

STATISCHE BERECHNUNG

- 2023 / 2118 –

Bauherrschaft:	Stadt Dortmund - Sport- und Freizeitbetriebe Untere Brinkstraße 81-89 44141 Dortmund
Bauvorhaben:	Cafe an den Wasserbecken im Westfalenpark Dortmund Florianstraße 2 44139 Dortmund
Gebäudeteil:	Café
Objektplanung:	soll sasse Architekten BDA Robert-Koch-Straße 24 44143 Dortmund
Tragwerksplanung:	Löschmann + Partner Beratende Ingenieure PartG mbB Konrad-Adenauer-Allee 12 44263 Dortmund www.wlp-ingenieure.de

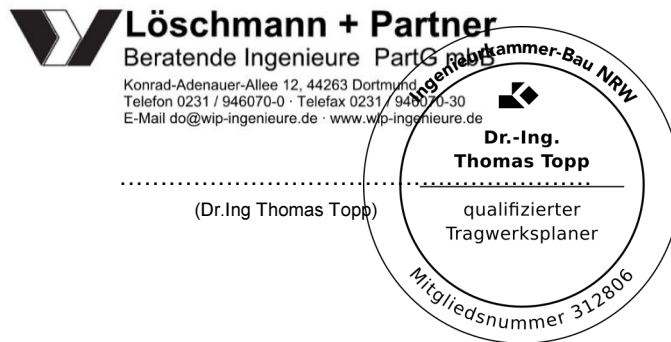
Unterschriften

Ort, Datum: Dortmund, 29.10.2025

Sachbearbeiter: Malek Machta
T: 0231 / 94 60 70 – 21 | m.machta@wlp-ingenieure.de

Projektleitung: Thomas Topp
T: 0231 / 94 60 70 – 15 | E: t.topp@wlp-ingenieure.de

Unterschrift



Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines

1.1	Allgemeines.....	Seite: 1-001
------------	-------------------------	---------------------

2 Brandschutz

2.1	Brandschutz.....	Seite: 2-001
------------	-------------------------	---------------------

3 Lastannahmen

3.1	Lastannahmen.....	Seite: 3-001
------------	--------------------------	---------------------

4 Decken

4.1	Position: 101 Dachdecke	Seite: 4-001
4.3	Durchstanz Nachweis	Seite: 4-032

5 Wände

5.2	Position: W01	Seite: 5-002
5.4	Position: W02.....	Seite: 5-006

6 Stützen

6.2	Position: S01 Innenstütze	Seite: 6-002
6.4	Position: S02 Eckstütze	Seite: 6-010
6.6	Position: S03 Randstütze	Seite: 6-018

7 Gründung

7.2	Position: 001 Bodenplatte	Seite: 7-002
7.4	Berechnung der Rissbreitbegrenzung BP.....	Seite: 7-028
7.5	Durchstanz Nachweis	Seite: 7-030
7.9	Position: F02 Einzelfundamet	Seite: 7-037
7.11	Position: F02a Einzelfundamet	Seite: 7-043
7.13	Position: F03 Einzelfundamet	Seite: 7-049

Teil 1 Allgemeines

DAS PROJEKT

Der Sport- und Freizeitbetrieb der Stadt Dortmund plant eine Umgestaltung des Zentralplatzes im Westfalenpark. Der Plan sieht den Anbau des Cafés an den Wasserbacken sowie einen Neubau der Technikzentrale bzw. des Vogelhauses vor.

Das Café ist eingeschossig und besteht aus drei Teilen, nämlich eine Küche für Gastronomie, Gastraum und Personalbereich. Zwischen den drei Teilen ist eine überdachte Außenterrasse als Gastraum. Das Bauvorhaben weist eine Länge von 32,50 m und eine Breite von 28,75 m auf.

DIE TRAGKONSTRUKTION

Die Tragkonstruktion besteht aus einer Stahlbeton-Dachdecke, die von Mauerwerkswänden, Stahlbetonwänden sowie Stahlbetonstützen gestützt wird. Die Gründung erfolgt überwiegend über eine Stahlbetonbodenplatte. Da die Bodenplatte eine geringere Grundfläche als die Dachdecke aufweist, sind einige der Stahlbetonstützen außerhalb der Bodenplattenfläche angeordnet und auf Einzelfundamenten gegründet.

DAS RECHENMODELL

Die Decken werden als 2D-Deckenplatten modelliert. Hierfür findet die Statik-Software „RFEM“ von „Dlubal“ Anwendung.

Für die ständigen und veränderlichen Lastanteile der Decken werden zwei Exportlastfälle mit charakteristischen Lasten gebildet und per automatischer Lastübergabe auf das Rechenmodell des Tragwerks der darunter liegenden Decke weitergegeben. Hierbei werden die charakteristischen Lasten getrennt für ständige und veränderliche Lasten übertragen. Das Eigengewicht der Wände wird geschossweise in einem separaten Lastfall ergänzt.

Die Bodenplatten werden mit einer flächigen Elementbettung modelliert. Innenwandauflager werden gelenkig angeschlossen und Außenwandauflager werden an der Kopfseite Teileingespant gelagert.

REGELWERKE

Die statische Berechnung wurde aufgestellt unter Beachtung folgender DIN-Normen in Ihrer gültigen Ausführung. Darüber hinaus fand die Betrachtung des konstruktiven Brandschutzes in den Bauteilbemessungen Rücksicht.

DIN EN 1990, DIN EN 1990/NA

Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 1991, DIN EN 1991/NA

Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1992, DIN EN 1992/NA

Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken

DIN EN 1996, DIN EN 1996/NA

Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten

BODENKENNWERTE

BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

Zur Baumaßnahme liegt eine Baugrundgutachten vor.

Aufsteller: GeoExperts GmbH
Zum Nubbental 14a 44227 Dortmund
Bearbeiter: Lars Ruderisch und Sahil Breja
Datum: 11.09.2024

GRÜNDUNGSVERHÄLTNISSE

Gründungsempfehlung: Flachgründung auf Einzel- u. Streifenfundamenten oder
Flächengründung auf biegesteifer Sohlplatte

Bettungsmodul: 5 MN/m³

ERDBEBEN

Keine Erdbebenzone.

Teil 2 Brandschutz

BRANDSCHUTZ

BRANDSCHUTZKONZEPT

Entwurfsverfasser: Löschmann + Partner Ingenieurgesellschaft mbH für Brandschutz
Sicherheits- und Gesundheitskoordination
Konrad-Adenauer-Allee 12, 44263 Dortmund

Datum: Planstand 05.07.2024

ANFORDERUNGEN

Tragende Wände und Stützen sind Feuerhemd (F30) auszuführen.

Die **Betondecken** sind Feuerhemd (F30) und aus nichtbrennbaren Baustoffen auszuführen.

STATISCH-KONSTRUKTIVER BRANDSCHUTZ

Siehe folgende Seiten.

TRAGENDE BETONBAUTEILE

ALLGEMEINES

- Allgemeine Regel zur Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkung mit Hilfe der außergewöhnlichen Kombination

$$E_{d,fi} = 1,0 * G_k + 1,0 * \psi_2 * Q_{k,i}$$

gemäß DIN EN 1991-1-2 4.3.1 + NA und DIN EN 1992-1-2 2.4.2(1)+(3) Gl. (2.5) + NA
oder alternativ:

- Vereinfachte Regel zur Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkung mit Hilfe des Reduktionsfaktors $\eta_{fi} = E_{d,fi}/E_d = 0,7$

gemäß DIN EN 1992-1-2 2.4.2(3) Anmerkung 2 + 5.2(3) + NA

- Ausnutzungsfaktor $\mu_{fi} = N_{Ed,fi}/N_{Rd} = 0,7$ (für Stützen und Wände)

gemäß DIN EN 1992-1-2 5.3.2(3) + Tab. 5.4 Anmerkung

- Vereinfacht darf angenommen werden $\mu_{fi} = \eta_{fi} = 0,7$

(a.d.s.S. Annahme Vollausslastung der Stütze/Wand bei Normaltemperatur)

gemäß DIN EN 1992-1-2 5.3.2(3) Anmerkung 1

- Lineare Interpolation zwischen den Tabellenwerten ist zulässig.

- In den Tabellen verwendete Symbole sind im Bild 5.2 erklärt.

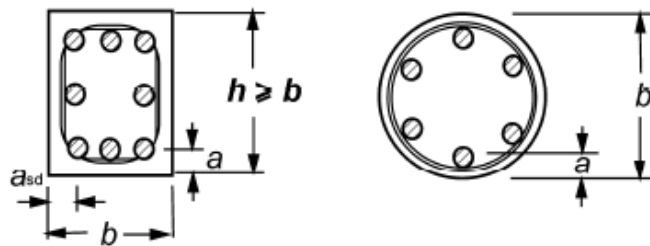


Bild 5.2 — Bauteilquerschnitte mit Achsabstand a

- Die Achsabstände a zu einem Bewehrungsstab, -draht oder einer Bewehrungslitze sind Nennmaße. Toleranzen brauchen nicht zusätzlich berücksichtigt zu werden.

STAHLBETONWÄNDE

Tabelle 5.4 — **Mindestdicke und -achsabstände für tragende Betonwände**

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)			
	Wanddicke/Achsabstand für			
	$\mu_k = 0,35$		$\mu_k = 0,7$	
	Brandbeansprucht auf einer Seite	Brandbeansprucht auf zwei Seiten	Brandbeansprucht auf einer Seite	Brandbeansprucht auf zwei Seiten
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung.				
ANMERKUNG Für die Definition von μ_k siehe 5.3.2 (3).				

Brandwände (5.4.3)

(1) Sofern eine Brandwand zusätzlich zu 5.4.1 und 5.4.2 die Anforderung an mechanische Widerstandsfähigkeit gegen horizontale Stoßbeanspruchung (Kriterium M, siehe 2.1.2 (6)) erfüllen muss, darf die Mindestdicke bei Ausführung in Normalbeton nicht kleiner sein als:

- 200 mm für eine unbewehrte Wand,
- 140 mm für eine bewehrte, tragende Wand,
- 120 mm für eine bewehrte, nichttragende Wand,

und der Achsabstand der Bew. einer tragenden Wand darf nicht kleiner als 25 mm sein.

HIER: Falls kein genauer Nachweis hinsichtlich der Ausnutzung μ_{fi} geführt wird, gilt für

- **einseitig brandbeanspruchte Wände und Brandwände:**
Wanddicke ≥ 140 mm (vorhanden ≥ 175 mm)
- **zweiseitig brandbeanspruchte Wände unter Vollausslastung ($\mu_{fi} = 0,7$):**
Wanddicke ≥ 170 mm (nicht vorhanden)

STAHLBETONDECKEN

Statisch bestimmt gelagerte Platten

Tabelle 5.8 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch bestimmt gelagerte, einachsig und zweiachsig gespannte Stahlbeton- und Spannbetonplatten

Feuerwiderstandsklasse	Mindestabmessungen (mm)			
	Plattendicke h_x (mm)	einachsig	Achsabstand a	
			zweiachsig $l_x/l_y \leq 1,5$	$1,5 < l_x/l_y \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x und l_y sind die Spannweiten einer zweiachsig gespannten Platte (beide Richtungen rechtwinklig zueinander), wobei l_y die längere Spannweite ist.
Bei Spannbetonplatten ist die Vergrößerung des Achsabstandes entsprechend 5.2 (5) zu beachten.
Der Achsabstand a in den Spalten 4 und 5 gilt für zweiachsig gespannte Platten, die an allen vier Rändern gestützt sind. Trifft das nicht zu, sind die Platten wie einachsig gespannte Platten zu behandeln.
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.

Statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten)

Unter der Voraussetzung, dass die Momentenumlagerung in der Kaltbemessung nicht mehr als 15 % beträgt, gilt:

- die Zahlenwerte der Tabelle 5.8 in den Spalten 2 und 4 gelten auch für einachsig und zweiachsig statisch unbestimmt gelagerte Platten (Durchlaufplatten)
- in Anlehnung an DIN EN 1992-1-2 5.6.3(3) ist bei Anforderungen F90 und höher die Stützbewehrung ungestaffelt (a.d.s.S.) über eine Länge von mindestens $0,3 \cdot l_{\text{eff}}$ in die angrenzenden Felder zu führen, wobei l_{eff} die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes ist
- die Stützbewehrung ist gegenüber der Zugkraftdeckung aus der Kaltbemessung beidseitig um $0,15 \cdot l$ weiter ins Feld zu führen, wobei l die Stützweite des angrenzenden größeren Feldes ist
- Sofern die Momentenumlagerung in der Kaltbemessung mehr als 15 % beträgt und kein genauer Nachweis geführt wird, oder wenn die o.g. Bewehrungsregeln nicht beachtet werden, ist jedes Feld der Platte wie eine statisch bestimmt gelagerte Platte unter Anwendung von Tabelle 5.8 (Spalte 2, 3, 4 oder 5) nachzuweisen.
- **HIER:**

Es gilt für

- **statisch bestimmt gelagerte Platten:**

Plattendicke ≥ 100 mm (Treppenläufe, vorhanden ≥ 200 mm)

Achsabstand der Bewehrung ≥ 30 mm (wenn einachsig gespannt)

FLACHDECKE

Tabelle 5.9 — Mindestmaße und Achsabstände für Flachdecken aus Stahlbeton und Spannbeton

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)	
	Plattendicke h_s	Achsabstand a
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.		

Sofern die Momentenumlagerung in der Kaltbemessung mehr als 15 % beträgt, ist der Achsabstand wie für einachsig gespannte Platten (Tabelle 5.8, Spalte 3) und die Mindestdicke nach Tabelle 5.9 zu bestimmen.

Für Feuerwiderstandsklassen REI 90 und höher sollten in jeder Richtung mindestens 20 % der nach EN 1992-1-1 erforderlichen Bewehrung über den Zwischenauflagern über die ganze Spannweite durchgeführt werden. Diese Bewehrung sollte in den Stützstreifen angeordnet werden.

Die Mindestplattendicke sollte nicht (z. B. durch Anrechnung von Fußbodenbeschichtungen) verkleinert werden.

Als Achsabstand a gilt der Achsabstand der unteren Bewehrungslage.

- HIER:**

Plattendicke ≥ 200 mm (vorhanden ≥ 200 mm)

STATISCH UNBESTIMMT GELAGERTE BALKEN (DURCHLAUFBALKEN)

Die Werte in Tabelle 5.6 sind nur dann gültig, wenn a) die Bewehrungsregeln dieser Norm (s.u.) befolgt werden und b) die Momentenumlagerung bei der Bemessung für Normaltemperatur nicht mehr als 15 % beträgt. Werden die Voraussetzungen a) und b) nicht erfüllt, sollte jedes Feld des Durchlaufträgers wie ein statisch bestimmt gelagerter Balken behandelt werden.

Der Querschnitt der oberen Bewehrung über jeder Zwischenstütze sollte bei Feuerwiderstandsklassen R 90 und höher auf eine Länge von $0,3l_{\text{eff}}$ (wie in Abschnitt 5 von EN 1992-1-1 definiert) von der Mittellinie der Unterstützung aus gemessen (siehe Bild 5.6) nicht kleiner sein als:

$$A_{s,\text{req}}(x) = A_{s,\text{req}}(0) * (1 - 2,5x/l_{\text{eff}}) \quad (5.11)$$

Dabei ist

x die Entfernung des betrachteten Querschnitts von der Mittellinie der Unterstützung $x \leq 0,3l_{\text{eff}}$;

$A_{s,\text{req}}(0)$ der erforderliche Querschnitt der oberen Bewehrung über der Unterstützung entsprechend EN 1992-1-1;

$A_{s,\text{req}}(x)$ der erforderliche Querschnitt der oberen Bewehrung im betrachteten Schnitt (x) von der Mittellinie der Unterstützung, jedoch nicht kleiner als die nach EN 1992-1-1 verlangte Bewehrung $A_s(x)$;

l_{eff} die effektive Stützweite. Sofern die effektive Stützweite in den angrenzenden Feldern unterschiedlich ist, sollte der größere Wert genommen werden.

Tabelle 5.6 — Mindestmaße und -achsabstände für statisch unbestimmt gelagerte Balken (Durchlaufbalken) aus Stahlbeton und Spannbeton (siehe auch Tabelle 5.7).

Feuerwiderstandsdauer	Mindestmaße (mm)						
	Mögliche Kombinationen von a und b_{min} , dabei ist a der mittlere Achsabstand und b_{min} die Balkenbreite				Stegdicke b_w		
1	2	3	4	5	Klasse WA	Klasse WB	Klasse WC
R 30	$b_{min}= 80$ $a = 15^*$	160 12*			80	80	80
R 60	$b_{min}= 120$ $a = 25$	200 12*			100	80	100
R 90	$b_{min}= 150$ $a = 35$	250 25			110	100	100
R 120	$b_{min}= 200$ $a = 45$	300 35	450 35	500 30	130	120	120
R 180	$b_{min}= 240$ $a = 60$	400 50	550 50	600 40	150	150	140
R 240	$b_{min}= 280$ $a = 75$	500 60	650 60	700 50	170	170	160
$a_{sd} = a + 10\text{mm}$ (siehe Anmerkung unten)							
Für Spannbetonbalken sollte der Achsabstand entsprechend 5.2 (5) vergrößert werden. a_{sd} ist der seitliche Achsabstand der Eckstäbe (bzw. des -spannglieds oder -drahts) in Balken mit nur einer Bewehrungslage. Für größere b_{min} -Werte als die nach Spalte 3 ist eine Vergrößerung von a_{sd} nicht erforderlich.							
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung aus.							

HIER: (F-90A)

- **statisch unbestimmt gelagerte Balken:**

Balkenbreite ≥ 150 mm: $a = 35$ mm; $a_{sd} = 45$ mm (35mm bei Bew. zweilagig)

Stützbewehrung ungestaffelt durchlegen (a.d.s.S.)

Balkenbreite ≥ 250 mm: $a = 25$ mm; $a_{sd} = 35$ mm (25mm bei Bew. zweilagig)

Stützbewehrung ungestaffelt durchlegen (a.d.s.S.)

STAHLBETONSTÜTZEN

Die Feuerwiderstandsdauer der Stahlbetonstützen wird im Rahmen der statischen Berechnung mit Hilfe

- einer EDV-gestützten Heißbemessung oder
- Methode A gemäß DIN EN 1992-1-2:2010-12 5.3.2 + NA

nachgewiesen. Tragende Mauerwerkswände und -pfeiler

ALLGEMEINES

- Allgemeine Regel zur Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkung mit Hilfe der außergewöhnlichen Kombination

$$E_{d,fi} = 1,0 * G_k + 1,0 * \psi_2 * Q_{k,i}$$

gemäß DIN EN 1991-1-2 4.3.1 + NA

oder alternativ:

- Vereinfachte Regel zur Ermittlung des Bemessungswertes der Einwirkung mit Hilfe des Reduktionsfaktors

$$\eta_{fi} = E_{d,fi}/E_d = 0,7$$

gemäß DIN EN 1996-1-2 2.4.2(3) Anmerkung 2 + NA

- Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} = N_{Ed,fi}/N_{Rd} = 0,7$

gemäß DIN EN 1996-1-2 4.5(3) + NA

(a.d.s.S. Annahme Vollausslastung der Wand bei Normaltemperatur)

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklasse REI in (Minuten) $t_{fi,d}$					
		30	60	90	120	180	240
1	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN V 20000-402 bzw. DIN V 106 Voll- und Blocksteine (auch als Plan- oder Fasensteine) sowie Planelemente unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel						
1.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (140)	nvg
1.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,42$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	175 (140)	nvg
1.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,70$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	150 (140)	200 (175)	nvg
1.4	alternativ: Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} \leq 0,70$	150 (115)	150 (115)	150 (150)	175 (150)	240 (175)	nvg
1.5	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{fi} \leq 0,70$ bei flächig aufgelagerten Massivdecken (Auflagertiefe mindestens so groß wie die Wanddicke)	115 (115)	115 (115)	150 ^a (115)	150 (115)	150 (115)	175 (150)
2	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN V 20000-402 bzw. DIN V 106 Loch- und Hohlblocksteine (auch als Plan- oder Fasensteine) unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel						
2.1	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,15$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	115 (115)	175 (140)	nvg
2.2	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,42$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	140 (115)	200 (140)	nvg
2.3	Ausnutzungsfaktor $\alpha_{0,fi} \leq 0,70$	115 (115)	115 (115)	115 (115)	200 (140)	240 (175)	nvg

Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach 4.2 (1).

^a Bei $\alpha_{0,fi} \leq 0,6$ gilt $t_F \geq 115$ mm.

Tabelle NA.B.2.5 — Kalksandstein-Mauerwerk — Mindestdicke tragender und nichttragender, raumabschließender Brandwände (Kriterien REI-M und EI-M) zur Einstufung in Feuerwiderstandsklassen

Zeilen Nr.	Materialeigenschaften	Mindestwanddicke (mm) t_F zur Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen REI-M und EI-M in (Minuten) $t_{F,d}$	
		30, 60, 90	
		1schalige Ausführung	2schalige Ausführung
1	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN V 20000-402 bzw. DIN V 106 Voll-, Loch-, Block-, Hohlblocksteine (auch als Plan- und Fasersteine) unter Verwendung von Normalmauermörtel und Dünnbettmörtel der Rohdichteklasse		
1.1	$\geq 1,8$	175 ^a	2 × 150 ^a
1.2	$\geq 1,4$	240	2 × 175
1.3	$\geq 0,9$	300	2 × 200 (2 × 175)
1.4	$\geq 0,8$	300	2 × 240 (2 × 175)
2	Kalksandsteine nach DIN EN 771-2 in Verbindung mit DIN V 20000-402 bzw. DIN V 106 Planelemente unter Verwendung von Dünnbettmörtel der Rohdichteklasse		
2.1	$\geq 1,8$	175 ^b 200	2 × 150 ^b 2 × 175
Die Klammerwerte gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach 4.2 (1).			
^a Bei Verwendung von Dünnbettmörtel und Plansteinen.			
^b Mit aufliegender Geschossdecke mit mindestens REI 90 als konstruktive obere Halterung.			

HIER: Es kommen KS-Plansteine (Rohdichteklasse 2,0) zur Anwendung.

- **tragende Wände mit einseitiger Brandbeanspruchung (hier Regelfall):**
Wandstärke ≥ 115 mm nach Zeile 2.3 (vorhanden ≥ 150 mm)
- **tragende Wände mit zweiseitiger Brandbeanspruchung:**
Wandstärke ≥ 115 mm nach Zeile 2.3 (vorhanden = 150 mm)
Ggf. ist für Wände mit zweiseitiger Brandbeanspruchung und $t < 200$ mm ein genauer Nachweis mit $\alpha_{6,fi}$ im Rahmen der statischen Berechnung zu führen.
- **tragende und nichttragende Brandwände mit einseitiger Brandbeanspruchung (Rohdichteklasse $\geq 1,8$):**
Wandstärke ≥ 175 mm mit aufliegender F90-Decke (nicht geplant)
Wandstärke ≥ 200 mm ohne aufliegende F90-Decke (nicht geplant)

Teil 3 Lastannahmen

LASTANNAHMEN

Die Eigengewichte der Bauteile werden beim Rechenmodell programmintern automatisch durch Eingabe der Bauteilabmessungen und der Stahlbetonwichte berücksichtigt.

Windlasten

Windzone : **WZ 1** (Dortmund)
Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b,0}$: 0,32 kN/m²
Geländekategorie : II Binnenland
Bauwerkshöhe h (ü. Gel.) : OK Attika $\approx +5,42$ m ü. GOK
Böengeschwindigkeitsdruck q_p : $q(x) = q(5,42) = 0,48$ kN/m²

Schneelasten

Schneelastzone : **SLZ 1** (Dortmund)
Geländehöhe : 109,40 m ü. NHN (< 400 m ü. NHN)
Charakt. Schneelast s_k : 0,65 kN/m²

Erdbeben

Keine Erdbebenzone

Dachdecke

Extensive Begrünung	$g_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$
Dichtung / Dämmung / Dampfsperre	$g_k = 0,60 \text{ kN/m}^2$
Unterdecke / TGA	$g_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$
PV aufgeständert	$g_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$
Ständige Lasten	$g_k = 3,35 \text{ kN/m}^2$

Lüftungsgeräte	$g_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Ständige Lasten	$g_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Schnee mit Verwehung (PV aufgeständert)	$s_k = 1,40 \text{ kN/m}^2$
Schnee Lasten	$s_k = 1,40 \text{ kN/m}^2$

Winddruck	$w_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$
Wind Lasten	$w_k = 0,10 \text{ kN/m}^2$

Bodenplatte

Fußbodenaufbau	$g_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$
Ständige Lasten	$g_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$

Nutzlasten (Versammlungsräume, C3)	$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Veränderliche Lasten	$q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Betonwände 24 cm - Stahlbeton		h = 4,50 m
Eigengewicht $0,24 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 \cdot h =$		27,00 kN/m
Ständige Lasten	$g_k =$	27,00 kN/m

Mauerwerkswände 24 cm – KS-PE 20-2,0 DM		h = 4,50 m
24 cm Kalkensandstein		4,80 kN/m ² × h
20 cm Wärmedämmung		0,20 kN/m ² × h
11.50 cm Klinker		2,10 kN/m ² × h
Ständige Lasten	$g_k =$	31,95 kN/m

1. Basisdaten

BAUVORHABEN:	DO Zentralplatz Cafe		
ZUGRUNDELIEGENDE NORM:	Eurocode:	Wind:	DIN EN 1991-1-4:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-4:2010-12/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-4 genannt
		Schnee:	DIN EN 1991-1-3:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-3:2019-04/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-3 genannt
STANDORT:	Dortmund, Stadt		
AMTL. GEMEINDESCHLÜSSEL:	05913000		
TYP:	Kreisfreie Stadt		
LANDKREIS:	Dortmund		
BUNDESLAND:	Nordrhein-Westfalen		
ERDBEBENWARNUNG:	keine Erdbebengefährdung nach EC8		
HÖHE ÜBER NN:	112 m		
WINDZONE:	1	⇒	v _{b,0} = 22.50 m/s
SCHNEELASTZONE:	1	⇒	s _k = 0.65 kN/m ²

2. Windlasten

Lage: Binnenland Topographie: Regelfall

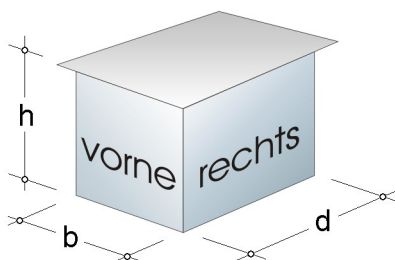
2.1 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

$$q(z) = 1.5 q_{\text{ref}} \quad \text{für} \quad z < 7 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad q(h) = q(5.25) = 0.48 \text{ kN/m}^2$$

$$q(z) = 1.7 q_{\text{ref}} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.37} \quad \text{für} \quad 7 \text{ m} < z < 50 \text{ m}$$

$$q(z) = 2.1 q_{\text{ref}} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.24} \quad \text{für} \quad 50 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$$

2.2 Eingangsdaten



Gebäudemodell:

Typ: Flachdach

$h = 5.25 \text{ m}$

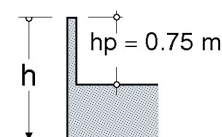
$b = 15.50 \text{ m}$

$d = 15.50 \text{ m}$

Lage: Binnenland

Topographie: Regelfall

Dachrand: mit Attika



Dachüberstände	vorne	rechts	hinten	links
in m	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3 Wind von vorne

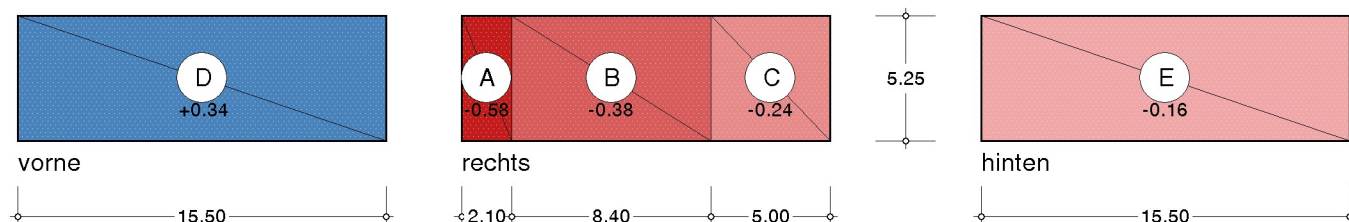
Kennwerte: $e = \min(b, 2h) = 10.50 \text{ m}$ Typ: $e < d$ $h/d = 0.34$

2.3.1 Belastung der vertikalen Wände (Wind von vorne)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten nach EC1-1-4 / Tab. 7.1

Ordinate = $c_{pe,10} \cdot q(h)$, (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
$c_{pe,10}$	-1.20	-0.80	-0.50	+0.71	-0.32	interpoliert
Ordinaten	-0.58	-0.38	-0.24	+0.34	-0.16	kN/m ²



Die hier in Höhe der Dachkante ausgewiesenen Werte gelten auch für die Unterseite der Dachfläche im Bereich von Dachüberständen

2.3.2 Erhöhte Windlasten auf vertikale Wände (Wind von vorne) für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

logarithmisch interpolierte Außendruckbeiwerte in Abhängigkeit vorgegebener Lasteinzugsflächen A_i nach EC1-1-4 / 7.2.1

Ordinate = $c_{pe,Ai} \cdot q(h)$, (+) = Druck

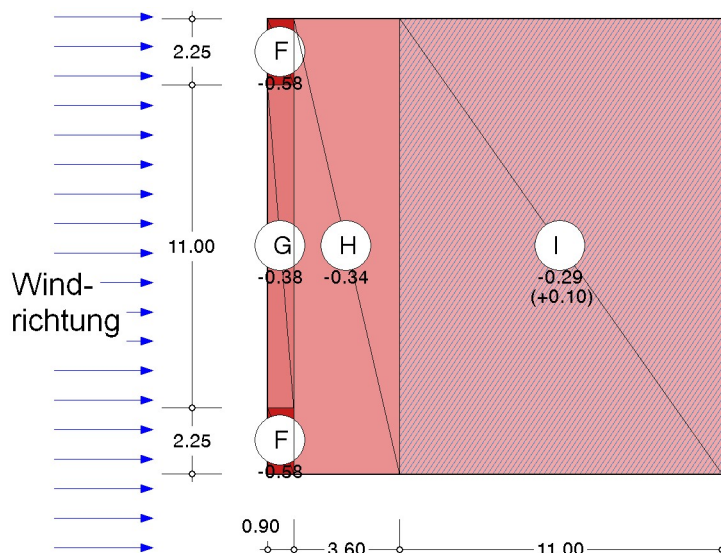
Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
Lasteinzugsfläche $A_i = 1.00 \text{ m}^2$						
$c_{pe,Ai}$	-1.40	-1.10	-0.50	+1.00	-0.50	interpoliert
Ordinaten	-0.67	-0.53	-0.24	+0.48	-0.24	kN/m ²

2.3.3 Belastung der Dachfläche (Wind von vorne)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten für Flachdächer nach EC1-1-4 / Tab. 7.2

Ordinate = $c_{pe,10} \cdot q(h)$, (+) = Druck (die Berechnung erfolgt mit $h=h_{hp} \Rightarrow e = 9.00 \text{ m}$; $q(h) = 0.48 \text{ kN/m}^2$)

Bereich	F	G	H	I	Bemerkung
$c_{pe,10}$	-1.20	-0.80	-0.70	-0.60	interpoliert
alternativ	-	-	-	+0.20	interpoliert
Ordinaten	-0.58	-0.38	-0.34	-0.29	kN/m ²
alternativ	-	-	-	+0.10	kN/m ²



2.3.4 Erhöhte Soglasten auf Dachfläche (Wind von vorne)

für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

logarithmisch interpolierte Außendruckbeiwerte in Abhängigkeit vorgegebener Lasteinzugsflächen A_i nach EC1-1-4 / 7.2.1
Ordinate = $c_{pe,A_i} \cdot q(h)$. Im Bereich I unterscheiden sich die Werte für $c_{pe,1}$ und $c_{pe,10}$ nicht. Die Windlasten können für diesen Bereich der vorangegangenen Tabelle entnommen werden.

Bereich	F	G	H	Bemerkung
Lasteinzugsfläche $A_1 = 1.00 \text{ m}^2$				
c_{pe,A_1}	-1.80	-1.40	-1.20	interpoliert
Ordinaten	-0.86	-0.67	-0.58	kN/m ²

2.4 Wind von rechts

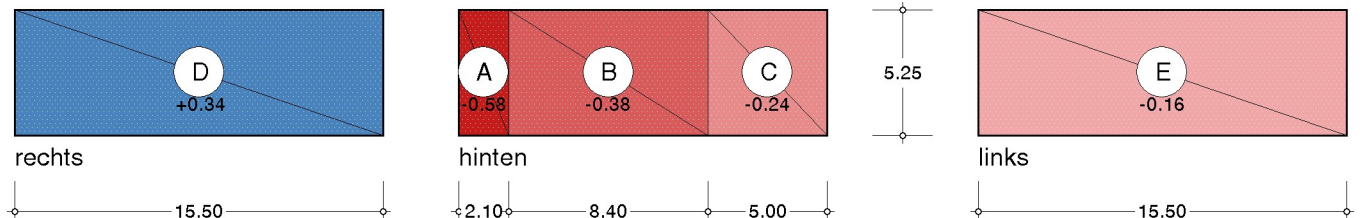
Kennwerte: $e = \min(d, 2h) = 10.50 \text{ m}$ Typ: $e < b$ $h/b = 0.34$

2.4.1 Belastung der vertikalen Wände (Wind von rechts)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten nach EC1-1-4 / Tab. 7.1

Ordinate = $c_{pe,10} \cdot q$, (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
$c_{pe,10}$	-1.20	-0.80	-0.50	+0.71	-0.32	interpoliert
Ordinaten	-0.58	-0.38	-0.24	+0.34	-0.16	kN/m ²



Die hier in Höhe der Dachkante ausgewiesenen Werte gelten auch für die Unterseite der Dachfläche im Bereich von Dachüberständen

2.4.2 Erhöhte Windlasten auf vertikale Wände (Wind von rechts)

für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

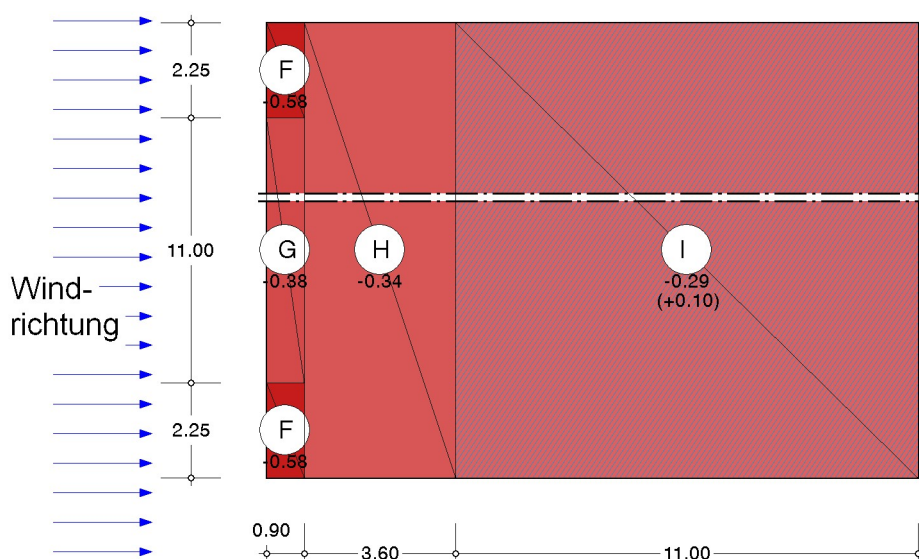
logarithmisch interpolierte Außendruckbeiwerte in Abhängigkeit vorgegebener Lasteinzugsflächen A_i nach EC1-1-4 / 7.2.1

Ordinate = $c_{pe,A_i} \cdot q(h)$, (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
Lasteinzugsfläche $A_1 = 1.00 \text{ m}^2$						
c_{pe,A_1}	-1.40	-1.10	-0.50	+1.00	-0.50	interpoliert
Ordinaten	-0.67	-0.53	-0.24	+0.48	-0.24	kN/m ²

2.4.3 Belastung der Dachfläche (Wind von rechts)

Ordinaten: siehe Tabelle(n) unter Absatz "Wind von vorne"



3. Schneelasten

3.1 Grundbelastung

Dachform: Flachdach

$\mu_1 = 0.80$ (gemäß EC 1-1-3 / Tab. 5.2)

$q = \mu_1 s_k = 0.52 \text{ kN/m}^2$

(konstant auf der gesamten Dachfläche)

3.2 Verwehung

$h = 0.75 \text{ m}$

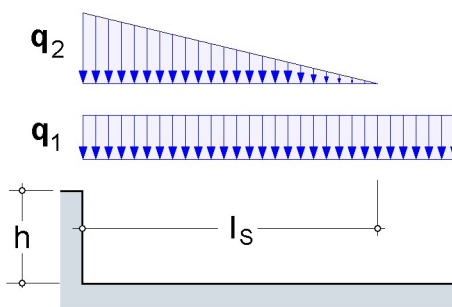
$\mu_1 = 0.8$

$q_1 = \mu_1 s_k = 0.52 \text{ kN/m}^2$

$\mu_2 = 0.8 \leq \gamma h/s_k \leq 2.0 = 2.00$

$q_2 = (\mu_2 - \mu_1) s_k = 0.78 \text{ kN/m}^2$

$l_s = 5 \leq 2h \leq 15 = 5.00 \text{ m}$



3.3 Aufgeständerte Solarthermie- und Photovoltaikanlagen

DIN EN 1991-1-3 / NA:2019-04 NCI zu 5.3.1 (2):

$h = 0.60 \text{ m}$

$l_1 = 13.00 \text{ m}$

$l_s = 14.20 \text{ m}$

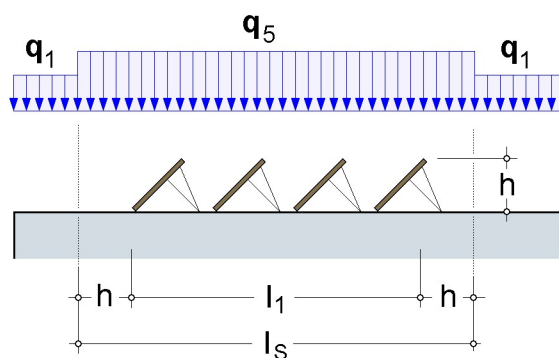
$\mu_1 = 0.80$

$q_1 = \mu_1 s_k = 0.52 \text{ kN/m}^2$

$\mu_5 = 1.10$

$q_5 = \mu_5 s_k = 0.72 \text{ kN/m}^2$

$\mu_1 \leq \mu_5 = \gamma h/s_k \leq 1.0$ mit $\gamma = 2 \text{ kN/m}$. Für $h > 0.5$ wird μ_5 automatisch um 10% erhöht.



Teil 04 Dachdecke

POS 101: DACHDECKE

System

Baustoffe:

Beton: C30/37
Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Dicke: $h = 25\text{cm}$

Expositionsklasse:

XC3, WF oben

XC1, WF unten

Betondeckung:

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$

unten: $c_{nom} = 10+10 = 20\text{ mm}$

oben: $c_{nom} = 20+15 = 35\text{ mm}$

Statisches System:

liniengelagerte und Punktgestützte Platte, zweiachsig gespannt

Einwirkungen

Flächenlasten (siehe auch Lastzusammenstellung im Kapitel 3)

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m²]	q [kN/m²]
g_k	---	Eigengewicht $0,25 \cdot 25 =$ wird automatisch vom Programm berücksichtigt	6,25	
g_k	---	Extensive Begrünung	2,00	
g_k	---	Dichtung / Dämmung / Dampfsperre	0,60	
g_k	---	Unterdecke / TGA	0,50	
g_k	---	PV	0,25	
g_k	---	Lüftungsgeräte	5,00	
q_k	---	Schnee mit Verwehung		1,40
q_k	---	Winddruck		0,10

BEMESSUNG IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Bemessung für Biegung und Querkraft:

Grundbewehrung:

Q 424# oben

Q 424# unten;

Zulagen gemäß Differenzplot

■ INHALT

	Modell-Basisangaben	1	Grafik	Lagerreaktionen, LK30: Summe veränderlich, In Z-Richtung	14
	FE-Netz-Einstellungen	1			
1	Modell			RF-BETON Flächen	
1.3	Materialien	1		FA1 - Stahlbeton-Bemessung	
1.4	Flächen	2	1.1	Basisangaben	15
1.7	Knotenlager	2	1.2	Materialien	15
1.7.1	Knotenlager - Stützen	2	1.3	Flächen	15
1.8	Linienlager	2	1.4	Bewehrungssatz Nr. 1	15
1.8.1	Linienlager - Wände	2	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben), Isometrie	17
1.8.2	Linienlager - Federn	2	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erforderliche Bewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben), Isometrie	18
2	Lastfälle und Kombinationen		Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten), Isometrie	19
2.1	Lastfälle	2	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erforderliche Bewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten), Isometrie	20
2.1.1	Lastfälle - Berechnungsparameter	2	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben), Isometrie	21
2.7	Ergebniskombinationen	3	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben), Isometrie	22
3	Lasten		Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten), Isometrie	23
	LF2 - 3.4 Flächenlasten	3	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten), Isometrie	24
Grafik	LF2 - LF2: Extensive Begrünung / Unterdecke / Dämmung / PV, Isometrie	4	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben), In Z-Richtung	25
	LF3 - Lüftungsgeräte - 3.4 Flächenlasten	5	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben), Isometrie	26
Grafik	LF3 - Modell, LF3: Lüftungsgeräte, Isometrie	6	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten), Isometrie	27
	LF4 - 3.4 Flächenlasten	7	Grafik	RF-BETON Flächen FA1 - Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten), Isometrie	28
Grafik	LF4 - Modell, LF4: Schnee mit Verwehung und aufgeständerte PV, Isometrie	8			
	LF6 - Winddruck - 3.4 Flächenlasten	9			
Grafik	LF6 - LF6: Winddruck, Isometrie	10			
4	Ergebnisse - Lastfälle, Lastkombinationen				
Grafik	Lagerreaktionen, LK29: Summe ständig, In Z-Richtung	11			
Grafik	Lagerreaktionen, LK30: Summe veränderlich, In Z-Richtung	12			
Grafik	Lagerreaktionen, LK29: Summe ständig, In Z-Richtung	13			

■ MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname : DD_Zentralplatz_Cafe Modelltyp : 2D-XY (uz/φx/φy) Positive Richtung der globalen Z-Achse : Nach unten Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen : Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland ☒ Kombinationen automatisch erzeugen : ☒ Lastkombinationen
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen ☐ RF-ZUSCHNITT ☐ Rohrleitungsanalyse ☐ CQC-Regel anwenden ☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen Erdbeschleunigung g : 10.00 m/s ²

■ FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente l_{FE} : 0.500 m Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren ε : 0.001 m Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden) : 500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik : 10 ☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen ☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen Δ_D : 1.800 Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene α : 0.50 ° Form der Finiten Elemente: : Drei- und Vierecke ☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

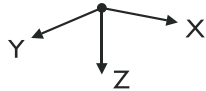
■ 1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Beton C30/37 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 3300.00	1375.00	0.200	25.00	1.00E-05	1.000	Isotrop linear elastisch
2	Beton C25/30 DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 3100.00	1291.67	0.200	25.00	1.00E-05	1.000	Isotrop linear elastisch
3	Mauerwerk (Kalksandstein, Vollsteine ohne Grifföcher oder Grifföffnungen, DBM, 2.00, 20) DIN 1053-100 950.00	431.82	0.100	19.61	8.00E-06	1.000	Isotrop linear elastisch
	Benutzerdefiniertes Material						

1.4 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Flächentyp Geometrie	Steifigkeit	Begrenzungslinien Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	d [cm]	Fläche A [m²]	Gewicht G [kg]
1	Eben	Standard	43,89,90,56	1	Konstant	25.00	258.727	161704.00
2	Eben	Standard	121,42,120,55,93,90	1	Konstant	25.00	205.912	128695.00
3	Eben	Standard	89,58,96,97	1	Konstant	25.00	106.494	66558.80
4	Eben	Standard	59,44,100-103	1	Konstant	25.00	38.546	24091.30
5	Eben	Standard	102,105,3,101	1	Konstant	25.00	70.057	43785.60
6	Eben	Standard	106,61,45,109	1	Konstant	25.00	173.140	108212.00
7	Eben	Standard	97,111-113	1	Konstant	25.00	29.023	18139.10
8	Eben	Standard	114,12,116,112	1	Konstant	25.00	45.482	28426.10
9	Eben	Standard	117,54,119,12	1	Konstant	25.00	9.580	5987.72

1.7 KNOTENLAGER



Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsensystem	Stütze in Z	Lagerung bzw. Feder			Kommentar
				u_z	φ_x	φ_y	
1	39-50,52 Stb-Stütze D=30 cm	Global X,Y,Z	☒	☐	☐	☐	

1.7.1 KNOTENLAGER - STÜTZEN

Lager Nr.	Stützen Typ Abmessungen [cm]	Höhe H [m]	Modell von Gelagert durch	Mat. Nr.	Lagerbedingungen		Schub-StEIFigkeit
					Kopfpunkt	Fußpunkt	
1	D = 30 $C_{1,x}$ 0.00[kN/m³] $C_{1,y}$ 0.00[kN/m³] $C_{1,z}$ 6888890.000[kN/m³] $C_{2,x}$ 76775.200[kN/m] $C_{2,y}$ 76775.200[kN/m]	4.50	Elastische Flächenbettung	2	Gelenkig	Gelenkig	☒

1.8 LINIENLAGER

Lager Nr.	Linien Nr.	Bezugs-system	Wand in Z	Lagerung			Kommentar
				u_z	φ_x	φ_y	
1	1-9,14-20,22,26,27,29-31,34-37,41,60,63,67-72,74,75,77,79,81,83,87	Lokal	☒	Feder	☐	☐	MW 24
2	10-13,21,23,25,85	Lokal	☒	Feder	☐	☐	Stb-Wand 24

1.8.1 LINIENLAGER - WÄNDE

Lager Nr.	Breiten t [cm]	Höhe H [m]	Material	Lagerungsart am		Schub-StEIFigkeit	Kommentar
				Kopfpunkt	Fußpunkt		
1	24.00	4.500	3 - Mauerwerk (Kalksandstein, Vollsteine ohne Grifföcher oder Grifföffnungen, DBM, 2.00, 20)	Gelenkig	Gelenkig	☒	
2	24.00	4.500	2 - Beton C25/30	Gelenkig	Gelenkig	☒	

1.8.2 LINIENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Linien Nr.	Feder [kN/m²] [kNm/rad/m]			Kommentar
		$C_{u,z}$	$C_{\varphi,x}$	$C_{\varphi,y}$	
1	1-9,14-20,22,26,27,29-31,34-37,41,60,63,67-72,74,75,77,79,81,83,87	506667.000	-	-	
2	10-13,21,23,25,85	1653330.000	-	-	

2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒			1.000
LF2	Extensive Begrünung / Unterdecke / Dämmung / PV	Ständig	☐			
	2,00 kN/m² + 0,50 kN/m² + 0,60 kN/m² + (0,25 kN/m²)					
LF3	Lüftungsgeräte	Ständig	☐			
LF4	Schnee mit Verwehung und aufgeständerte PV	Schnee ($H \leq 1000$ m über NN)	☐			
LF6	Winddruck	Wind	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I_y, I_z, A, A_y, A_z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für $GJ, EI_y, EI_z, EA, GA_y, GA_z$)
LF2	Extensive Begrünung / Unterdecke / Dämmung / PV	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System d	: • Newton-Raphson

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Last-fall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
		der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF3	Lüftungsgeräte	Berechnungstheorie	: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ☒ Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	Schnee mit Verwehung und aufgeständerte PV	Berechnungstheorie	: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ☒ Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF6	Winddruck	Berechnungstheorie	: ☒ Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: ☒ Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z) : ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10	LK1/s oder bis LK5
EK2	GZG - Charakteristisch	LK6/s oder bis LK10
EK3	GZG - Quasi-ständig	LK11/s

3.4 FLÄCHENLASTEN

Nr.	An Flächen Nr.	Last-Art	Last-verteilung	Last-Richtung	Lastparameter		
					Symbol	Wert	Einheit
1	2,3,5-9	Kraft	Konstant	ZL	p	3.35	kN/m ²
2	1	Kraft	Konstant	ZL	p	3.10	kN/m ²
3	4	Kraft	Konstant	ZL	p	3.35	kN/m ²
	2,00 kN/m ² + 0,50 kN/m ² + 0,60 kN/m ² + (0,25 kN/m ²)						

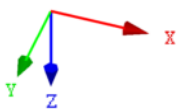
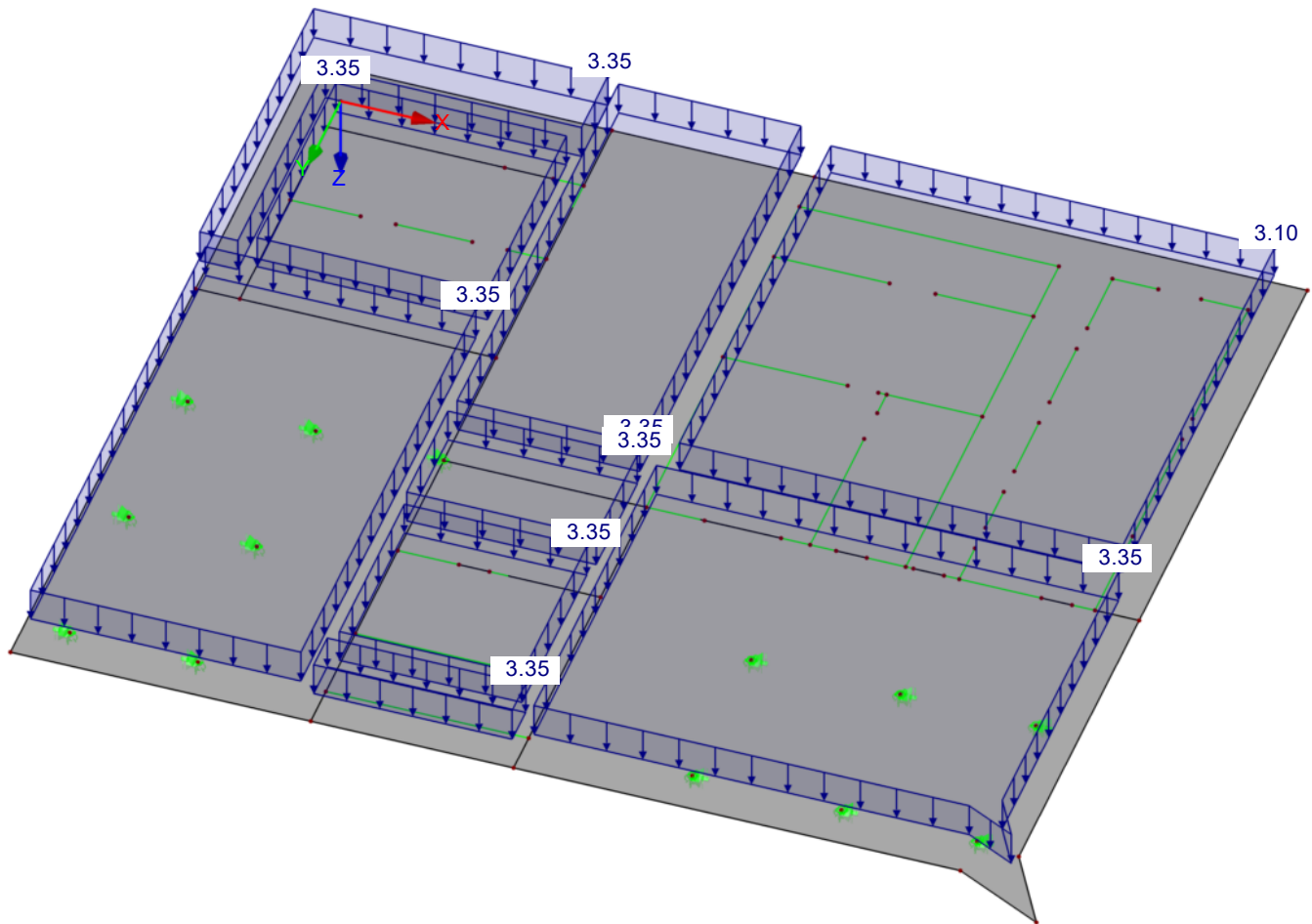
LF2
Extensive Begrünung /
Unterdecke / Dämmung / PV

LF2

■ **LF2: EXTENSIVE BEGRÜNUNG / UNTERDECKE / DÄMMUNG / PV**

LF2 : Extensive Begrünung / Unterdecke / Dämmung / PV
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF3
Lüftungsgeräte

■ **3.4 FLÄCHENLASTEN**

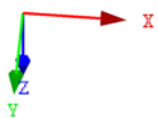
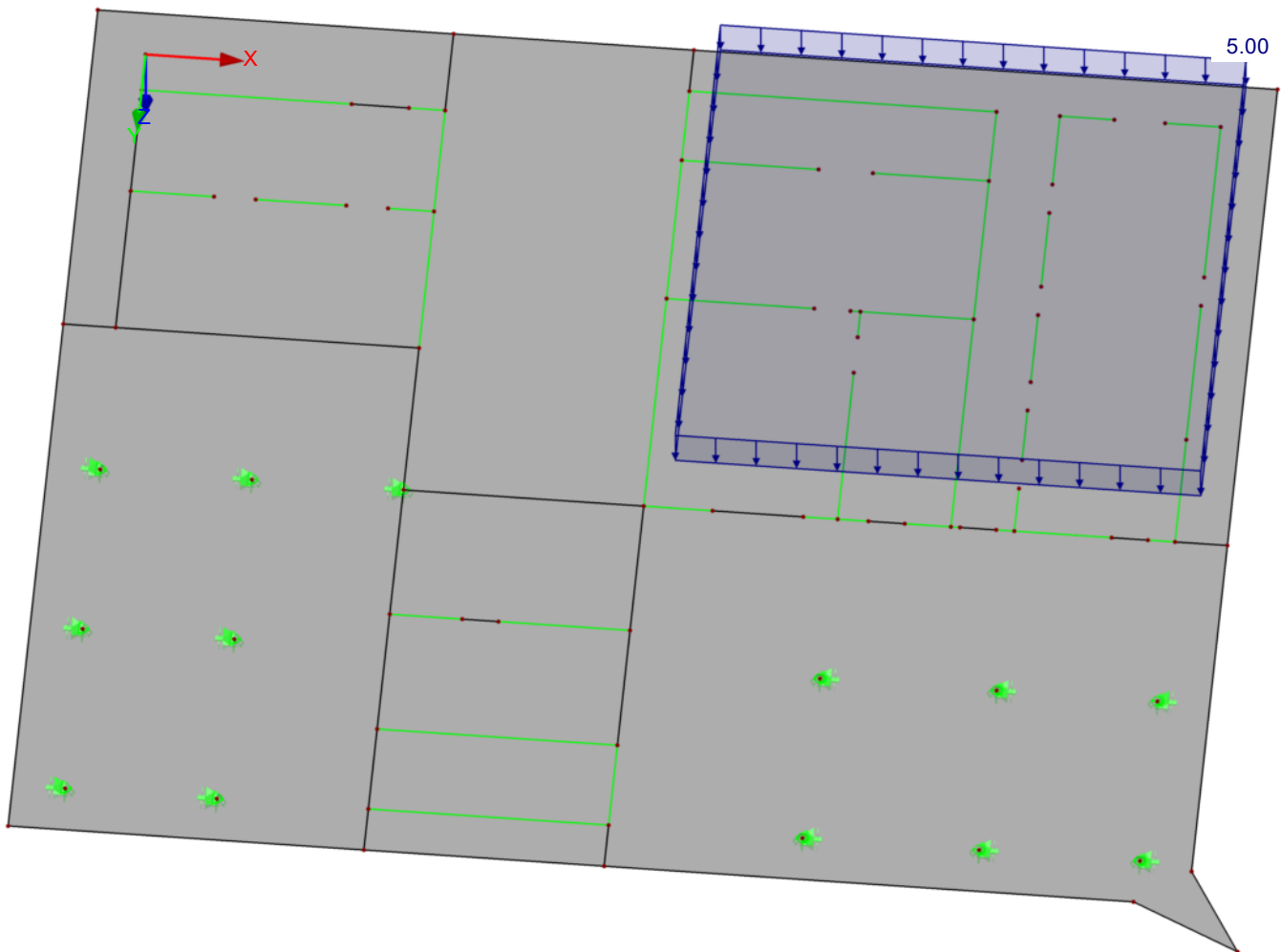
LF3: Lüftungsgeräte

Nr.	An Flächen Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastparameter	
						Wert	Einheit
1	1 Lüftungsgeräte	Kraft	Konstant	ZL	p	5.00	kN/m ²

■ **MODELL**

LF3 : Lüftungsgeräte
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF4
Schnee mit Verwehung und
aufgeständerte PV

■ 3.4 FLÄCHENLASTEN

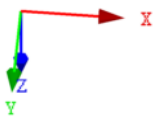
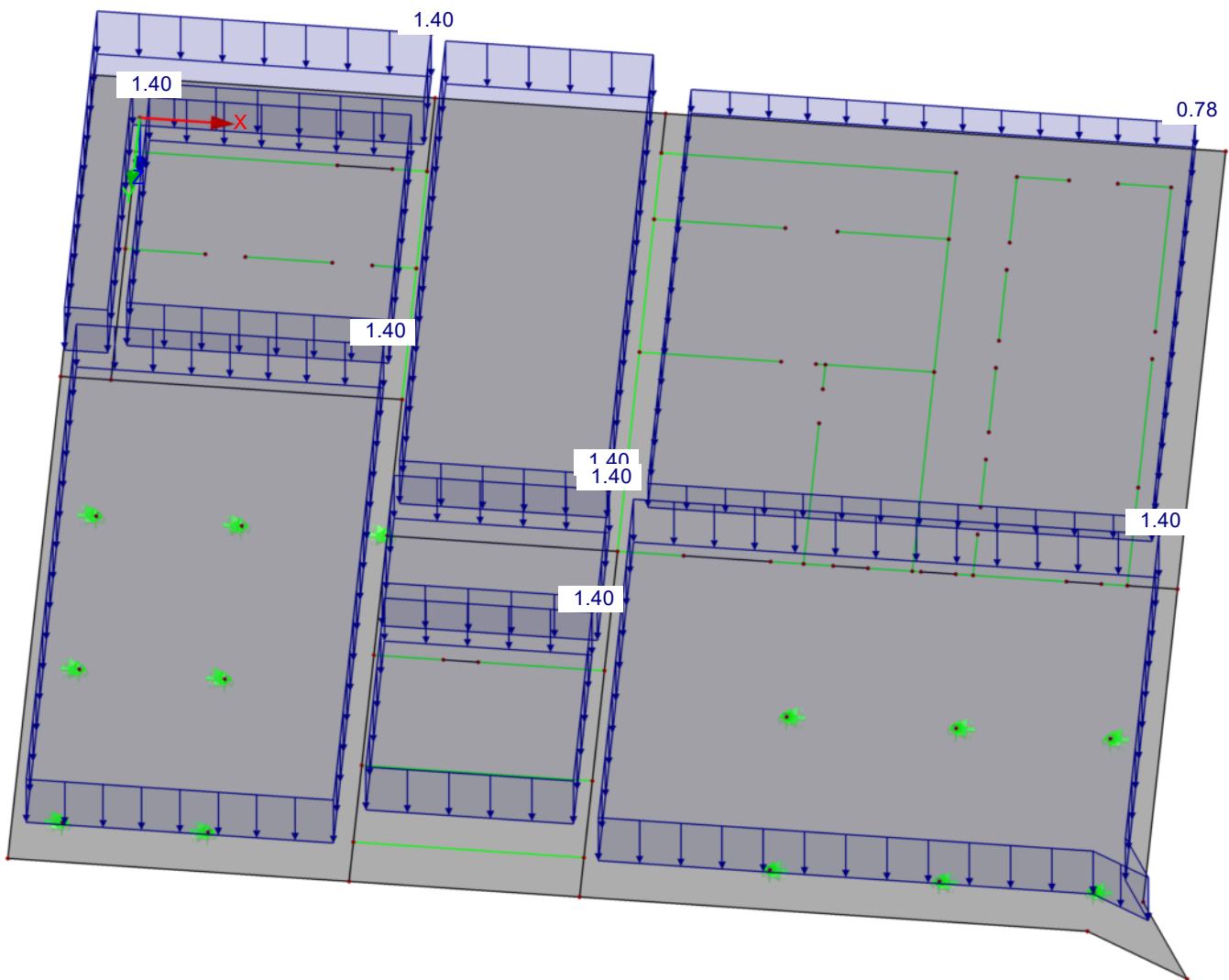
LF4

Nr.	An Flächen Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastparameter	
						Wert	Einheit
1	1	Kraft	Konstant	ZL	p	0.78	kN/m ²
2	2-8	Kraft	Konstant	ZL	p	1.40	kN/m ²

■ **MODELL**

LF4 : Schnee mit Verwehung und aufgeständerte PV
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF6
Winddruck

■ **3.4 FLÄCHENLASTEN**

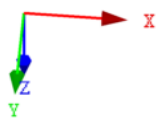
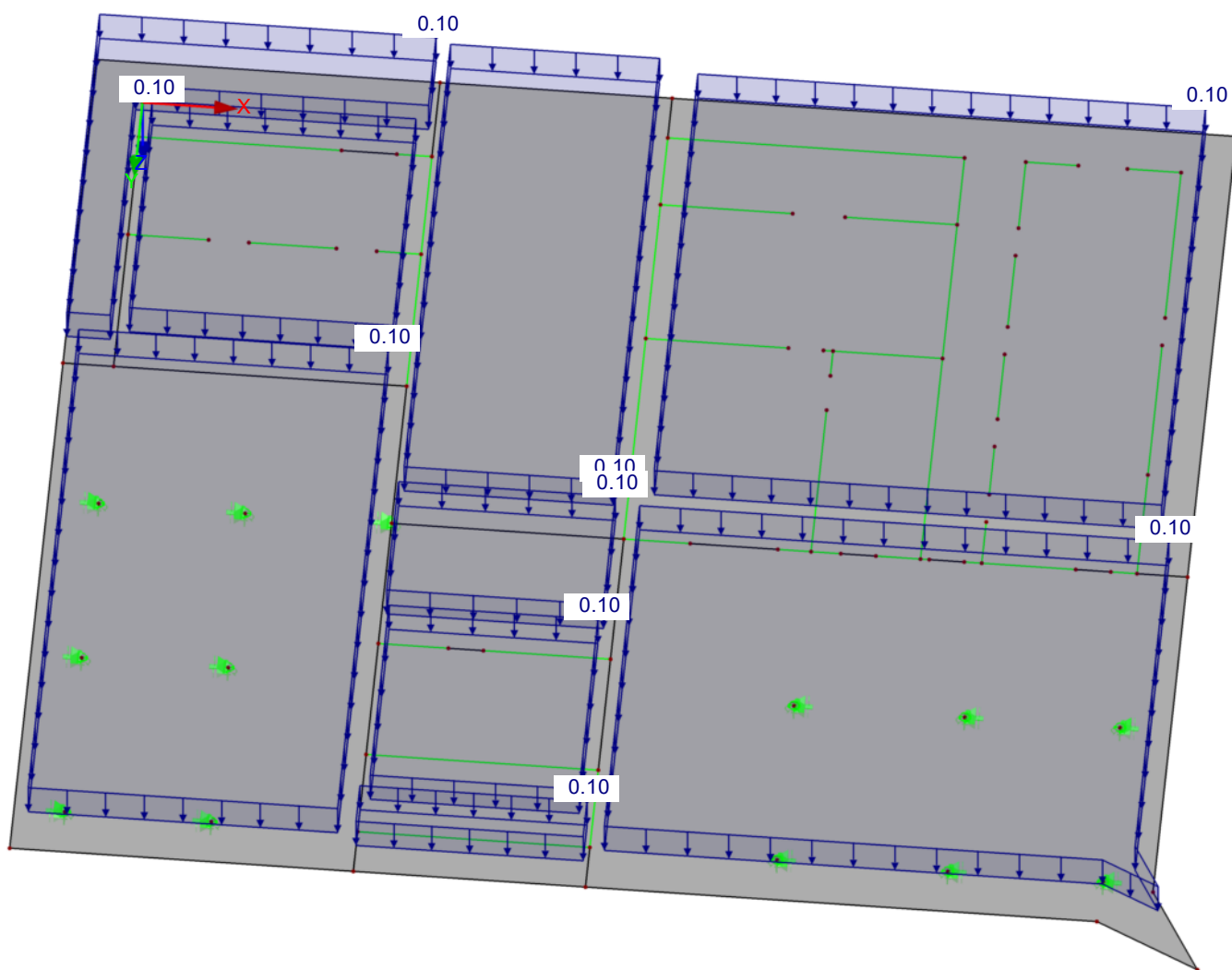
LF6: Winddruck

Nr.	An Flächen Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastparameter	
						Wert	Einheit
1	1-9	Kraft	Konstant	ZL	p	0.10	kN/m ²

■ LF6: WINDDRUCK

LF6 : Winddruck
Belastung [kN/m²]

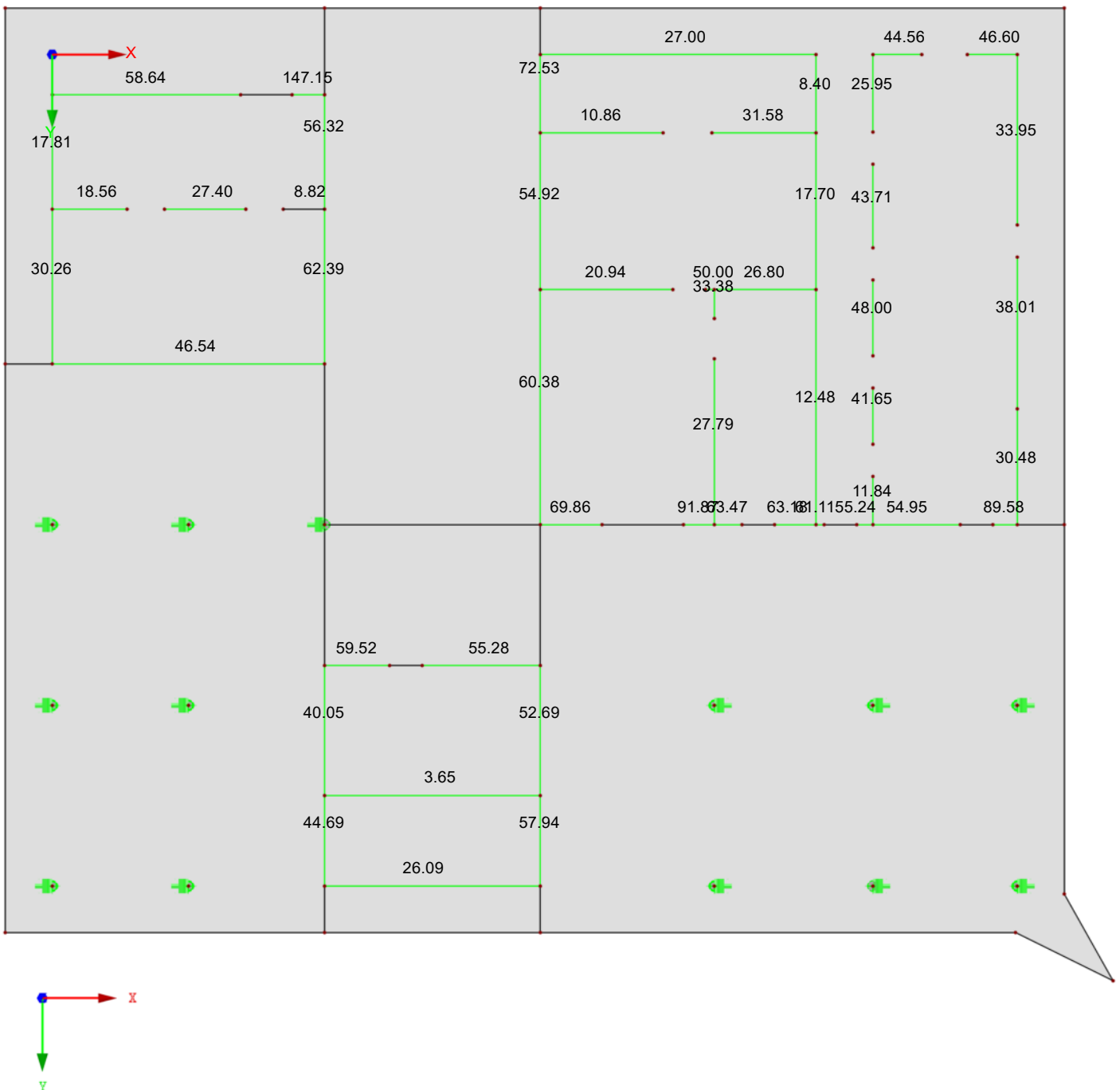
Isometrie



■ **LAGERREAKTIONEN**

LK29 : Summe ständig
Lagerreaktionen[kN/m]

In Z-Richtung



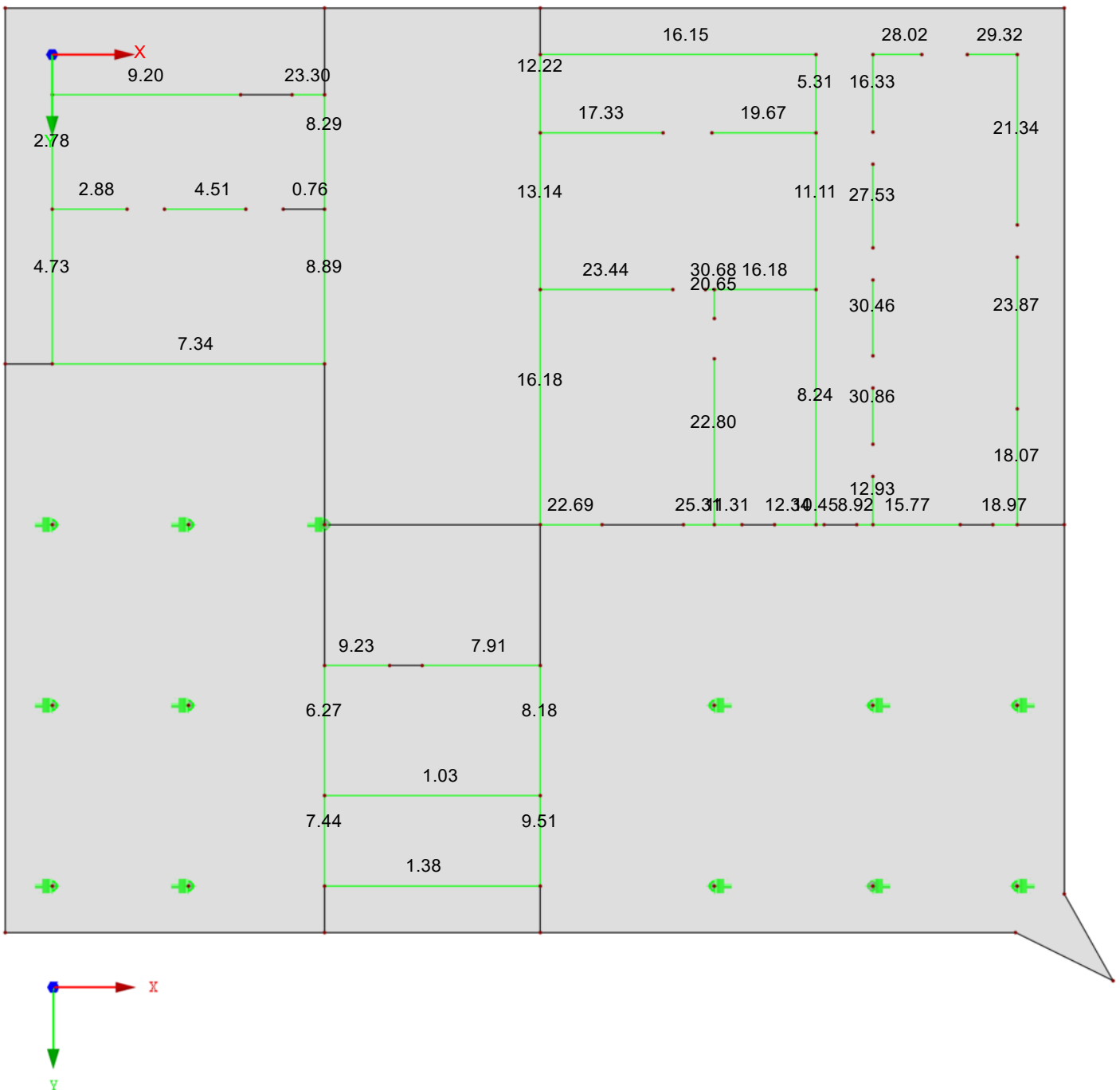
Max p-z': 147.15, Min p-z': -8.82 kN/m

3.86 m

■ **LAGERREAKTIONEN**

LK30 : Summe veränderlich
Lagerreaktionen[kN/m]

In Z-Richtung



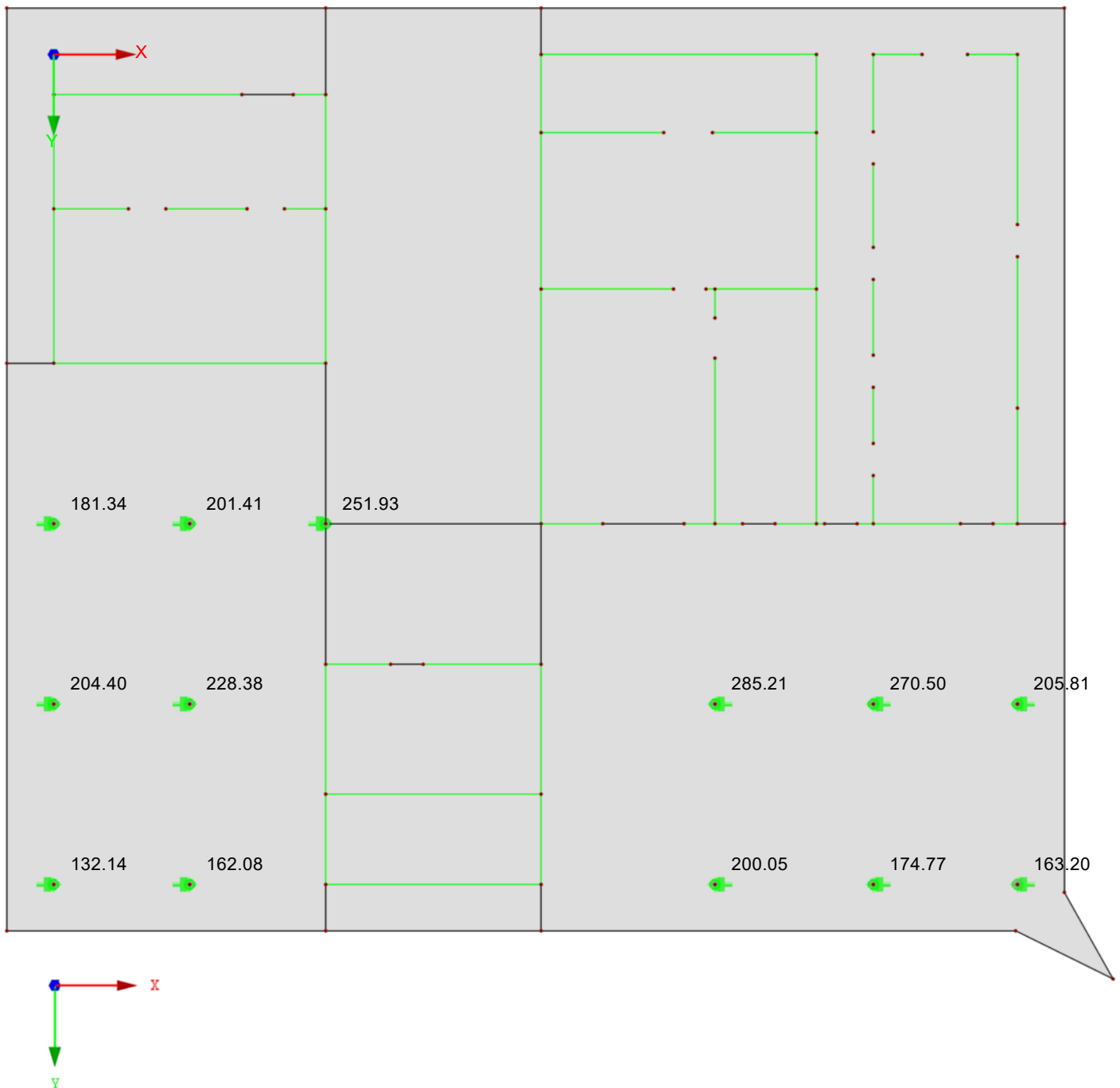
Max p-z': 30.86, Min p-z': -0.76 kN/m

3.86 m

■ **LAGERREAKTIONEN**

LK29 : Summe ständig
Lagerreaktionen[kN]

In Z-Richtung



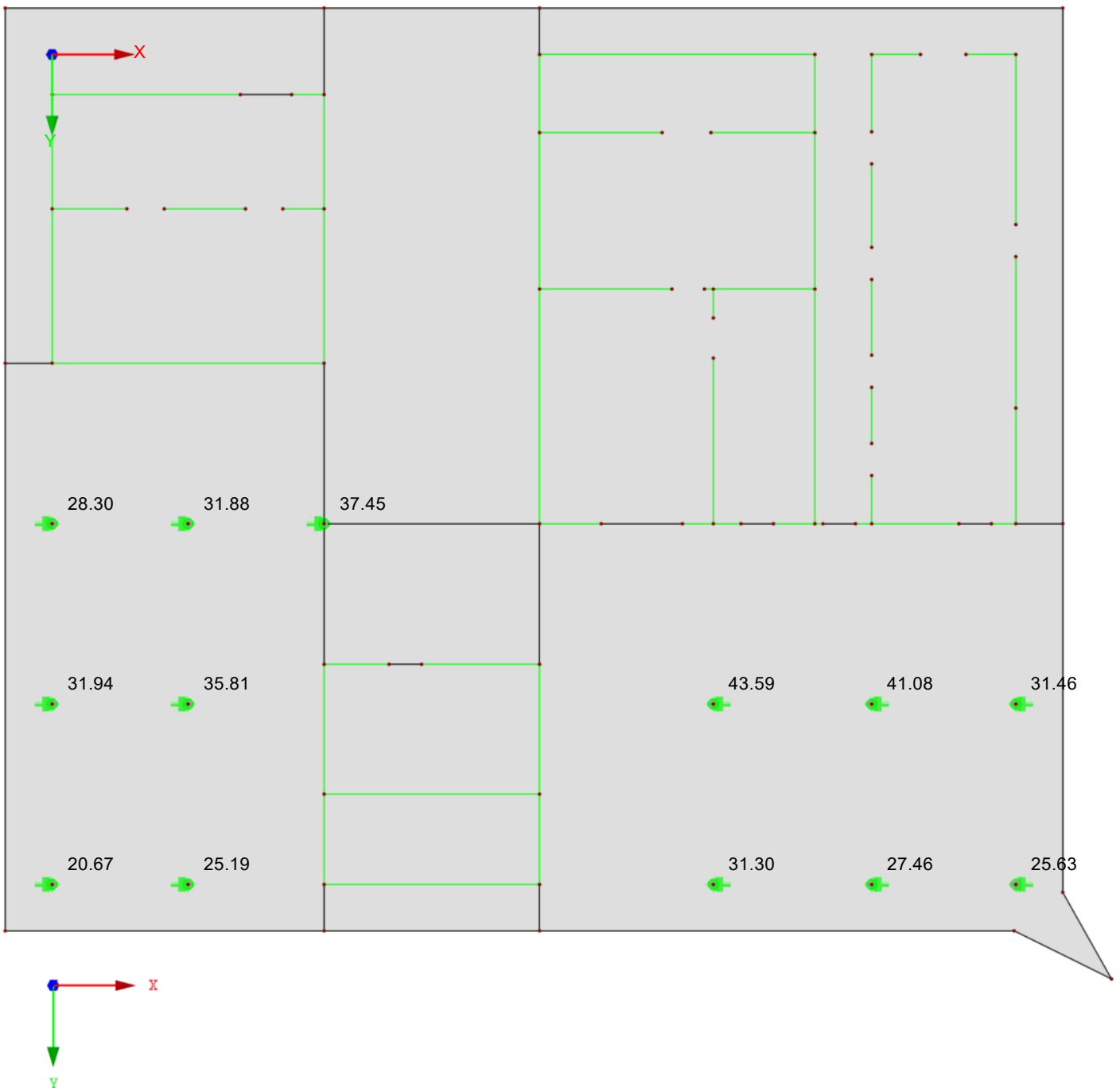
Max P-Z': 285.21, Min P-Z': 132.14 kN

3.86 m

■ **LAGERREAKTIONEN**

LK30 : Summe veränderlich
Lagerreaktionen[kN]

In Z-Richtung



Max P-Z': 43.59, Min P-Z': 20.67 kN

3.86 m

FA1
Stahlbeton-Bemessung

1.1 BASISANGABEN

Bemessung nach Norm:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
TRAGFÄHIGKEIT	
Zu bemessende Ergebniskombination:	EK1 GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Ständig und vorübergehend
Definition der vorhandenen Zusatzbewehrung	Automatische Anordnung nach Vorgaben in Maske 1.4
DETAILEINSTELLUNGEN	
Nachweisverfahren für Bewehrungsumhüllende	Gemischte
Ansatz von Schnittgrößen ohne Rippenanteil	☐
Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise	
Lastkombination:	
Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_3 \cdot f_{yk}$
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_4 \cdot f_{yk}$
Häufig	Nachweise: w_k
Quasi-ständig	Nachweise: $k_2 \cdot f_{ck}$, w_k , u_l

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Beton-Festigkeitsklasse	Materialbezeichnung	Stahl-Bezeichnung	Kommentar
1	Beton C30/37		B 500 S (A)	

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	Dicke [mm]	Anmerkungen	Kommentar
1	1	Konstant	250.00		
2	1	Konstant	250.00		
3	1	Konstant	250.00		
4	1	Konstant	250.00		
5	1	Konstant	250.00		
6	1	Konstant	250.00		
7	1	Konstant	250.00		
8	1	Konstant	250.00		
9	1	Konstant	250.00		

1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Angewendet auf Flächen:	Alle
BEWEHRUNGSGRAD	
Mindest-Querbewehrung	20.0 %
Mindest-Bewehrung generell	0.0 %
Mindest-Druckbewehrung	0.0 %
Mindest-Zugbewehrung	0.0 %
Maximaler Bewehrungsgrad	4.0 %
Minimaler Schubbewehrungsgrad	0.0 %
Betondeckung nach Norm	☒
ANORDNUNG DER GRUNDBEWehrUNG - OBEN (-z)	
Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 30.00, c-2: 39.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC3
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐
Bewehrungsrichtung	φ_1 φ_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.009 m 0.009 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.009 m 0.009 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.015 m 0.015 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m 0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m 0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m 0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.030 m 0.030 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.030 m 0.039 m
Stabdurchmesser	ds-1: 9.00, ds-2: 9.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°
Bewehrungsfläche	As-1,-z (oben): 4.24, As-2,-z (oben): 4.24 cm²/m
ANORDNUNG DER GRUNDBEWehrUNG - UNTEN (+z)	
Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 20.00, c-2: 29.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC1
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐
Bewehrungsrichtung	φ_1 φ_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.009 m 0.009 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.009 m 0.009 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.010 m 0.010 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m 0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.010 m 0.010 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.010 m 0.010 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.020 m 0.020 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.020 m 0.029 m
Stabdurchmesser	ds-1: 9.00, ds-2: 9.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°

■ 1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Bewehrungsfläche	As-1,+z (unten): 4.24, As-2,+z (unten): 4.24 cm²/m	
ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - OBEN (-z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 30.00, c-2: 40.00 mm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC3	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	□	
Bewehrungsrichtung	φ1	φ2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.009 m	0.009 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.009 m	0.009 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.015 m	0.015 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m	0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m	0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m	0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.030 m	0.030 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.030 m	0.039 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3	
ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - UNTEN (+z)		
Anzahl der Bahnen	2	
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 20.00, c-2: 30.00 mm	
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung		
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC1	
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine	
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton	
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	□	
Bewehrungsrichtung	φ1	φ2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.009 m	0.009 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.009 m	0.009 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.010 m	0.010 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m	0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.010 m	0.010 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.010 m	0.010 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.020 m	0.020 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.020 m	0.029 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm	
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°	
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3	
LÄNGSBEWEHRUNG FÜR QUERKRAFTNACHWEIS		
Ansatz des jeweils größeren Wertes aus erforderlicher oder vorhandener Längsbewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung.		
EINSTELLUNGEN ZU DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12		
Mindestlängsbewehrung für Platten nach 9.3.1	☑	
Richtung der Mindestbewehrung		
Bewehrungsrichtung mit der Hauptzugkraft im betrachteten Element(As,min auf Ober- (z) oder Unterseite (+z)):	☑	
Mindestschubbewehrung	☑	
Verhältnis b/h	> 5	
Begrenzung der Druckzone	☑	
Veränderliche Druckstrebenneigung - Min	18.434 °	
Veränderliche Druckstrebenneigung - Max	45.000 °	
Teilsicherheitsbeiwert γs	ST+V 1.15, AU 1.00, GZG 1.00	
Teilsicherheitsbeiwert γc	ST+V 1.50, AU 1.30, GZG 1.00	
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-cc	ST+V 0.85, AU 0.85, GZG 1.00	
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-ct	GZG 1.00	
Druckbewehrung	Zulässig mit Warnung	

■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,1,-z}$ (oben)**

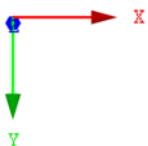
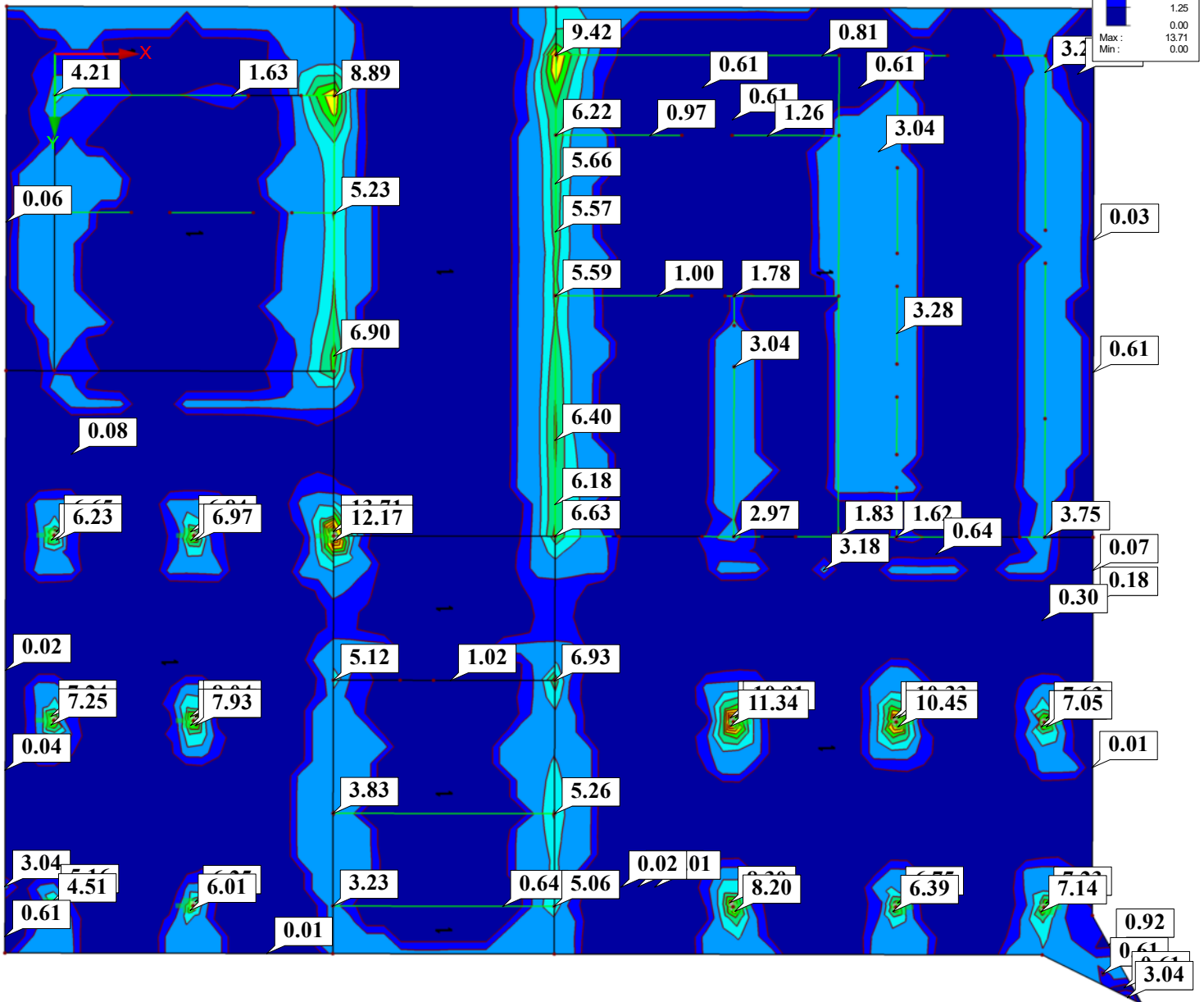
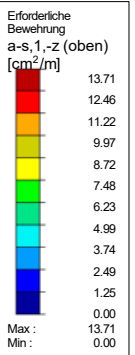
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Isometrie



Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 13.71, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 0.00 cm^2/m

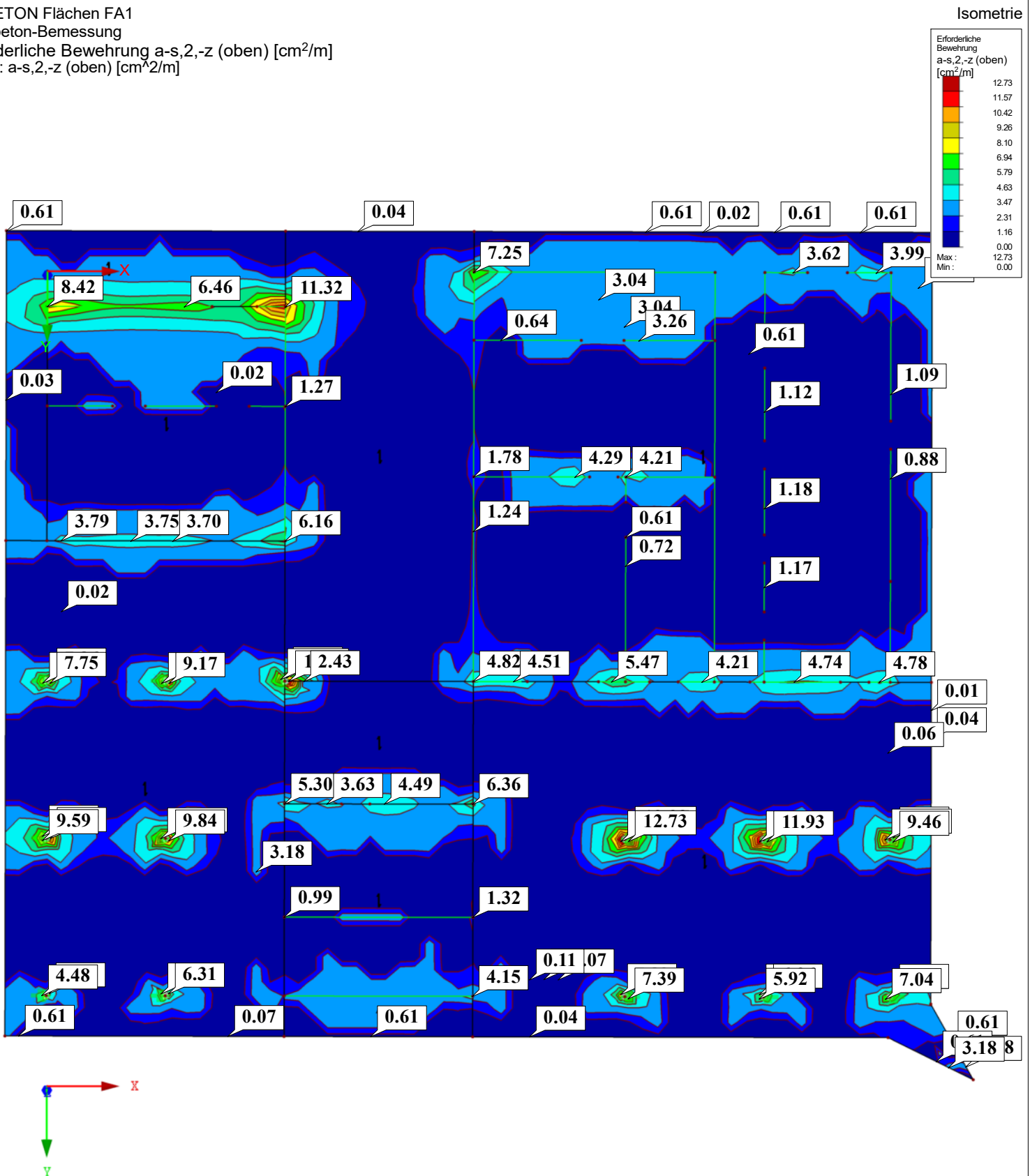
■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,2,-z (oben) [cm²/m]

Werte: a-s,2,-z (oben) [cm²/m]



Max a-s,2,-z (oben): 12.73, Min a-s,2,-z (oben): 0.00 cm²/m

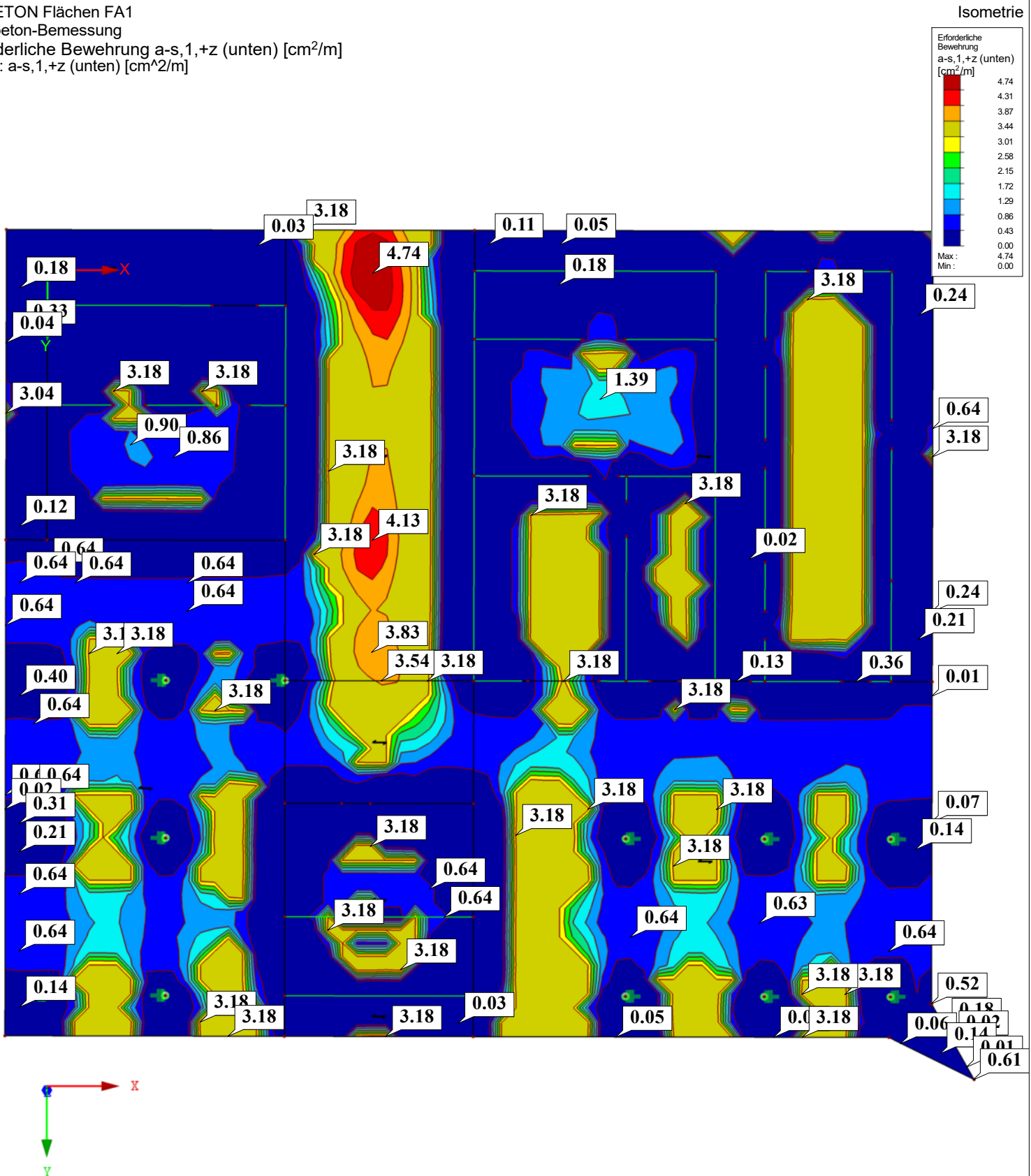
■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,1,+z (unten) [cm²/m]

Werte: a-s,1,+z (unten) [cm²/m]



Max a-s,1,+z (unten): 4.74, Min a-s,1,+z (unten): 0.00 cm²/m

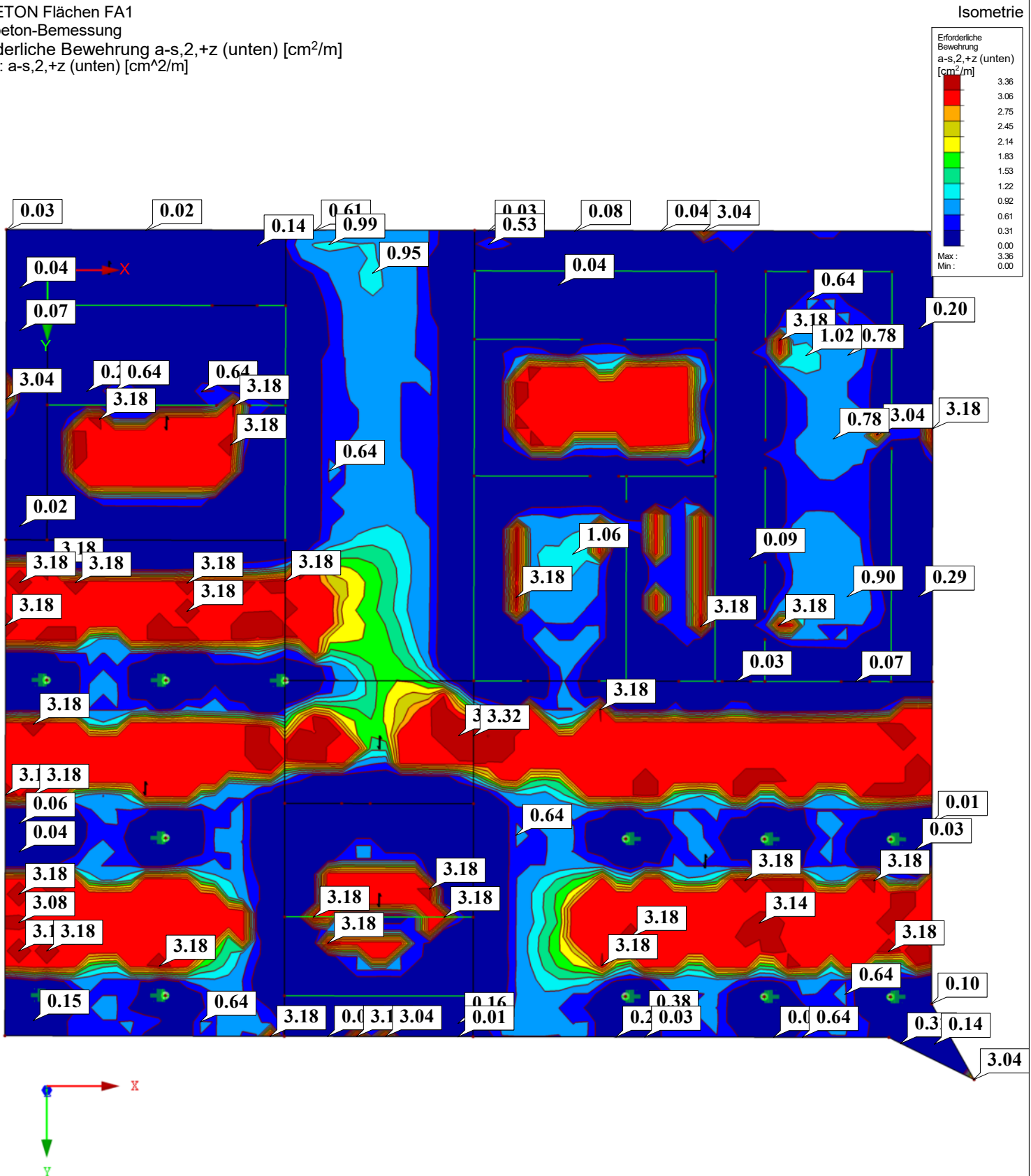
■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,2,+z (unten) [cm²/m]

Werte: a-s,2,+z (unten) [cm²/m]



Max a-s,2,+z (unten): 3.36, Min a-s,2,+z (unten): 0.00 cm²/m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,1,-z}$ (oben)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

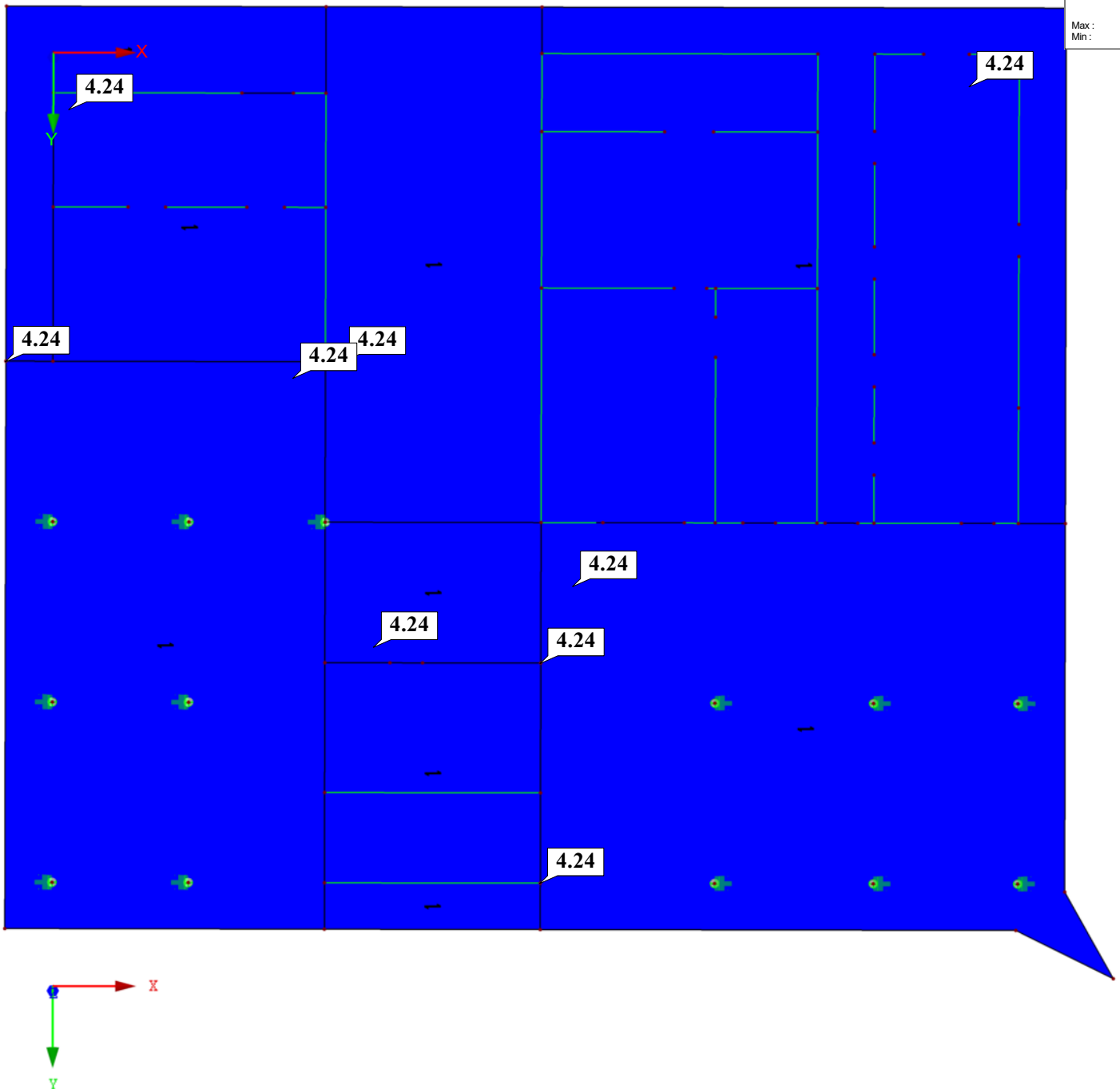
Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
 $a_{s,1,-z}$ (oben)
[cm^2/m]

4.24

Max: 4.24
Min: 4.24



Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 4.24, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 4.24 cm^2/m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

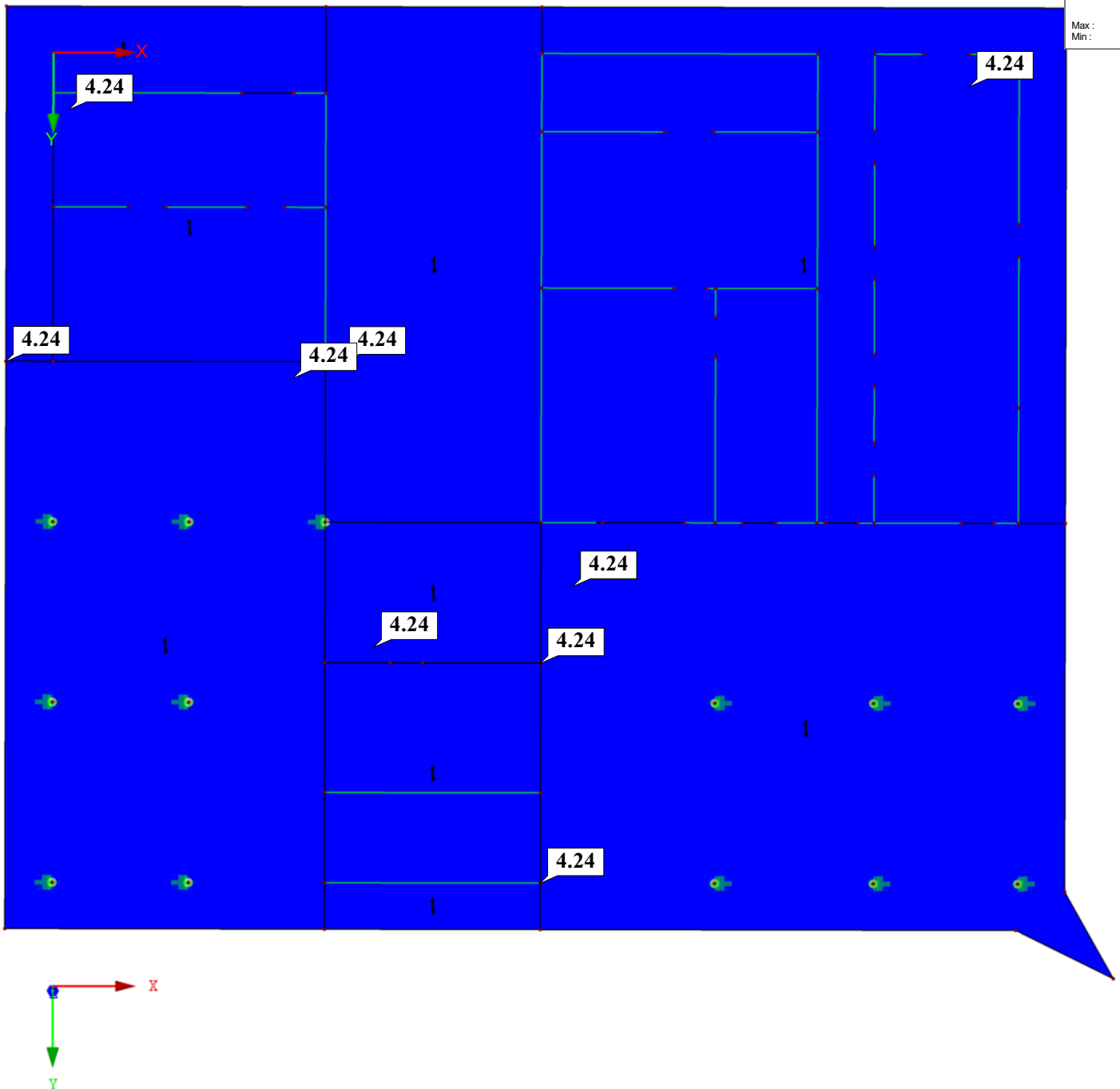
Werte: $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
 $a_{s,2,-z}$ (oben)
[cm^2/m]

4.24

Max : 4.24
Min : 4.24



Max $a_{s,2,-z}$ (oben): 4.24, Min $a_{s,2,-z}$ (oben): 4.24 cm^2/m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

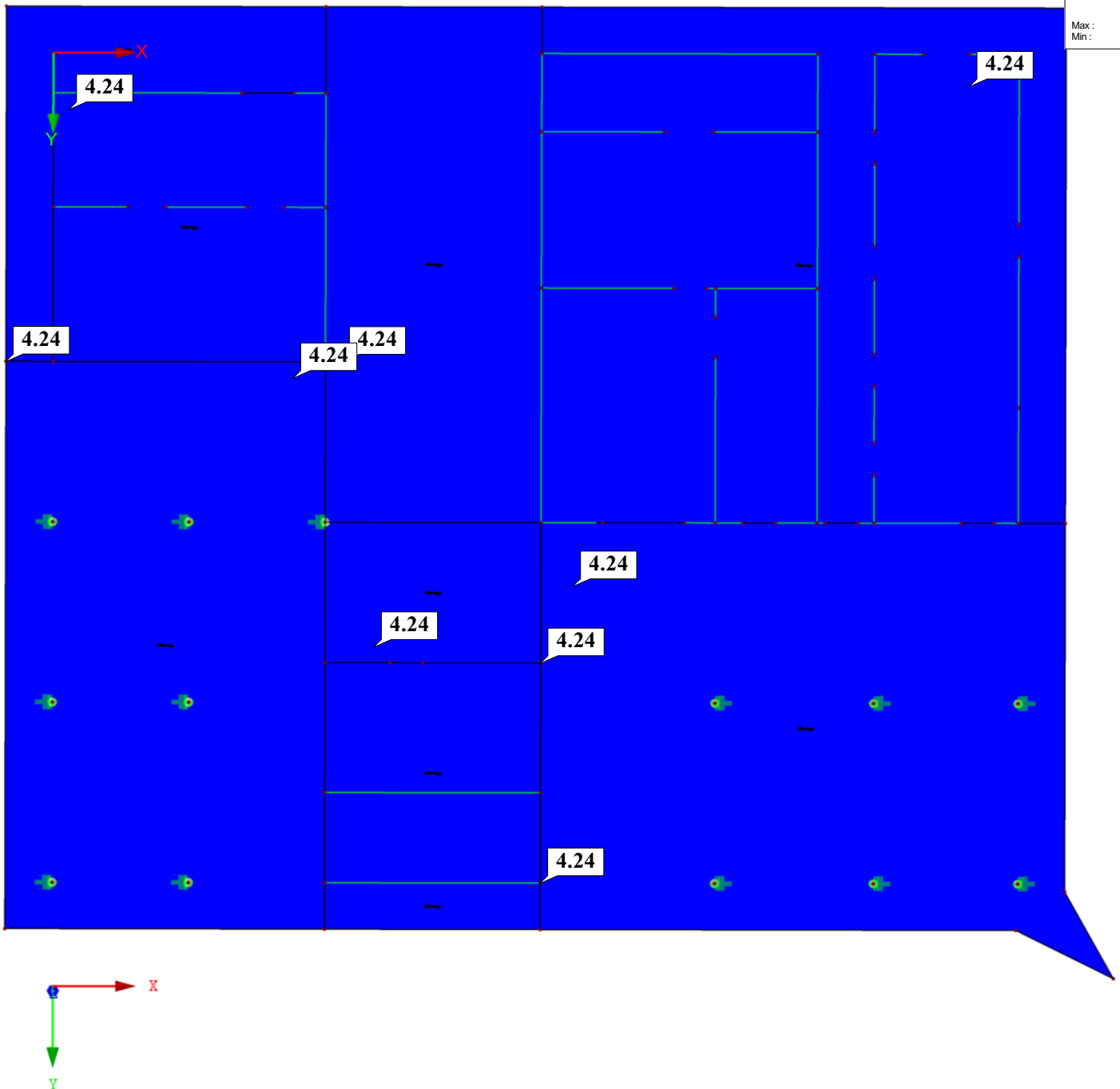
Werte: $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
 $a_{s,1,+z}$ (unten)
[cm^2/m]

4.24

Max : 4.24
Min : 4.24



Max $a_{s,1,+z}$ (unten): 4.24, Min $a_{s,1,+z}$ (unten): 4.24 cm^2/m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

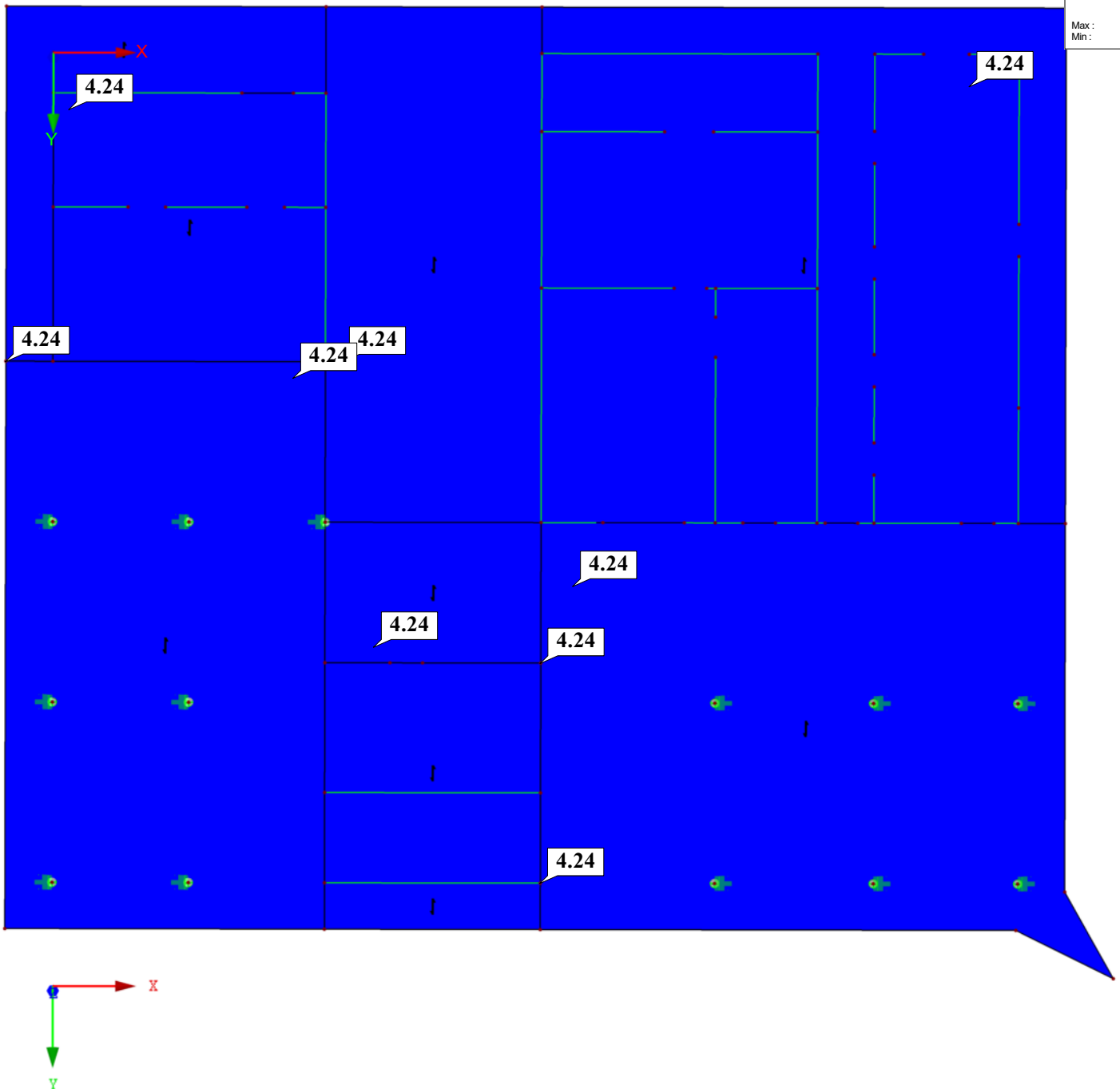
Werte: $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

Isometrie

Vorh. Grundbewehrung
 $a_{s,2,+z}$ (unten)
[cm^2/m]

4.24

Max : 4.24
Min : 4.24



Max $a_{s,2,+z}$ (unten): 4.24, Min $a_{s,2,+z}$ (unten): 4.24 cm^2/m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,1,-z}$ (oben)

RF-BETON Flächen FA1

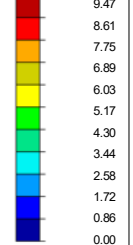
Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

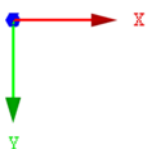
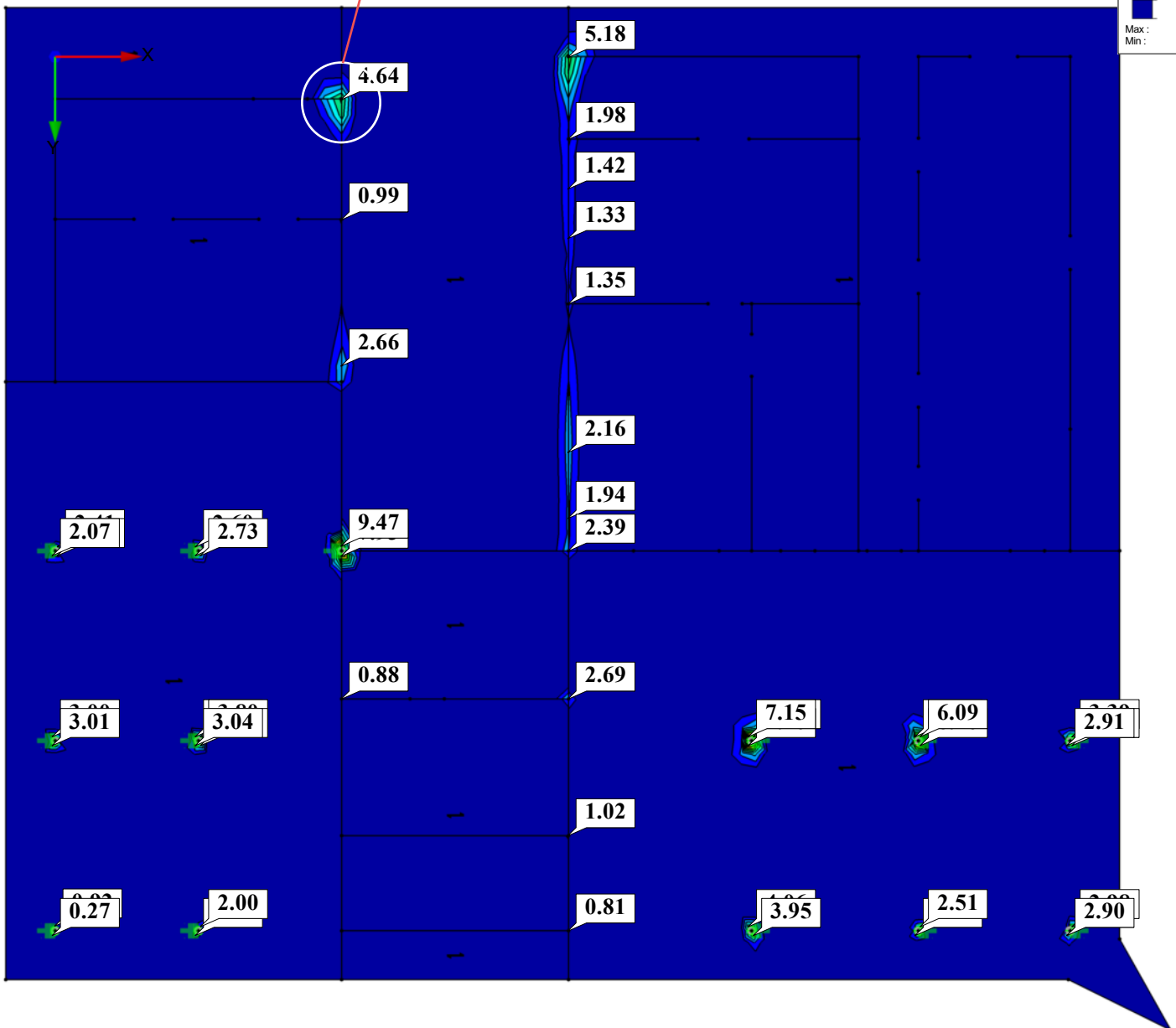
Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,1,-z}$ (oben)
[cm^2/m]



von Durchstanzbewehrung
abgedeckt



sämtliche Zusatzbewehrung in
Stützenbereich ist von
Durchstanzbewehrung abgedeckt

Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 9.47, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 0.00 cm^2/m

3.861 m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)

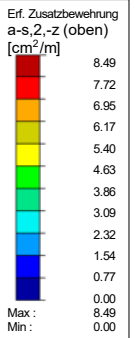
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

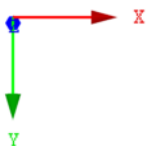
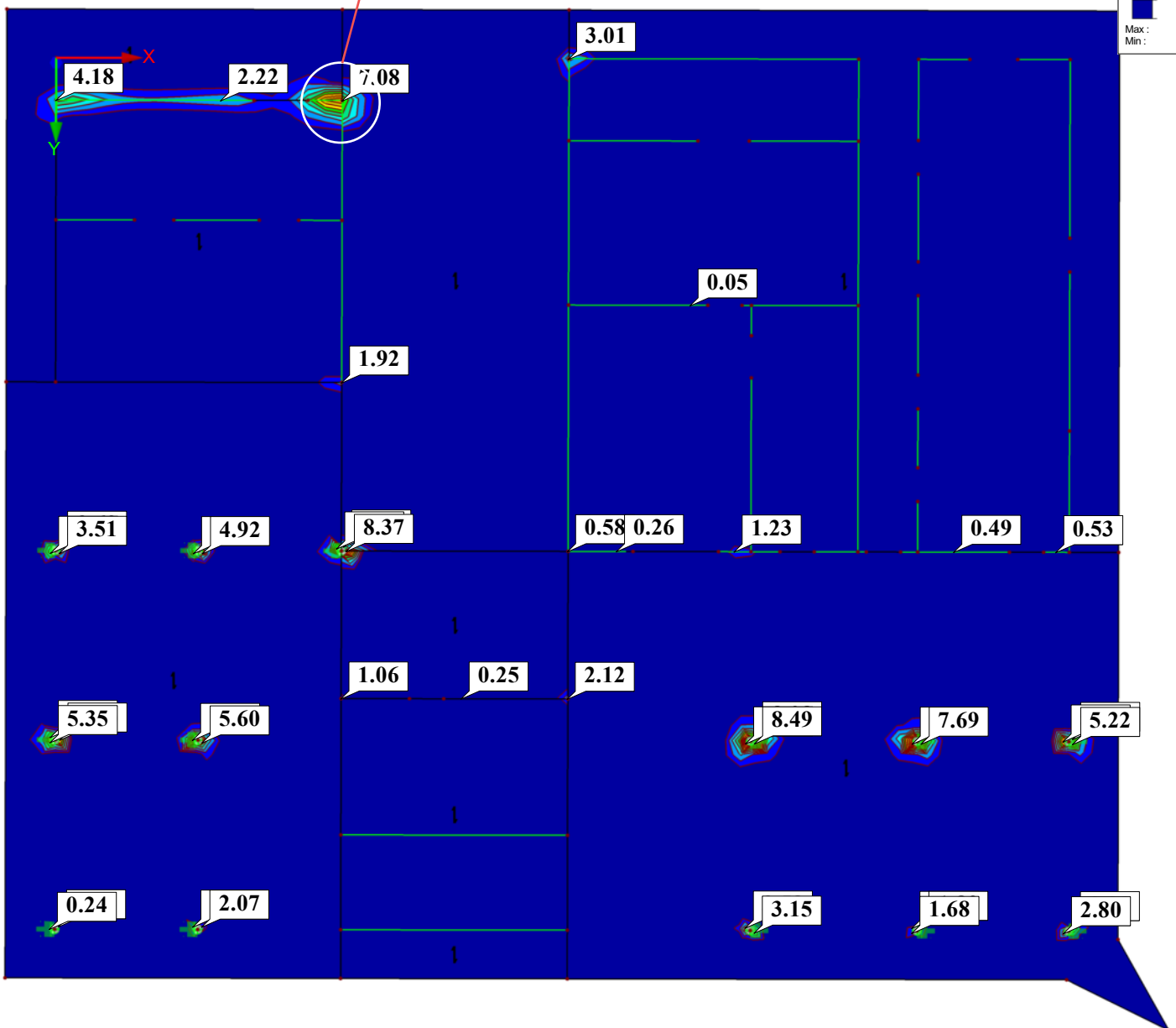
Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm²/m]

Werte: $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm²/m]

Isometrie



von Durchstanzbewehrung
abgedeckt



sämtliche Zusatzbewehrung in
Stützenbereich ist von
Durchstanzbewehrung abgedeckt

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)

RF-BETON Flächen FA1

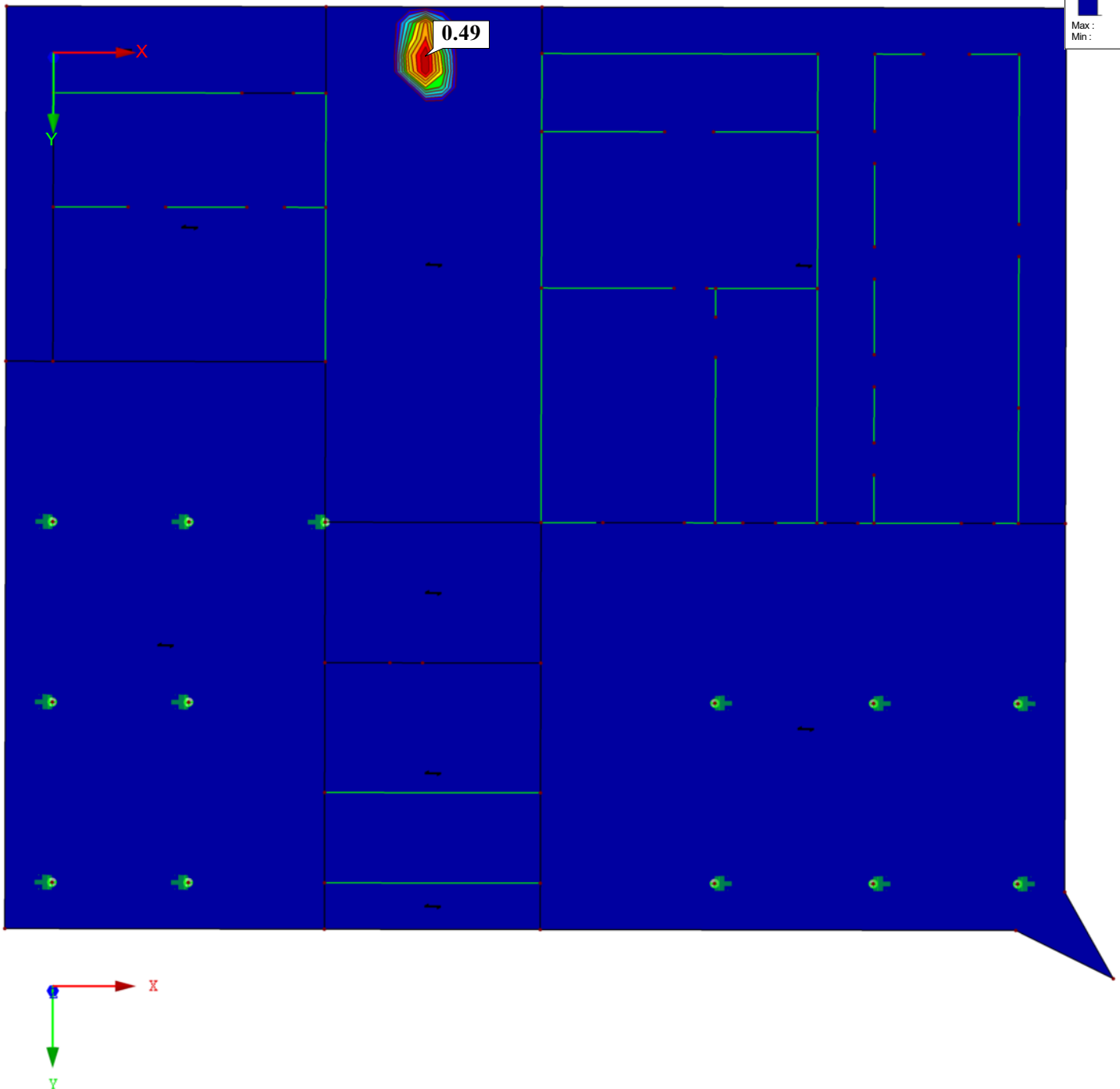
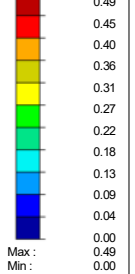
Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm²/m]

Werte: $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm²/m]

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,1,+z}$ (unten)
[cm²/m]



Max $a_{s,1,+z}$ (unten): 0.49, Min $a_{s,1,+z}$ (unten): 0.00 cm²/m

■ **ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

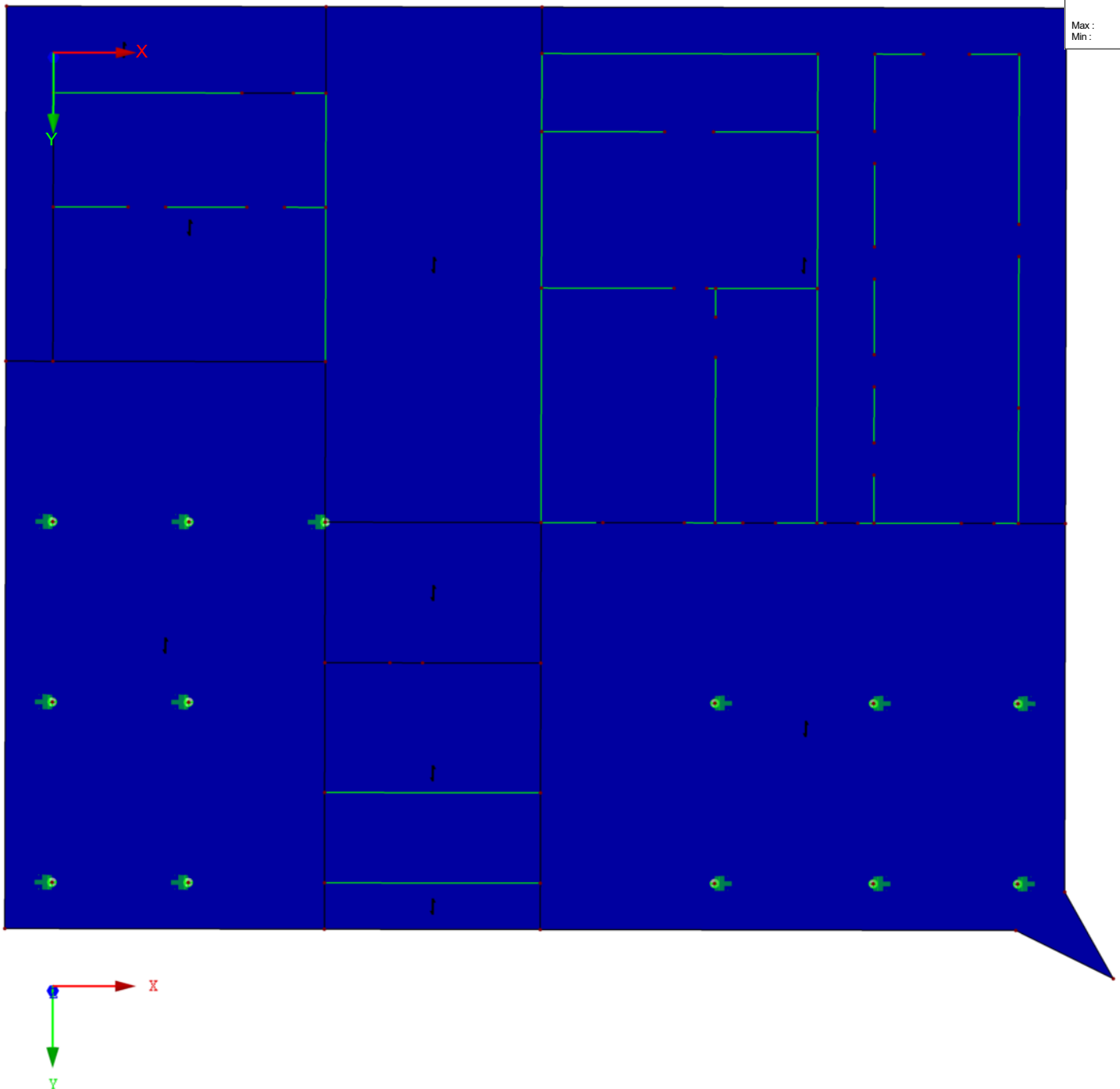
Werte: $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

Isometrie

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,2,+z}$ (unten)
[cm^2/m]

0.00

Max: 0.00
Min: 0.00



Max $a_{s,2,+z}$ (unten): 0.00, Min $a_{s,2,+z}$ (unten): 0.00 cm^2/m

DURCHSTANZNACHWEISE

Anmerkung:

Für den Nachweis gegen Durchstanzen werden die Durchstanzpunkte ermittelt (s. unten). Die Ermittlung der Durchstanzlast erfolgt über die einwirkende Last in der jeweiligen Lasteinzugsfläche des Durchstanzpunktes. Mit dem Berechnungs-Tool von der Firma Leviat wird der Durchstanzpunkt mit der Durchstanzlast bemessen. Das Kürzel „WE“ wird für Wandecken verwendet.

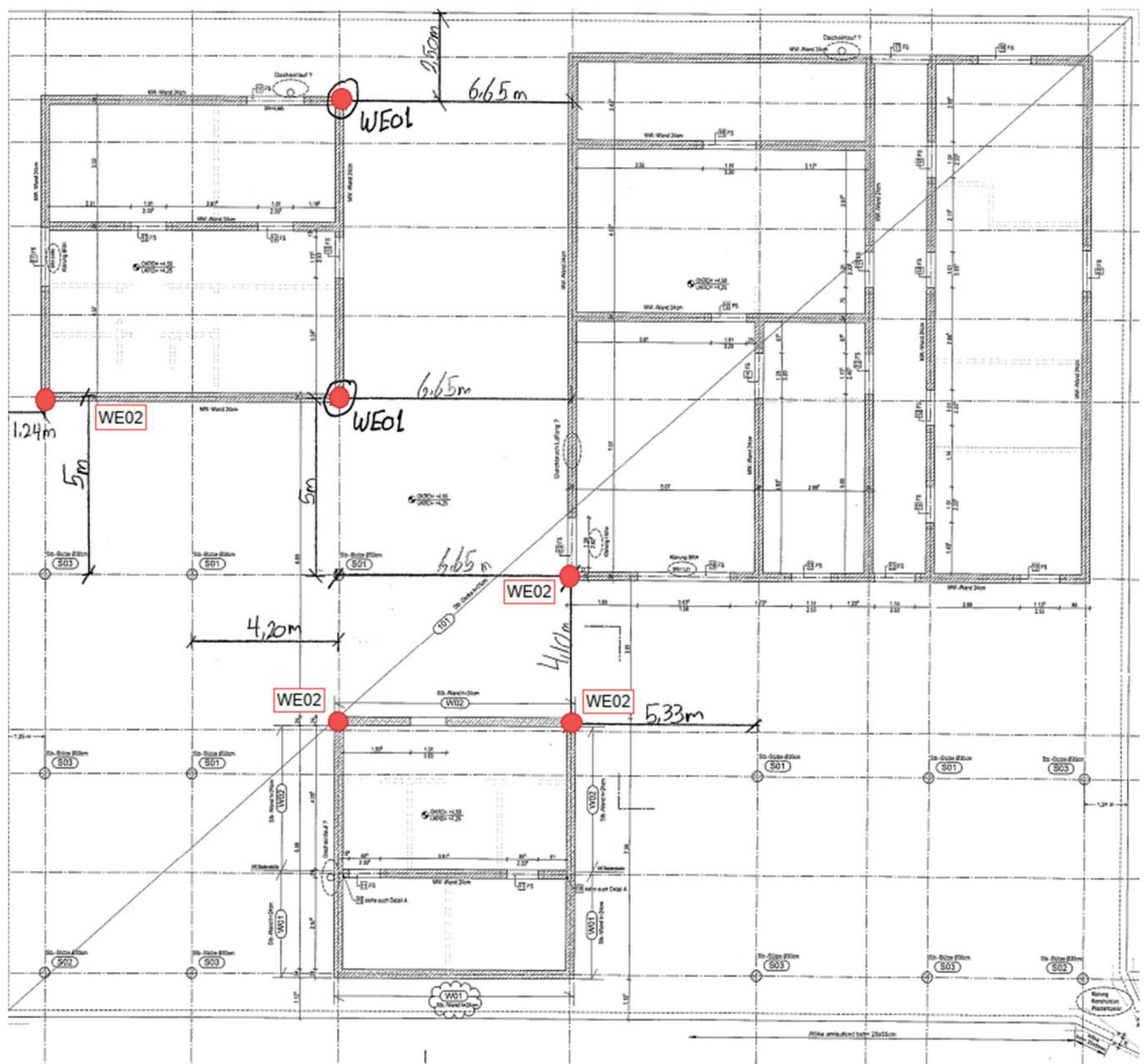


Abbildung 1: Durchstanzpunkt Dachdecke

Bemessung Durchstanzpunkte:

WE01

Lasteinzugsfläche: $A = 3,50 \times 2,50 \text{ m} = 8,75 \text{ m}^2$

aus Flächenlasten: $V_{Ed,1} = 1,35 \times (3,35 \text{ kN/m}^2 + 6,25 \text{ kN/m}^2) + 1,5 \times (1,40 \text{ kN/m}^2 + 0,10 \text{ kN/m}^2) = 15,21 \text{ kN/m}^2$

Durchstanzlast: $V_{Ed} = 15,21 \text{ kN/m}^2 \times 8,75 \text{ m}^2 = 133,10 \text{ kN}$

WE02

Lasteinzugsfläche: $A = 3,40 \text{ m} \times 2,10 \text{ m} = 7,15 \text{ m}^2$

aus Flächenlasten: $V_{Ed,1} = 1,35 \times (3,35 \text{ kN/m}^2 + 6,25 \text{ kN/m}^2) + 1,5 \times (1,40 \text{ kN/m}^2 + 0,10 \text{ kN/m}^2) = 15,21 \text{ kN/m}^2$

Durchstanzlast: $V_{Ed} = 15,21 \text{ kN/m}^2 \times 7,15 \text{ m}^2 = 109 \text{ kN}$

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	133,0 kN	
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20	
Plattendicke	h	=	25 cm	
statische Nutzhöhe	d	=	21 cm	
Wanddicke	b	=	24 cm	
Einflussbreite	a	=	31,5 cm	
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3 cm / 2 cm	
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500	
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	12,09 cm ² /m ($\rho_x = 0,58 \%$)	4,24 cm ² /m + 7,85 cm ² /m als Zulagen
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	12,09 cm ² /m ($\rho_y = 0,58 \%$)	(10Ø10)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,58 % < 1,95 %	

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	6	
u_1		=	129 cm	
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,98	
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12	
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	613,0 kN/m ²	
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_C \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	532,45 kN/m ²	
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 166,0 \text{ kN} > 159,6 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$				

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 1,9 \text{ cm}^2$$

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

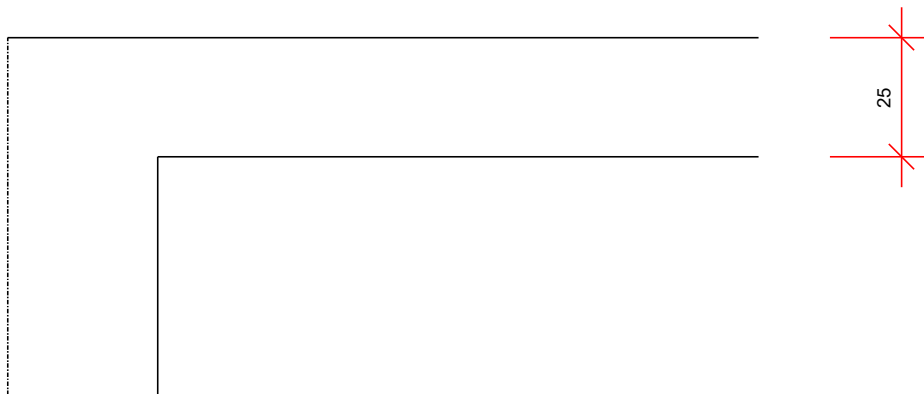
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

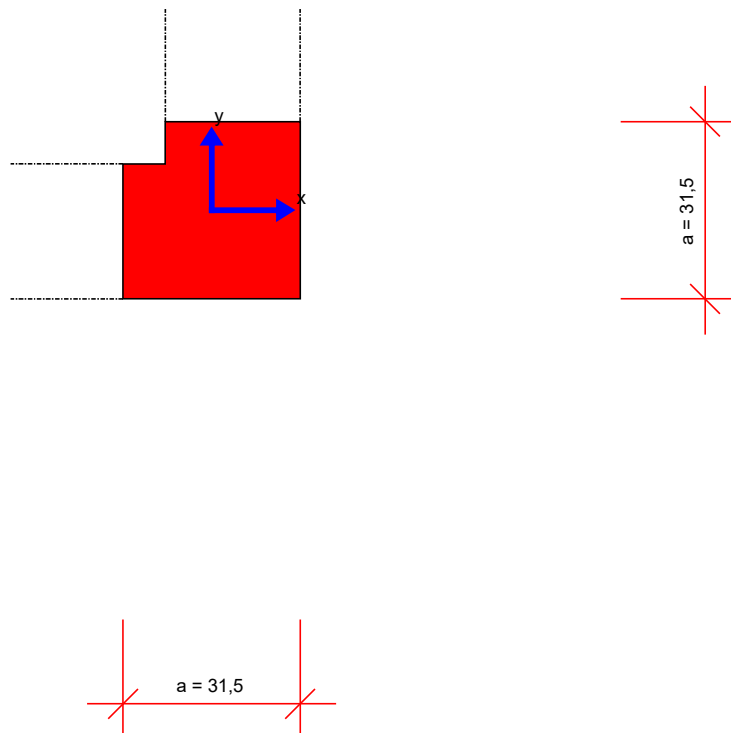
M 1:15



[cm]

Grundriss

M 1:13



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 94,5 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 94,5 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $63 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	109,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Plattendicke	h	=	25 cm
statische Nutzhöhe	d	=	21 cm
Wanddicke	b	=	24 cm
Einflussbreite	a	=	31,5 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3 cm / 2 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	4,24 cm ² /m ($\rho_x = 0,20 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	4,24 cm ² /m ($\rho_y = 0,20 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,20 % < 1,95 %

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	6
u_1		=	129 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,98
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	432,29 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_C \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	532,45 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 144,2 \text{ kN} > 130,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 1,6 \text{ cm}^2$$

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

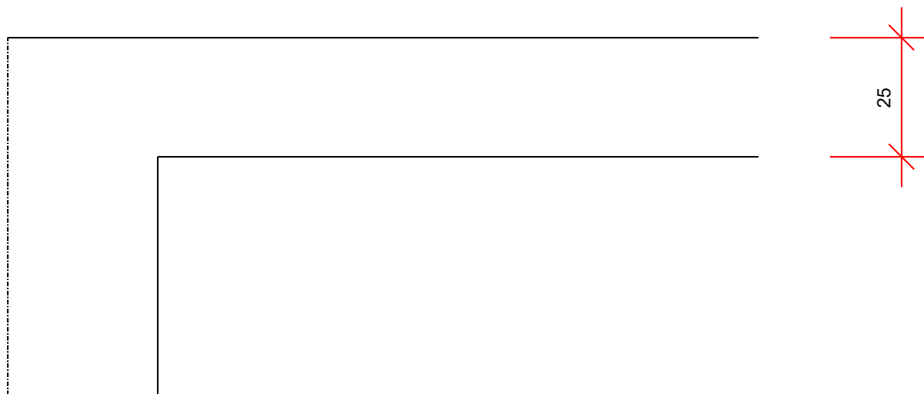
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

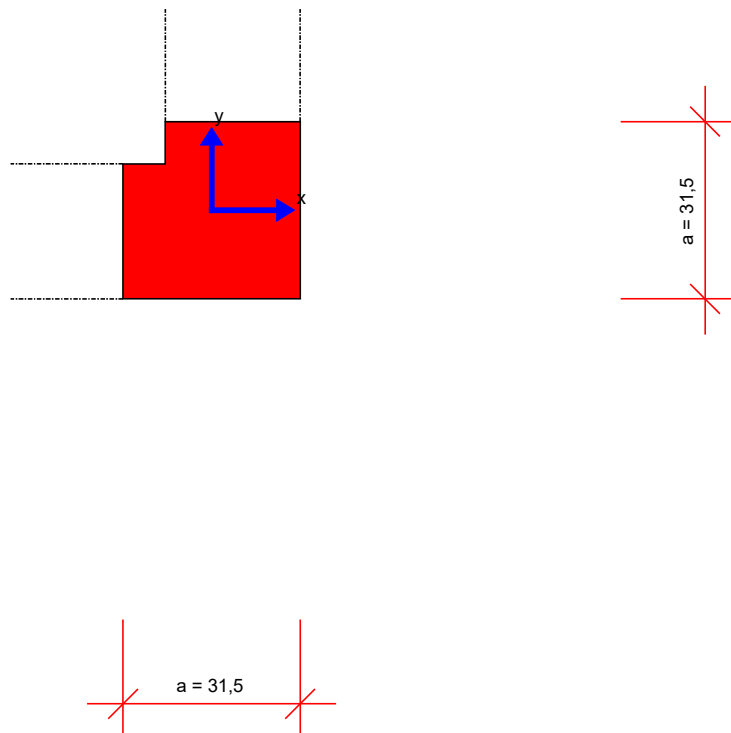
M 1:15



[cm]

Grundriss

M 1:13



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 94,5 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 94,5 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $63 \text{ cm} + l_{bd}$ in die Platte zu führen.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rundstütze im Innenbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	450,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Plattendicke	h	=	25 cm
statische Nutzhöhe	d	=	21 cm
Stützendurchmesser	$\emptyset$	=	30 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3 cm / 2 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_x = 0,79 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_y = 0,79 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,79 % < 1,95 %

4,24 cm²/m + 12,32 cm²/m als Zulagen (Ø14/12,50)

am kritischen Rundschnitt u_1

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	4,5
u_1		=	358,1 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,98
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{yk})^{1/3}$		=	680,79 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk} \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	532,45 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 512,0 \text{ kN} > 495,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 6,4 \text{ cm}^2$$

Halfen HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

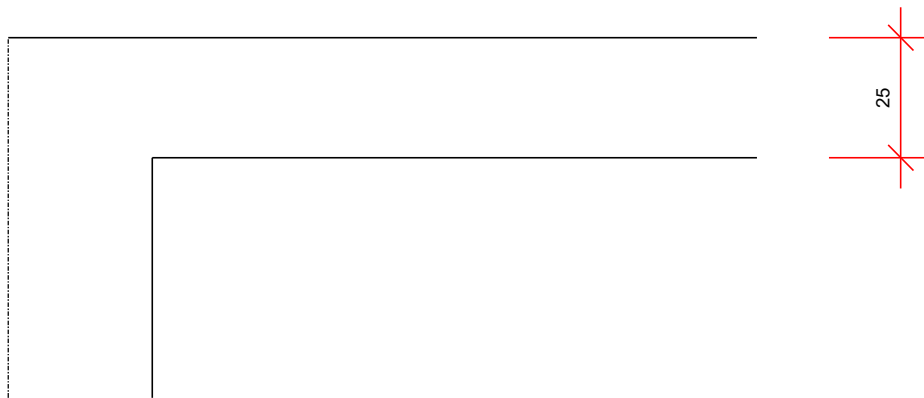
Halfen Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

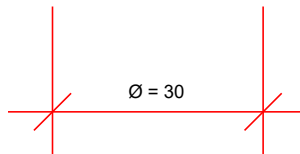
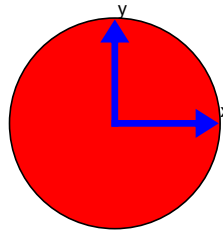
M 1:15



[cm]

Grundriss

M 1:11



Mindeststablängen: $l_{bar,min,x} = 156 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; $l_{bar,min,y} = 156 \text{ cm} + 2 \cdot l_{bd}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rundstütze im Eckbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	258,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,50
Plattendicke	h	=	25 cm
statische Nutzhöhe	d	=	21 cm
Stützendurchmesser	$\emptyset$	=	30 cm
Randabstand / Neigung	c / α	=	150 cm / 0 °
Randabstand / Neigung	e / α	=	150 cm / 0 °
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3 cm / 2 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_x = 0,79 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_y = 0,79 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,79 % < 1,95 %

4,24 cm²/m + 12,32 cm²/m als Zulagen (Ø14/12,50)

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	4,5
u_1		=	358,1 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,98
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	680,79 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	532,45 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 512,0 \text{ kN} > 387,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

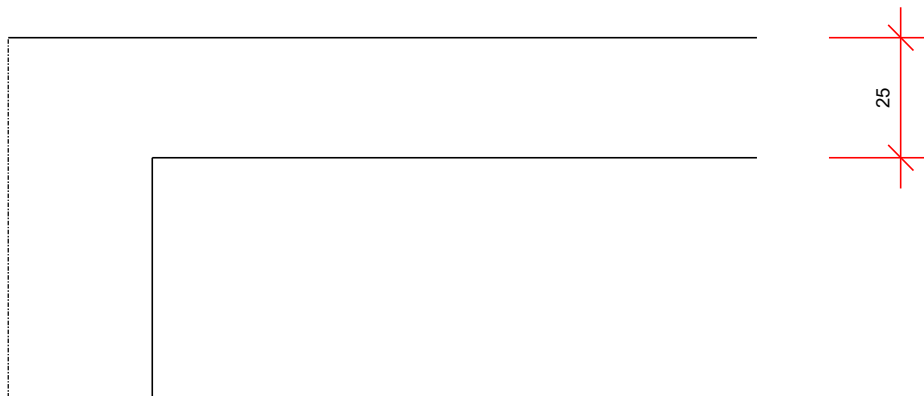
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

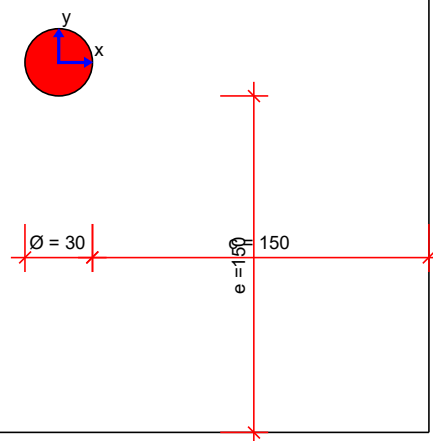
M 1:15



[cm]

Grundriss

M 1:33



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 243 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 243 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Stablängen ohne Verankerungselement am freien Rand ermittelt. Die Verankerung am freien Rand ist gesondert nachzuweisen.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rundstütze im Randbereich (Ortbetonplatte)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	325,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,40
Plattendicke	h	=	25 cm
statische Nutzhöhe	d	=	21 cm
Stützendurchmesser	$\emptyset$	=	30 cm
Randabstand / Neigung	e / α	=	150 cm / 0 °
Randabstand	e	=	150 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3 cm / 2 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C30/37 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_x = 0,79 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	16,56 cm ² /m ($\rho_y = 0,79 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,79 % < 1,95 %

4,24 cm²/m + 12,32 cm²/m als Zulagen (Ø14/12,50)

am kritischen Rundschnitt u_1

Rundschnittführung analog Innenstütze

bezogener Stützenumfang	u_0 / d	=	4,5
u_1		=	358,1 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$		=	1,98
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	$C_{Rd,c}$	=	0,12
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$		=	680,79 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk}^{3/2} \cdot k^{1/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$		=	532,45 kN/m ²
$V_{Rd,c} = \max \{ v_{Rd,c,1} ; v_{Rd,c,2} \} \cdot u_1 \cdot d = 512,0 \text{ kN} > 455,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$			

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Hinweis: Für die Abreißbewehrung ist DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 zu berücksichtigen:

$$A_s = V_{Ed} / (1,4 \cdot f_{yk}) = 4,6 \text{ cm}^2$$

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

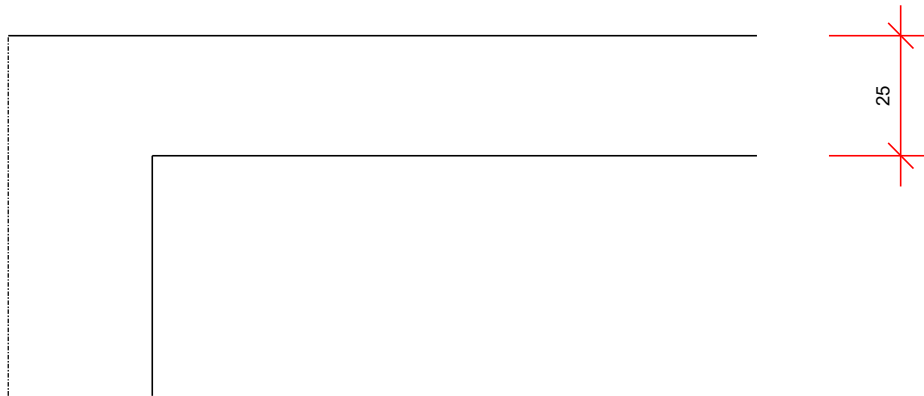
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

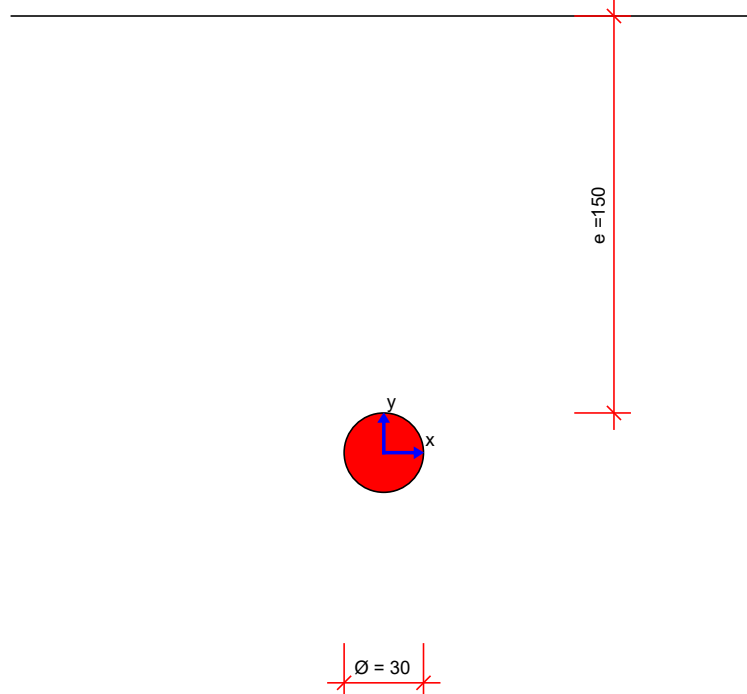
M 1:15



[cm]

Grundriss

M 1:28



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 156 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 243 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Stablängen ohne Verankerungselement am freien Rand ermittelt. Die Verankerung am freien Rand ist gesondert nachzuweisen.

TEIL 05 WÄNDE

POS W1: MAUERWERKSWAND

System

<u>Baustoffe:</u>	Kalkensandstein		
<u>Querschnitt:</u>	Dicke:	b = 24 cm	
	Wandhöhe:	h= 4,50 m	
<u>Druckfestigkeit:</u>	20 N/mm ²		
<u>Rohdichte:</u>	2,0 kN/dm ³		
<u>Statisches System:</u>	Pendelstütze		

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g _k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g _k	101	Dachlasten ständig	148,0 kN/m	-
g _k	-	Klinker+ Wärmedämmung	2,50 kN/m	
q _k	101	Dachlasten veränderlich		24 kN/m

5.3 W01

Mauerwerk Bemessung (x64) MWX+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

- Bemessungsnorm: DIN EN 1996-1-1/NA:2019-12
- Nachweisverfahren: genaues Verfahren

Allgemeines

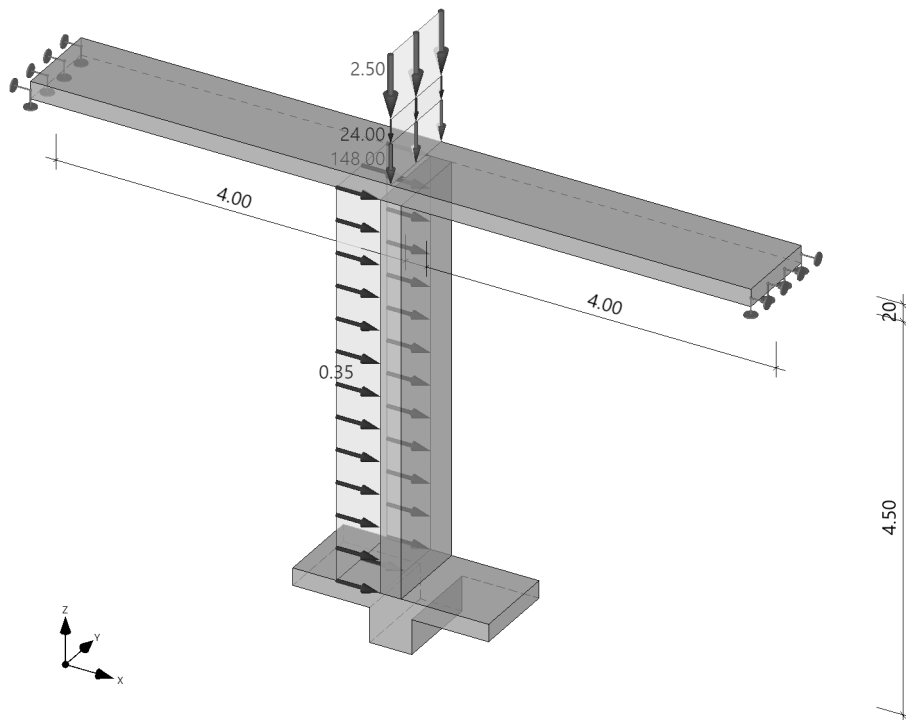
- Wandsystem: Einzelwand
- Abminderung der Knicklänge
- Stoßfugen unvermörtelt

System

Systemgrafiken

Systemgrafik 3D

Maßstab 1 : 75



Materialkennwerte

MatNr.	Typ	Stfk	MG	RDk	Bezeichnung	f_k [N/mm ²]	f_b [N/mm ²]	f_m [N/mm ²]	f_{vk0} [N/mm ²]	γ [kN/m ³]	ϕ_{∞}
1	KS	20	DM	2.0	KS-20-2.0-DM	7.60	20.00	10.00	0.22	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/m ²]
1	Innenwand	1	zweiseitig	4.50	24.0	1.00	4.80

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

Geschossdecken

Eb.	Typ	E-Modul [N/mm ²]	do [cm]	Seite	l [m]	b [m]	Lagerung
1	beidseitig	30000	20.0	links rechts	4.00 4.00	1.00 1.00	gelenkig gelenkig

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

Lasten

Vertikale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m]	q ₀ [kN/m]	Einwirkung
1	1	Gleichlast	148.00	24.00	Kat. A: Wohngebäude
2	1	Gleichlast	2.50	0.00	Kat. A: Wohngebäude

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 g₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 q₀ : veränderlicher Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 Einwirkung : Einwirkung des veränderlichen Lastanteils

Horizontale Wandlasten

Nr.	Eb.	Typ	g ₀ [kN/m ²]	q ₀ [kN/m ²]	Einwirkung
3	1	Gleichlast	0.00	0.35	Windlasten

Eb. : Ebene, unterste Wand = 1
 g₀ : ständiger Lastanteil der Linienlast (bei Trapezlasten Ordinate am Lastanfang)
 q₀ : 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 _s	zugehörige Last
1	Gv	1.35	1.00	1.00	Gv (Lasten 1, 2)
2	Qv	1.50	0.00	0.00	Last 1
3	Qh	0.00	1.50	1.00	QH Horizontallast auf Wand 1 Last 3

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

Typ : Lastfallart
 K₀ : Drucknachweis
 K₂ : Nachweis Plattenschub
 K_s : Nachweis klaffende Fuge in Dickenrichtung (Begrenzung der Exzentrizität)

Begrenzung der planmäßigen Exzentrizität

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, nach NCI zu 7.2

z [m]	e _d [cm]	zul e _d [cm]	η
4.50	0.4	8.0	0.05
2.25	0.2	8.0	0.02
0.00	0.3	8.0	0.04

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 1996:2019, Abs. 6.1.2

Knicklänge	h _{ef} = 3.38 m
Knickschlankheit	λ _c = 14.06
Wandquerschnitt	A _w = 2400.0 cm ²
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	f _d = 4.31 N/mm ²

z [m]	y [m]	t _{cal} [cm]	N _{Ed} [kN/m]	e _{i/mk} [cm]	Φ _{i/m}	N _{Rd} [kN/m]	η
4.50	0.50	24.0	239.18	0.0	0.90	930.24	0.26
2.25	0.50	24.0	253.76	1.2	0.69	711.63	0.36
0.00	0.50	24.0	268.34	0.0	0.90	930.24	0.29

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)
Φ_{i/m} : Abminderungsfaktor infolge Lastausmitte und Schlankheit (Φ_i für Wandkopf/-Fuß, Φ_m für Wandmitte)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
η : Auslastung

Schubnachweis – Plattenschub

Nachweis nach DIN EN 1996:2019, Abs. 6.2

Haftscherfestigkeit (unvermörtelte Stoßfugen) $f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2$

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
4.50	0.50	1.18	24.0	0.63	0.35	55.78	0.02
2.25	0.50	0.00	24.0	0.67	0.37	58.66	0.00
0.00	0.50	1.18	24.0	0.72	0.38	61.54	0.02

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

Ausnutzungsfaktor im Brandfall

Nachweis nach DIN EN 1996-1-2/NA:2022, NDP zu 4.5

Eb.	z [m]	y [m]	h _{ef} /t	ω	k ₀	N _{Ed} [kN/m]	η _{fi}	N _{Ed,fi} [kN/m]	e _{mk,fi} * [cm]	N _{Rd} [kN/m]	α _{fi}	α _{6,fi}
1	2.25	0.50	-	-	-	253.76	0.70	177.63	-	711.63	0.25	-

z : Höhe der Nachweisstelle, gemessen vom Wandfuß (hier halbe Wandhöhe)
y : Vertikalschnitt, gemessen vom Wandanfang (y = 0)
h_{ef}/t : Knickschlankheit der Wand (Knicklänge/Wanddicke)
ω : Anpassungsfaktor in Abhängigkeit der Steinart nach Tabelle NA.1
k₀ : Faktor zur Berücksichtigung kleiner Wandquerschnitte
N_{Ed} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft bei Normaltemperatur
η_{fi} : Reduktionsfaktor für den Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft für den Brandfall
N_{Ed,fi} : Bemessungswert der einwirkenden Normalkraft im Brandfall
e_{mk,fi}* : planmäßige Ausmitte in Wanddickenrichtung inkl. Kriecheinfluss (*vereinfacht aus Kaltbemessung übernommen)
N_{Rd} : Bemessungswert der aufnehmbaren Drucknormalkraft
α_{fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.3
α_{6,fi} : Ausnutzungsfaktor im Brandfall nach Gl. NA.1/2

POS W02: STAHLBETONWAND

System

Baustoffe:	Beton:	C25/30
	Betonstahl:	B 500 A
Querschnitt:	Dicke:	b = 24 cm
	Wandhöhe:	h= 4,50 m

Betondeckung:	$C_{nom} = C_{min,dur} + \Delta C_{dev}$	
	Außen XC3:	$C_{nom,A} = 25+10 = 35 \text{ mm}$
	Innen XC1:	$C_{nom,I} = 10+10 = 20 \text{ mm}$

Statisches System:	Pendelstütze
---------------------------	--------------

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g_k	101	Dachlasten ständig	60,0 kN/m	-
q_k	101	Dachlasten veränderlich		10 kN/m

BEWEHRUNG

Grundbewehrung:

Q424# innen und außen

Anmerkung

Stb-Wände W03 bis W05 sind wie W02 auszuführen.

5.5 W02

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

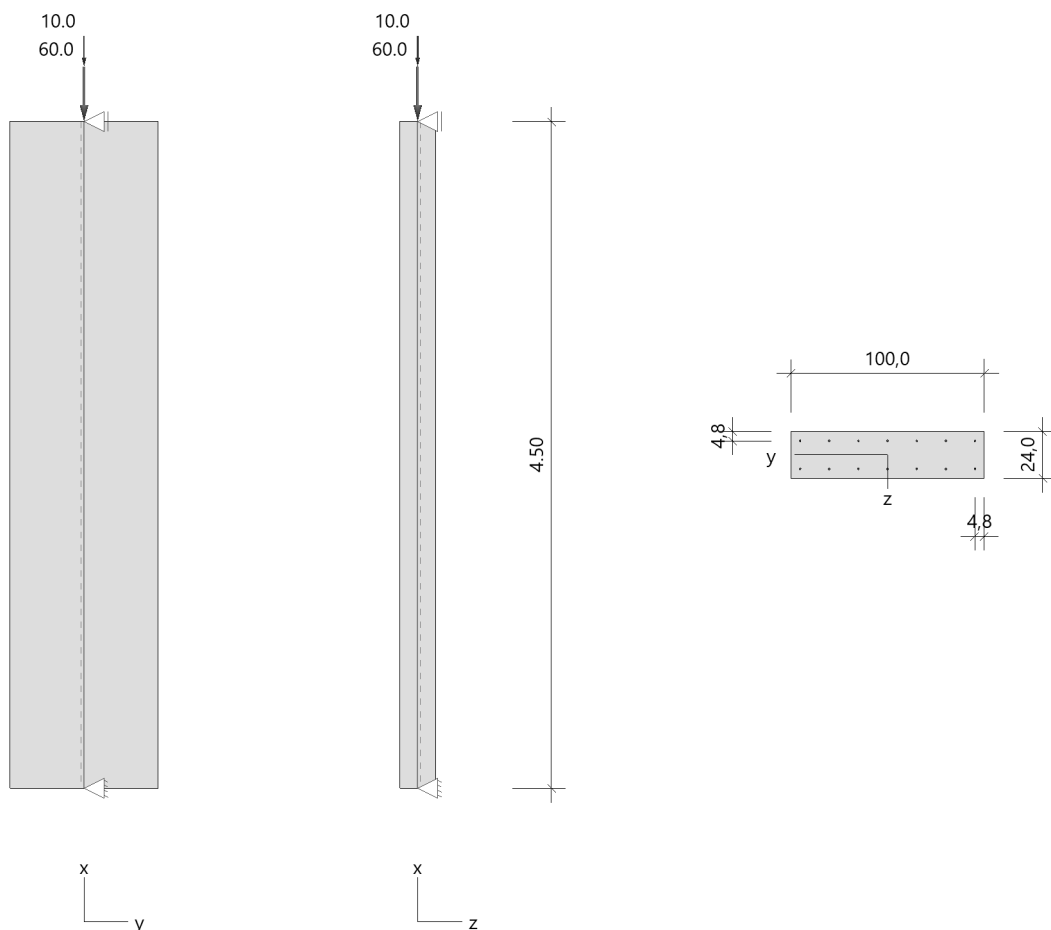
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 51.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 9 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte $LU = 50 \%$ Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$

Endkriechzahl $\varphi(t_0, \infty) = 2.65$

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$	$\alpha_{ct} = 0.85$				
	γ_c	$f_{cd} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{ctd} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	γ_s	$f_{yd} \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s \text{ [N/mm}^2\text{]}$
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 4.50 \text{ m}$

Querschnitt $b_y/d_z = 100.0/24.0 \text{ cm}$

$b_1/d_1 = 4.8/4.8 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	$U_y \text{ [kN/m]}$	$\Phi_z \text{ [kNm/rad]}$	$U_z \text{ [kN/m]}$	$\Phi_y \text{ [kNm/rad]}$
Kopfpunkt	starr		starr	
Fußpunkt	starr		starr	

Lasten

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

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	$e_y \text{ [cm]}$	$e_z \text{ [cm]}$	$F_y \text{ [kN]}$	$F_z \text{ [kN]}$	$M_y \text{ [kNm]}$	$M_z \text{ [kNm]}$	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		60.0							ständig		
2	Stützenkopf		10.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	$e_y \text{ [cm]}$	$e_z \text{ [cm]}$	$F_y \text{ [kN]}$	$F_z \text{ [kN]}$	$M_y \text{ [kNm]}$	$M_z \text{ [kNm]}$	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		27.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- 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 (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{I_{eff,cal}} = E_{I_{eff}} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 2281,70$ in y- / $131,43$ 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	LK 3 ¹	LK 4 ¹
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 60,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 10,0 kN (Kat. A)	1.50			1.50

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

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_{∞}	f_{red}
1	1	Wand	4.50	4.50	15.6	64.9	81.1	81.1	0.0	0.0	2.647	0.996

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	Querschnitt
	3.75	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	
	3.00	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	
	2.25	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	
	1.50	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	
	0.75	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	
	0.00	-132.5	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	87.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		132.5	0.0	0.00	0.0	0.00	1

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 60,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Krieeffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Wand	4.50	4.50	15.6	64.9	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.431

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-90.0	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	Querschnitt
	3.75	-90.0	0.24	-0.20	0.37	8.9	8.9	
	3.00	-90.0	0.42	-0.35	0.37	8.9	8.9	
	2.25	-90.0	0.49	-0.41	0.37	8.9	8.9	
	1.50	-90.0	0.42	-0.35	0.37	8.9	8.9	
	0.75	-90.0	0.24	-0.20	0.37	8.9	8.9	
	0.00	-90.0	0.00	0.00	0.37	8.9	8.9	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	87.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		90.0	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 A_s [cm ²]
1	8.9

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 60,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,0 kN (Kat. A)	1.00	

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

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

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	4.50	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

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	4.50	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-97.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	3.75	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	3.00	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	2.25	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	1.50	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	0.75	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	0.00	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00

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

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. 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/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	3.75	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	3.00	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	2.25	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	1.50	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	0.75	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00
1	0.00	-97.0	0.00	0.00	0.00	-0.013	-2.51	400.00	0.00

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

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1 ¹	LK 2 ¹
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 60,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 10,0 kN (Kat. A)	0.30	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da λ ≤ λ_{lim} nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	4.50	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	3.75	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	3.00	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	2.25	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	1.50	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	0.75	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03
1	0.00	-90.0	0.00	0.00	-0.012	-0.38	-11.25	1.00		0.03

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

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1	1	9 ¹	0.6	-45.3	-7.3	217	100
Bügel: 14Ø8 mm	2	9 ¹	0.6	45.3	-7.3	217	100
	3	9 ¹	0.6	45.3	7.3	217	100
	4	9 ¹	0.6	-45.3	7.3	217	100
	5	9 ¹	0.6	-30.2	-7.3	129	100
	6	9 ¹	0.6	-30.2	7.3	129	100
	7	9 ¹	0.6	-15.1	-7.3	129	100
	8	9 ¹	0.6	-15.1	7.3	129	100
	9	9 ¹	0.6	0.0	-7.3	129	100
	10	9 ¹	0.6	0.0	7.3	129	100
	11	9 ¹	0.6	15.1	-7.3	129	100
	12	9 ¹	0.6	15.1	7.3	129	100
	13	9 ¹	0.6	30.2	-7.3	129	100
	14	9 ¹	0.6	30.2	7.3	129	100

8.9

1 : benutzerdefinierter Bewehrungsdurchmesser

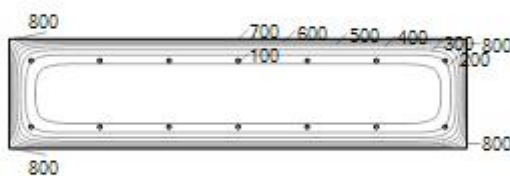
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.3	3.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

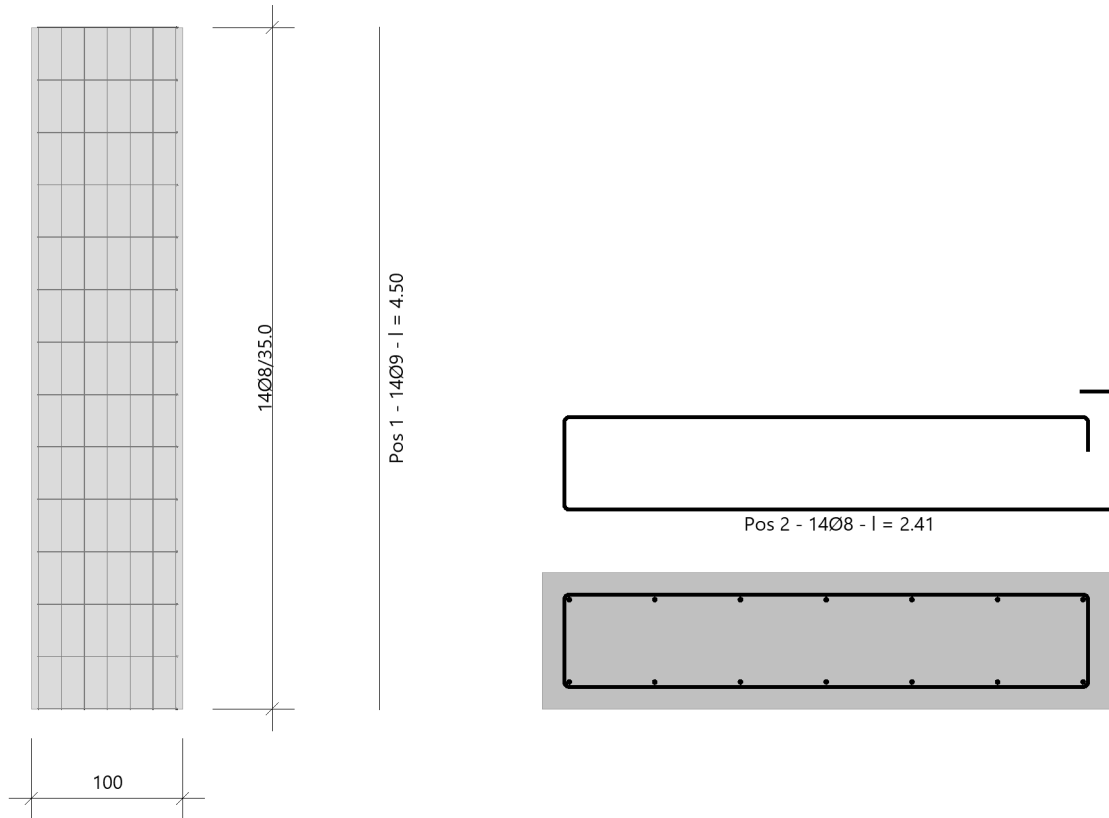
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Rechteck 100x24 t=30min



Bewehrungsbilder

Maßstab 1 : 50



TEIL 06 STÜTZEN

POS S01: INNENSTÜTZE

System

Baustoffe: Beton C25/30

Querschnitt: Kreis Außendurchmesser d= 30 cm

Stützenhöhe h = 4,50 m

Betondeckung: $c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$

Außen XC3: $c_{nom,} = 25+10 = 35 \text{ mm}$

Statisches System: Pendelstütze

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g_k	101	Dachlasten ständig	286 kN	-
q_k	101	Dachlasten veränderlich		44 kN

BEWEHRUNG

Grundbewehrung:

6Ø12 Umfangverteilt

6.3 S01

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

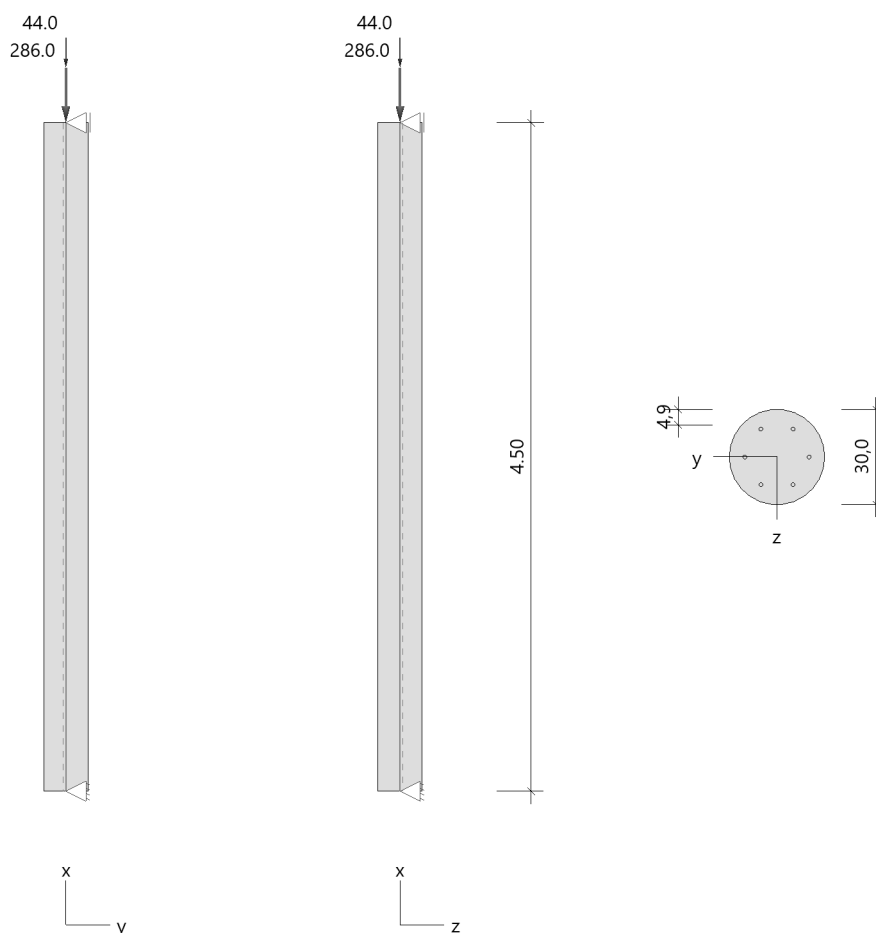
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 51.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte $LU = 50 \%$ Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$

Endkriechzahl $\varphi(t_0, \infty) = 2.76$

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$ (Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	γ_c	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]	γ_s	f_{yd} [N/mm ²]	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$ [N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 4.50 \text{ m}$

Querschnitt $d = 30.0 \text{ cm}$

$d_1 = 4.9 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	U_y [kN/m]	Φ_z [kNm/rad]	U_z [kN/m]	Φ_y [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	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		286.0							ständig		
2	Stützenkopf		44.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		8.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- 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 (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $EI_{eff,cal} = EI_{eff} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 12,98$ in y- / $12,98$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 286,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 44,0 kN (Kat. A)	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_{∞}	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	25.0	25.0	1.1	1.1	2.758	0.801

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

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-462.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-462.8	3.38	-3.38	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-462.8	5.87	-5.87	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-462.8	6.71	-6.71	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-462.8	5.87	-5.87	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-462.8	3.38	-3.38	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-462.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.01	0.00	0.01	0.00	3
Fußpunkt	0.00	294.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		462.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		396.8	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 286,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 44,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Krieeffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.693

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	Nd [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-307.2	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-307.2	1.61	-1.61	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-307.2	2.80	-2.80	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-307.2	3.24	-3.24	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-307.2	2.80	-2.80	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-307.2	1.61	-1.61	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-307.2	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	294.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		307.2	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 A _s [cm ²]
1	6.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 286,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 44,0 kN (Kat. A)	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	Nd [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	4.50	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	Nd [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	4.50	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-338.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ϕ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	3.75	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	3.00	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	2.25	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	1.50	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	0.75	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	0.00	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00

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

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. 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/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	3.75	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	3.00	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	2.25	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	1.50	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	0.75	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00
1	0.00	-338.0	0.00	0.00	0.00	-0.217	-43.43	400.00	0.00

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

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 286,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 44,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	4.50	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	3.75	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	3.00	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	2.25	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	1.50	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	0.75	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54
1	0.00	-307.2	0.00	0.00	-0.196	-6.09	-11.25	1.00		0.54

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

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{yk} [%]
Abschnitt 1 Bügel: 37Ø8 mm	1	12	1.1	10.1	0.0	145	100
	2	12	1.1	5.1	8.7	145	100
	3	12	1.1	-5.1	8.7	145	100
	4	12	1.1	-10.1	0.0	145	100
	5	12	1.1	-5.1	-8.7	145	100
	6	12	1.1	5.1	-8.7	145	100

6.8

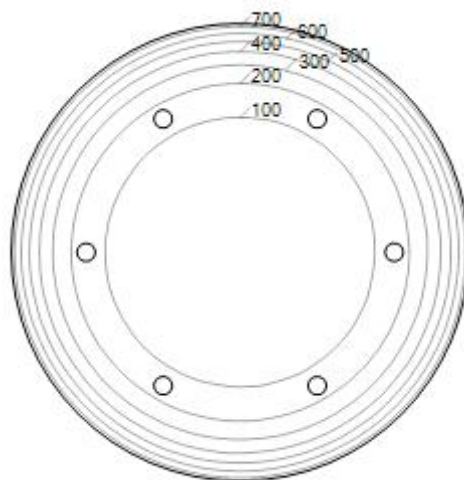
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.3	3.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

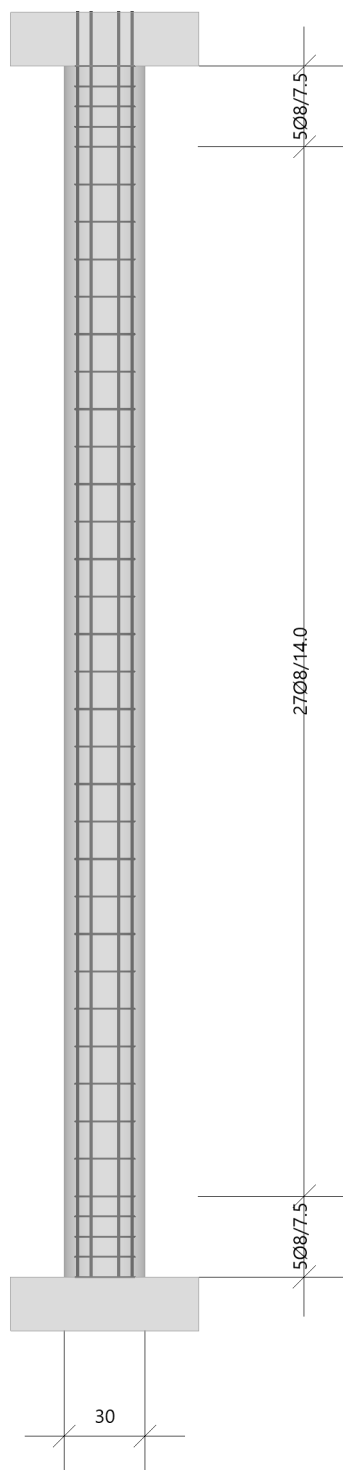
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Kreis d=30 t=30min

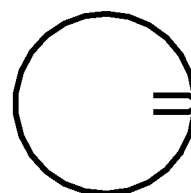


Bewehrungsbilder

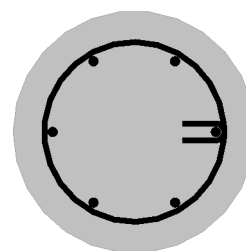
Maßstab 1 : 28.1



Pos 1 - 6Ø12 - l = 4.70



Pos 2 - 37Ø8 - l = 0.94



POS S02: ECKSTÜTZE

System

Baustoffe: Beton C25/30

Querschnitt: Kreis Außendurchmesser d= 30 cm

Stützenhöhe h = 4,50 m

Betondeckung: $c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$

Außen XC3: $c_{nom,} = 25+10 = 35 \text{ mm}$

Statisches System: Pendelstütze

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g_k	101	Dachlasten ständig	164 kN	-
q_k	101	Dachlasten veränderlich		26 kN

BEWEHRUNG

Grundbewehrung:

6Ø12 Umfangverteilt

6.5 S02

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

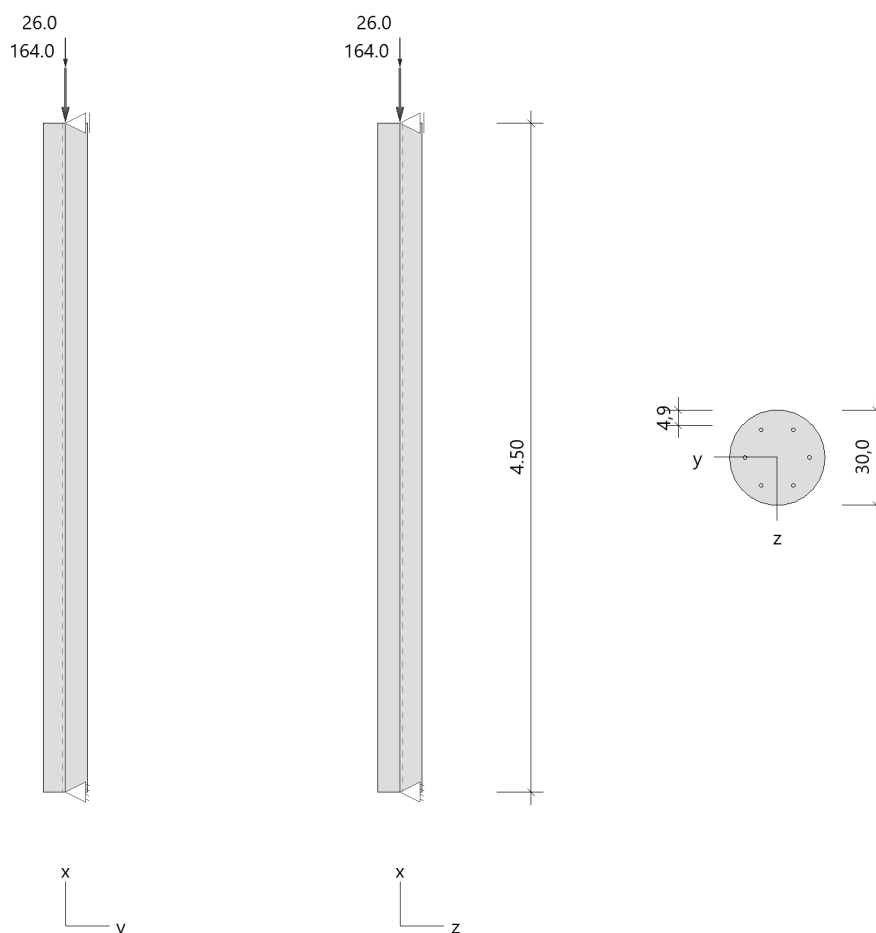
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 51.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	W0
Bewehrungskorrosion	XC3
Mindestbetonklasse	C 20/25
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta C_{dev} = 15 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 35 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 20 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 43 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 35 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.30 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte $LU = 50 \%$ Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$

Endkriechzahl $\varphi(t_0, \infty) = 2.76$

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$	$\alpha_{ct} = 0.85$				
	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}	γ_s	f_{yd}	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$
		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 4.50 \text{ m}$

Querschnitt $d = 30.0 \text{ cm}$

$d_1 = 4.9 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	U_y	Φ_z	U_z	Φ_y
	[kN/m]	[kNm/rad]	[kN/m]	[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	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
1	Stützenkopf		164.0							ständig		
2	Stützenkopf		26.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
*	Stützenkopf		8.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- 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 (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{I_{eff,cal}} = E_{I_{eff}} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 22,16$ in y- / $22,16$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 26,0 kN (Kat. A)	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_{∞}	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	30.7	30.7	1.1	1.1	2.758	0.781

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-271.1	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-271.1	1.55	-1.55	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-271.1	2.69	-2.69	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-271.1	3.14	-3.14	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-271.1	2.69	-2.69	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-271.1	1.55	-1.55	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-271.1	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	4
Fußpunkt	0.00	172.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		271.1	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		211.0	0.0	0.00	0.0	0.00	4

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 26,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	Sk,y [m]	Sk,z [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.693

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	Nd [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ρ [%]	A _{s,erf} [cm ²]	A _{s,vorh} [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-179.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-179.8	0.66	-0.66	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-179.8	1.14	-1.14	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-179.8	1.33	-1.33	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-179.8	1.14	-1.14	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-179.8	0.66	-0.66	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-179.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	A _{d,v} [kN]	H _{d,y} [kN]	M _{d,z} [kNm]	H _{d,z} [kN]	M _{d,y} [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.0	0.00	0.0	0.00	2
Fußpunkt	0.00	172.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		179.8	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 A _s [cm ²]
1	6.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 26,0 kN (Kat. A)	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	Nd [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	4.50	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

LK	Höhe [m]	Nd [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	4.50	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-198.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	3.75	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	3.00	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	2.25	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	1.50	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	0.75	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	0.00	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00

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

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. 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/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	3.75	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	3.00	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	2.25	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	1.50	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	0.75	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00
1	0.00	-198.0	0.00	0.00	0.00	-0.124	-24.88	400.00	0.00

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

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 164,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 26,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	4.50	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	3.75	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	3.00	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	2.25	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	1.50	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	0.75	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31
1	0.00	-179.8	0.00	0.00	-0.113	-3.49	-11.25	1.00		0.31

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

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{y,k} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	10.1	0.0	145	100
Bügel: 37Ø8 mm	2	12	1.1	5.1	8.7	145	100
	3	12	1.1	-5.1	8.7	145	100
	4	12	1.1	-10.1	0.0	145	100
	5	12	1.1	-5.1	-8.7	145	100
	6	12	1.1	5.1	-8.7	145	100

6.8

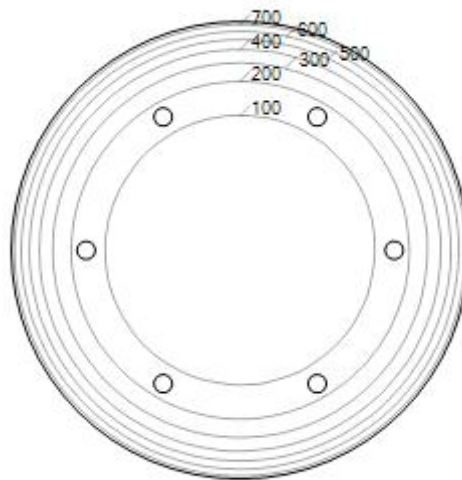
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. C _{nom,L} [cm]	erf. C _{nom,B} [cm]	vorh. C _{nom,L} [cm]	vorh. C _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	4.3	3.5	4.3	3.5

Temperaturverteilung im Querschnitt

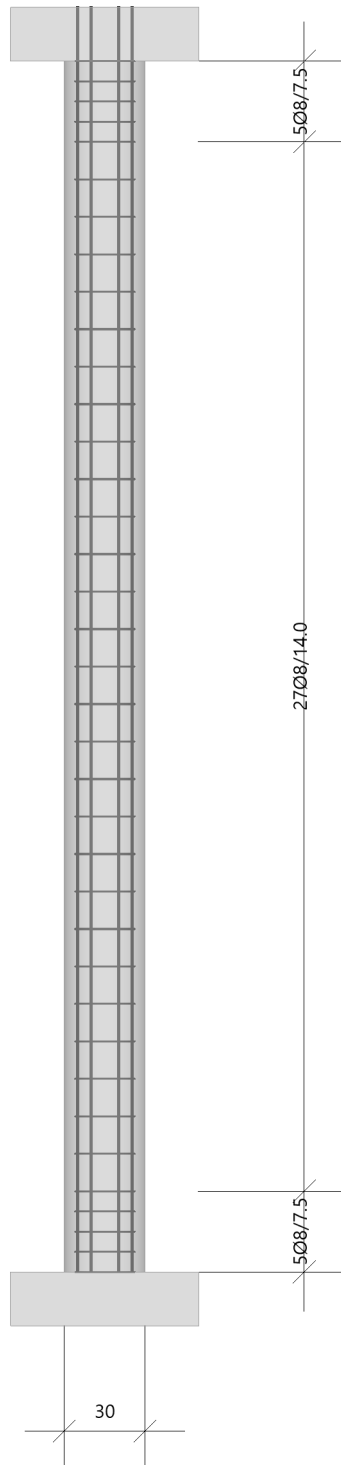
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Kreis d=30 t=30min

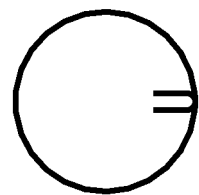


Bewehrungsbilder

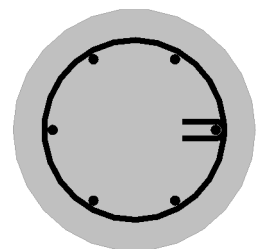
Maßstab 1 : 28.1



Pos 1 - 6Ø12 - l = 4.70



Pos 2 - 37Ø8 - l = 0.94



POS S03: RANDSTÜTZE

System

Baustoffe: Beton C25/30

Querschnitt: Kreis Außendurchmesser d= 30 cm

Stützenhöhe h = 4,50 m

Betondeckung: $c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$

Außen XC3: $c_{nom,} = 25+10 = 35 \text{ mm}$

Statisches System: Pendelstütze

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht wird automatisch vom Programm berücksichtigt	-	-
g_k	101	Dachlasten ständig	206 kN	-
q_k	101	Dachlasten veränderlich		32 kN

BEWEHRUNG

Grundbewehrung:

6Ø12 Umfangverteilt

6.7 S03

Stahlbetonstütze (x64) B5+ 01/25 (FRILO R-2025-1/P06)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Pendelstütze in y- und z-Richtung, Kreis, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 25/30, B500A

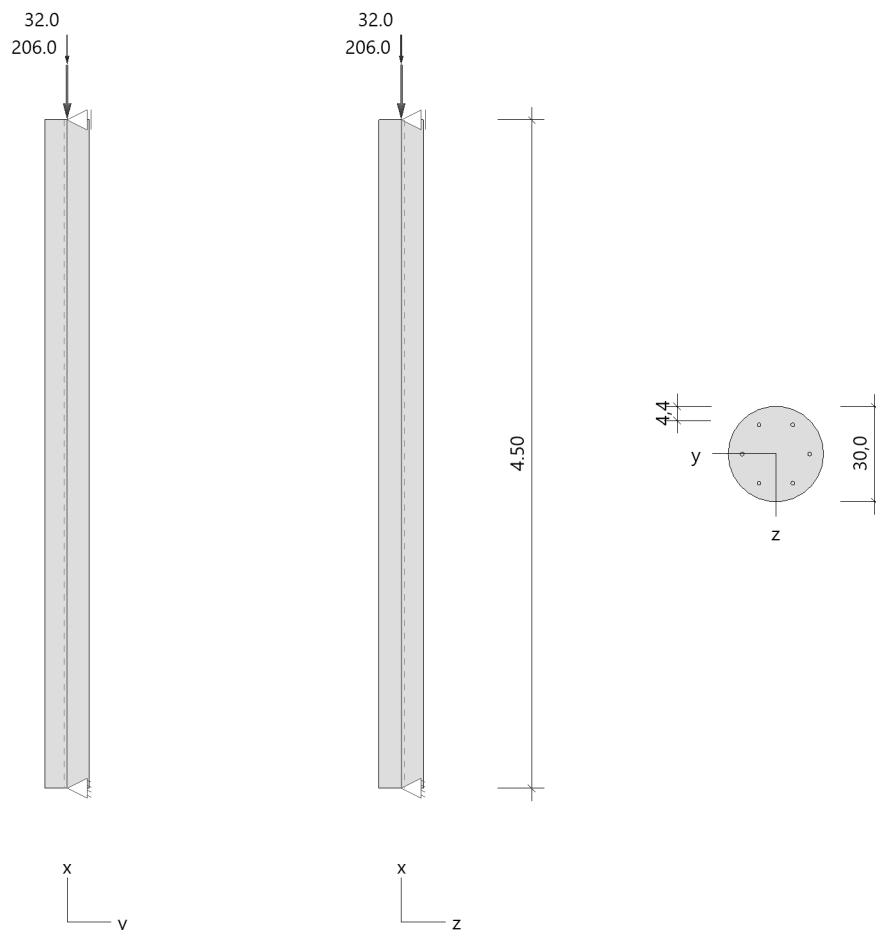
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 51.4



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff	X0
Bewehrungskorrosion	XC1
Mindestbetonklasse	C 16/20
Bügel	$d_{s,b} = 8 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$d_{s,l} = 12 \text{ mm}$
Vorhaltemaß	$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$
Bügel	$c_{min,b} = 10 \text{ mm}$
Betondeckung	$c_{nom,b} = 20 \text{ mm}$
Längsbewehrung	$c_{min,l} = 12 \text{ mm} \quad *5$
Betondeckung	$c_{nom,l} = 28 \text{ mm} \quad *1$
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b} = 20 \text{ mm}$
zul. Rissbreite	$w_{max} = 0.40 \text{ mm}$

*1: mit $c_{min,b}$

*5: Verbund maßgebend

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:

Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R

Belastungsalter $t_0 = 28 \text{ Tage}$

Endkriechzahl $\varphi(t_0, \infty) = 2.76$

Materialauswahl

Beton C 25/30	$f_{ck} = 25.00 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 31000 \text{ N/mm}^2$	
Betonstahl B500A	$f_{yk} = 500.00 \text{ N/mm}^2$	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$	
	$k(f_t/f_y) = 1.05$	$\epsilon_{uk} = 25.0 \text{ ‰}$	(Bügel und Längsbewehrung)

Material Bemessungswerte

Bemessungssituation	Beton C 25/30			Betonstahl B500A		
	$\alpha_{cc} = 0.85$	$\alpha_{ct} = 0.85$				
	γ_c	f_{cd}	f_{ctd}	γ_s	f_{yd}	$f_{td} = f_{tk,cal} / \gamma_s$
		[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]
ständig/vorübergehend	1.50	14.17	1.02	1.15	434.78	456.52

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Pendelstütze in y- und z-Richtung

Stützhöhe $l = 4.50 \text{ m}$

Querschnitt $d = 30.0 \text{ cm}$

$d_1 = 4.4 \text{ cm}$

Bewehrungsanordnung (kalt) umfangsverteilt
Bewehrungsanordnung (Brand) wie Bewehrungsbild

Lagerbedingungen

Lage	U_y	Φ_z	U_z	Φ_y
	[kN/m]	[kNm/rad]	[kN/m]	[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	$V_{F,inf}$	$V_{F,sup}$
Kat. A: Wohngebäude	0.70	0.50	0.30		1.500
ständig				1.000	1.350

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
1	Stützenkopf		206.0							ständig		
2	Stützenkopf		32.0							Kat. A		

Punktlasten (Stützeigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand	V	e_y	e_z	F_y	F_z	M_y	M_z	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
		[m]	[kN]	[cm]	[cm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]			
*	Stützenkopf		8.0							ständig		

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegeline angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegeline als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{t,m}$)
- 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 (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Optionen für den Brandschutznachweis

- Nachzuweisende Feuerwiderstandsklasse: R30
- Brandangriff = gesamter Stützenumfang
- Der Nachweis wird in der außergewöhnlichen Bemessungssituation unter Beachtung von EN 1991-1-2, 4.3.1, geführt.
- Die Schiefstellung ist auf $\theta \leq 1/500$ begrenzt.
- Steifigkeitsabminderung für Bewehrungsgrade $\rho < 2.0\%$: $E_{I_{eff,cal}} = E_{I_{eff}} * (\rho/0.02)^{0.5}$
- Der Nachweis wird unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen geführt.

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min $N_{cr}/N = 17,84$ in y- / $17,84$ in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

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

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2	LK 3	LK 4
Stützeigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 206,0 kN (ständig)	1.35	1.00	1.35	1.00
V = 32,0 kN (Kat. A)	1.50			1.50

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	φ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	27.6	27.6	1.1	1.1	2.758	0.785

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituati

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-336.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-336.8	2.18	-2.18	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-336.8	3.65	-3.65	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-336.8	4.22	-4.22	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-336.8	3.65	-3.65	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-336.8	2.18	-2.18	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-336.8	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

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

Lager	Höhe [m]	$A_{d,y}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	1
			0.01	0.00	0.01	0.00	3
Fußpunkt	0.00	214.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		336.8	0.0	0.00	0.0	0.00	1
		288.8	0.0	0.00	0.0	0.00	3

Tragfähigkeit - Brand (R30) - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (Bemessungssituation Brand)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 206,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 32,0 kN (Kat. A)	0.30	

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$S_{k,y}$ [m]	$S_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}^*$ [cm]	$e_{i,z}^*$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
1	1	Stütze	4.50	4.50	60.0	60.0	0.0	0.0	0.4	0.4	0.000	0.693

* Benutzervorgabe für anzusetzende Schiefstellung: 1/500

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (Bemessungssituation Brand)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm ²]	$A_{s,vorh}$ [cm ²]	Versagensart
1	4.50	-223.6	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	Querschnitt
	3.75	-223.6	0.95	-0.95	0.96	6.8	6.8	
	3.00	-223.6	1.65	-1.65	0.96	6.8	6.8	
	2.25	-223.6	1.91	-1.91	0.96	6.8	6.8	
	1.50	-223.6	1.65	-1.65	0.96	6.8	6.8	
	0.75	-223.6	0.95	-0.95	0.96	6.8	6.8	
	0.00	-223.6	0.00	0.00	0.96	6.8	6.8	

Auflagerreaktionen - Extremwerte aus allen berechneten Überlagerungen (Brand)

Lager	Höhe [m]	$A_{d,v}$ [kN]	$H_{d,y}$ [kN]	$M_{d,z}$ [kNm]	$H_{d,z}$ [kN]	$M_{d,y}$ [kNm]	LK
Abschnitt 1	4.50		0.0	0.00	0.0	0.00	2
			0.0	0.00	0.0	0.00	1
Fußpunkt	0.00	214.0	0.0	0.00	0.0	0.00	2
		223.6	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 A_s [cm ²]
1	6.8

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
$V = 206,0$ kN (ständig)	1.00	1.00
$V = 32,0$ kN (Kat. A)	1.00	

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

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	4.50	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

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

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	4.50	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.75	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	3.00	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	2.25	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	1.50	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.75	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			
1	0.00	-246.0	0.00	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für $t = \infty$)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	Φ _{eff}	ε _s [‰]	σ _s [N/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	3.75	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	3.00	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	2.25	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	1.50	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	0.75	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	0.00	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00

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

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. 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/mm ²]	σ _{s,lim} ¹ [N/mm ²]	η
1	4.50	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	3.75	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	3.00	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	2.25	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	1.50	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	0.75	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00
1	0.00	-246.0	0.00	0.00	0.00	-0.156	-31.15	400.00	0.00

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

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1	LK 2
Stützeigengewicht	1.00	1.00
V = 206,0 kN (ständig)	1.00	1.00
V = 32,0 kN (Kat. A)	0.30	

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N _d [kN]	M _{y,d} [kNm]	M _{z,d} [kNm]	ε _c [‰]	σ _c [N/mm ²]	σ _{c,lim} ¹ [N/mm ²]	vorh f _{φ,nl}	erf f _{φ,nl}	η
1	4.50	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	3.75	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	3.00	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	2.25	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	1.50	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	0.75	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39
1	0.00	-223.6	0.00	0.00	-0.141	-4.37	-11.25	1.00		0.39

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

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung und Temperaturen nach 30 min

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm ²]	y [cm]	z [cm]	Temperatur [°C]	f _{sy,θ} /f _{y,k} [%]
Abschnitt 1	1	12	1.1	10.6	0.0	172	100
Bügel: 37Ø8 mm	2	12	1.1	5.3	9.2	172	100
	3	12	1.1	-5.3	9.2	172	100
	4	12	1.1	-10.6	0.0	172	100
	5	12	1.1	-5.3	-9.2	172	100
	6	12	1.1	5.3	-9.2	172	100

6.8

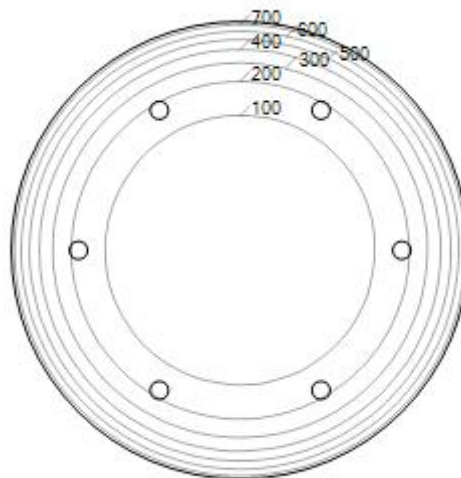
Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. c _{nom,L} [cm]	erf. c _{nom,B} [cm]	vorh. c _{nom,L} [cm]	vorh. c _{nom,B} [cm]
Abschnitt 1	2.8	2.0	3.8	3.0

Temperaturverteilung im Querschnitt

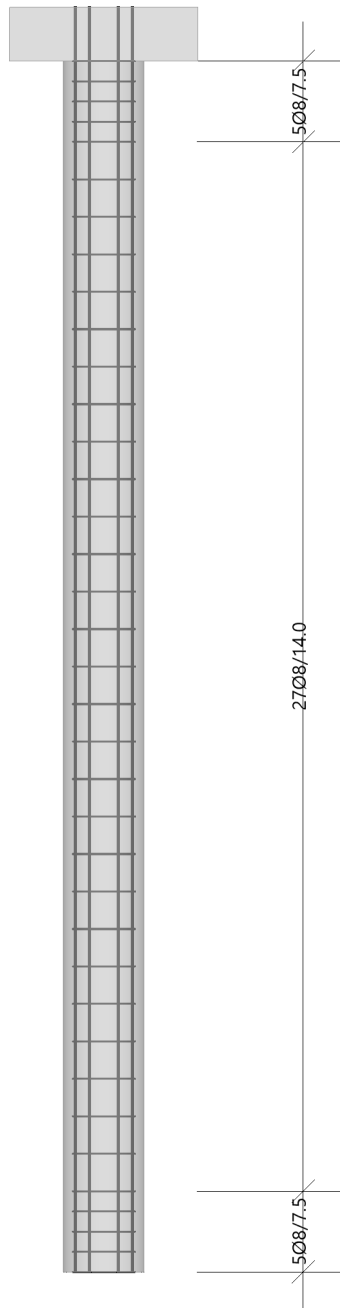
Wärmeübergangskoeffizient	α =	25.0 W/(m ² K)
Wärmeübergangskoeffizient unbeflammt	α_c =	5.0 W/(m ² K)
Emissivität	ϵ_m =	0.70
Betonfeuchte	u =	3.0 %
Wärmeleitfähigkeit	λ =	obere Grenze
Rohdichte	ρ =	2400 kg/m ³
Elementgröße	d_{Elem} =	0.9 cm
Betonzuschlag	=	quarzitisch
Betonstahl	=	kaltgewalzt
Thermische Leitfähigkeit des Stahls	=	vernachlässigt

Temperaturfeld Kreis d=30 t=30min

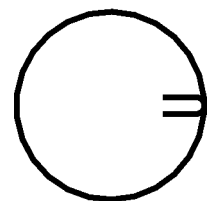


Bewehrungsbilder

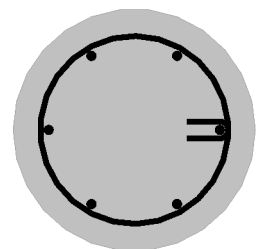
Maßstab 1 : 28.1



Pos 1 - 6Ø12 - l = 4.70



Pos 2 - 37Ø8 - l = 0.97



TEIL 07 GRÜNDUNG

POS 001: BODENPLATTE

System

Baustoffe:	Beton:	C25/30
	Betonstahl:	B 500 A
Querschnitt:	Dicke:	h = 25cm
Expositionsklasse:	XC2, WF unten	
	XC1, WF oben	
Betondeckung:	$C_{nom} = C_{min,dur} + \Delta C_{dev}$	
	unten:	$C_{nom} = 20+15 = 35 \text{ mm}$
	oben:	$C_{nom} = 10+10 = 20 \text{ mm}$
Statisches System:	Elastisch gebettete Platte, zweiachsig gespannt	

Einwirkungen

Flächenlasten

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m²]	q [kN/m²]
g _k	---	Eigengewicht $0,25 * 25 =$ wird automatisch vom Programm berücksichtigt	6,25	
g _k	---	Fußbodenaufbau	2,50	
q _k	---	Nutzlasten	5,00	

Linienlasten

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g [kN/m]	q [kN/m]
q _k	--	Stahlbetonwände 24 cm	27,00	
q _k	--	Mauerwerkswände 24 cm	31,95	
g _k	101	Dachlasten ständig	Siehe EDV	
q _k	101	Dachlasten veränderlich	Siehe EDV	

BEMESSUNG IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Grundbewehrung:

Q 524 oben und unten

Zulagen gemäß Differenzplot

■ MODELL-BASISANGABEN

	Allgemein	Modellname	:	BP
		Modelltyp	:	2D-XY (uz/ϕx/ϕy)
		Positive Richtung der globalen Z-Achse	:	Nach unten
		Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	:	Nach Norm: EN 1990
		Nationaler Anhang: DIN - Deutschland	:	
		☒ Kombinationen automatisch erzeugen	:	☒ Lastkombinationen
	Optionen	☐ RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen		
		☐ RF-ZUSCHNITT		
		☐ Rohrleitungsanalyse		
		☐ CQC-Regel anwenden		
		☐ CAD/BIM-Modell ermöglichen		
		Erdbeschleunigung g	:	10.00 m/s ²

■ FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	l_{FE}	:	0.500 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	ϵ	:	0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		:	500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		:	10
		☒ Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen			
		☒ Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt			
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	Δ_D	:	1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	:	0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		:	Drei- und Vierecke
				:	☒ Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

■ 1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/cm ²]	Modul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
2	Beton C25/30 EN 3100.00	1992-1-1:2004/A1:2014 1291.67	0.200	25.00	1.00E-05	1.000	Isotrop linear elastisch

■ 1.9 FLÄCHENLAGER

Bettung Nr.	Flächen Nr.	Federkonstanten RF-SOILIN	Stützung bzw. Feder u_z [kN/m ³]	Schubfeder [kN/m]
				v_{xz} v_{yz}
1	1	-	5000.000	☐ ☐

■ 1.9.1 FLÄCHENLAGER - AUSFALL

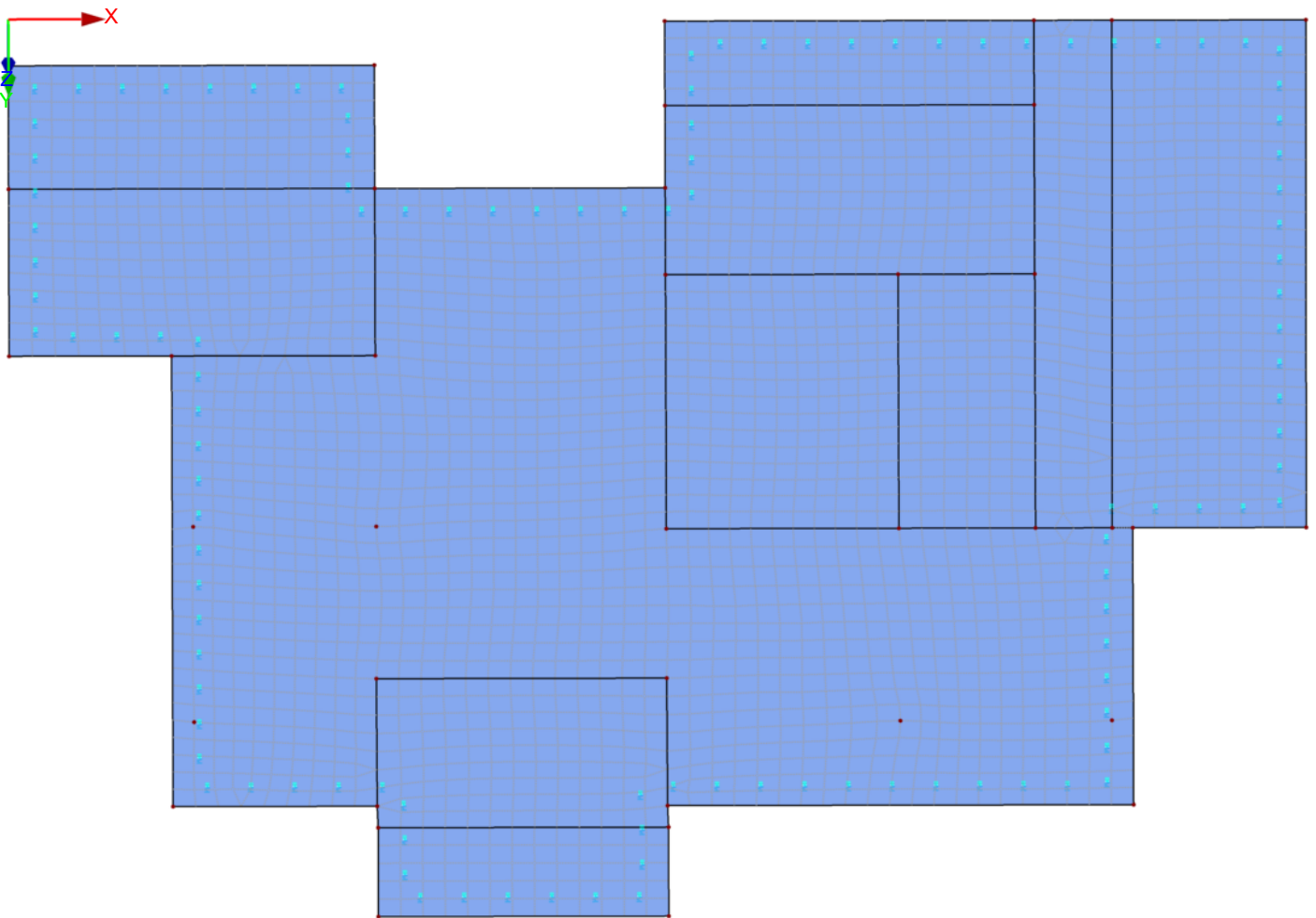
Bettung Nr.	Flächen Nr.	Ausfall des Lagers bei σ_z	Fließen ab Kontaktspannung σ_z' [kN/m ²]	Reibungszahl μ_z [-]
1	1	Negativ		



■ MODELL

Isometrie

Flächenelemente
ke[cm]
■ 30.00 cm



2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	X	Y	Z
LF1	Eigengewicht	Ständig	☒			1.000
LF2	Fußbodenaufbau	Ständig	☐			
LF3	Nutzlast	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			
LF4	Eigengewicht Wände und Stütze	Ständig	☐			
LF5	Dachlasten ständig	Ständig	☐			
LF6	Dachlasten veränderlich	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	☐			

2.1.1 LASTFÄLLE - BERECHNUNGSPARAMETER

Lastfall	LF-Bezeichnung	Berechnungsparameter	
LF1	Eigengewicht	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF2	Fußbodenaufbau	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF3	Nutzlast	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF4	Eigengewicht Wände und Stütze	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF5	Dachlasten ständig	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)
LF6	Dachlasten veränderlich	Berechnungstheorie	: • Theorie I. Ordnung (linear)
		Berechnungsverfahren für das System der nichtlinearen algebraischen Gleichungen	: • Newton-Raphson
		Steifigkeitsbeiwerte aktivieren für:	: ☒ Querschnitte (Faktor für J, I _y , I _z , A, A _y , A _z)
			: ☒ Stäbe (Faktor für GJ, EI _y , EI _z , EA, GA _y , GA _z)

2.2 EINWIRKUNGEN

Einwirkung	Einwirkung Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Wirkung	Lastfälle in Einwirkung	
E1	Ständig	Ständig	Gleichzeitig	LF1 LF2 LF4 LF5	Eigengewicht Fußbodenaufbau Eigengewicht Wände und Stütze Dachlasten ständig
E2	Nutzlasten	Nutzlasten - Kategorie C: Versammlungsräume	Gleichzeitig	LF3 LF6	Nutzlast Dachlasten veränderlich

2.5 LASTKOMBINATIONEN

Lastkombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall	
LK1	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.35*LF4 + 1.35*LF5	1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau
			3	1.35	LF4	Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.35	LF5	Dachlasten ständig
			1	1.35	LF1	Eigengewicht
LK2	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3 + 1.35*LF4 + 1.35*LF5	2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau
			3	1.50	LF3	Nutzlast
			4	1.35	LF4	Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.35	LF5	Dachlasten ständig
			6	1.50	LF6	Dachlasten veränderlich
			1	1.35	LF1	Eigengewicht
LK3	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.5*LF3 + 1.35*LF4 + 1.35*LF5 + 1.5*LF6	2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau
			3	1.50	LF3	Nutzlast
			4	1.35	LF4	Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.35	LF5	Dachlasten ständig
			6	1.50	LF6	Dachlasten veränderlich
			1	1.35	LF1	Eigengewicht
LK4	GZT	1.35*LF1 + 1.35*LF2 + 1.35*LF4 + 1.35*LF5 + 1.5*LF6	2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau
			3	1.35	LF4	Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.35	LF5	Dachlasten ständig
			5	1.50	LF6	Dachlasten veränderlich
			1	1.35	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau
LK5	G Ch	LF1 + LF2 + LF4 + LF5	3	1.35	LF4	Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.35	LF5	Dachlasten ständig
			5	1.50	LF6	Dachlasten veränderlich
			1	1.00	LF1	Eigengewicht
			2	1.35	LF2	Fußbodenaufbau

■ 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK6	G Ch	LF1 + LF2 + LF3 + LF4 + LF5	2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
			3	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
			2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
LK7	G Ch	LF1 + LF2 + LF3 + LF4 + LF5 + LF6	3	1.00	Nutzlast
			4	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
			2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
LK8	G Ch	LF1 + LF2 + LF4 + LF5 + LF6	3	1.00	Nutzlast
			4	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			6	1.00	LF6 Dachlasten veränderlich
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
LK9	G Qs	LF1 + LF2 + LF4 + LF5	2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
			3	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			5	1.00	LF6 Dachlasten veränderlich
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
LK10	G Qs	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF4 + LF5	2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
			3	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
			2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
LK11	G Qs	LF1 + LF2 + 0.6*LF3 + LF4 + LF5 + 0.6*LF6	3	0.60	LF3 Nutzlast
			4	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
			2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
LK12	G Qs	LF1 + LF2 + LF4 + LF5 + 0.6*LF6	3	0.60	LF3 Nutzlast
			4	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			5	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			6	0.60	LF6 Dachlasten veränderlich
			1	1.00	LF1 Eigengewicht
			2	1.00	LF2 Fußbodenaufbau
			3	1.00	LF4 Eigengewicht Wände und Stütze
			4	1.00	LF5 Dachlasten ständig
			5	0.60	LF6 Dachlasten veränderlich

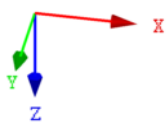
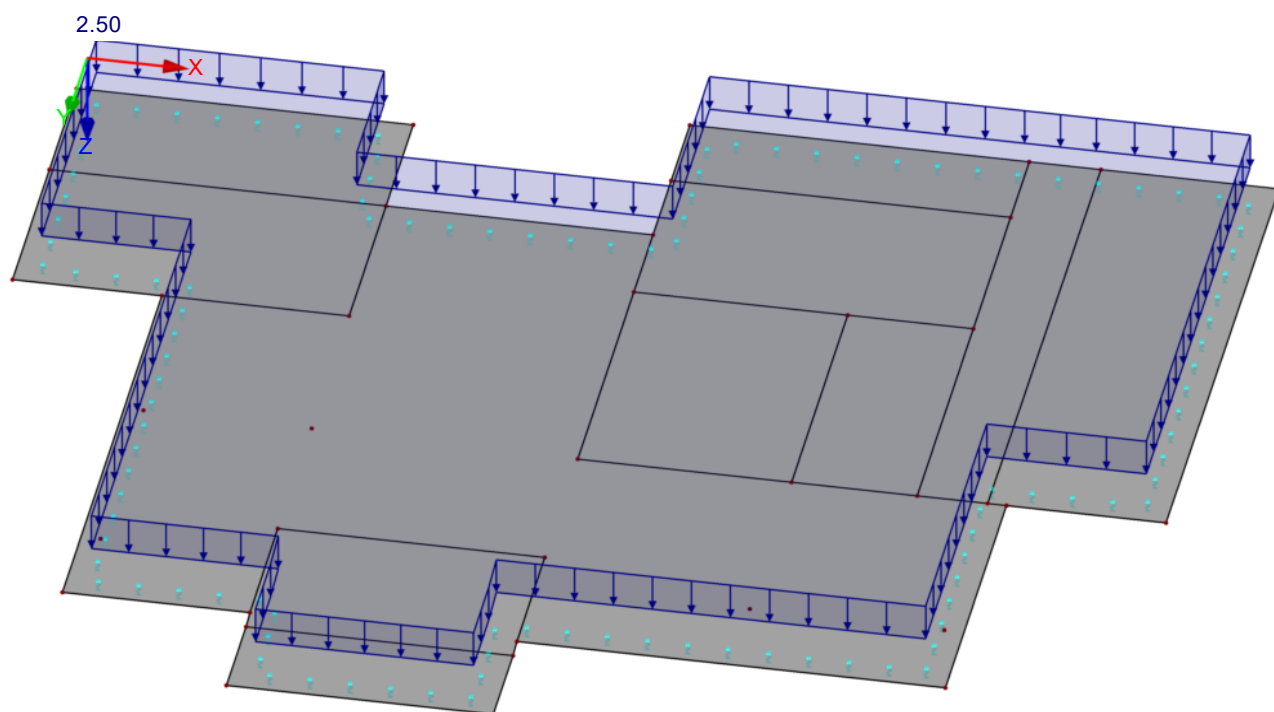
■ 2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.- kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1	GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10	LK1/s oder bis LK4
EK2	GZG - Charakteristisch	LK5/s oder bis LK8
EK3	GZG - Quasi-ständig	LK9/s oder bis LK12

■ **LF2: FUSSBODENAUFBAU**

LF2 : Fußbodenaufbau
Belastung [kN/m²]

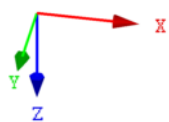
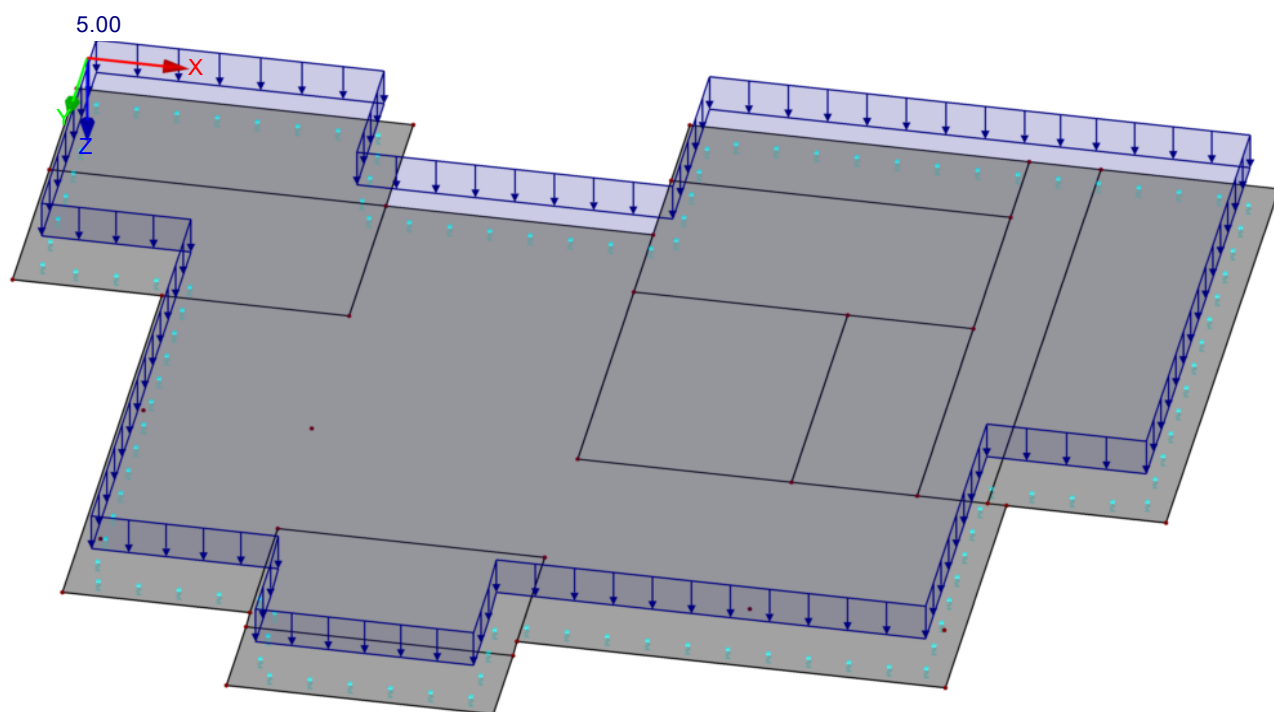
Isometrie



■ LF3: NUTZLAST

LF3 : Nutzlast
Belastung [kN/m²]

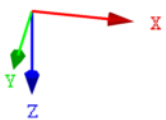
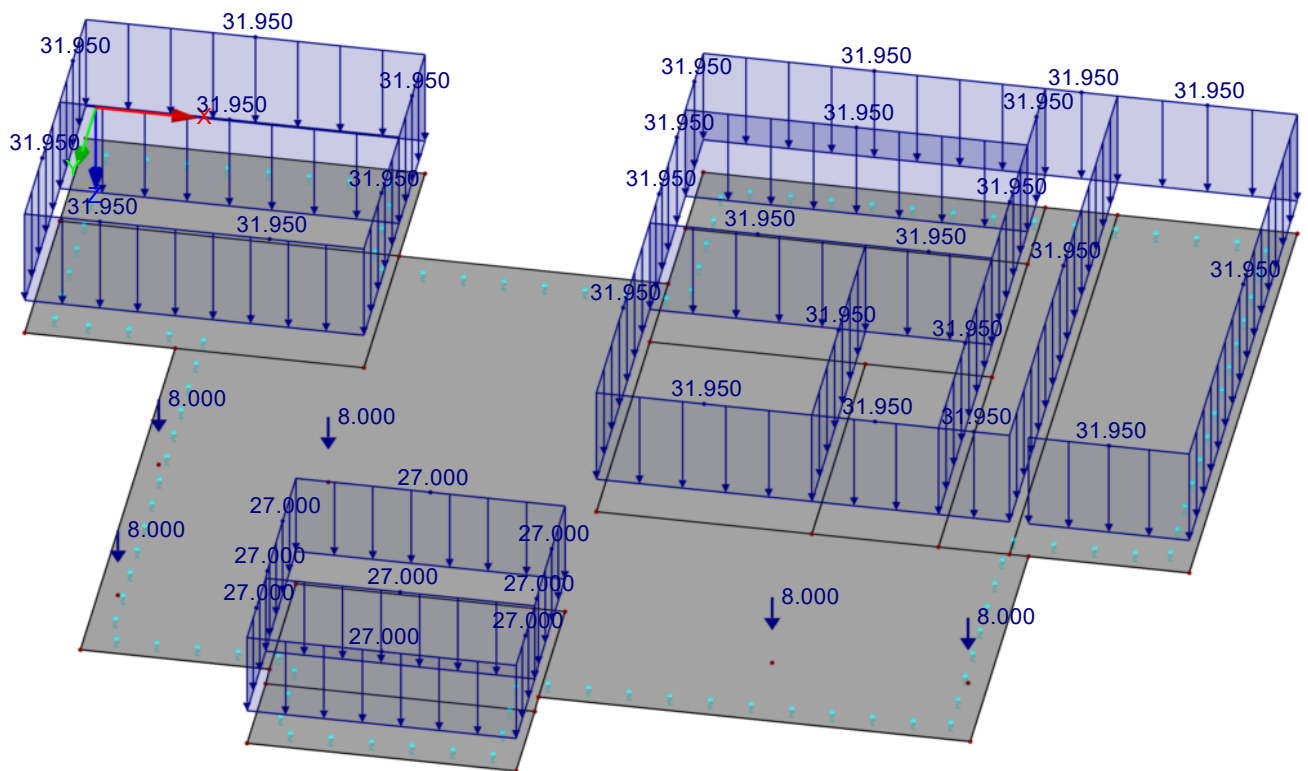
Isometrie



■ **LF4: EIGENGEWICHT WÄNDE UND STÜTZE**

LF4 : Eigengewicht Wände und Stütze
Belastung [kN/m], [kN]

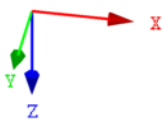
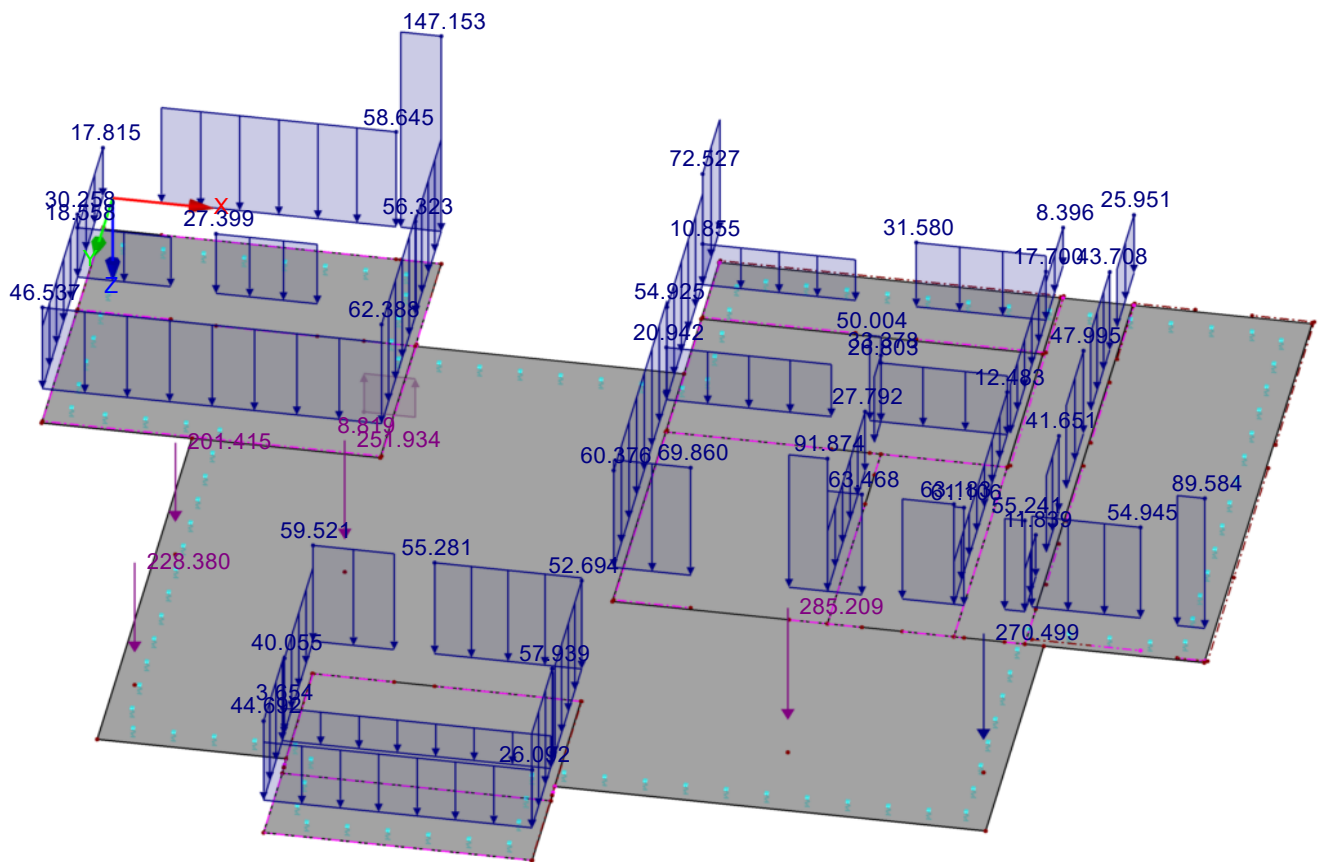
Isometrie



■ **LF5: DACHLASTEN STÄNDIG**

LF5 : Dachlasten ständig
Belastung [kN/m], [kN]

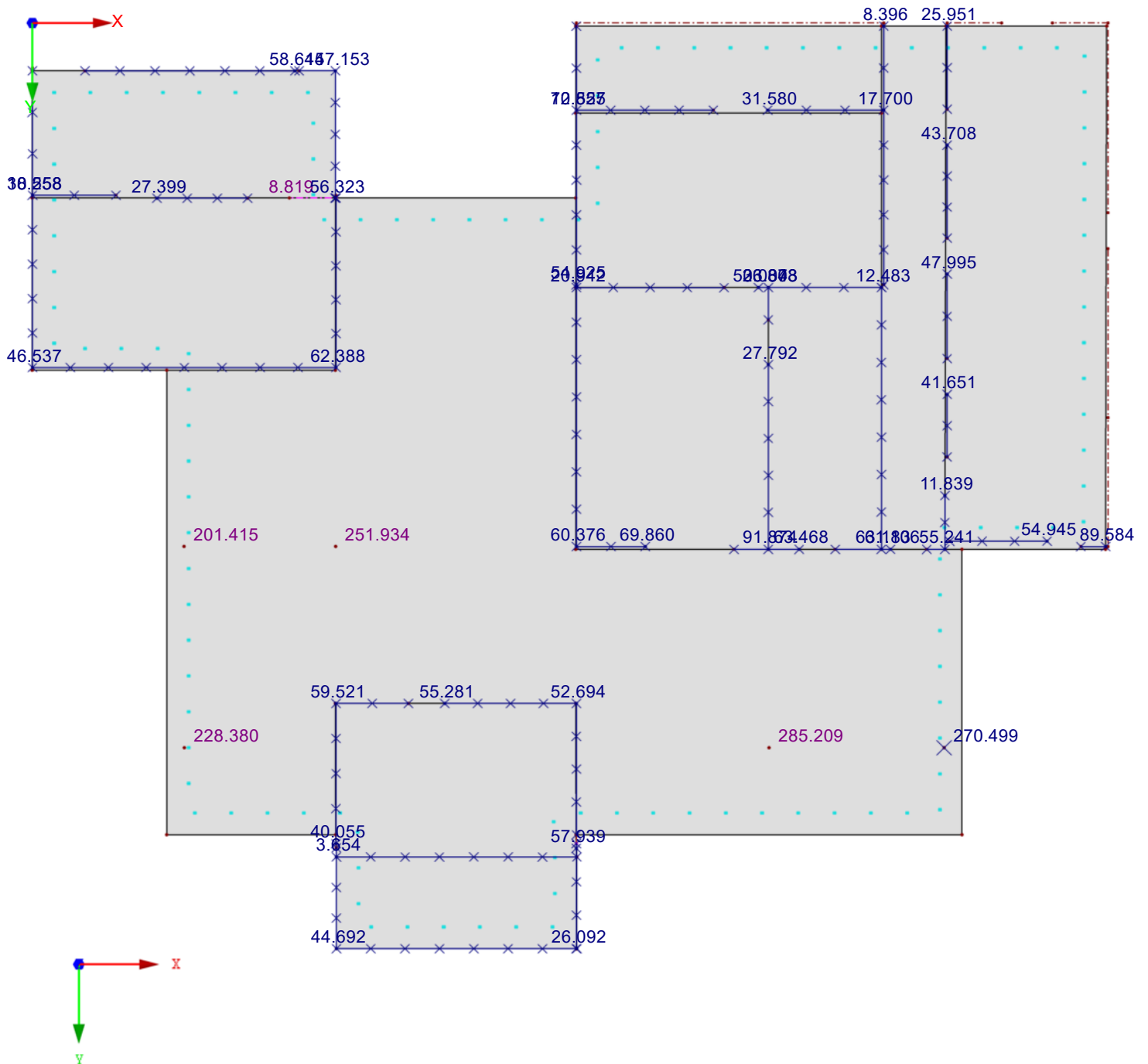
Isometrie



■ **LF5: DACHLASTEN STÄNDIG**

LF5 : Dachlasten ständig
Belastung [kN/m], [kN]

In Z-Richtung

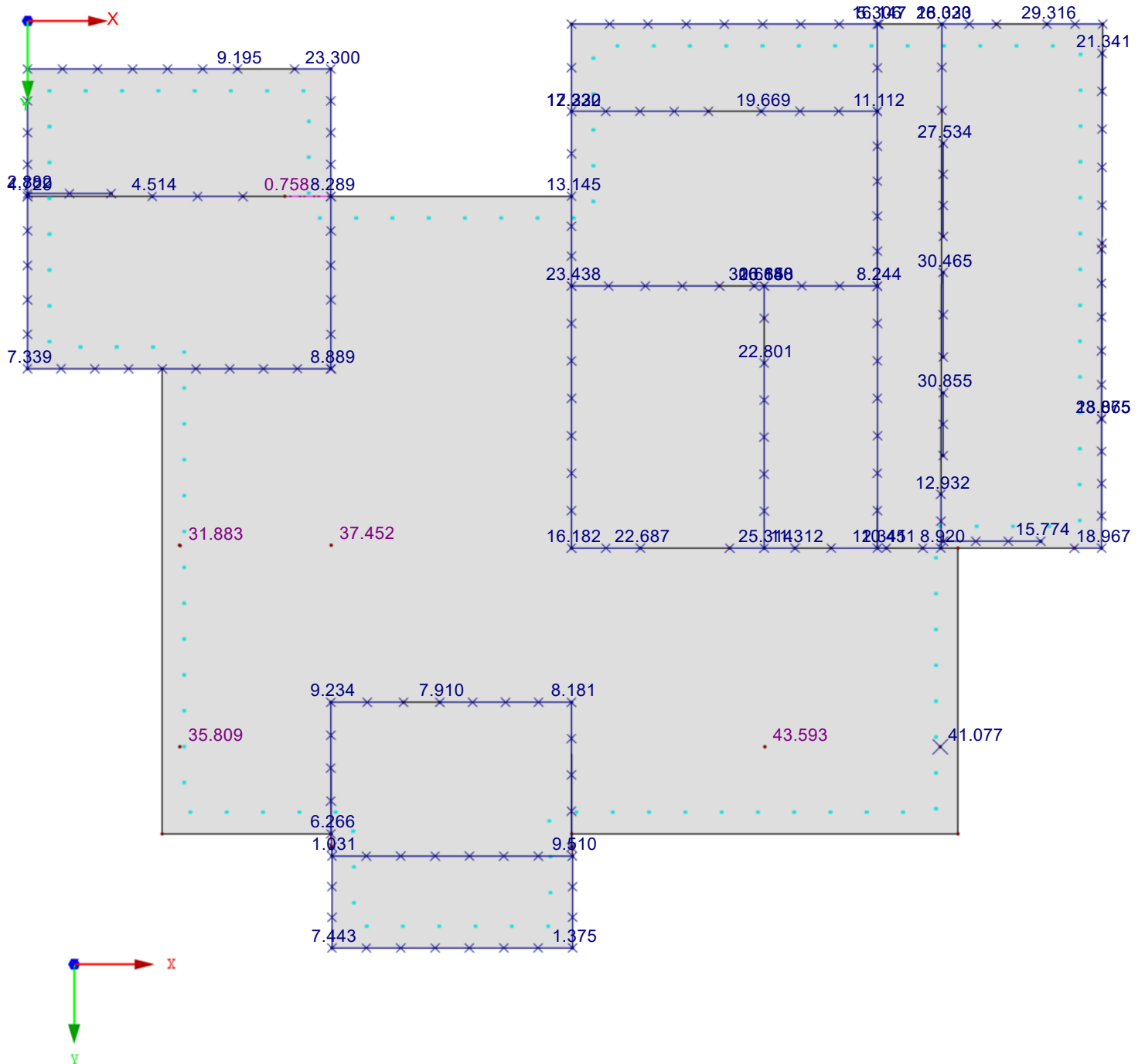


3.363 m

■ **LF6: DACHLASTEN VERÄNDERLICH**

LF6 : Dachlasten veränderlich
Belastung [kN/m], [kN]

In Z-Richtung



FA1
Stahlbeton-Bemessung

1.1 BASISANGABEN

Bemessung nach Norm:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
TRAGFÄHIGKEIT	
Zu bemessende Ergebniskombination:	EK1 GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10 Ständig und vorübergehend
Definition der vorhandenen Zusatzbewehrung	Automatische Anordnung nach Vorgaben in Maske 1.4
DETAILEINSTELLUNGEN	
Nachweisverfahren für Bewehrungsumhüllende	Gemischte
Ansatz von Schnittgrößen ohne Rippenanteil	☐
Einstellungen der Bemessungssituation für GZG-Nachweise	
Lastkombination:	
Charakteristisch mit Direktlast	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_3 \cdot f_{yk}$
Charakteristisch mit Zwangsverformung	Nachweise: $k_1 \cdot f_{ck}$, $k_4 \cdot f_{yk}$
Häufig	Nachweise: w_k
Quasi-ständig	Nachweise: $k_2 \cdot f_{ck}$, w_k , u_l

1.2 MATERIALIEN

Material Nr.	Beton-Festigkeitsklasse	Materialbezeichnung	Stahl-Bezeichnung	Kommentar
2	Beton C25/30		B 500 S (A)	

1.3 FLÄCHEN

Fläche Nr.	Mat. Nr.	Dicke Typ	Dicke [mm]	Anmerkungen	Kommentar
1	2	Konstant	300.00		

1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Angewendet auf Flächen:	Alle
BEWEHRUNGSGRAD	
Mindest-Querbewehrung	20.0 %
Mindest-Bewehrung generell	0.0 %
Mindest-Druckbewehrung	0.0 %
Mindest-Zugbewehrung	0.0 %
Maximaler Bewehrungsgrad	4.0 %
Minimaler Schubbewehrungsgrad	0.0 %
Betondeckung nach Norm	☒
ANORDNUNG DER GRUNDBEWehrUNG - OBEN (-z)	
Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 20.00, c-2: 30.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC1
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine
Herstellungstyp nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Mindestbetondeckung des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐
Bewehrungsrichtung	φ_1 φ_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.010 m 0.010 m
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m 0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.010 m 0.010 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.010 m 0.010 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.020 m 0.020 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.020 m 0.030 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°
Bewehrungsfläche	As-1,-z (oben): 5.24, As-2,-z (oben): 5.24 cm²/m
ANORDNUNG DER GRUNDBEWehrUNG - UNTEN (+z)	
Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 30.00, c-2: 40.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC2
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine
Herstellungstyp nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Mindestbetondeckung des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐
Bewehrungsrichtung	φ_1 φ_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.015 m 0.015 m
Aditives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m 0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m 0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m 0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.030 m 0.030 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.030 m 0.040 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°
Bewehrungsfläche	As-1,+z (unten): 5.24, As-2,+z (unten): 5.24 cm²/m
ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - OBEN (-z)	
Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 20.00, c-2: 30.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	XC1
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Keine

■ 1.4 BEWEHRUNGSSATZ NR. 1

Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	Ortbeton
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	☐
Bewehrungsrichtung	φ_1 φ_2
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.010 m 0.010 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.000 m 0.000 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.010 m 0.010 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.010 m 0.010 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.020 m 0.020 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.020 m 0.030 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3

ANORDNUNG DER ZUSATZBEWEHRUNG - UNTEN (+z)

Anzahl der Bahnen	2
Abdeckung bis zur Bewehrungskante	c-1: 30.00, c-2: 40.00 mm
Parameter zur Bestimmung der Betondeckung	XC2
Expositionsklasse nach 4.4.1.2(5)	Keine
Verschleißklasse nach 4.4.1.2(13)	Ortbeton
Herstellungsart nach 4.4.1.3(4)	☐
Nenndurchmesser des Größtkorns größer als 32mm nach 4.4.1.2(3) Tabelle 4.2	φ_1 φ_2
Bewehrungsrichtung	0.010 m 0.010 m
Maximaler Bewehrungsdurchmesser	0.010 m 0.010 m
Mindestbetondeckung aus Verbundanforderungen nach 4.4.1.2(3)	0.015 m 0.015 m
Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderungen nach 4.4.1.2(5)	0.000 m 0.000 m
Additives Sicherheitselement nach 4.4.1.2(6)	0.015 m 0.015 m
Mindestbetondeckung nach 4.4.1.2(2)	0.015 m 0.015 m
Benutzerdefiniertes Vorhaltemaß nach 4.4.1.3	0.015 m 0.015 m
Nennmaß der Betondeckung für Bewehrung nach 4.4.1.1	0.030 m 0.030 m
Mindestbetondeckung der Bewehrung	0.030 m 0.040 m
Stabdurchmesser	ds-1: 10.00, ds-2: 10.00 mm
Bewehrungsrichtungen	Phi-1: 0.000°, Phi-2: 90.000°
Bewehrungsfläche	Ansatz der erforderlichen Zusatzbewehrung nach Tabelle 2.1, 2.2, 2.3

LÄNGSBEWEHRUNG FÜR QUERKRAFTNACHWEIS

Ansatz des jeweils größeren Wertes aus erforderlicher oder vorhandener Längsbewehrung (Grund- und Zusatzbewehrung) pro Bewehrungsrichtung.

EINSTELLUNGEN ZU DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Mindestlängsbewehrung für Platten nach 9.3.1	☒
Richtung der Mindestbewehrung	☒
Bewehrungsrichtung mit der Hauptzugkraft im betrachteten Element(As,min auf Ober- (z) oder Unterseite (+z)):	☒
Mindestschubbewehrung	☒
Verhältnis b/h	> 5
Begrenzung der Druckzone	☒
Veränderliche Druckstrebenneigung - Min	18.434 °
Veränderliche Druckstrebenneigung - Max	45.000 °
Teilsicherheitsbeiwert γ_s	ST+V 1.15, AU 1.00, GZG 1.00
Teilsicherheitsbeiwert γ_c	ST+V 1.50, AU 1.30, GZG 1.00
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-cc	ST+V 0.85, AU 0.85, GZG 1.00
Berücksichtigung von Langzeitwirkungen Alpha-ct	GZG 1.00
Druckbewehrung	Zulässig mit Warnung

■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,1,-z}$ (oben)**

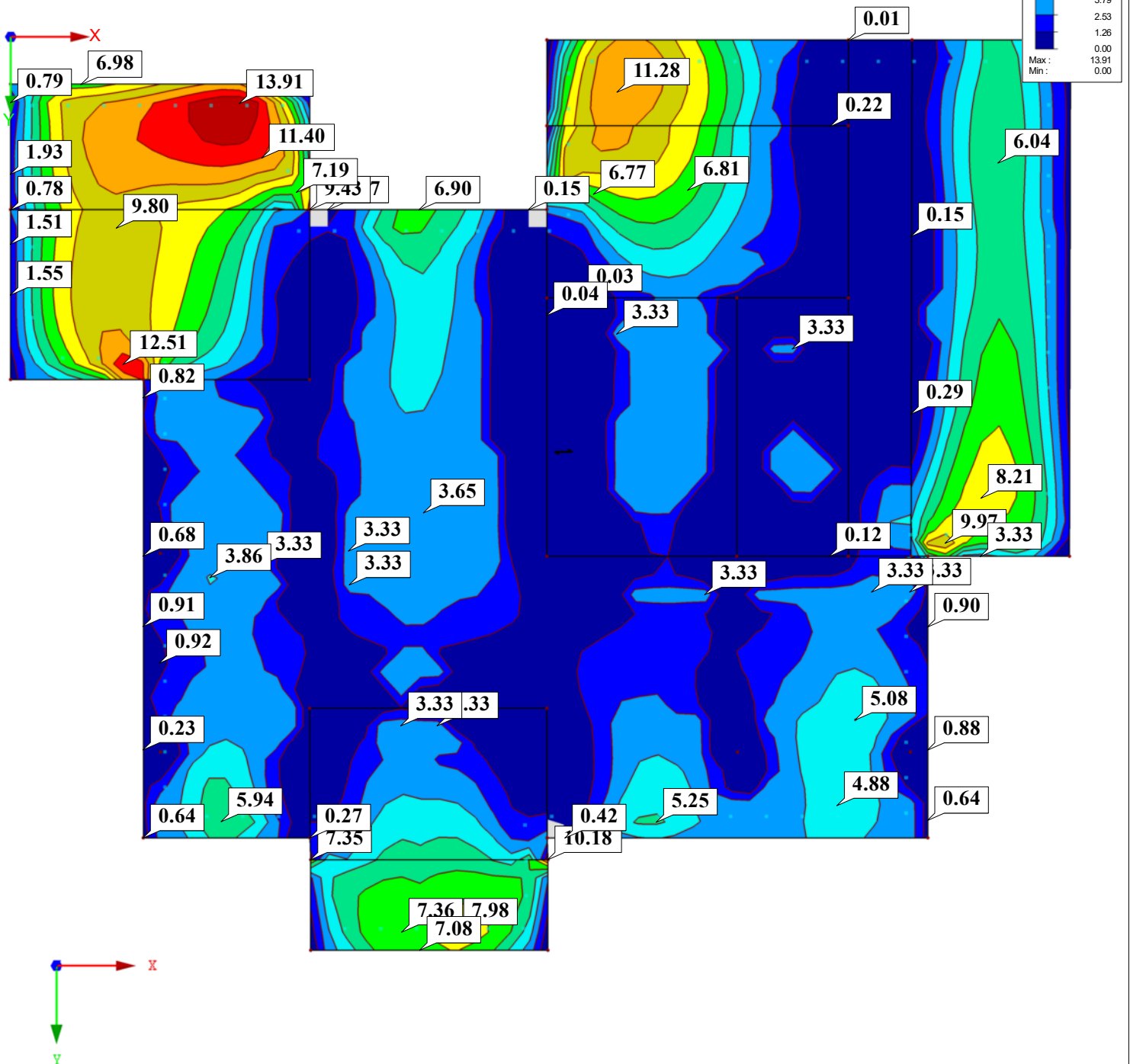
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung



Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 13.91, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 0.00 cm^2/m

3.36 m

■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)**

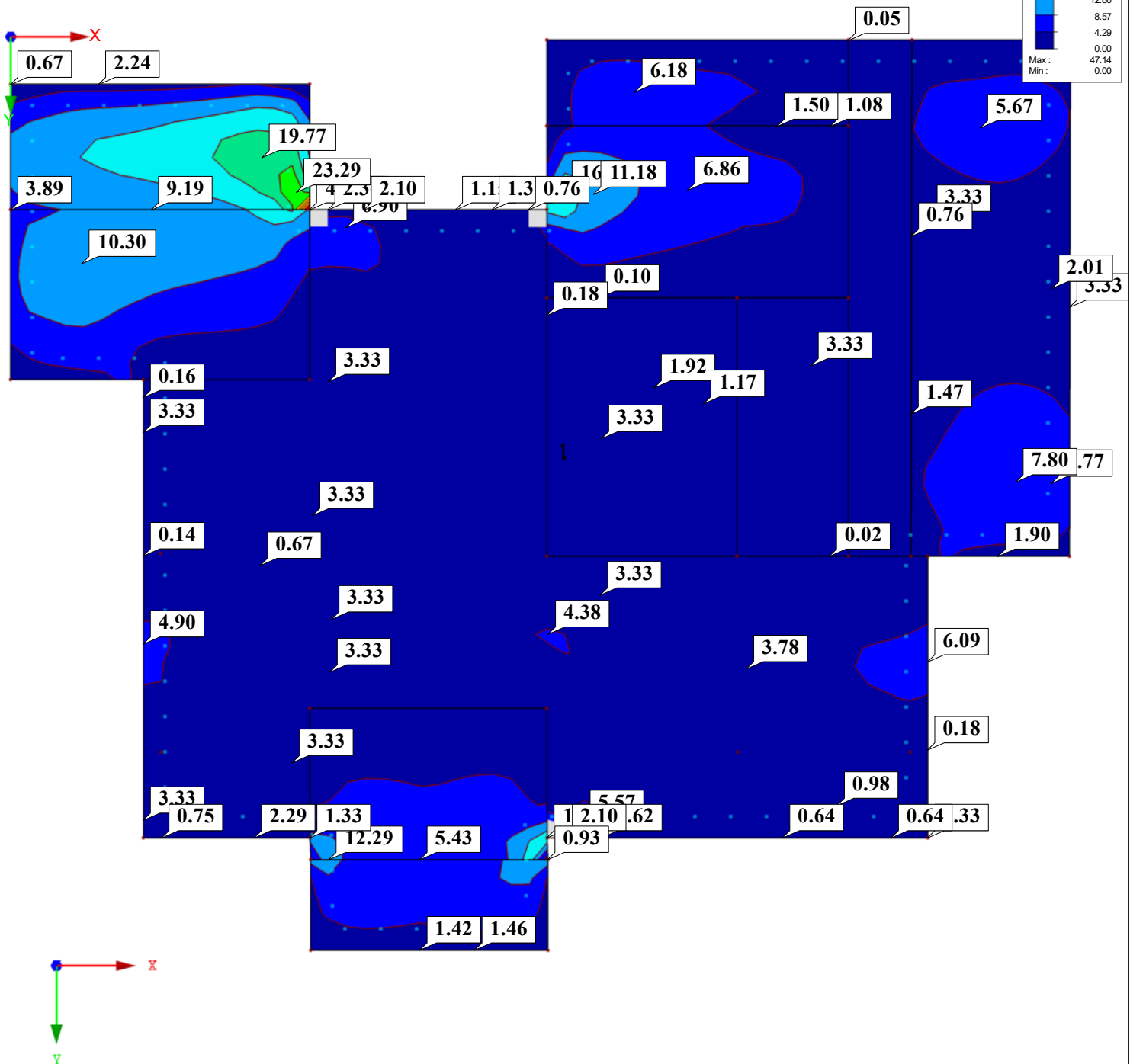
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,2,-z (oben) [cm²/m]

Werte: a-s,2,-z (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung



Max a-s,2,-z (oben): 47.14, Min a-s,2,-z (oben): 0.00 cm²/m

3.36 m

■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)**

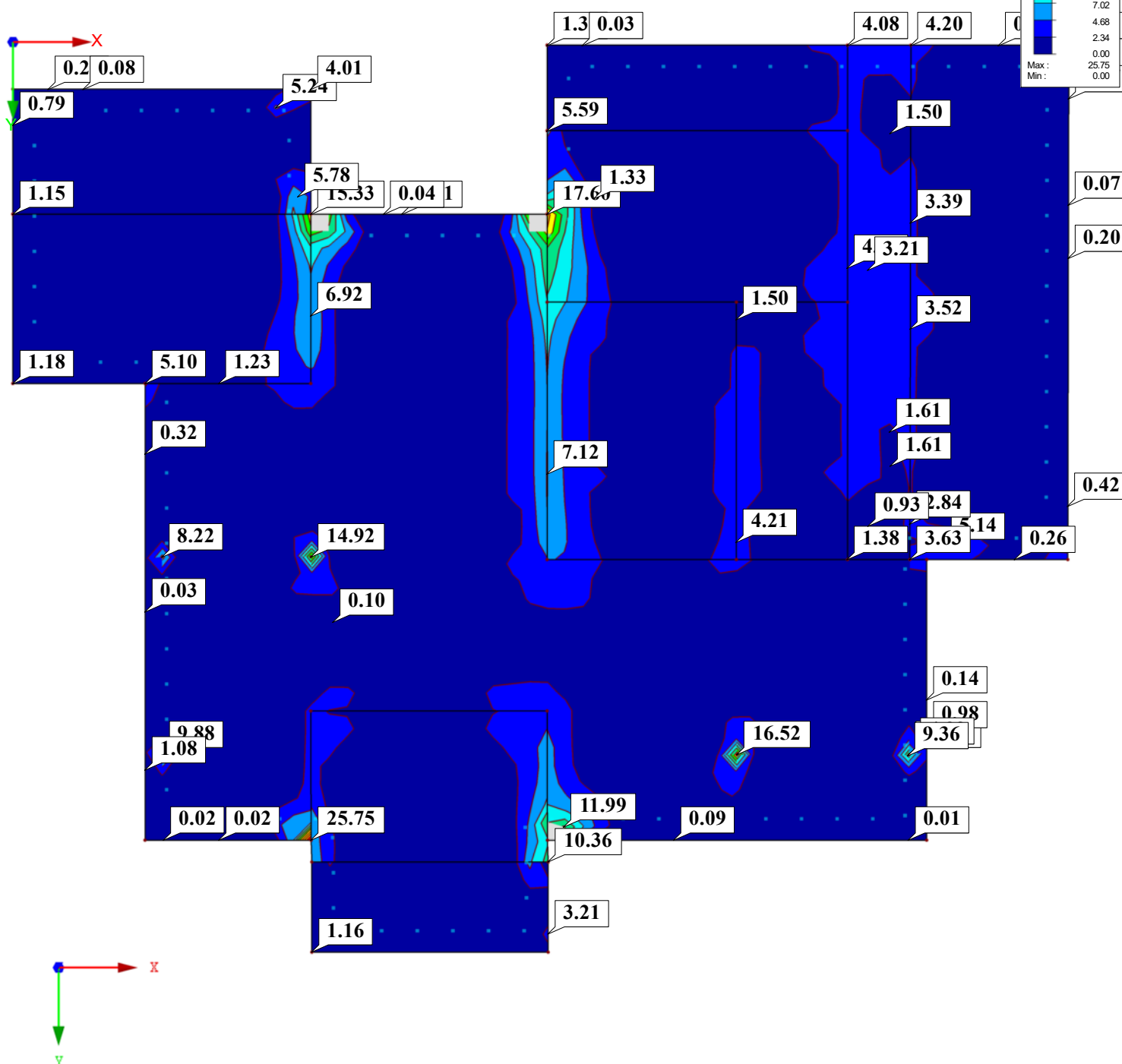
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,1,+z (unten) [cm²/m]

Werte: a-s,1,+z (unten) [cm²/m]

In Z-Richtung



Max a-s,1,+z (unten): 25.75, Min a-s,1,+z (unten): 0.00 cm²/m

3.36 m

■ **ERFORDERLICHE BEWEHRUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)**

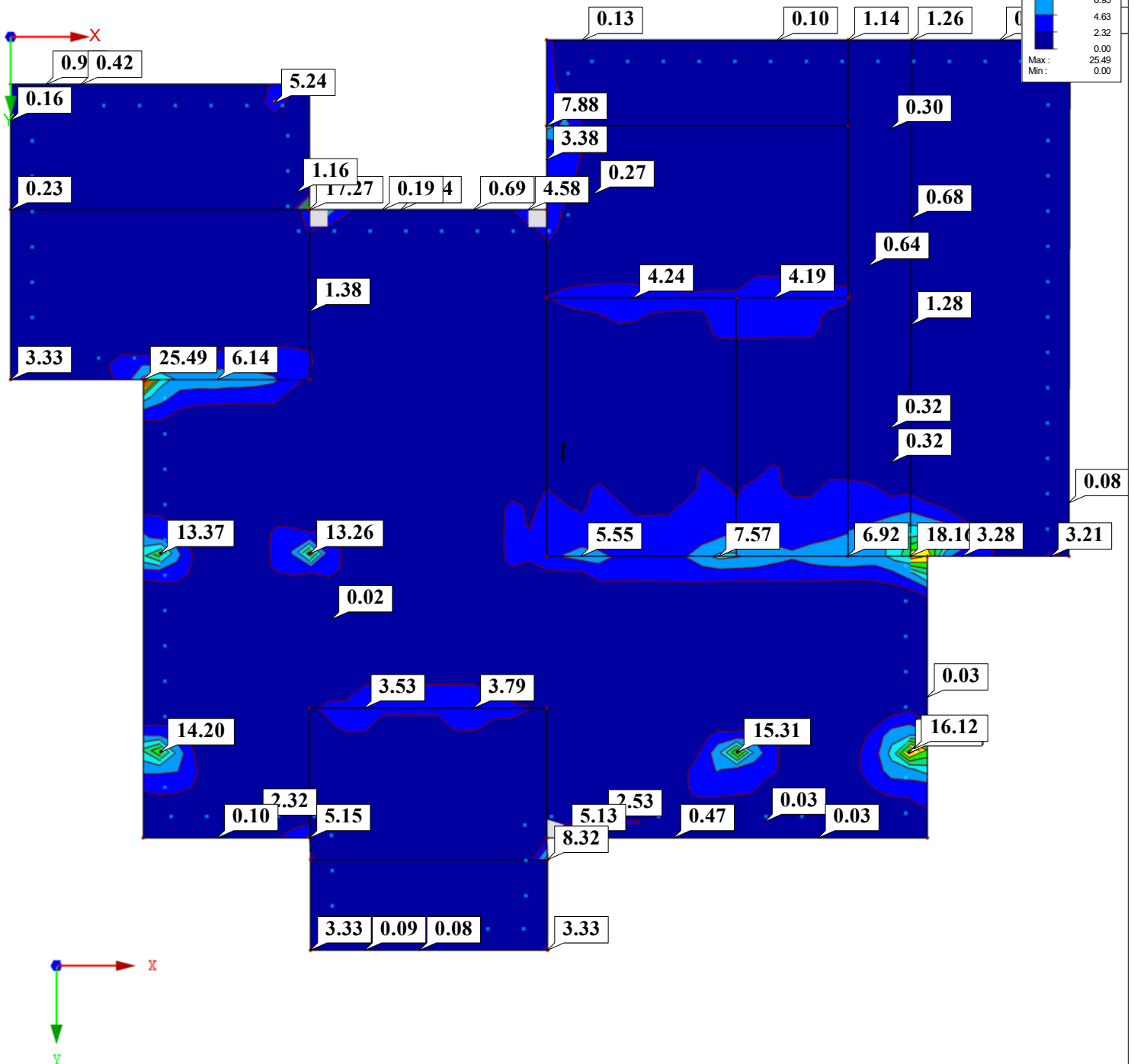
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erforderliche Bewehrung a-s,2,+z (unten) [cm²/m]

Werte: a-s,2,+z (unten) [cm²/m]

In Z-Richtung



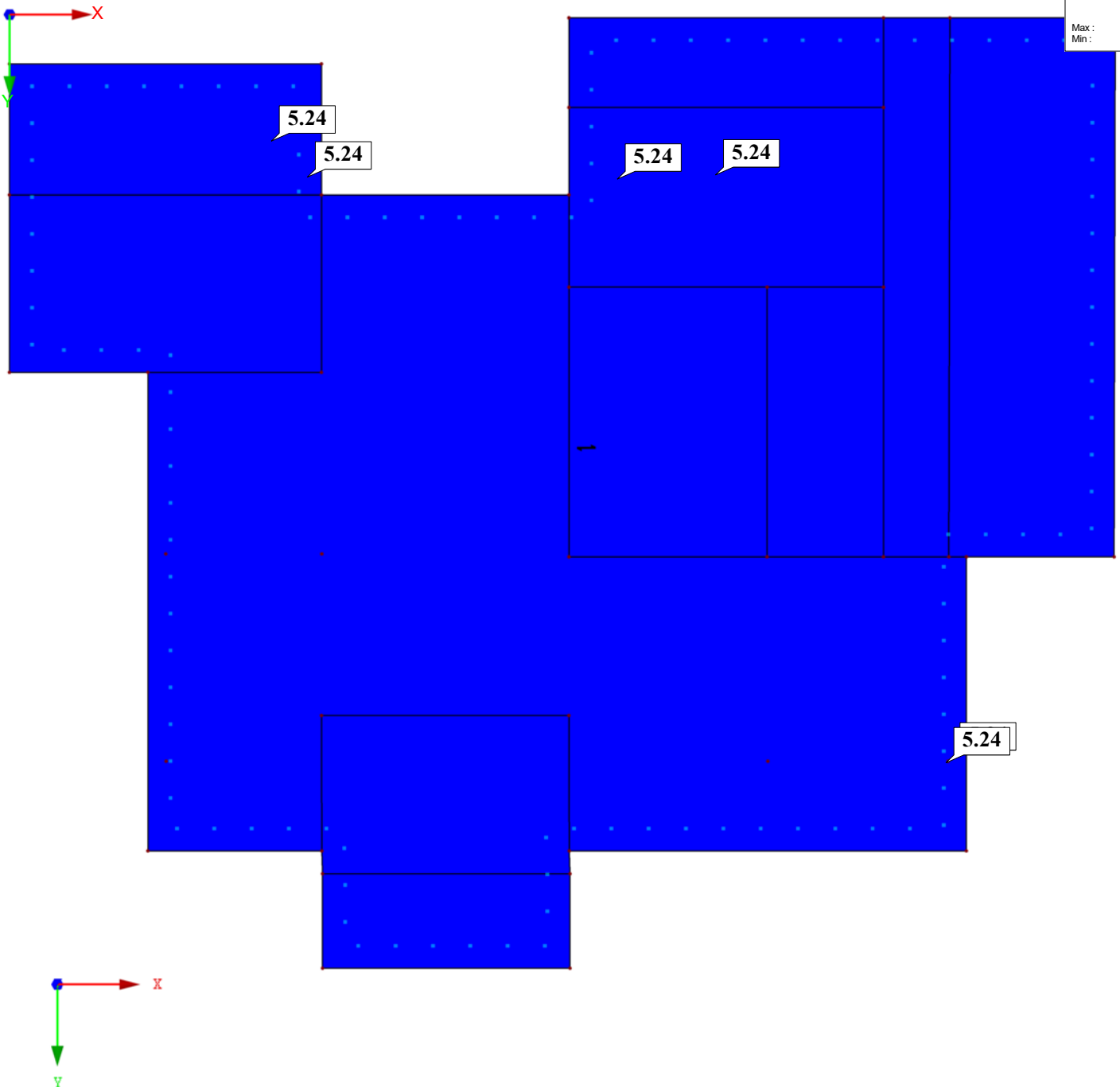
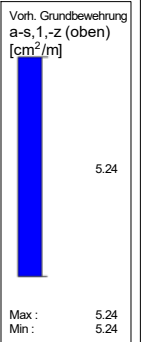
Max a-s,2,+z (unten): 25.49, Min a-s,2,+z (unten): 0.00 cm²/m

3.36 m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG** $a_{s,1,-z}$ (oben)

RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung
Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]
Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung



Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 5.24, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 5.24 cm^2/m

3.36 m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)**

RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

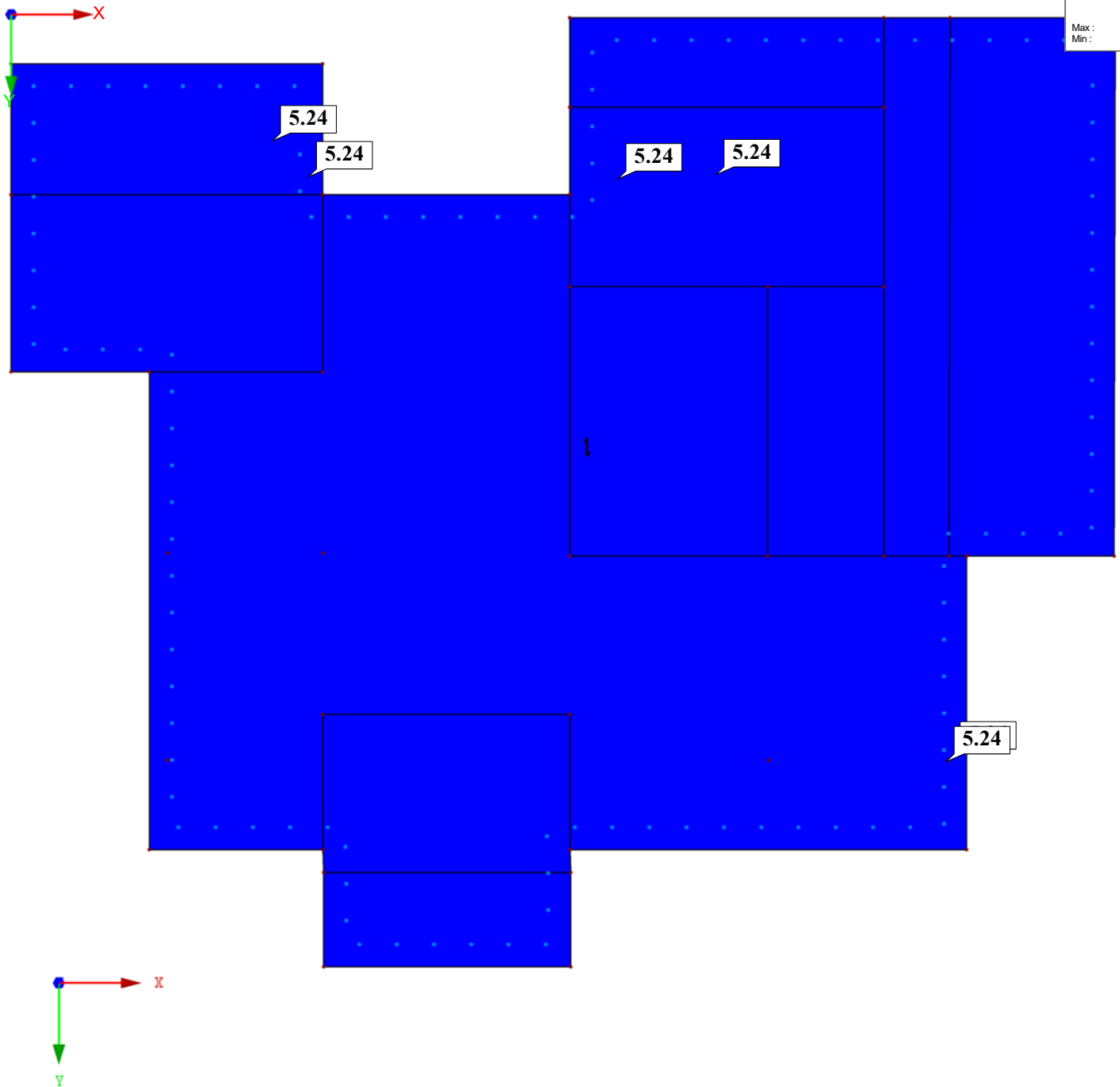
Werte: $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung

Vorh. Grundbewehrung
 $a_{s,2,-z}$ (oben)
[cm^2/m]

5.24

Max : 5.24
Min : 5.24



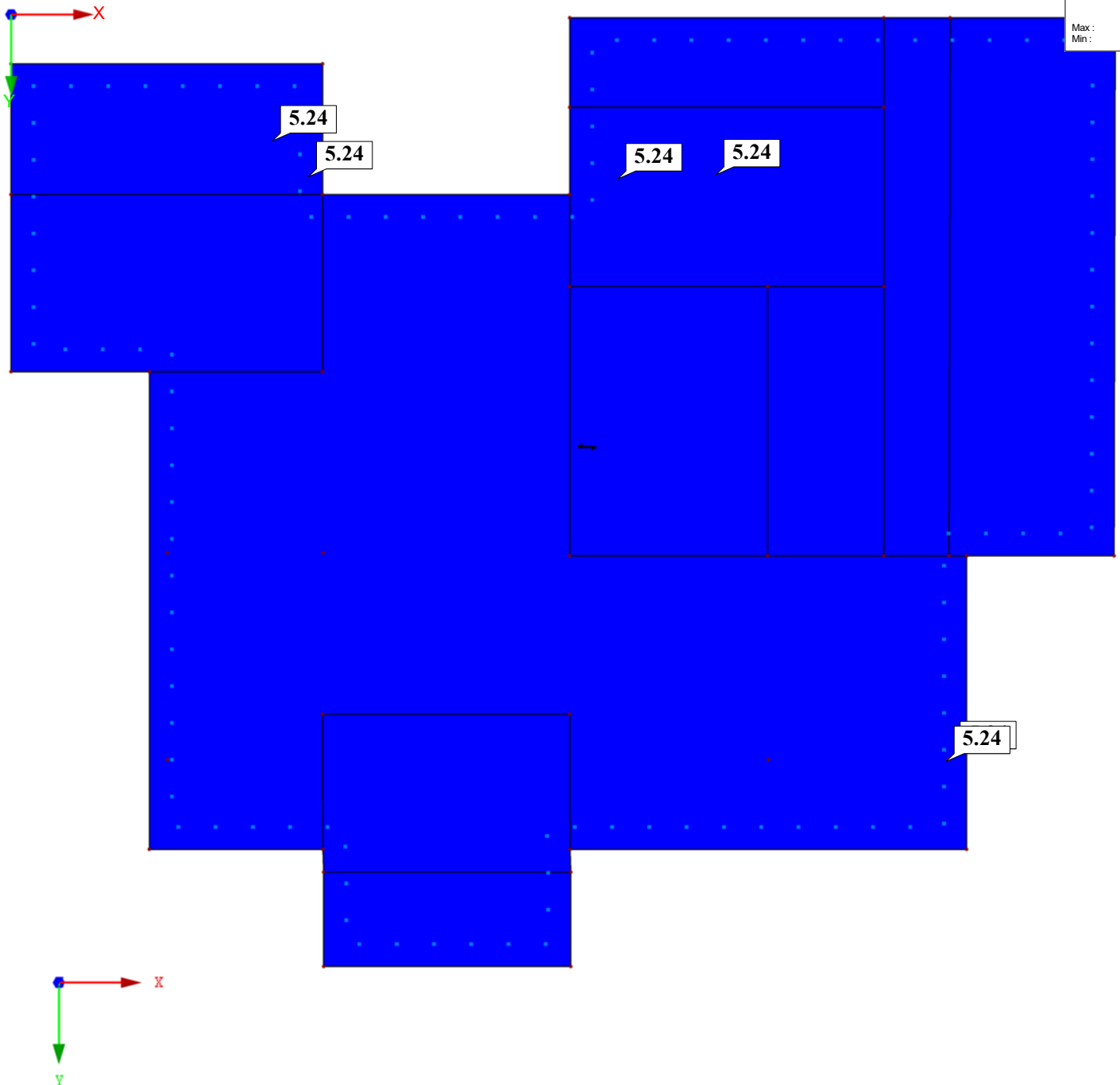
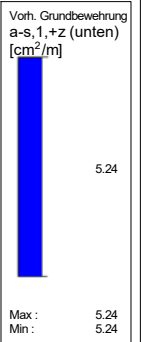
Max $a_{s,2,-z}$ (oben): 5.24, Min $a_{s,2,-z}$ (oben): 5.24 cm^2/m

3.36 m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung
Vorh. Grundbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm²/m]
Werte: $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm²/m]

In Z-Richtung



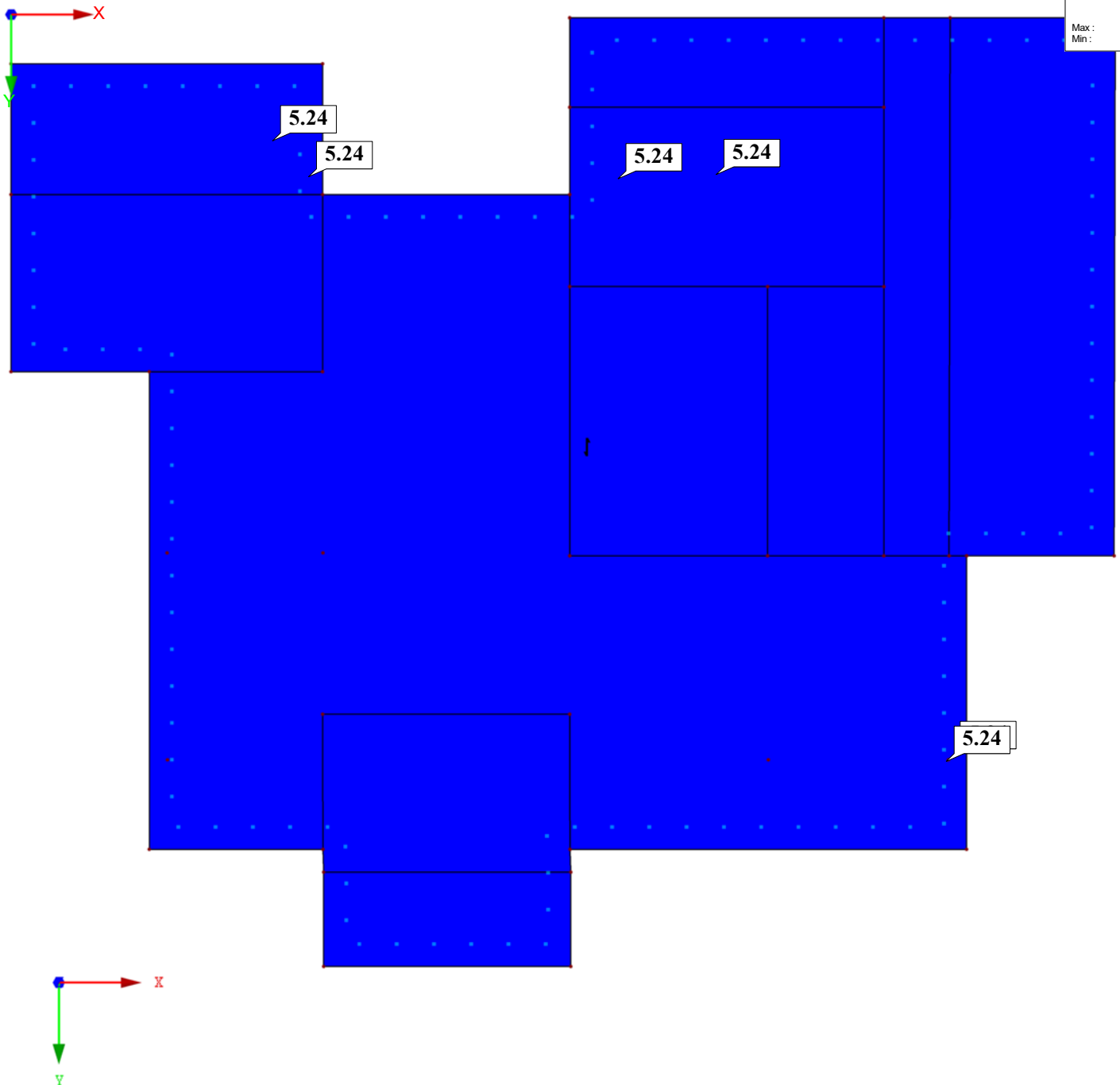
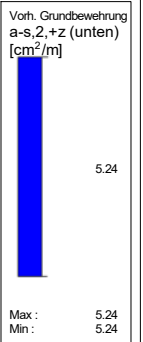
Max $a_{s,1,+z}$ (unten): 5.24, Min $a_{s,1,+z}$ (unten): 5.24 cm²/m

3.36 m

■ **VORH. GRUNDBEWehrUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)**

RF-BETON Flächen FA1
Stahlbeton-Bemessung
Vorh. Grundbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm²/m]
Werte: $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm²/m]

In Z-Richtung



Max $a_{s,2,+z}$ (unten): 5.24, Min $a_{s,2,+z}$ (unten): 5.24 cm²/m

3.36 m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,1,-z}$ (oben)

RF-BETON Flächen FA1

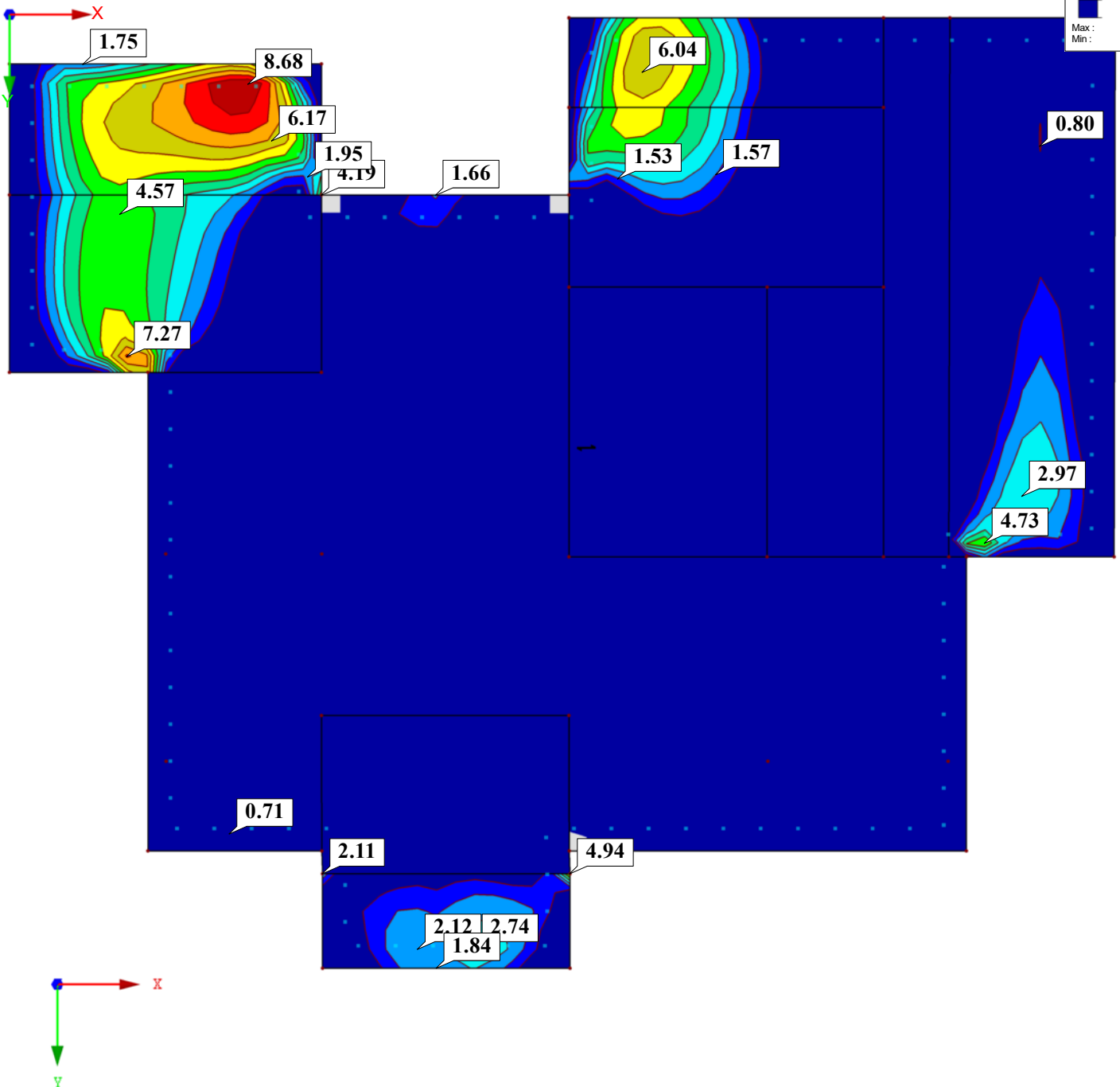
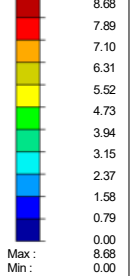
Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

Werte: $a_{s,1,-z}$ (oben) [cm^2/m]

In Z-Richtung

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,1,-z}$ (oben)
[cm^2/m]



Max $a_{s,1,-z}$ (oben): 8.68, Min $a_{s,1,-z}$ (oben): 0.00 cm^2/m

3.36 m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,2,-z}$ (oben)

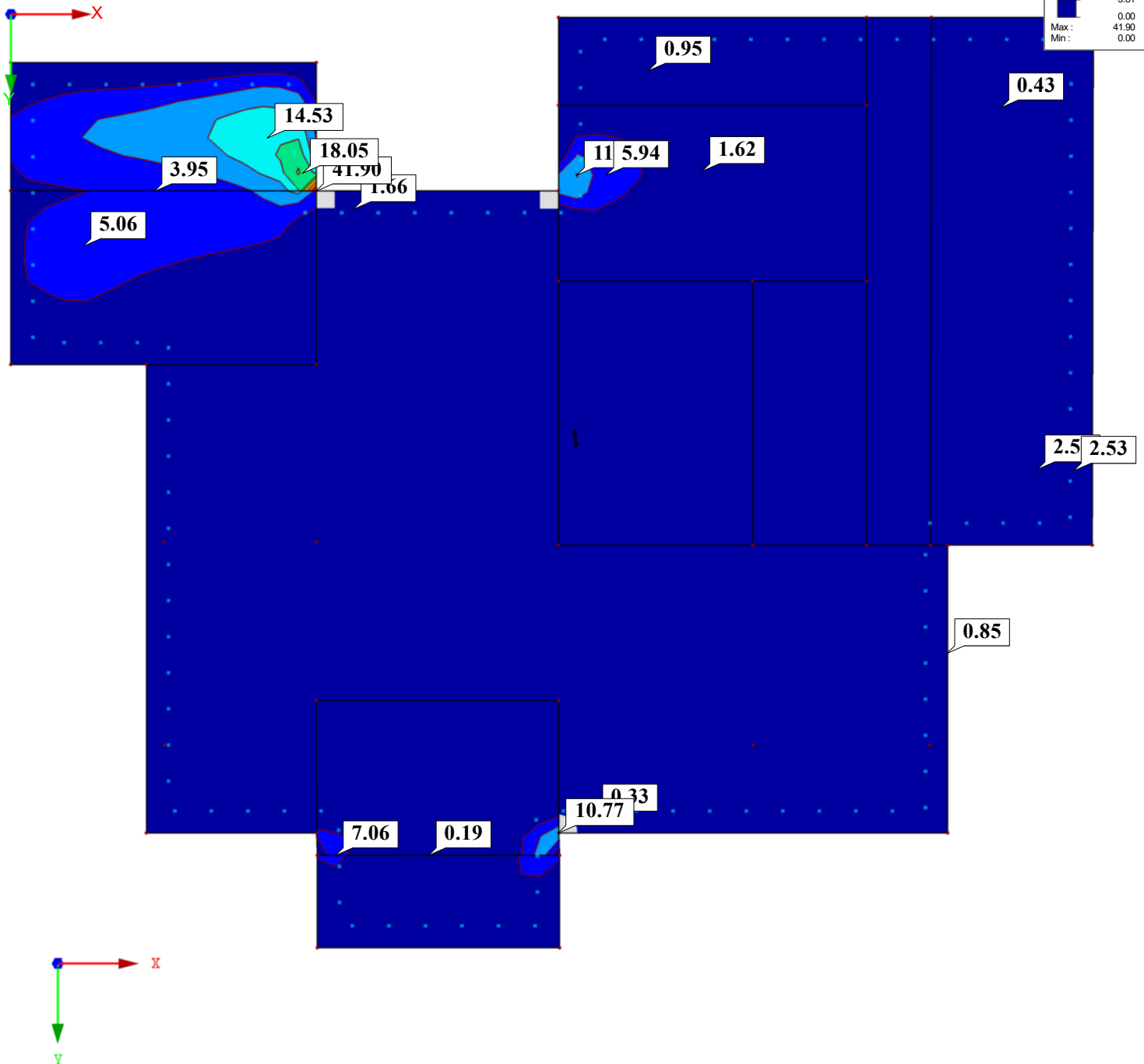
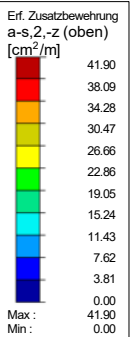
RF-BETON Flächen FA1

Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm²/m]

Werte: $a_{s,2,-z}$ (oben) [cm²/m]

In Z-Richtung



Max $a_{s,2,-z}$ (oben): 41.90, Min $a_{s,2,-z}$ (oben): 0.00 cm²/m

3.36 m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,1,+z}$ (unten)

RF-BETON Flächen FA1

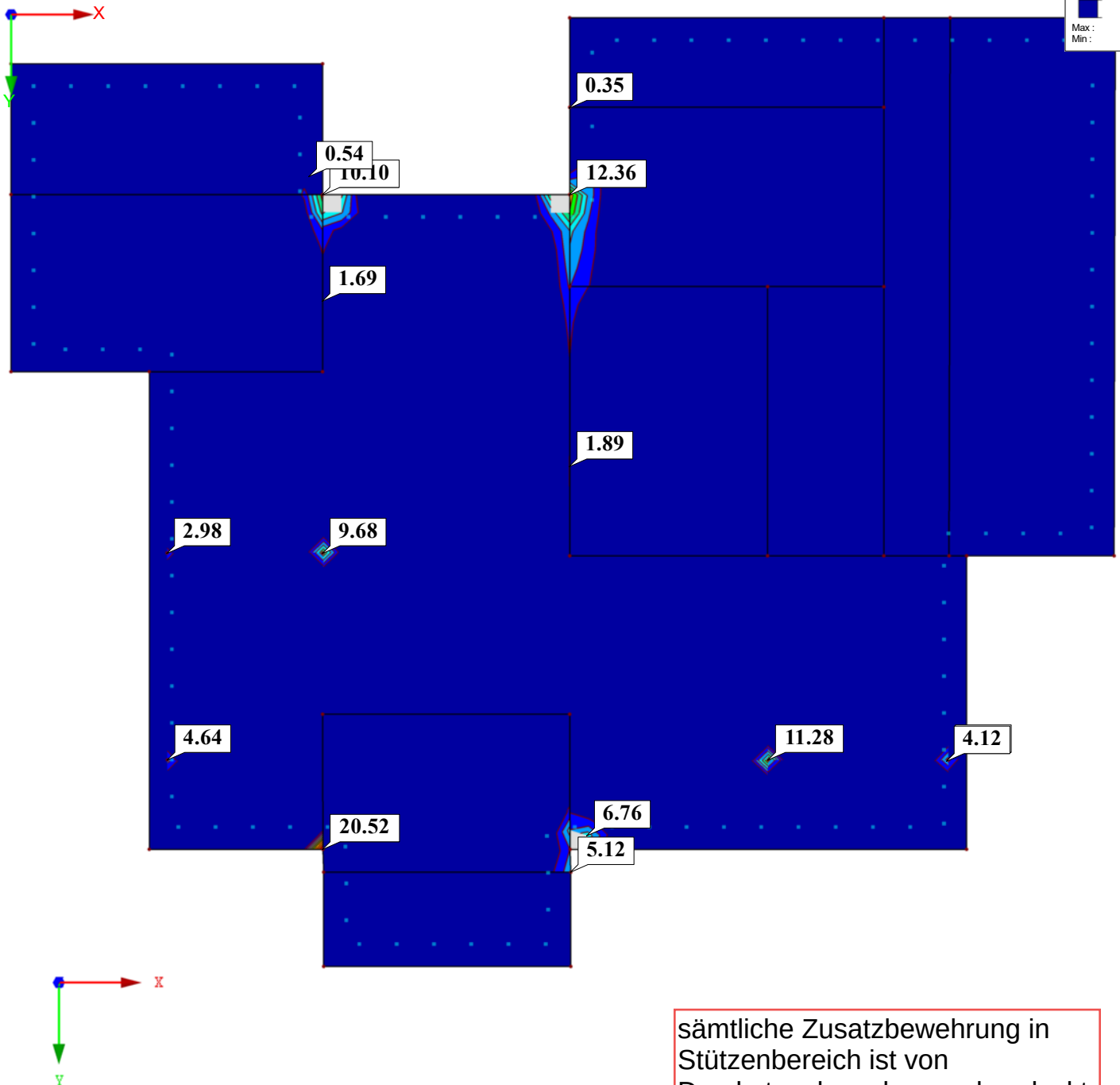
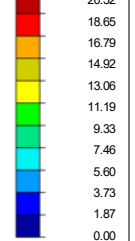
Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

Werte: $a_{s,1,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In Z-Richtung

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,1,+z}$ (unten)
[cm^2/m]



sämtliche Zusatzbewehrung in
Stützenbereich ist von
Durchstanzbewehrung abgedeckt

Max $a_{s,1,+z}$ (unten): 20.52, Min $a_{s,1,+z}$ (unten): 0.00 cm^2/m

3.36 m

■ ERF. ZUSATZBEWEHRUNG $a_{s,2,+z}$ (unten)

RF-BETON Flächen FA1

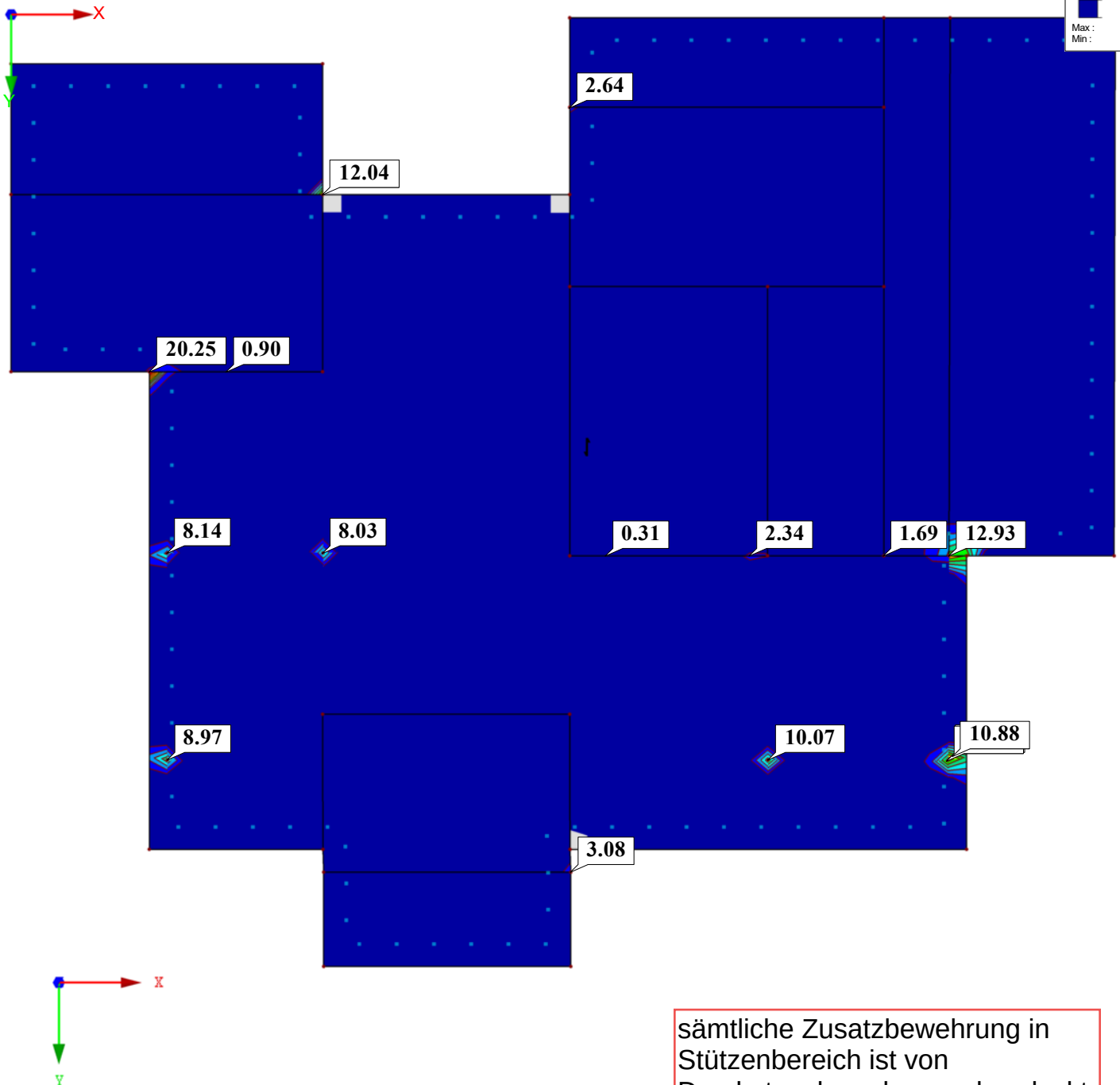
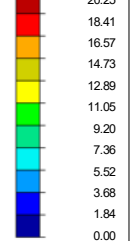
Stahlbeton-Bemessung

Erf. Zusatzbewehrung $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

Werte: $a_{s,2,+z}$ (unten) [cm^2/m]

In Z-Richtung

Erf. Zusatzbewehrung
 $a_{s,2,+z}$ (unten)
[cm^2/m]



sämtliche Zusatzbewehrung in
Stützenbereich ist von
Durchstanzbewehrung abgedeckt

Max $a_{s,2,+z}$ (unten): 20.25, Min $a_{s,2,+z}$ (unten): 0.00 cm^2/m

3.36 m

Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Bemessung für zentrischen Zwang aus Abfließen der Hydratationswärme

Berechnung nach EC2 + NA

Ausgangswerte:

Flächiges Bauteil?	ja	
Betongüte	C25/30	N/mm ²
Rissbreite w_k	0,30	mm (z.B. für XC0, XC1: $\geq 0,40$; XC2-XD3: $0,30$; WU: $< 0,30$)
Querschnittshöhe h	25,0	cm
Querschnittsbreite b	100,0	cm
Stabdurchmesser d_s	10,0	mm
Doppelstab ?	nein	nicht relevant für Matten mit $d_s \leq 12$ mm
Randabstand d_1	0,0	cm Vorgabe >0 , sonst Berechnung aus Betondeckung und Stabdurchmesser
Betondeckung c_{oben}	2,0	cm Angabe nur erforderlich, wenn d_1 aus Betondeckung und Stabdurchmesser berechnet werden soll
Betondeckung c_{unten}	3,5	cm Angabe nur erforderlich, wenn d_1 aus Betondeckung und Stabdurchmesser berechnet werden soll
Maschenweite Matte	15,0	cm nur, falls Matten verwendet werden und s_{max} auf 2*Masche beschränkt werden soll (sonst 0 eingeben)
Betonalter	3	Tage zur Ermittlung der zeitabhängigen Betoneigenschaften und für Hinweis Betonrezeptur unten
Zementart	32,5R / 42,5N	(normal erhärtend) (nur relevant, wenn k_{zt} nicht vorgegeben wird)
Zeitbeiwert k_{zt}	0,650	Vorgabe >0 , sonst Berechnung aus Betonalter und Zementart
kurzzeitige Einw. ?	nein	(sonst Dauerstandsfestigkeitsbeiwert berücksichtigen)
$h_{c,eff}$ berechnen ?	ja	(sonst $h_{c,eff} = h / 2$)
$A_{s,min}$ (NA.7.5.1)	ja	Bewehrung für "dickere" Bauteile nach Gl. (NA.7.5.1) berechnen?
langs. Erhärtung ?	nein	Beton mit $r \leq 0,30$ im Sommer, $r \leq 0,50$ im Winter verwenden?
$f_{eff} \geq 3,0$ N/mm ² ?	nein	(nur, wenn Zeitpunkt $> 28d$)
Beiwert k gem. EC ?	ja	(sonst parabolische Interpolation zwischen 300mm und 1000mm)

Beiwerte:

Beiwert k_{zt}	0,650	gemäß Vorgabe
Beiwert $k_{E,zt}$	0,879	gemäß Vorgabe
Beiwert k	0,800	$k = 0,8$ für $h \leq 300$ mm ; $k = 0,52$ für $h \geq 800$ mm (lineare Interpolation)
Beiwert k_c	1,0	für zentrischen Zwang
Beiwert k_t	0,4	für langfristige Einwirkung
E-Modul E_{cm}	31476	N/mm ² für gewählte Betongüte
E-Modul $E_{c,eff}$	27660	N/mm ² $= k_{E,zt} * E_{cm}$
f_{ctm}	2,56	N/mm ² für gewählte Betongüte
$f_{ct,eff}$	1,67	N/mm ² $= k_{zt} * f_{ctm}$
E-Modul E_s	200000	N/mm ² E-Modul Betonstahl
Zugzone A_{ct}	1250	cm ² bezogen auf $h/2$
Randabstand d_1	3,75	cm $= (c_o + c_u) / 2 + 2 * d_s / 2$
Vergleichsd. d_{sV}	10	mm $= d_s * v(2)$ bei Doppelstäben (außer Matten mit Doppelstäben und $d_s \leq 12$ mm)
Wirkungshöhe $h_{c,eff}$	9,4	cm $= \min(2,5 * d_1 ; h / 2)$
Wirkungszone $A_{c,eff}$	938	cm ² $= h_{c,eff} * b$
Wirkhöhe $h_{c,eff,NA7.5.1}$	10,0	cm gemäß Bild 7.1DE d)
Wirkzone $A_{c,eff,NA7.5.1}$	1000	cm ² $= h_{c,eff,NA7.5.1} * b$
Risschnittgröße F_s	166,7	kN $= k * k_c * f_{ct,eff} * A_{ct}$
Risskraft F_{cr}	156,3	kN $= A_{c,eff} * f_{ct,eff} < F_s \rightarrow$ abgeschlossene Rissbildung
Grenzdurchmesser d_{s1}^*	26,09	mm $= d_{sV} * 8 * d_1 * 2,9 / (k_c * k * h * f_{ct,eff})$
Grenzdurchmesser d_{s2}^*	17,39	mm $= d_{sV} * 2,9 / f_{ct,eff}$
Stahlspannung σ_{s1}	245,0	N/mm ² $= v(w_k * 3,48 * 10^6 / \min(d_{s1}^* ; d_{s2}^*))$ für Gleichung 7.1
Stahlspannung σ_{s2}	245,0	N/mm ² $= v(w_k * 3,48 * 10^6 / d_{s2}^*)$ für Gleichung NA.7.5.1

Mindestbewehrung nach 7.3.2

Abminderungsfaktor	1,00	der Mindestbewehrung für Erhärtungsgeschwindigkeit bei $r \leq 0,3$
$A_{s,min} (7.1)$	6,81 cm ²	Mindestbewehrung nach Gleichung (7.1)
Abmind. * $A_{s,min} (7.1)$	6,81 cm²	ggf. abgeminderte Mindestbewehrung nach Gleichung (7.1)
$A_{s,min} (NA.7.5.1)$	6,81 cm ²	Mindestbewehrung für dicke Bauteile nach Gleichung (NA.7.5.1)
$A_{s,min} (NA.7.5.1)$ Mindestwert	3,33 cm ²	$= k * f_{ct,eff} * A_{ct} / f_{yk}$ Mindestwert, damit die Bewehrung im Primärriß nicht fließt
Abmind. * $A_{s,min} (NA.7.5.1)$	6,81 cm²	ggf. abgeminderte Mindestbewehrung bzw. Mindestwert für dicke Bauteile nach Gleichung (NA.7.5.1)
Maßgebend $A_{s,min}$	6,81 cm²	$= \min (\text{abg. } A_{s,min}(7.1) ; \text{abg. } A_{s,min}(NA.7.5.1))$

Bewehrung aus direkter Berechnung der Rissbreite nach 7.3.4

$A_{s,Einzelsriss}$	5,00 cm ²	Direkte Berechnung der Rissbreite nach Gleichung 7.9 rechte Seite und Minimum aus Gleichung 7.11
zug. Rissabstand $s_{max,ER}$	55,54 cm	$= F_s * d_{sV} / (3,6 * A_s * f_{ct,eff})$
A_s , abgeschl. Rissbild	5,09 cm ²	Direkte Berechnung der Rissbreite nach Gleichung 7.9 linke Seite und Minimum aus Gleichung 7.11
zug. Rissabstand $s_{max,AR}$	52,07 cm	$= d_{sV} * A_{c,eff} / (3,6 * A_s)$
Maßgebend A_s	5,09 cm²	$= \max (A_{s,Einzelsriss} ; A_{s,abgeschlossenes Rissbild})$

Maßgebende Bewehrung

$A_{s,erf,i} = A_{s,erf,a}$	5,09 cm²	$= \min (\text{maßg. } A_{s,min} ; \text{maßg. } A_s)$
max d_s	10,0 mm	
max. Stababstand	18,8 cm	$\approx 5 * d_1$ (vereinfacht aus Mittelwert beider Richtungen/Lagen)
Es müssen Matten mit (angeschweißten!) Querstäben im Abstand von 15 cm verwendet werden!		

gewählt: **Q524**

Bei der Begrenzung der Rissbreite für dieses Bauteil wurde ein Beton angenommen, dessen Betonzugfestigkeit $f_{ct,eff}$ nach 3 Tagen höchstens 65% der mittleren Zugfestigkeit $f_{ctm,28d}$ erreicht ($\max f_{ct,eff,3d} = 0,65 * f_{ctm,28d}$).
Dies ist bei der Festlegung des Betons und der Bauausführung zu berücksichtigen.

DURCHSTANZNACHWEISE

Anmerkung:

Die ermittelten Durchstanzpunkte der Dachdecke finden ebenfalls Anwendung auf der Bodenplatte. Es ist zu beachten, dass die Innenstütze S01 zweimal auf Durchstanznachweis auf der Bodenplatte berechnet wird, und zwar einmal als Innenstütze und einmal als Randstütze (siehe Plan unten).

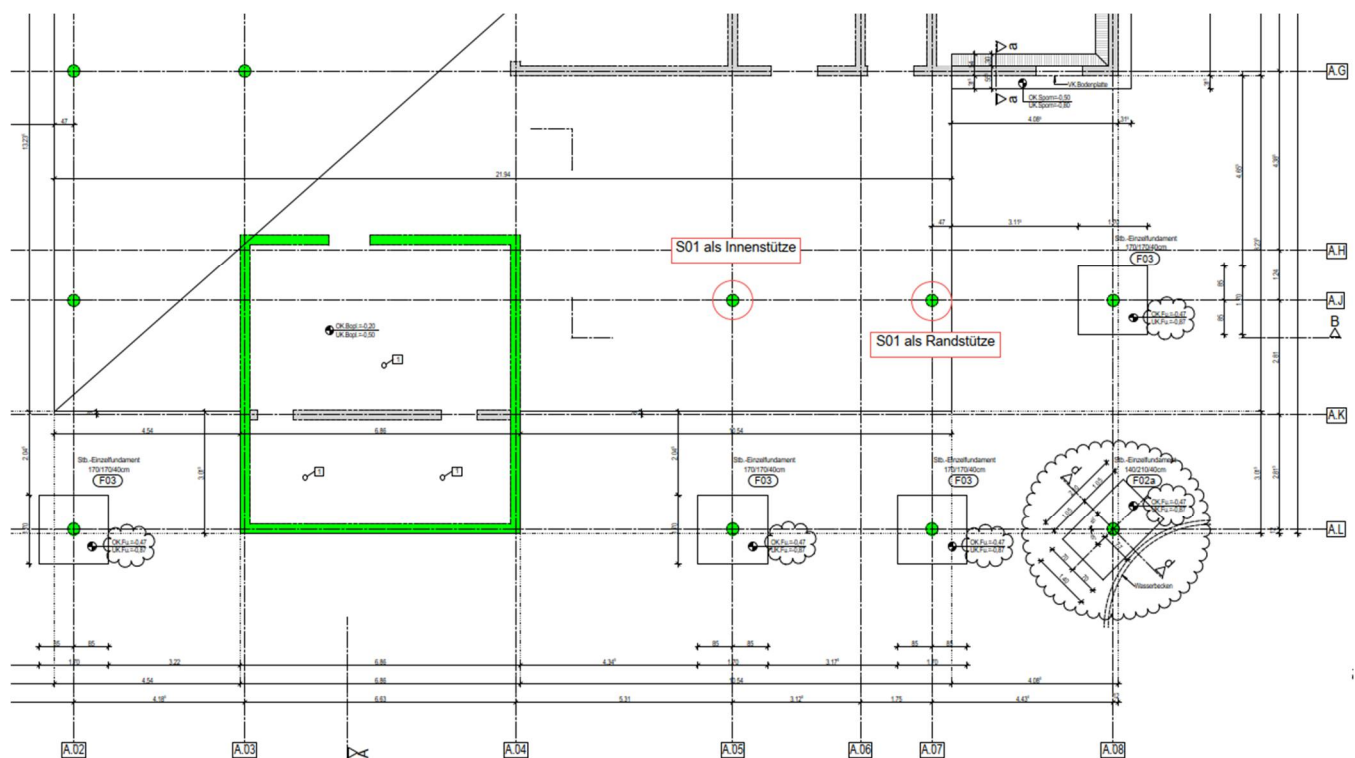


Abbildung 1: Durchstanzpunkt Bodenplatte

Halben HDB-Z Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-22/0360 und Leviat Leistungserklärung H09-22/0360.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 079. (Deutschland: Allgemeine Bauartgenehmigung Z-15.1-330, DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rundstütze im Innenbereich (**Bodenplatte**)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	458,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,10
Bodenpressung	σ_{gd}	=	0,0 kN/m ²
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	25 cm
Stützendurchmesser	$\emptyset$	=	30 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C25/30 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	16,55 cm ² /m ($\rho_x = 0,66 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	16,55 cm ² /m ($\rho_y = 0,66 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,66 % < 1,63 %

4,24 cm²/m + 11,31 cm²/m als Zulagen (Ø12/10)

am kritischen Rundschnitt u

Abstand zum kritischen Rundschnitt a_{crit}	=	25 cm (1,0 d)
Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts A_{crit}	=	0,5027 m ²
u (25 cm)	=	251,3 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$	=	1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$	=	0,10
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot 2d/a_{crit}$	=	965,55 kN/m ²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \gamma_c \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot 2d/a_{crit}$	=	912,61 kN/m ²
$V_{Rd,c} + \beta \cdot \Delta V_{Ed} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u \cdot d + \beta \cdot 0,5 \cdot A_{crit} \cdot \sigma_{gd} = 606,7 \text{ kN} > 503,8 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Verlegebereich

Schnitt

M 1:23

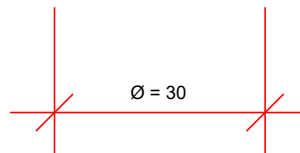
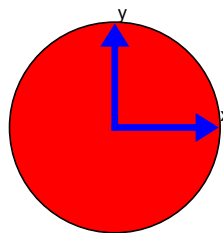
Detail



$\alpha = 30^\circ$ [cm]

Grundriss

M 1:10



Hinweise

empfohlene Breite der Verlegegassen: 10 cm, Abstand zwischen den Verlegegassen: 2,5 cm
Abstand zwischen Stütze und erster Verlegegasse: - 2,5 cm

Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 130 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 130 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Stablängen ohne Verankerungselement am freien Rand ermittelt. Die Verankerung am freien Rand ist gesondert nachzuweisen.

- Exemplarische Anordnung der Verlegegassen, für die HDB-Z Platzierung. Sinngemäß für den Einbau aller Reihen (auch stützennahe Bereiche) einzuplanen.

Durch die Ausführungsplanung muss gewährleistet werden, dass der Einbau der HDB-Z in das Netz der Betonstahlbewehrung erfolgen kann (ggf. sind Detailzeichnungen des durchstanzbewehrten Bereichs inkl. aller Bewehrungselemente anzufertigen. Eine Mattenbewehrung ist zu vermeiden, das Einfädeln des Stabstahls in Rand- oder Eckbereichen ist zu gewährleisten).

HDB-Z wird Projektbezogen hergestellt und ist keine Lagerware. Bitte kontaktieren Sie den Technischen Innendienst der Halfen GmbH frühzeitig.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Rundstütze im Randbereich (**Bodenplatte**)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	436,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,40
Bodenpressung	σ_{gd}	=	0,0 kN/m ²
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	25 cm
Stützendurchmesser	$\emptyset$	=	30 cm
Randabstand / Neigung	e / α	=	47 cm / 0 °
Randabstand	e	=	47 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C25/30 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	17,56 cm ² /m ($\rho_x = 0,70 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	17,56 cm ² /m ($\rho_y = 0,70 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,70 % < 1,63 %

5,24 cm²/m + 12,32 cm²/m als Zulagen (Ø14/12,50)

am kritischen Rundschnitt u

Rundschnittführung analog Innenstütze

Abstand zum kritischen Rundschnitt a_{crit}	=	25 cm (1,0 d)
Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts A_{crit}	=	0,5027 m² (Innenstütze)
u (25 cm)	=	249,7 cm
$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$	=	1,89
Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$	=	0,10
$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot 2d/a_{crit}$	=	984,62 kN/m²
$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525/\gamma_C \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \cdot 2d/a_{crit}$	=	912,61 kN/m²
$V_{Rd,c} + \beta \cdot \Delta V_{Ed} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u \cdot d + \beta \cdot 0,5 \cdot A_{crit} \cdot \sigma_{qd} = 614,6 \text{ kN} > 610,4 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$		

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

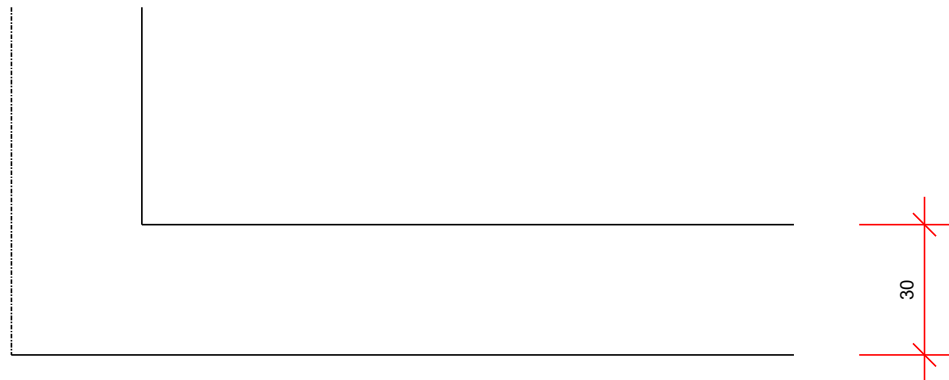
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

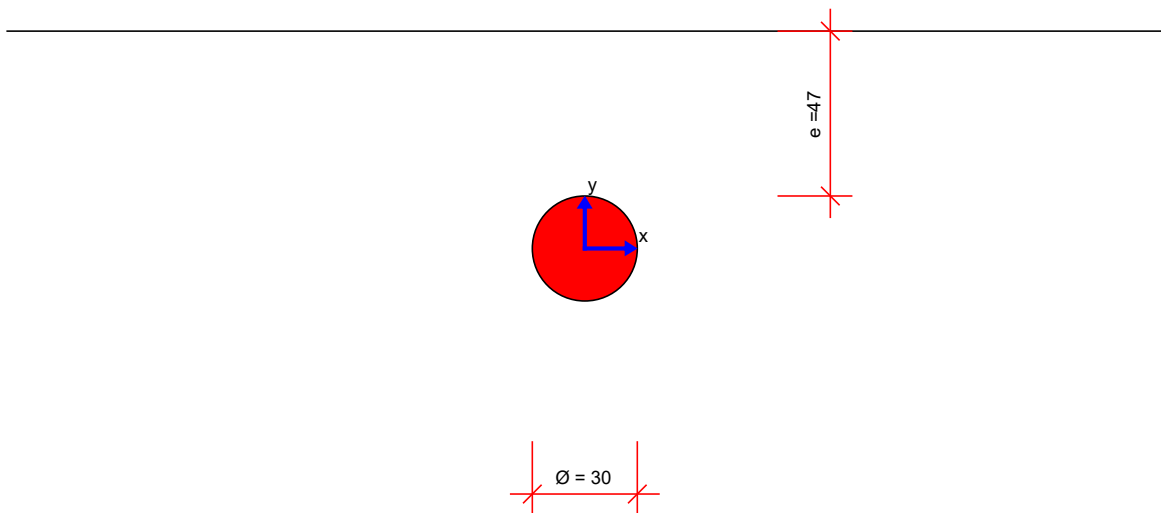
M 1:17



[cm]

Grundriss

M 1:21



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 130 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 127 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Stablängen ohne Verankerungselement am freien Rand ermittelt. Die Verankerung am freien Rand ist gesondert nachzuweisen.

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halfen-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Durchstanznachweis für Innenecke (**Bodenplatte**)

Bemessungswert Durchstanzlast	V_{Ed}	=	140,0 kN
Lasterhöhungsfaktor	β	=	1,20
Bodenpressung	σ_{gd}	=	0,0 kN/m ²
Plattendicke	h	=	30 cm
statische Nutzhöhe	d	=	26 cm
Wanddicke	b	=	24 cm
Einflussbreite	a	=	39 cm
Betondeckung oben / unten	$c_{nom,o} / c_{nom,u}$	=	3,5 cm / 3,5 cm
Beton / Stahlsorte Biegezugbewehrung / HDB		=	C25/30 / B500 / B500
Flächenbewehrung	a_{sx}	=	5,24 cm ² /m ($\rho_x = 0,20 \%$)
Flächenbewehrung	a_{sy}	=	5,24 cm ² /m ($\rho_y = 0,20 \%$)
Längsbewehrungsgrad	ρ_l	=	0,20 % < 1,63 %

am kritischen Rundschnitt u

Rundsnittführung analog Innenstütze

Abstand zum kritischen Rundschnitt a_{crit} = 26 cm (1,0 d)

Fläche innerhalb des kritischen Rundschnitts A_{crit} = 0,408 m²

u (26 cm) = 118,8 cm

$k = \min \{ 1 + \sqrt{200/d[\text{mm}]} ; 2 \}$ = 1,88

Vorfaktor für $v_{Rd,c,1}$ nach DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 $C_{Rd,c}$ = 0,10

$v_{Rd,c,1} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot 2d/a_{crit}$ = 644,08 kN/m²

$v_{Rd,c,2} = v_{min} = 0,0525 \cdot f_{ctk}^{3/2} \cdot k^{1/2} \cdot 2d/a_{crit}$ = 900,09 kN/m²

$V_{Rd,c} + \beta \cdot \Delta V_{Ed} = \max \{ v_{Rd,c,1}; v_{Rd,c,2} \} \cdot u \cdot d + \beta \cdot 0,5 \cdot A_{crit} \cdot \sigma_{gd} = 278,1 \text{ kN} > 168,0 \text{ kN} = V_{Ed} \cdot \beta$

Keine Durchstanzbewehrung erforderlich

Halben HDB Durchstanzbewehrung gemäß Europäisch technischer Bewertung ETA-12/0454 und Leviat Leistungserklärung H-09-12/0454-1/1.

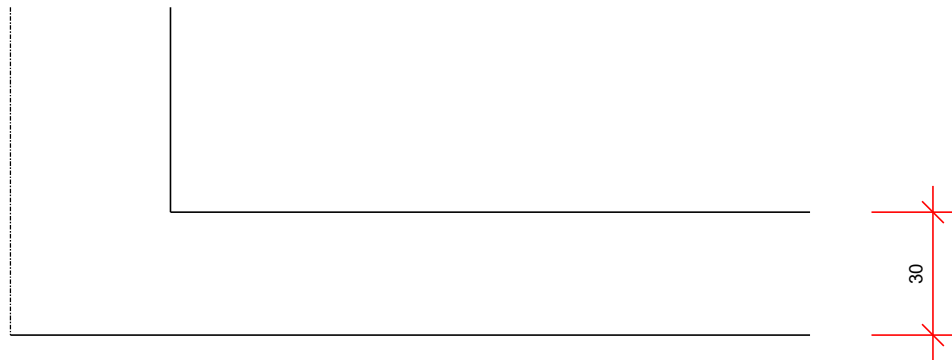
Halben Bemessungsprogramm HDB, Version 13.80 – Bemessungsgrundlagen: Eurocode 2 sowie ergänzende Regelungen des EOTA TR 060. (Deutschland: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04+A1:2015-12)

Die Bemessung - einschließlich der statischen Werte - gilt ausschließlich für das ausgewiesene Halben-Produkt. Tragfähigkeiten von scheinbar baugleichen Fremdprodukten können abweichen. Für alternative Produkte kann der Anbieter der Software keine Gewährleistung übernehmen.

Verlegebereich

Schnitt

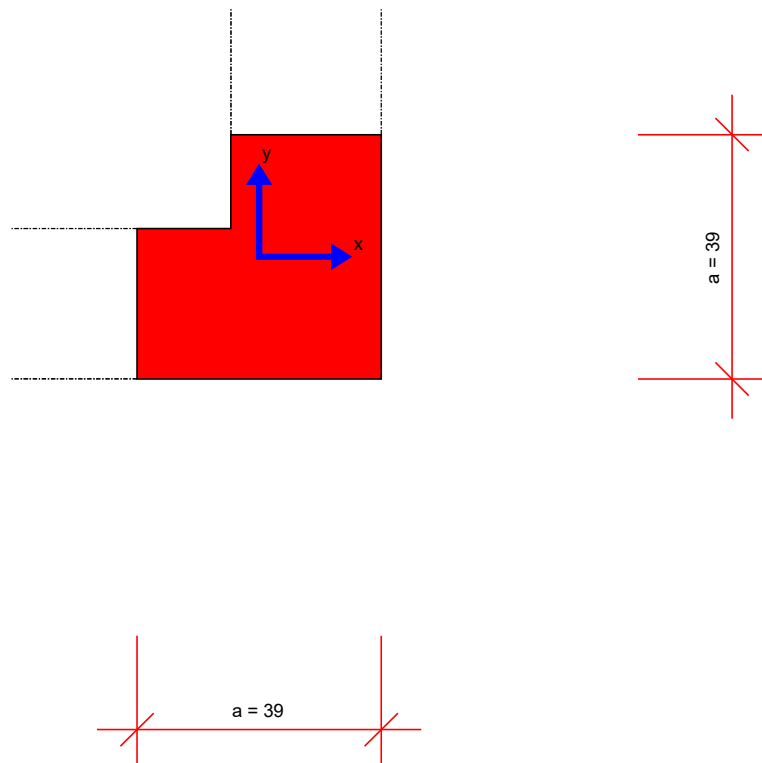
M 1:18



[cm]

Grundriss

M 1:12



Mindeststablängen: $l_{\text{bar,min,x}} = 91 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; $l_{\text{bar,min,y}} = 91 \text{ cm} + 2 \cdot l_{\text{bd}}$; l_{bd} Bemessungswert Verankerungslänge
Mindeststablänge wurde nach Heft 600 (2. Auflage 2020) ermittelt.

Hinweis: Aus anderen Nachweisen können sich größere erforderliche Mindeststablängen ergeben.

Die Stäbe sind beginnend vom Anschnitt der Wand mindestens $52 \text{ cm} + l_{\text{bd}}$ in die Platte zu führen.

POS F02: EINZELFUNDAMENT

System

Baustoffe:

Beton: C25/30

Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Dicke: $h = 40 \text{ cm}$

Breite: $b = 170 \text{ cm}$

Länge: $l = 170 \text{ cm}$

Expositionsklasse:

XC1, WF oben

XC2, WF unten

Betondeckung:

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min,dur}} + \Delta c_{\text{dev}}$$

unten: $c_{\text{nom}} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

oben: $c_{\text{nom}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht	10,00 kN/m ²	
g_k	S02	Stütze Eigengewicht	8 kN	
g_k	S02	Dachlasten ständig	164 kN	
q_k	S02	Dachlasten veränderlich		26 kN

Bewehrung

Konstruktiv gewählt:

oben **6Ø10#**

unten **6Ø12#**

BODENPRESSUNG NACHWEIS

$$V_{ed} = 1,35 \times (164 \text{ kN} + 8 \text{ kN}) + 1,50 \times (26 \text{ kN}) = 271,20 \text{ kN}$$

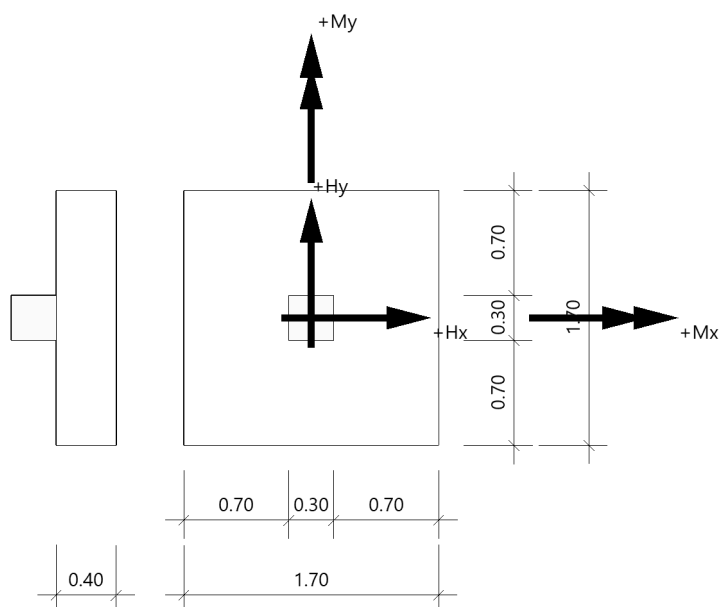
$$\text{Sohldruck } \sigma = \frac{272 \text{ kN}}{1,70 \text{ m} \times 1,70 \text{ m}} + 10,00 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 = 108 \text{ kN/m}^2 \leq 280 \text{ kN/m}^2 = \sigma_{zu}$$

7.10 F02

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.70	1.70	0.40
Stütze	C 25/30	B500A	0.30	0.30	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.40 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	172.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	26.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $1.156 \text{ m}^3 / 28.90 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	n
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.38
Durchstanzen $V_{Ed}/V_{Rd,c}$	5	0.22
Durchstanzen $V_{Ed}/V_{Rd,max}$	5	0.16

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	7.3
Biegung $A_{s,y,u}$	5	7.6

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_o kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	310.2	0.0	1.70	1.70	107.34	280.00	0.38

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,x,u}$ cm ²	$A_{s,y,u}$ cm ²	$A_{s,x,o}$ cm ²	$A_{s,y,o}$ cm ²
5	47.46	47.46	0.00	0.00	7.3*	7.6*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.7 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.1 \text{ cm}$.

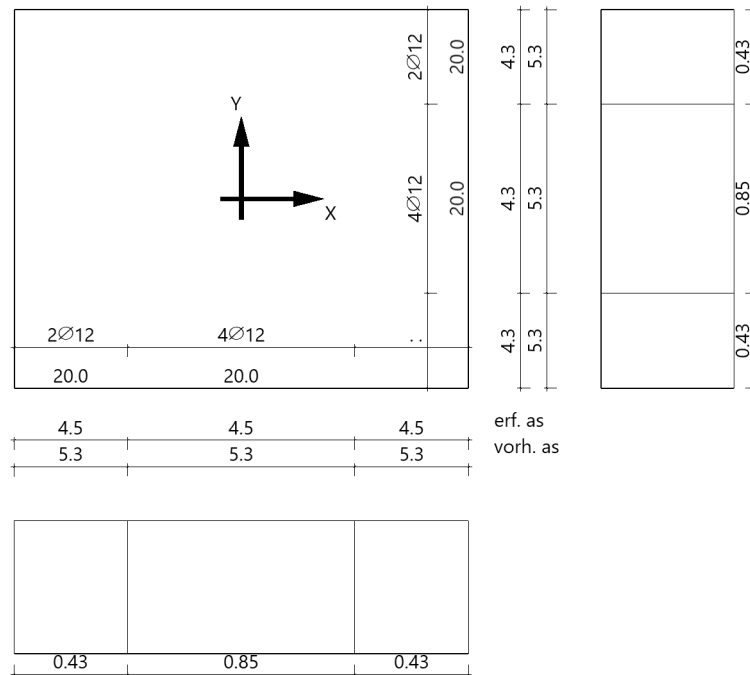
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{2,x} = 4.0 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{2,y} = 6.0 \text{ cm}$.

Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.

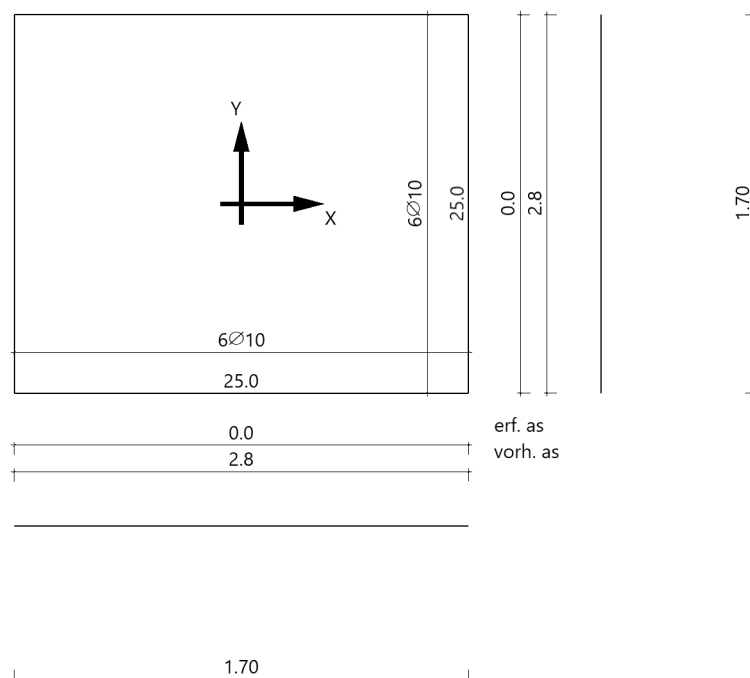
Mindestmomente	$M_{y,min} = \eta_x * V_{Ed} * b_{eff,y}$	=	$0.125 * 262.8 * 0.85$	=	28.04 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	1.7 cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min} = \eta_y * V_{Ed} * b_{eff,x}$	=	$0.125 * 262.8 * 0.85$	=	28.04 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	1.8 cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	$\rho_{\text{vorh}} = 0.15 \%$	
Beiwert Rotationssymmetrie	$\beta = 1.10$	
Schubspannung	$V_{\text{Ed}} = 0.23 \text{ N/mm}^2$	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$V_{\text{Rd,c}} = 1.02 \text{ N/mm}^2$	$V_{\text{Rd,c}} = V_{\text{Rd,c,min}}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$V_{\text{Rd,max}} = 1.43 \text{ N/mm}^2$	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	$\eta = 0.22$	
Ausnutzung für Druckstrebe	$\eta = 0.16$	
Keine Bügel erforderlich.		

POS F02A: EINZELFUNDAMENT

System

Baustoffe:

Beton: C25/30

Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Dicke: $h = 40 \text{ cm}$

Breite: $b = 140 \text{ cm}$

Länge: $l = 210 \text{ cm}$

Expositionsklasse:

XC1, WF oben

XC2, WF unten

Betondeckung:

$$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$$

unten: $c_{nom} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

oben: $c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht	10,00 kN/m ²	
g_k	S02	Stütze Eigengewicht	8 kN	
g_k	S02	Dachlasten ständig	164 kN	
q_k	S02	Dachlasten veränderlich		26 kN

Bewehrung

Konstruktiv gewählt:

oben **6Ø10#**

unten **6Ø12#**

BODENPRESSUNG NACHWEIS

$$V_{ed} = 1,35 \times (164 \text{ kN} + 8 \text{ kN}) + 1,50 \times (26 \text{ kN}) = 271,20 \text{ kN}$$

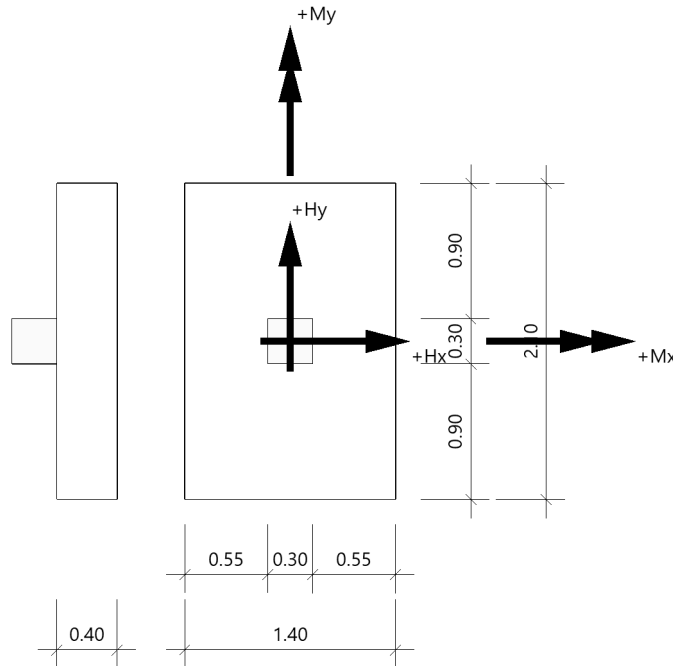
$$\text{Sohldruck } \sigma = \frac{272 \text{ kN}}{1,40 \text{ m} \times 2,10 \text{ m}} + 10,00 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 = 106 \text{ kN/m}^2 \leq 280 \text{ kN/m}^2 = \sigma_{zu}$$

7.12 F02a

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.40	2.10	0.40
Stütze	C 25/30	B500A	0.30	0.30	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.40 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	172.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	26.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $1.176 \text{ m}^3 / 29.40 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	n
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.38
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.22
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.16

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	9.0
Biegung $A_{s,y,u}$	5	6.3

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N _d kN	R ₀ kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	310.9	0.0	1.40	2.10	105.74	280.00	0.38

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,x,u}$ cm ²	$A_{s,y,u}$ cm ²	$A_{s,x,o}$ cm ²	$A_{s,y,o}$ cm ²
5	37.29	61.02	0.00	0.00	9.0*	6.3*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.7 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.1 \text{ cm}$.

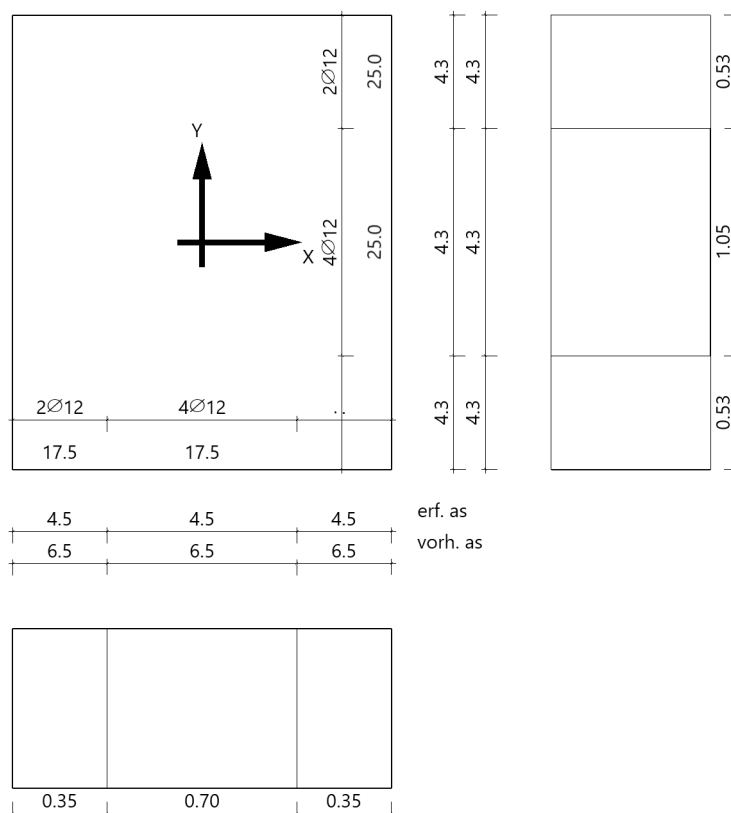
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{2,x} = 4.0 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{2,y} = 6.0 \text{ cm}$.

Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.

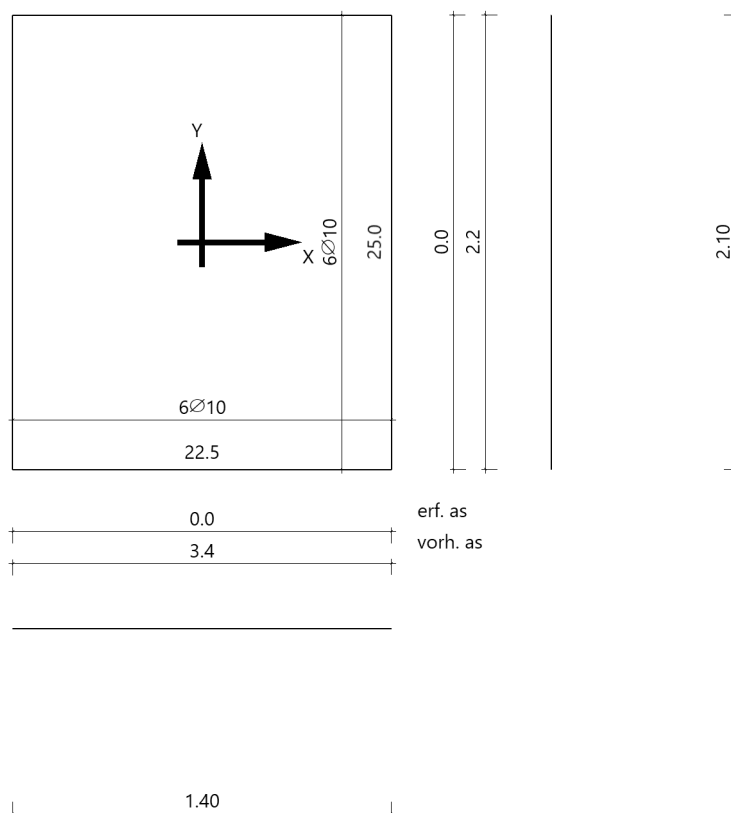
Mindestmomente	$M_{y,min} = \eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	$0.125 * 262.9 * 0.85$	=	28.05 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	1.7 cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min} = \eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	$0.125 * 262.9 * 0.85$	=	28.05 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	1.8 cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.15 \%$$

Beiwert Rotationssymmetrie

$$\beta = 1.10$$

Schubspannung

$$V_{Ed} = 0.23 \text{ N/mm}^2$$

mit β

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

$$V_{Rd,c} = 1.02 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min}$$

Tragwiderstand Druckstrebe

$$V_{Rd,max} = 1.43 \text{ N/mm}^2$$

kritischer Rundschnitt

Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel

$$\eta = 0.22$$

Ausnutzung für Druckstrebe

$$\eta = 0.16$$

Keine Bügel erforderlich.

POS F03: EINZELFUNDAMENT

System

Baustoffe:

Beton: C25/30

Betonstahl: B 500 A

Querschnitt:

Dicke: $h = 40 \text{ cm}$

Breite: $b = 170 \text{ cm}$

Länge: $l = 170 \text{ cm}$

Expositionsklasse:

XC1, WF oben

XC2, WF unten

Betondeckung:

$c_{nom} = c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$

unten: $c_{nom} = 20 + 15 = 35 \text{ mm}$

oben: $c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$

Einwirkungen

Bez.	aus Pos.	Auflager / Lastermittlung	g	q
g_k	---	Eigengewicht	10,00 kN/m ²	
g_k	S02	Stütze Eigengewicht	8 kN	
g_k	S02	Dachlasten ständig	206 kN	
q_k	S02	Dachlasten veränderlich		32 kN

Bewehrung

Konstruktiv gewählt:

oben **6Ø10#**

unten **6Ø12#**

BODENPRESSUNG NACHWEIS

$$V_{ed} = 1,35 \times (206 \text{ kN} + 8 \text{ kN}) + 1,50 \times (32 \text{ kN}) = 336,90 \text{ kN}$$

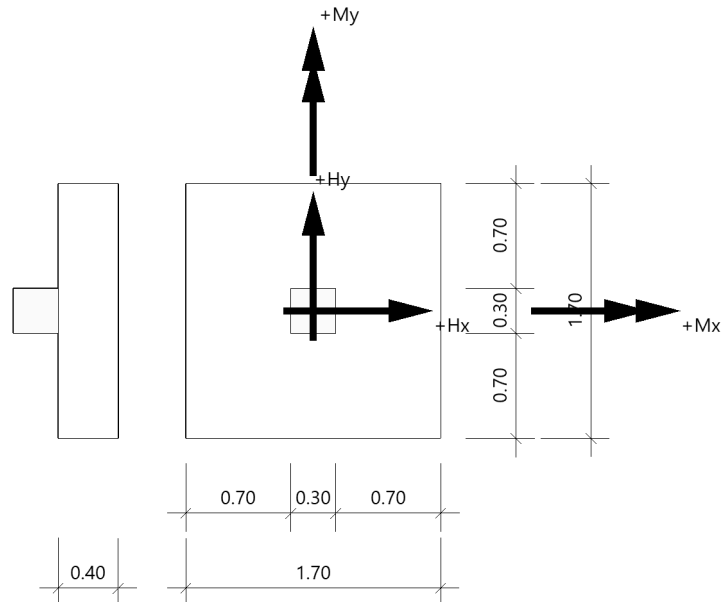
$$\text{Sohldruck } \sigma = \frac{337 \text{ kN}}{1,70 \text{ m} \times 1,70 \text{ m}} + 10,00 \text{ kN/m}^2 \times 1,35 = 131 \text{ kN/m}^2 \leq 280 \text{ kN/m}^2 = \sigma_{zu}$$

7.14 F03

Fundament (x64) FD+ 01/2025E (FRILO R-2025-1/P06)

System

Draufsicht



Fundament nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12

Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	1.70	1.70	0.40
Stütze	C 25/30	B500A	0.30	0.30	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.40 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$.

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M _x kNm	M _y kNm	H _x kN	H _y kN	Zus	Alt
1	g	Lastfall 1	206.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
2	C	Lastfall 2	32.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze $1.156 \text{ m}^3 / 28.90 \text{ kN}$. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Überlagerung

Kombinationen

Nr	BS	Überlagerung
1	P	0,9 bzw. 1,1 x (1)
2	P	0,95 bzw. 1,05 x (1)
3	P	1.0 x (1)
4	P	1.0 x (1) + 1.0 x (2)
5	P	1.35 x (1) + 1.5 x (2)
6	P	1.0 x (1)

BS: Bemessungssituation P: ständig

Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	n
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	3	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	4	0.00
Lagesicherheit	1	0.00
Vereinfachter Nachweis ULS	5	0.45
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	5	0.27
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	5	0.19

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm ²
Biegung $A_{s,x,u}$	5	7.3
Biegung $A_{s,y,u}$	5	7.6

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$

$\sigma_{R,d} = 280.00 \text{ kN/m}^2$. Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_o kN	a' m	b' m	σ_d kN/m ²	$\sigma_{R,d}$ kN/m ²	η
5	GEO	P	365.1	0.0	1.70	1.70	126.34	280.00	0.45

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{y,u,Ed}$ kNm	$M_{x,u,Ed}$ kNm	$M_{y,o,Ed}$ kNm	$M_{x,o,Ed}$ kNm	$A_{s,x,u}$ cm ²	$A_{s,y,u}$ cm ²	$A_{s,x,o}$ cm ²	$A_{s,y,o}$ cm ²
5	57.07	57.07	0.00	0.00	7.3*	7.6*	0.0	0.0

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{1,x} = 4.7 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{1,y} = 6.1 \text{ cm}$.

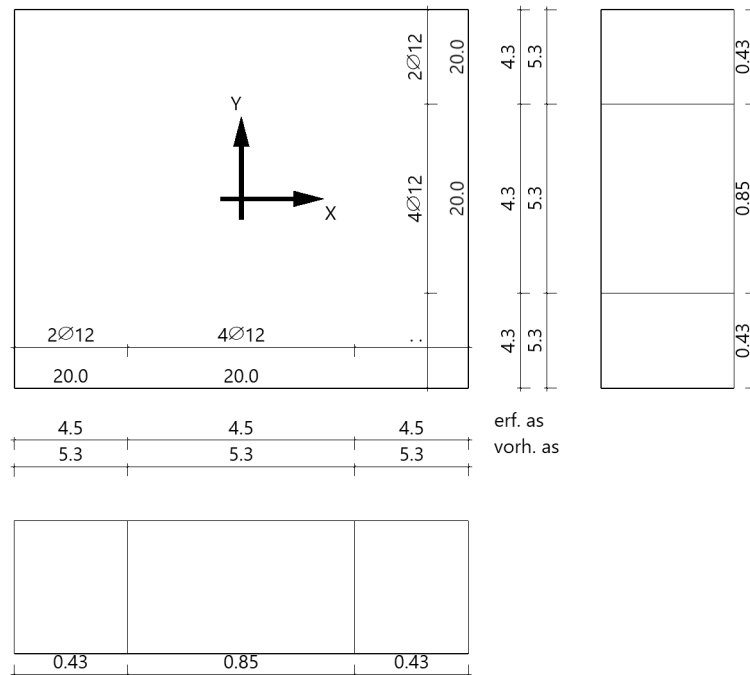
Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung $d_{2,x} = 4.0 \text{ cm}$. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung $d_{2,y} = 6.0 \text{ cm}$.

Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu 6.

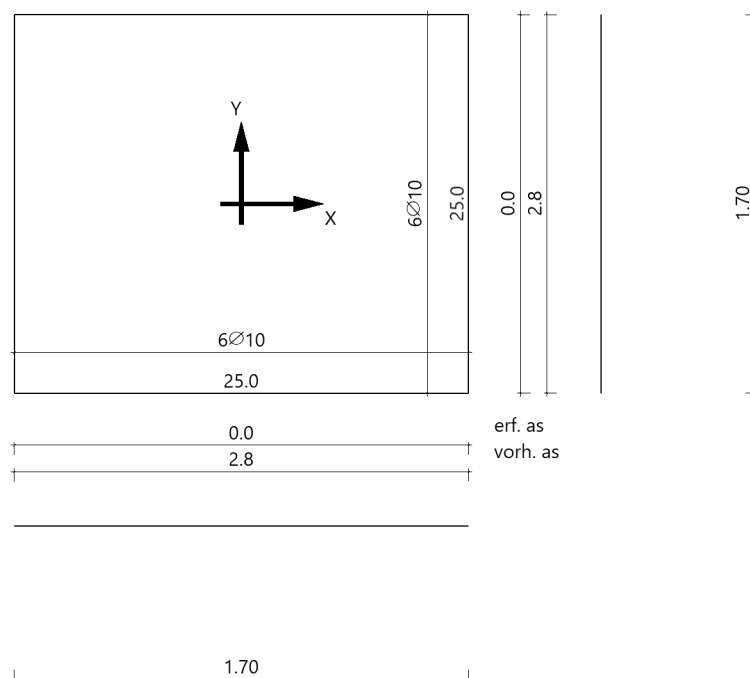
Mindestmomente	$M_{y,min} = \eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	=	$0.125 * 315.9 * 0.85$	=	33.71 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min} =$	=		=	2.1 cm ²
Mindestmomente	$M_{x,min} = \eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	=	$0.125 * 315.9 * 0.85$	=	33.71 kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min} =$	=		=	2.2 cm ²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 5

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12

Berechnungsgrundlagen:

Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden

$$\rho_{\text{vorh}} = 0.15 \%$$

Beiwert Rotationssymmetrie

$$\beta = 1.10$$

Schubspannung

$$V_{\text{Ed}} = 0.27 \text{ N/mm}^2$$

mit β

Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung

$$V_{\text{Rd,c}} = 1.02 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{\text{Rd,c}} = V_{\text{Rd,c,min}}$$

Tragwiderstand Druckstrebe

$$V_{\text{Rd,max}} = 1.43 \text{ N/mm}^2$$

kritischer Rundschnitt

Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel

$$\eta = 0.27$$

Ausnutzung für Druckstrebe

$$\eta = 0.19$$

Keine Bügel erforderlich.