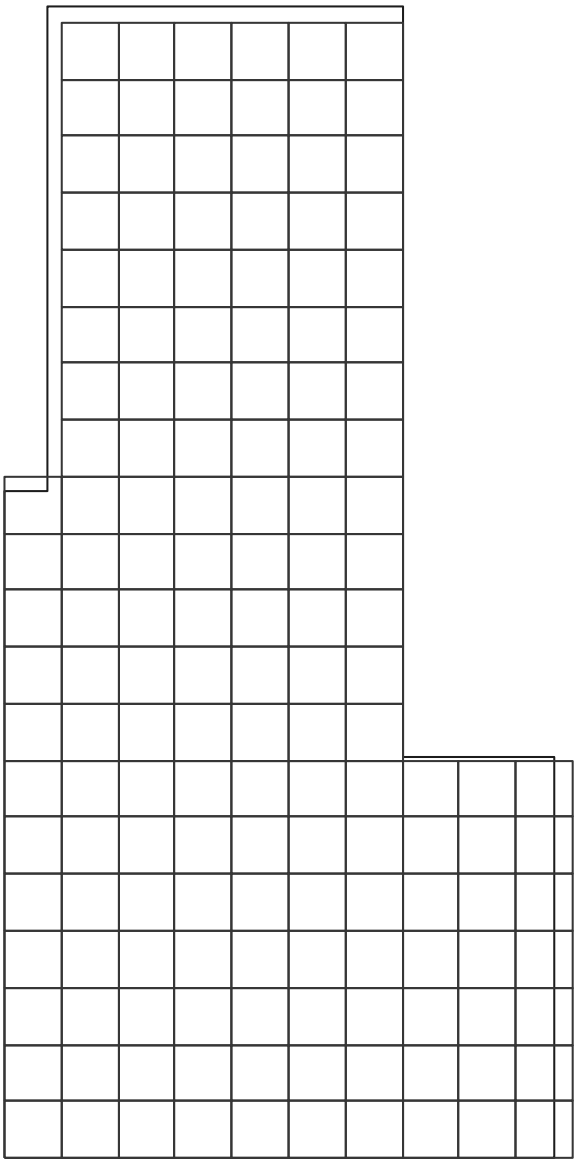
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



max as-1: 0.05 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 0.01 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



2
1

max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

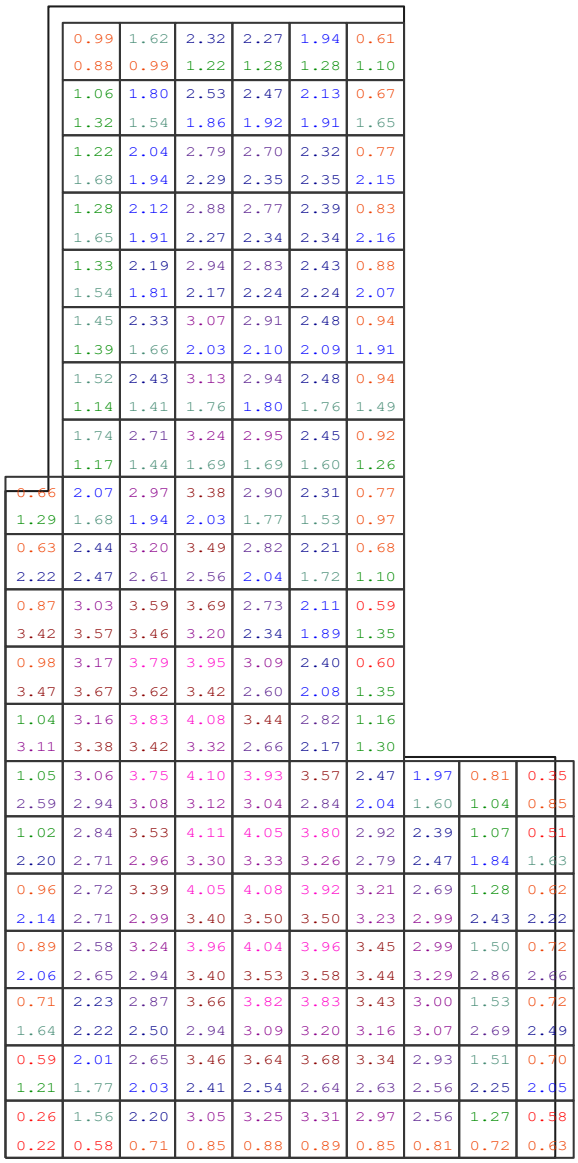
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

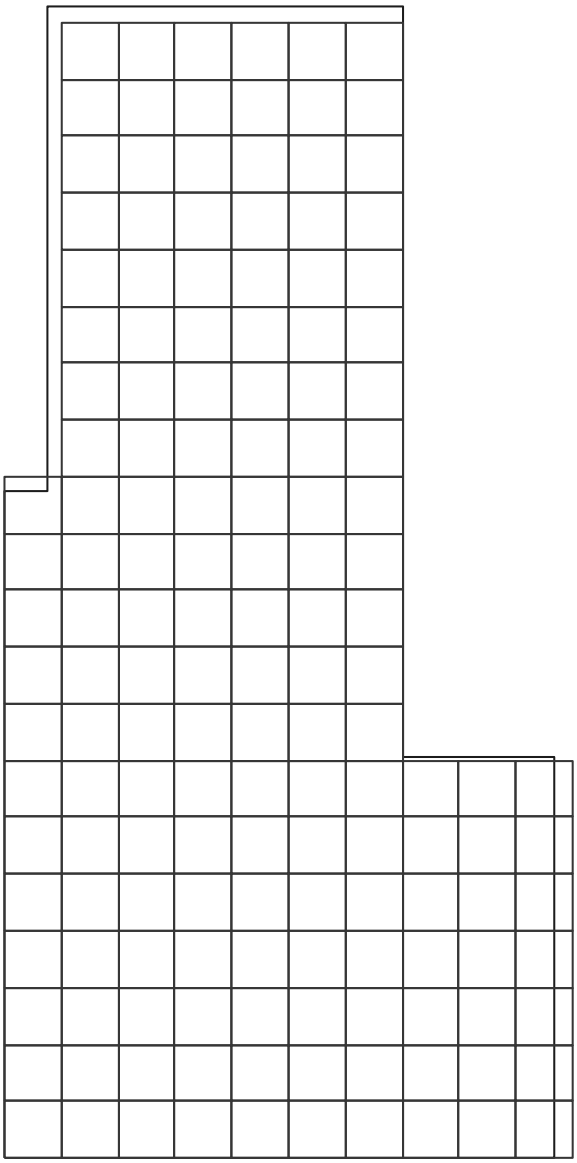
Maßstab 1 : 100



max as-1: 4.11 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 3.67 [cm²/m] (Gesamt)

Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"
Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]
Maßstab 1 : 100



max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

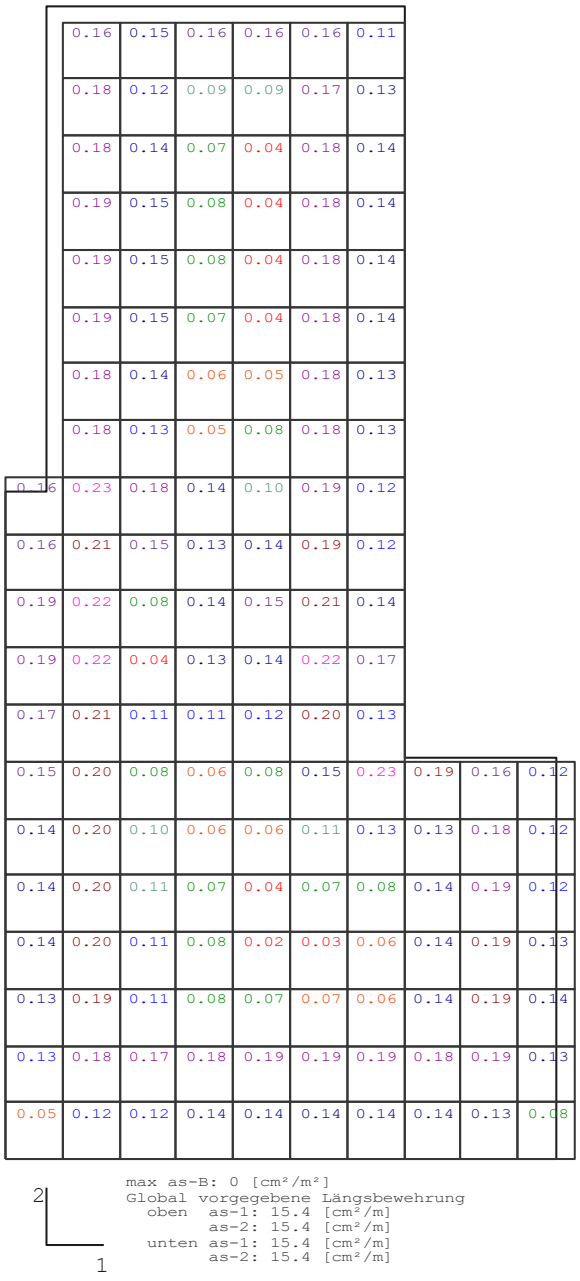
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis - VEd / VRd.c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 100

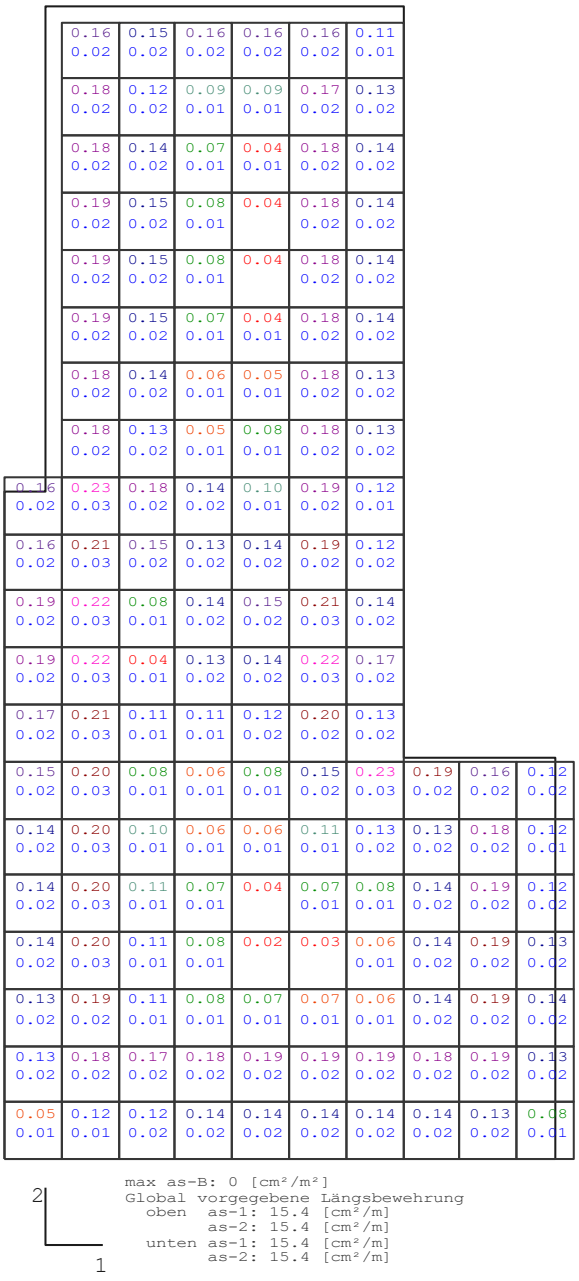


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 100



11.3 Pos. BP03 Bodenplatte Becken

Die in Ortbetonbauweise hergestellte Bodenplatte wird auf einer 10 cm straken Sauberkeitsschicht gegründet.
Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls PLT im Programm Frilo (s. nachfolgende Seiten).

System: Dicke: d = 50 cm

Lastannahmen:
Aus Pos. BW01:
Eigengewicht Behälterwand: g_k = 5,70 m * 0,40 m * 25 kN/m³ = 57 kN/m

Aus Pos. BW03:
Eigengewicht Behälterwand: g_k = 5,00 m * 0,30 m * 25 kN/m³ = 38 kN/m

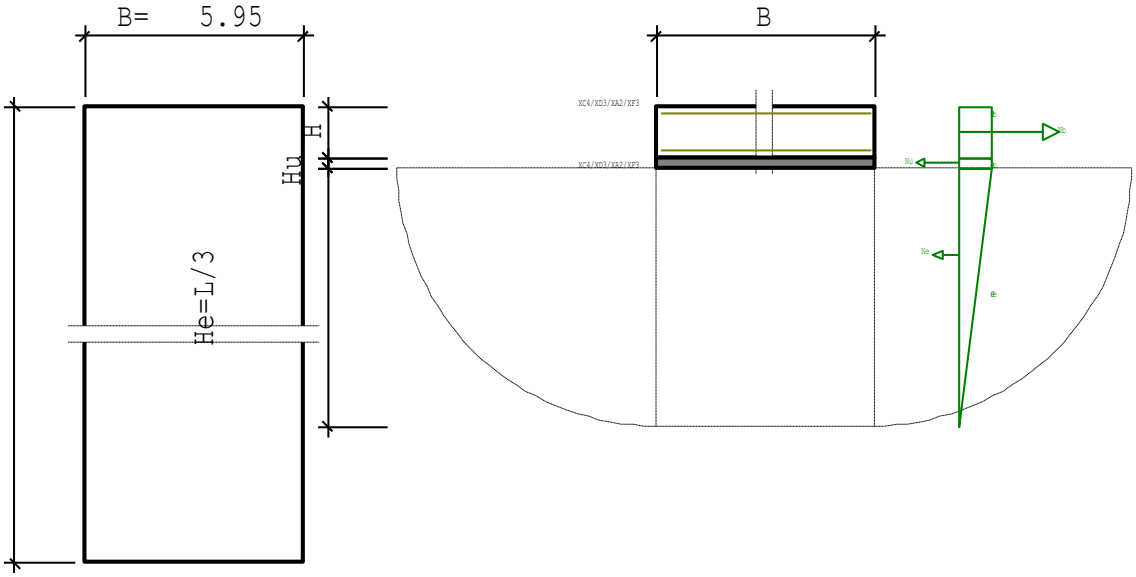
Eigengewicht Füllbeton rechts: g_k = 24 kN/m³ * 3,15 m / 2 = 38 kN/m²
Eigengewicht Füllbeton links: g_k = 24 kN/m³ * 1,20 m / 2 = 15 kN/m²
Eigengewicht Füllung: q_k = 12 kN/m³ * (3,00 m + 3,05 m / 2) = 55 kN/m²

Bewehrungsführung
Gewählt: obere + untere Lage, Längs- und Querrichtung: Ø14-10
Randsteckbügel: Ø12-10

Position: BP03_Bodenplatte

Rissbreitennachweis (x64) B11 02/22 (Frilo R-2022-2/P09)

Maßstab 1 : 75



RISSBREITENNACHWEIS nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Betonstahl	B500B	
Beton	C 35/45	
	t= 5d (langsame Erh.)	
Betonzugfestigkeit	kFct(t)= 0.59 (Gl. 3.4)	fcteff= 1.91 N/mm2
E-Modul Beton	αE =1.00(Zuschlagstoffe)	
	kEc(t) = 0.86 (nach MC90)	Ecm= 29096 N/mm2

KRIECHZAHL	
Betonalter	t = 5 Tage
junger Beton	ϕt=0.60(nach Lohmeyer)

Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/WA	
Bewehrungskorrosion			XC4/XD3	
Beton mit			langsamer Erhärtung	
Mindestbetonklasse			C 35/45	
Bügel	$d_{s,b}$	=	8 mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	14 mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15 mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55 mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40 mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	63 mm	*1

Verlegemaß Bügel $c_{v,b}$ = 55 mm
zul. Rissbreite w_{max} = 0.20 mm *3
Korrosionsschutz *3nach 7.3.1 (7)
*1: mit cmin,b
*3: nutzerdef.

BODENPLATTE							
Abmessungen	B =	5.95	m		H =	0.50	m
	L =	22.80	m				
Bewehrung	dob =	7.0	cm		dun =	7.0	cm

ZWANG AUS HYDRATATION (FRÜHER ZWANG)

Es wird die in Richtung der Seite L verlaufende Zwangskraft bestimmt.
Verfahren nach DAfStb Heft 466
Bodenplatte:
ΔT=-25.00K αT=10.00*10-6 1/K
εb=-0.250o/ooCb=1.4548e+05kN/cm
Baugrund:
Ee = 80.00 MN/m2 Ce= 4.2282e+06 KN
Unterbeton: C 16/20
αE=1.00kEc(t)=0.90Ecm=26100N/mm2
Hu = 0.10 m Cu= 2.6100e+04 kN/cm εs=0.000o/oo
Nzw= 675.88 kN/m
Zwang aus Bodenreibung (oberer Grenzwert):
γ = 25.00 kN/m3 q = 0.00 kN/m2
cal ϕ=35.0Grd μ= 0.61
γ_R = 1.35 μ_d = 0.83
Nzw= 117.86 kN/m
maßgebend: Nzw= 117.86 kN/m

NACHWEIS RISSBREITE

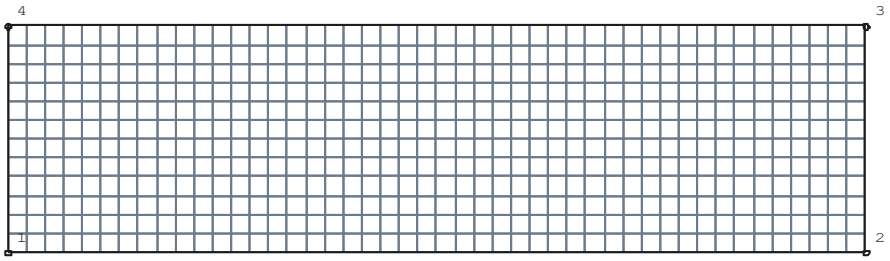
w_{max}=0.20mm (nutzerdef.)ds =14.0mm
Zwang aus Hydratation (Dauerlast kt= 0.4)
Biegezwang Nx = 117.86 kN/m My= -69.75 kNm/m
gewählt: Asu = 0.00 cm2/m
Dehnung mit ϕ=0.60 ε1=-0.18o/oo ε2=1.08o/oo
Druckzonenhöhe X = 72.1 mm
ε2s=0.90o/ooFs=237.4kN/m
heff = 14.3 cm Fcre = 272.4 kN/m
erforderlich: Aso = 13.12 cm2/m
Die Bewehrung ist über die Seite B zu verteilen.
Es ist zu prüfen, ob ein Nachweis für späten Zwang maßgebend wird.

Position: BP03_Bodenplatte Becken

Platten mit finiten Elementen (x64) PLT 02/2022 (Frilo R-2022-2/P09)

System

Grundriss: FE-Netz - 611 Knoten 552 Elemente
Maßstab 1 : 200



Lastfall 1 "Eigenlast"

Übersicht

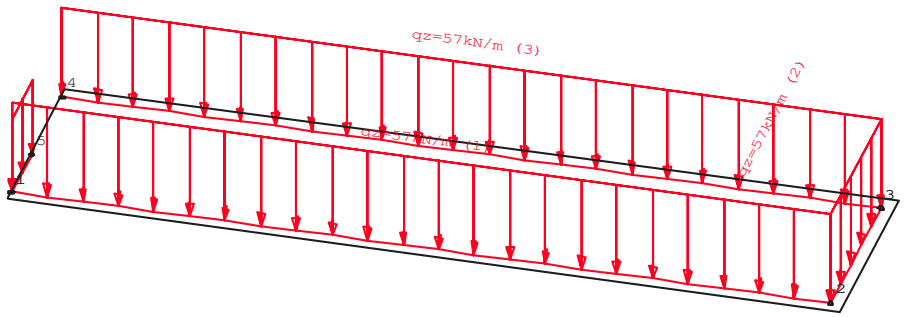
Art	ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	JA	
Einwirkung	ständig	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.35	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	9	
Punktlasten	0	
Linienlasten	4	
Flächenlasten	2	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten	6247	[kN]
Anteil auf der Platte		
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1696	[kN]
Summe aller Lasten		
Charakteristischer Wert (1-fach)	7943	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	10723	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	10723	[kN]
Summe aller Reaktionen	10723	[kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)	

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte ermittelt DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 1 "Eigenlast"

Linienlasten

Maßstab 1 : 200



Lastfall 1 "Eigenlast"

Linienlasten

Geometrie

Nummer	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	1	2			
2	2	3			
3	3	4			
4	1	5			

Lastwerte

Nummer	Kraft Anfang [kN/m]	Kraft Ende [kN/m]	Moment Anfang [kNm/m]	Moment Ende [kNm/m]
1	57.00	57.00	0.00	0.00
2	57.00	57.00	0.00	0.00
3	57.00	57.00	0.00	0.00
4	38.00	38.00	0.00	0.00

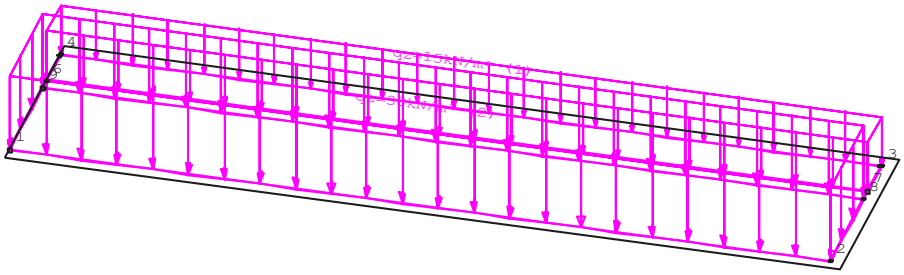
Vertikale Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	1276.80	1276.80
2	293.55	293.55
3	1276.80	1276.80
4	77.90	77.90
Gesamt	2925.05	2925.05

Lastfall 1 "Eigenlast"

Flächenlasten

Maßstab 1 : 200



Lastfall 1 "Eigenlast"

Flächenlasten

Geometrie

Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
1	15.00	1	6	7			
		2	7	3			
		3	3	4			
		4	4	6			
2	38.00	1	1	2			
		2	2	8			
		3	8	9			
		4	9	1			

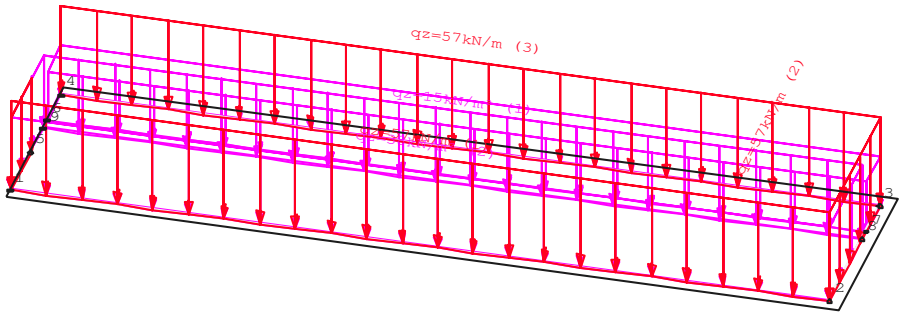
Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
1	470.40	470.40
2	2851.52	2851.52
Gesamt	3321.92	3321.92

Lastfall 1 "Eigenlast"

Lasten

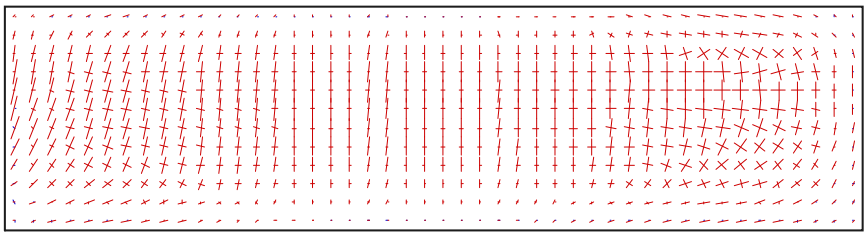
Maßstab 1 : 200



Lastfall 1 "Eigenlast"

Hauptmomente

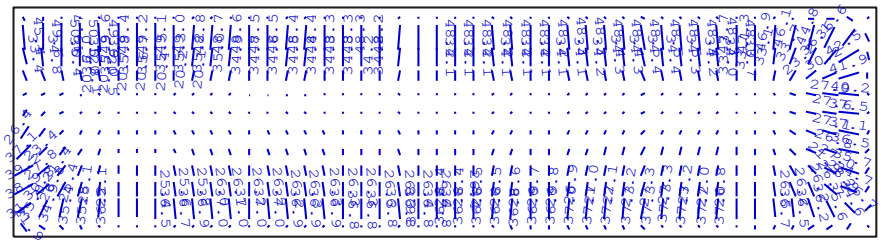
Maßstab 1 : 200



Lastfall 1 "Eigenlast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 200



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Übersicht

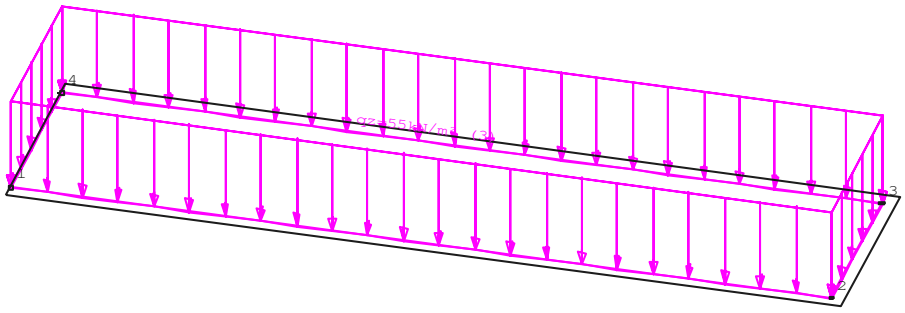
Art	nicht ständig	
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen ist berücksichtigt	NEIN	
Einwirkung	sonstige veränderliche Einwirkungen	
Teilsicherheitsbeiwert Einwirkung	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Lastpunkte	4	
Punktlasten	0	
Linienlasten	0	
Flächenlasten	1	
Temperaturlasten	0	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)		
Charakteristischer Wert (1-fach)	6345	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	9517	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	9517	[kN]
Summe aller Reaktionen	9517	[kN]
Zugfeder-Ausfall:	JA (Nicht-Lineare Berechnung)	

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter

Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte
ermittelt DIN EN 1990/NA:2010-12

Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten
Maßstab 1 : 200



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Flächenlasten

Geometrie

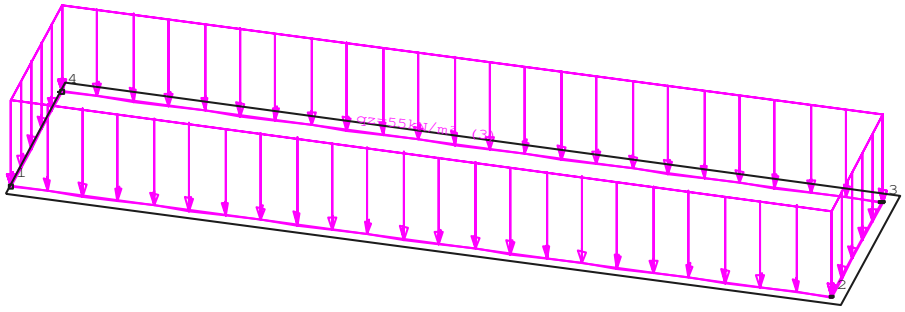
Nummer	Lastwert [kN/m²]	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
3	55.00	1 2 3 4	1 2 3 4	2 3 4 1			

Lastsummen

Nummer	Gesamt [kN]	Auf Platte [kN]
3	6344.80	6344.80
Gesamt	6344.80	6344.80

Lastfall 2 "Verkehrslast"

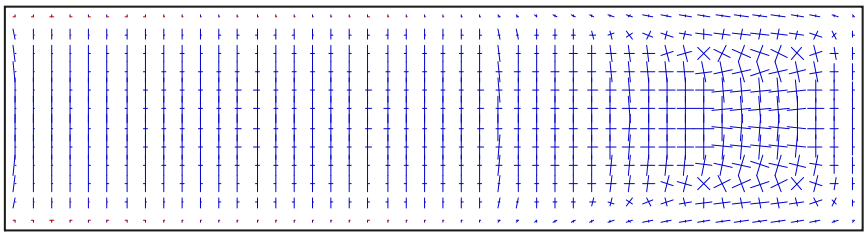
Lasten
Maßstab 1 : 200



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Hauptmomente

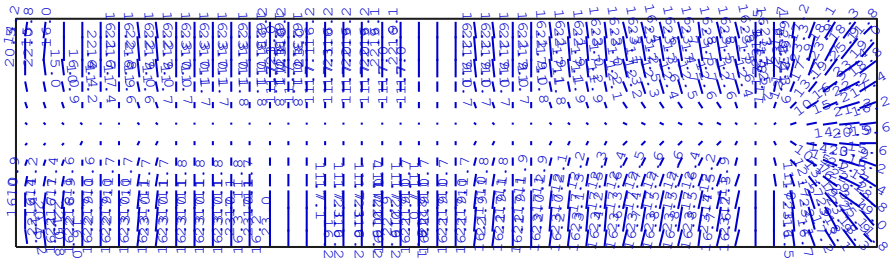
Maßstab 1 : 200



Lastfall 2 "Verkehrslast"

Hauptquerkräfte [kN/m]

Maßstab 1 : 200



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Übersicht

Ausgewählte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung		Leit-
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name	Ein-wirkung
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig	
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	*1)

1 : *: nicht-ständige Leiteinwirkung nach DIN EN 1990/NA:2010-12

Berechnete Situationen

Nummer	Situation
1	Charakteristisch
2	GZT Ständig und Vorübergehend

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit Eigen-gewicht	Einwirkung Kurz Bezeichnung	Einwirkung Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

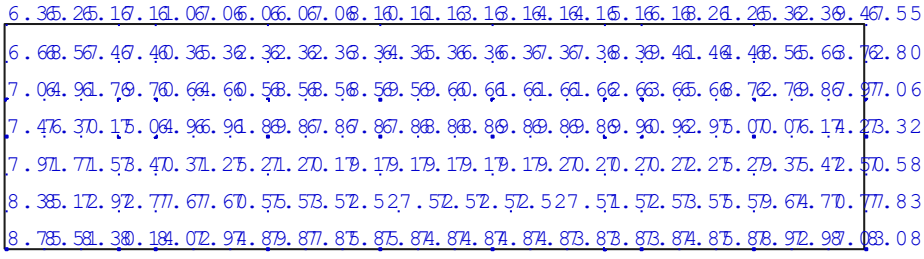
Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz Bezeichnung	Name	Art
1	g	ständig	ständig
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig

Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	12592	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1696	[kN]
Summe aller Lasten	14288	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	14288	[kN]
Summe aller Reaktionen	14288	[kN]

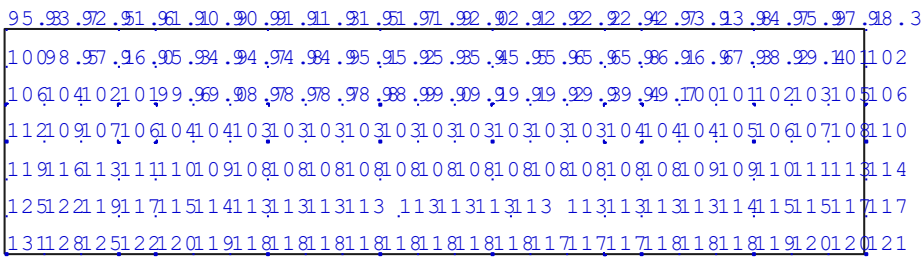
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Durchbiegungen [mm]
Maßstab 1 : 200



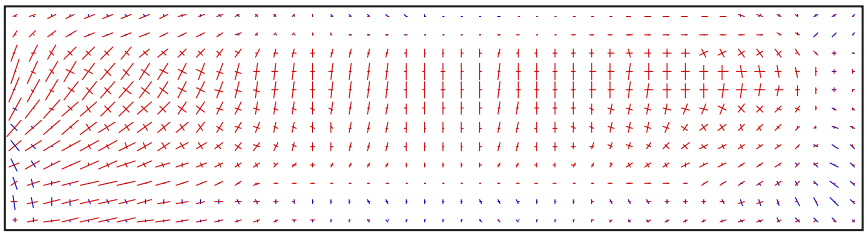
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Sohldruck [kN/m²]
Maßstab 1 : 200



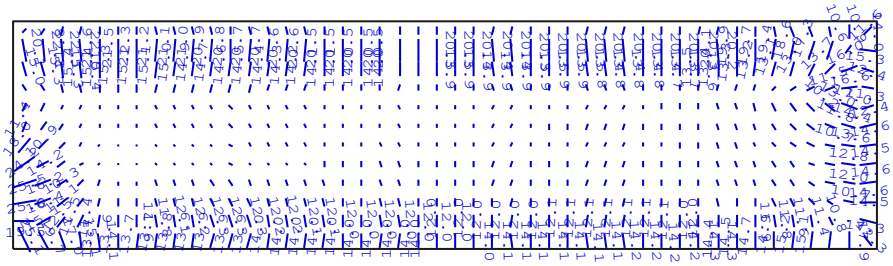
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Hauptmomente
Maßstab 1 : 200



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 1 "Charakteristisch"
Hauptquerkräfte [kN/m]
Maßstab 1 : 200



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Übersicht

Beteiligte Lastfälle

Nummer	Lastfall	Art	Mit	Einwirkung	
			Eigen-gewicht	Kurz Bezeichnung	Name
1	Eigenlast	ständig	ja	g	ständig
2	Verkehrslast	nicht ständig	nein	14	sonstige veränderliche Einwirkungen

Beteiligte Einwirkungen

Nummer	Kurz	Name	Art	Teilsicherheit		Kombination	
	Bezeichnung			sup	inf	leitend	nicht leitend
1	g	ständig	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00
2	14	sonstige veränderliche Einwirkungen	nicht ständig	1.50	0.00	1.00	0.80

Teilsicherheitsbeiwert Beton	1.50	
Teilsicherheitsbeiwert Stahl	1.15	
Summe der eingegebenen Lasten (Anteil auf der Platte)	12592	[kN]
Eigengewicht infolge Platte, Unter-/Überzügen und Brüstungen	1696	[kN]

Summe aller Lasten

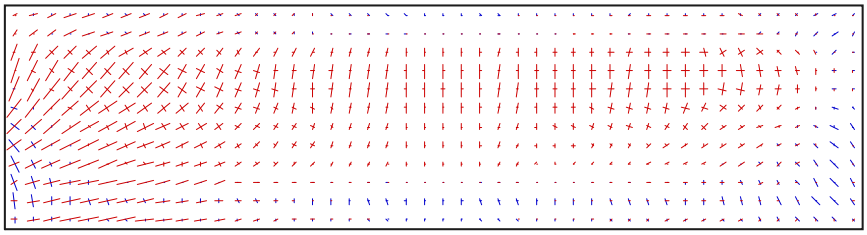
Charakteristischer Wert (1-fach)	14288	[kN]
Bemessungswert (Gamma-fach)	20240	[kN]
Summe der Auflagerkräfte	0	[kN]
Summe des Sohldrucks	20240	[kN]
Summe aller Reaktionen	20240	[kN]

HINWEIS: Bemessungswerte
Alle Ergebnisse einer nicht-linearen Lastberechnung sind unter Berücksichtigung der Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte ermittelt: DIN EN 1990/NA:2010-12

HINWEIS: Kombinationsbeiwerte
Die gewählte Leiteinwirkung erhält den Kombinationsbeiwert 1,00.

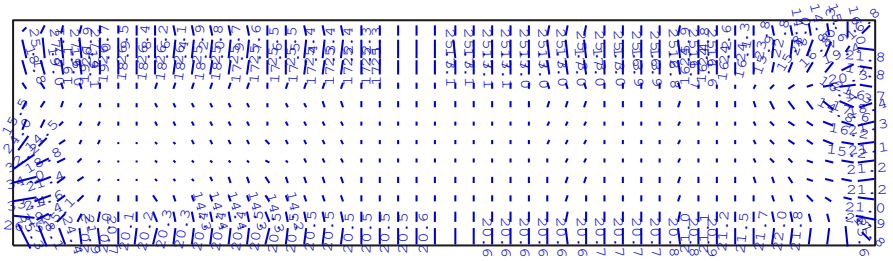
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Hauptmomente
Maßstab 1 : 200



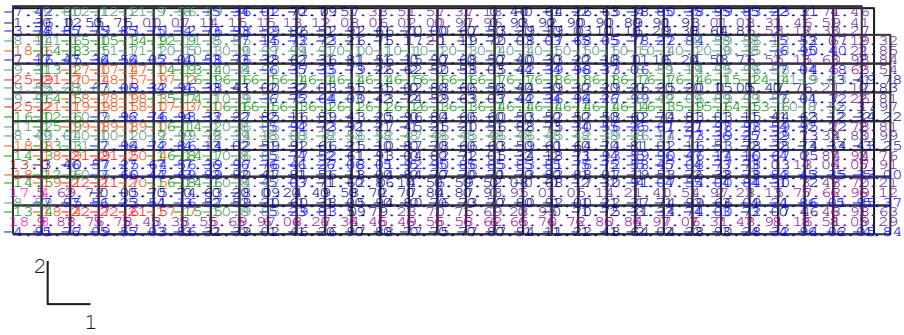
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Hauptquerkräfte [kN/m]
Maßstab 1 : 200



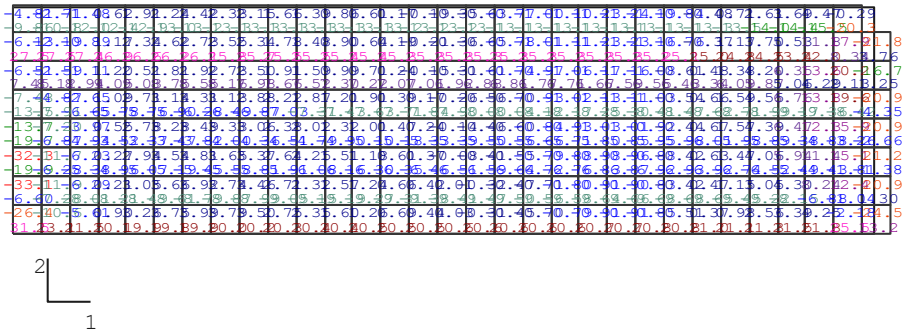
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Momente - m-1, m-2, m-12 [kNm/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 200



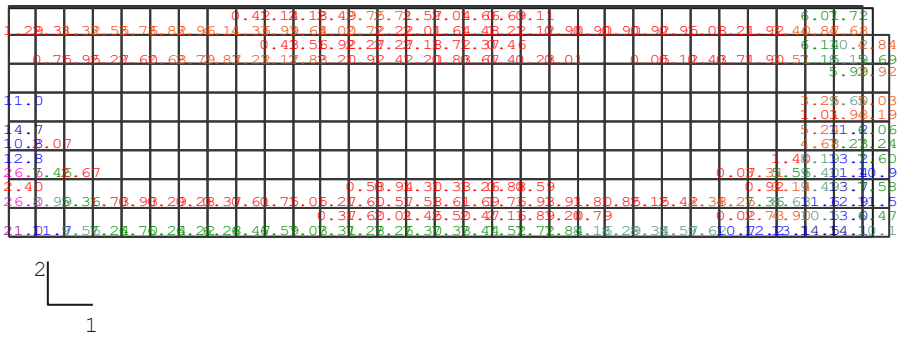
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Querkräfte - q-1z, q-2z [kN/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 200



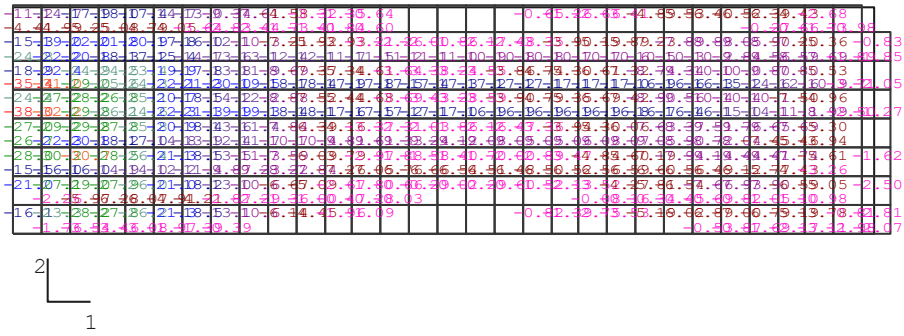
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bemessungsmomente, unten - mB-1, mB-2 [kNm/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 200



Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"
Bemessungsmomente, oben - mB-1, mB-2 [kNm/m]
Bemessungswerte (Gamma-fach)
Maßstab 1 : 200

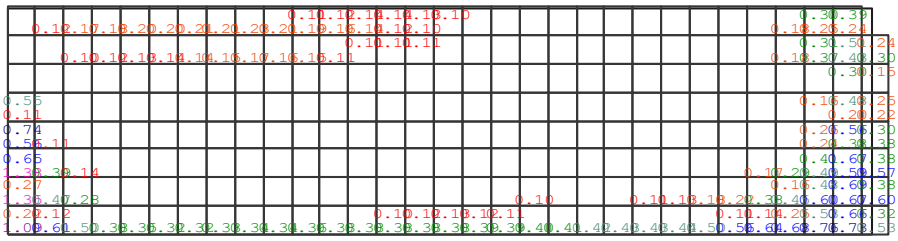


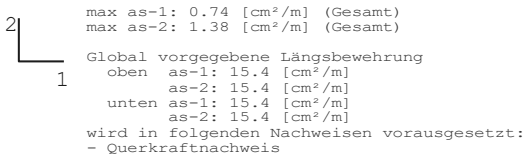
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, unten: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 200



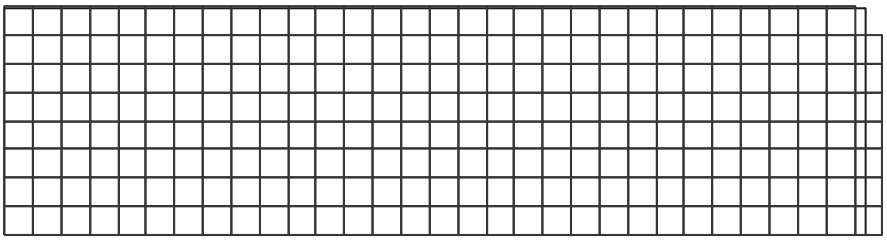


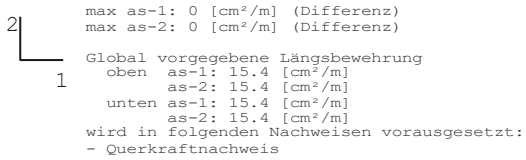
Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, unten: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 200



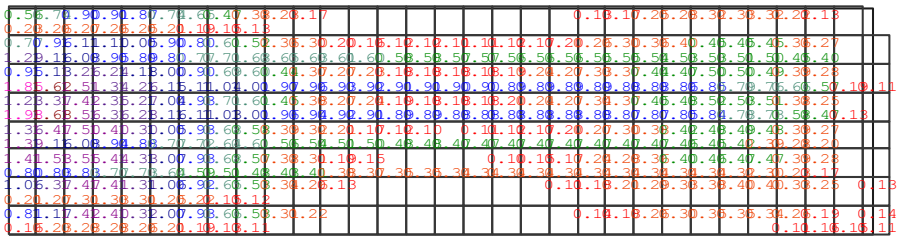


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Gesamt - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 200



max as-1: 1.55 [cm²/m] (Gesamt)
max as-2: 1.98 [cm²/m] (Gesamt)

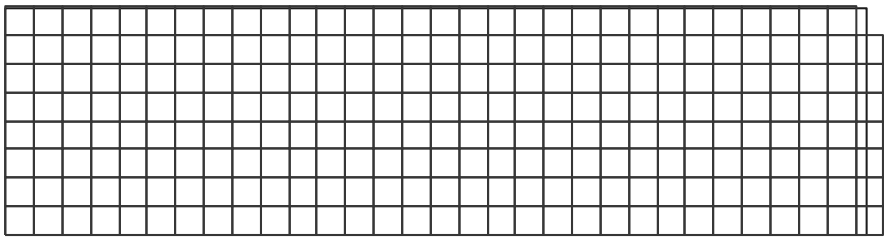
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Bewehrung, oben: Differenz - aS-1, aS-2 [cm²/m]

Maßstab 1 : 200



max as-1: 0 [cm²/m] (Differenz)
max as-2: 0 [cm²/m] (Differenz)

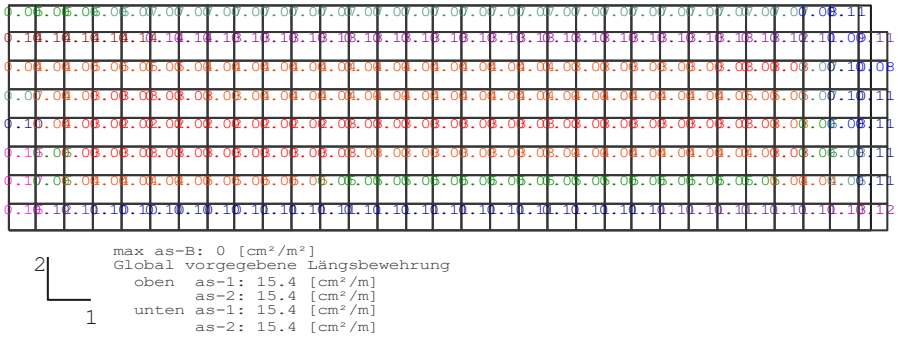
Global vorgegebene Längsbewehrung
oben as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
unten as-1: 15.4 [cm²/m]
as-2: 15.4 [cm²/m]
wird in folgenden Nachweisen vorausgesetzt:
- Querkraftnachweis

Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis - VEd / VRd,c, Druckstrebe cot, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 200

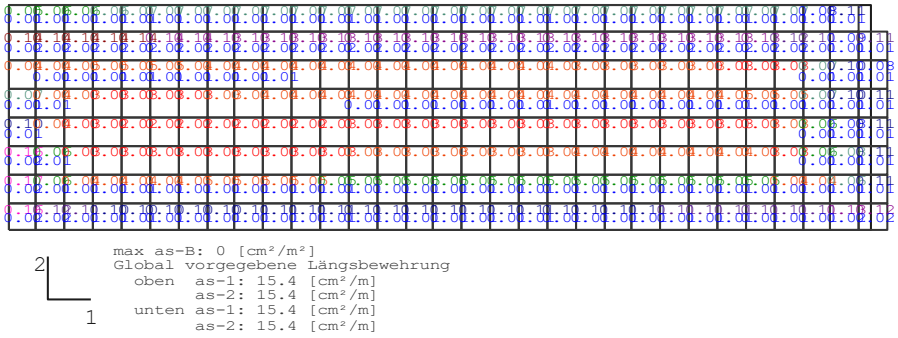


Nicht-Lineare Berechnung 1 "Berechnung 1"

Situation 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"

Querkraft-Nachweis (Verhältnisse) - VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm²/m²]

Maßstab 1 : 200



12 Auftriebssicherheit

Gemäß geotechnischen Bericht können im geplanten Baubereich Extremhochwasser (HQ100) bis ca. 0,5 m unter Geländeoberkante auftreten.
Nachfolgend wird die Auftriebssicherheit in der außergewöhnlichen Bemessungssituation (BS-A, Beanspruchung UPL) für den maximalen Wasserstand (+4,60 m) geführt.

12.1 Nachweis Auftriebssicherheit Gebäude

Verdrängtes Volumen: $V = (8{,}20\ m * 13{,}05\ m) * 4{,}60\ m = 493\ m^3$
Auftriebskraft: $G_{dst,k} = 493\ m^3 * 10\ kN/m^3 = 4.923\ kN$

Eigengewicht Gebäude:

- Dachdecke: $G_k = (8{,}20\ m * 13{,}35\ m) * 0{,}30\ m * 25\ kN/m^3 = 821\ kN$
- Deckenplatte: $G_k = (8{,}20\ m * 13{,}35\ m) * 0{,}30\ m * 25\ kN/m^3 = 821\ kN$
- Mauerwerk: $G_k = (2 * 13{,}35\ m + 2 * 7{,}60\ m) * 6{,}20\ m * 0{,}30\ m * 20\ kN/m^3 = 1.559\ kN$
- Kellerwände: $G_k = (2 * 13{,}35\ m + 2 * 7{,}60\ m) * 4{,}20\ m * 0{,}30\ m * 25\ kN/m^3 = 1.320\ kN$
- Bodenplatte: $G_k = (8{,}60\ m * 13{,}75\ m) * 0{,}50\ m * 25\ kN/m^3 = 1.478\ kN$

$G_{stb,k} = 821\ kN * 2 + 1.559\ kN + 1.320\ kN + 1.478\ kN = 5.999\ kN$

Auf den Ansatz der Wandscherkräfte wird durch die Verwendung von Abdichtungsbahnen (sehr glatt) verzichtet.
Nachweis
$G_{dst,d} = 1{,}0 * 4.923\ kN = 4.923\ kN$
$G_{stb,d} = 0{,}95 * 5.999\ kN = 5.699\ kN$
$G_{dst,d} < G_{stb,d}$ → Nachweis erfüllt

12.2 Nachweis Auftriebssicherheit Kanalgutannahme

Grundfläche: $A = 7\ m * 14{,}8\ m - 0{,}7\ m * 6{,}4\ m - 2\ m * 9{,}9\ m = 80\ m^2$

Umfang: $U = 7\ m + 4{,}9\ m + 2\ m + 9{,}9\ m + 4{,}3\ m + 6{,}4\ m + 0{,}7\ m = 35{,}2\ m$

Verdrängtes Volumen: $V = 80\ m^2 * 4{,}60\ m = 368\ m^3$

Auftriebskraft: $G_{dst,k} = 368\ m^3 * 10\ kN/m^3 = 3.680\ kN$

Eigengewicht Gebäude:

- Deckenplatte: $G_k = 80\ m^2 * 0{,}20\ m * 25\ kN/m^3 = 821\ kN$
- Betonwände: $G_k = 35{,}2\ m * 4{,}90\ m * 0{,}40\ m * 25\ kN/m^3 = 1.725\ kN$
- Bodenplatte: $G_k = 80\ m^2 * 0{,}50\ m * 25\ kN/m^3 = 1.000\ kN$
- Füllbeton: $G_k = (3{,}5\ m * 6\ m + 4{,}1\ m * 6{,}5\ m) * 1{,}40\ m * 24\ kN/m^3 = 1.601\ kN$

$G_{stb,k} = 821\ kN + 1.725\ kN + 1.000\ kN + 1.601\ kN = 5.147\ kN$

Auf den Ansatz der Wandscherkräfte wird durch die Verwendung von Abdichtungsbahnen (sehr glatt) verzichtet.

Nachweis

$G_{dst,d} = 1{,}0 * 3.680\ kN = 3.680\ kN$

$G_{stb,d} = 0{,}95 * 5.147\ kN = 4.889\ kN$

$G_{dst,d} < G_{stb,d}$ → Nachweis erfüllt

12.3 Nachweis Auftriebssicherheit Becken

Grundfläche: $A = 26{,}60\ m * 5{,}55\ m = 148\ m^2$

Verdrängtes Volumen: $V = 148\ m^2 * 4{,}60\ m + 4{,}4\ m * 5{,}55\ m * 1{,}0\ m = 706\ m^3$

Auftriebskraft: $G_{dst,k} = 706\ m^3 * 10\ kN/m^3 = 7.060\ kN$

Eigengewicht Gebäude:

- Betonwände: $G_k = (2 * 23\ m + 2 * 4{,}75\ m) * 5{,}70\ m * 0{,}40\ m * 25\ kN/m^3 = 3.163\ kN$
- Bodenplatte: $G_k = 148\ m^2 * 0{,}50\ m * 25\ kN/m^3 = 1.850\ kN$
- Füllbeton rechts: $G_k = (3{,}05\ m * 3{,}05\ m / 2 + 0{,}4\ m * 3{,}15\ m) * 20\ m * 24\ kN/m^3 = 2.837\ kN$
- Füllbeton links: $G_k = (1{,}10\ m * 1{,}10\ m / 2 + 0{,}4\ m * 1{,}20\ m) * 20\ m * 24\ kN/m^3 = 521\ kN$

$G_{stb,k} = 3.163\ kN + 1.850\ kN + 2.837\ kN + 521\ kN = 8.371\ kN$

Auf den Ansatz der Wandscherkräfte wird durch die Verwendung von Abdichtungsbahnen (sehr glatt) verzichtet.

<u>Nachweis</u>

$G_{dst,d} = 1{,}0 * 7.060\ kN = 7.060\ kN$

$G_{stb,d} = 0{,}95 * 8.371\ kN = 7.952\ kN$

$G_{dst,d} < G_{stb,d}$ → Nachweis erfüllt