

VDS ACHIM WEST

NETZTRENNERGEBÄUDE

Statische Berechnung

gasunie

Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG

24.07.2024 15825-ILF-ACW-GEN-CV-CAL-00255 | Rev. 01 © ILF



REVISIONSVERZEICHNIS

01	24.07.2024	IFU – Ausgabe zur Verwendung	LiaM	SanT	EspB
00	14.05.2024	IFR – Ausgabe zur Prüfung und Freigabe	LiaM	SanT	EspB
REV.	DATUM	AUSGABE, ART DER ÄNDERUNG	ERSTELLT	GEPRÜFT	FREIGEgeben



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	8
1.1	Projektbeschreibung	8
1.2	Definitionen und Abkürzungen	8
1.3	Zweck des Dokuments	8
1.4	Technische Vorschriften	8
1.5	Grundlagen der Berechnung	9
1.6	Benutzte EDV-Programme	9
1.7	Referenzierte Dokumente	9
1.8	Beschreibung der Konstruktion	9
2	EINWIRKUNGEN.....	11
2.1	Ständige Einwirkungen.....	11
2.1.1	Dachdecke	11
2.1.2	Außenwand.....	11
2.1.3	Fußboden mit Doppelboden	11
2.1.4	Erddruck auf Wände unterhalb der Erdoberfläche	11
2.2	Veränderliche Einwirkungen.....	13
2.2.1	Lotrechte Nutzlasten	13
2.2.2	Windlast	13
2.2.3	Schneelast	13
3	POSITION: DACHDECKE	14
3.1	Statisches System und Belastung	14
3.2	Bemessung	15
4	POSITION: FUNDAMENTPLATTE.....	16
4.1	Betondeckung	16
4.1.1	Betondeckung Fundamentplatte unten	16
4.1.2	Betondeckung Fundamentplatte oben	16
4.1.3	Betondeckung wegen Brandschutz	16
4.2	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	17
4.3	Statisches System.....	23
4.4	Direkt wirkende Belastung.....	23
4.5	Indirekt wirkende Belastung	25
4.6	Lastgruppen Fundamentplatte.....	26
4.7	Bemessung der Fundamentplatte	26



4.7.1	Bemessungsparameter	26
4.7.2	Berechnete innere Biegemomente und Flächenauflagerkraft	27
4.7.3	Berechnete Bewehrung	29
4.7.4	Entworfene Bewehrung	31
4.7.5	Vertikale Plattenverschiebung	33
4.7.6	Rissbreiten	33
5	POSITION: FUNDAMENTWÄNDE	35
5.1	Betondeckung	35
5.1.1	Betondeckung Fundamentwand im Kontakt mit Boden	35
5.1.2	Betondeckung Fundamentwand ohne Kontakt mit Boden	35
5.1.3	Betondeckung wegen Brandschutz	35
5.2	Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite	35
5.3	Statisches System.....	41
5.4	Direkt wirkende Belastungen.....	42
5.5	Indirekt wirkende Belastungen	43
5.6	Lastgruppen Fundamentwände.....	43
5.7	Bemessung der Fundamentwände.....	43
5.7.1	Bemessungsparameter	43
5.7.2	Berechnete innere Biegemomente	44
5.7.3	Berechnete Bewehrung.....	46
5.7.4	Entworfene Bewehrung	48
5.7.5	Horizontale Wandverschiebung.....	50
5.7.6	Rissbreiten	50
6	POSITION: STURZBALKEN	51
6.1	Statisches System.....	51
6.2	Belastung	51
6.3	Lastgruppen	53
6.4	Innere Kräfte	53
6.5	Bemessung Standardsturzbalken.....	54
7	POSITION: MAUERWERKSWÄNDE	54
8	POSITION: WANDPFOSTEN.....	55
8.1	Statisches System.....	55
8.1.1	Innere Kräfte	56
8.2	Bemessung	57



9	POSITION: RINGBALKEN	58
10	RÄUMLICHE STEIFIGKEIT	58



TABELLENVERZEICHNIS

- Tabelle 1: Parameter des Bereichauflagers
Tabelle 2: Lastgruppenparameter Fundamentplatte
Tabelle 3: Parameter der Bereichsbewehrung
Tabelle 4: Parameter der Wandbewehrung
Tabelle 5: Sturz Magazin, Lastgruppen
Tabelle 6: Lastgruppen zur Berechnung der tragenden Außenwände
Tabelle 7: Lastgruppen zur Berechnung der Wandpfosten

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- Abbildung 1: Berechnungsfeld der Dachdecke
Abbildung 2: Tragende Mauerwerkswände
Abbildung 3: Fundamentplatte - statisches System
Abbildung 4: Eigengewicht
Abbildung 5: Ausbaulast Doppelboden
Abbildung 6: Grundwasserdruck
Abbildung 7: Nutzlast
Abbildung 8: Das minimale Biegemoment um lokale x-Richtung (m_y)
Abbildung 9: Das minimale Biegemoment um lokale y-Richtung (m_x)
Abbildung 10: Das maximale Biegemoment um lokale x-Richtung (m_y)
Abbildung 11: Das maximale Biegemoment um lokale y-Richtung (m_x)
Abbildung 12: Minimale Flächenauflegerkraft unter der Fundamentplatte
Abbildung 13: Berechnete untere Bewehrung in lokaler x-Richtung $a_x(u)$
Abbildung 14: Berechnete untere Bewehrung in lokaler y-Richtung $a_y(u)$
Abbildung 15: Berechnete obere Bewehrung in lokaler x-Richtung $a_x(o)$
Abbildung 16: Berechnete obere Bewehrung in lokaler y-Richtung $a_y(o)$
Abbildung 16: Entworfen untere Bewehrung in lokaler x-Richtung
Abbildung 17: Entworfen untere Bewehrung in lokaler y-Richtung
Abbildung 18: Entworfen obere Bewehrung in lokaler x-Richtung
Abbildung 19: Entworfen obere Bewehrung in lokaler y-Richtung
Abbildung 21: Vertikale Plattenverschiebung im gerissenen Zustand
Abbildung 22: Rissbreiten an der unteren Oberfläche
Abbildung 23: Rissbreiten an der oberen Oberfläche
Abbildung 24: Fundamentwände – Geometrie
Abbildung 25: Eigengewicht
Abbildung 26: Erddruck
Abbildung 27: Das minimale Biegemoment um lokale x-Richtung (m_y)



Abbildung 28: Das minimale Biegemoment um lokale y-Richtung (m_x)
Abbildung 29: Das maximale Biegemoment um lokale x-Richtung (m_y)
Abbildung 30: Das maximale Biegemoment um lokale y-Richtung (m_x)
Abbildung 31: Berechnete Bewehrung außen in lokaler x-Richtung $a_x(u)$ (horizontal)
Abbildung 32: Berechnete Bewehrung außen in lokaler y-Richtung $a_y(u)$ (vertikal)
Abbildung 33: Berechnete Bewehrung innen in lokaler x-Richtung $a_x(o)$ (horizontal)
Abbildung 34: Berechnete Bewehrung innen in lokaler y-Richtung $a_y(o)$ (vertikal)
Abbildung 35: Entworfenen Bewehrung außen in lokaler x-Richtung (horizontal)
Abbildung 36: Entworfenen Bewehrung außen in lokaler y-Richtung (vertikal)
Abbildung 37: Entworfenen Bewehrung innen in lokaler x-Richtung (horizontal)
Abbildung 38: Entworfenen Bewehrung innen in lokaler y-Richtung (vertikal)
Abbildung 39: Horizontale Wandverschiebung im gerissenen Zustand
Abbildung 40: Rissbreiten an der äußeren und inneren Oberfläche
Abbildung 41: Standardsturz, statisches System
Abbildung 42: Standardsturz, Eigengewicht Decke
Abbildung 43: Standardsturz, Eigengewicht Putz
Abbildung 44: Standardsturz, Nutzlast Dachdecke
Abbildung 45: Standardsturz, Schneelast
Abbildung 46: Standardsturz, Scheelast außergewöhnlich
Abbildung 47: Standardsturz, Schubkraft V_z
Abbildung 48: Standardsturz, Biegemoment M_y
Abbildung 49: Standardsturzbalken, Bemessung
Abbildung 50: Wandpfosten, statisches System und Belastung
Abbildung 51: Wandpfosten, Querkraft V_y
Abbildung 52: Wandpfosten, Biegemomente M_z
Abbildung 53: Berechnete Pfostenbewehrung

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1: Schnee- und Windlastparameter
Anlage 2: Bemessung der Dachplatten
Anlage 3: Lastkombinationen zur Bemessung der Fundamentplatte
Anlage 4: Bemessung des Sturzbalkens
Anlage 5: Bemessung der Mauerwerkswände
Anlage 6: Bemessung der Wandpfosten



1 EINFÜHRUNG

1.1 Projektbeschreibung

Gasunie Deutschland Transport Services GmbH (GUD) betreibt am Standort Achim / Embsen die Verdichterstationen VDS Embsen sowie VDS Achim.

Aus dem Netzentwicklungsplan 2022 ergibt sich, resultierend aus den aktuellen Planungen Dritter zum Bau und Betrieb von LNG-Terminals an den Standorten in Stade und Brunsbüttel, ein erhöhter Bedarf an Verdichtungsleistung am Standort Achim / Embsen.

Die notwendige Transportkapazitätssteigerung wird durch Errichtung der neuen Verdichterstation Achim-West mit einer Kapazität von $3 \times 715,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ erreicht. Für die Verdichtung sind drei integrierte Kompressoren mit Elektromotorantrieb mit einer Wellenleistung von etwa 15 MW vorgesehen.

Zusammen mit der bestehenden Verdichterstation Embsen wird eine maximale Transportkapazität von $2,370,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ aus dem GUD 70bar- und GUD-84bar-System in die NEL-Erdgastransportleitung geschaffen, bei gleichzeitiger Redundanz einer Verdichtereinheit in VDS Embsen und VDS Achim-West.

Der Neubau der Verdichterstation Achim-West grenzt an die Westseite der bestehenden Verdichterstation Embsen.

1.2 Definitionen und Abkürzungen

Abkürzung/Definition	Bedeutung
AG	Auftraggeber - Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG
AN	Auftragnehmer - ILF Beratende Ingenieure GmbH mit benannten Subunternehmen
DIC	„Discipline-Internal-Check“
GPL	Generalplaner – ILF und die benannten Subunternehmer
GUD	Gasunie Deutschland, siehe AG
IDC	„Inter-Disciplinary-Check“
Projekt	VDS Achim West

1.3 Zweck des Dokuments

Das vorliegende Dokument beinhaltet statische Berechnung des Netztrennergebäudes.

1.4 Technische Vorschriften

DIN-EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung



DIN-EN 1991-1-1	Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1 : Wichten. Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau.
DIN-EN 1991-1-3	Schneelasten
DIN-EN 1991-1-4	Windlasten
DIN-EN 1992-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
DIN-EN 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN-EN 1993-1-8	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN-EN 1997-1	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln
DIN-EN 1997-2	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

1.5 Grundlagen der Berechnung

Projekt-Nr.: 2304265.	HPC AG
Geotechnischer Untersuchungsbericht – Erweiterung Erdgasverdichterstation Bremen – Achim.	Zoostraße 2-4
(Leer, den 27.11.2023)	26789 Leer

1.6 Benutzte EDV-Programme

Axis VM X7 R2

1.7 Referenzierte Dokumente

Zeichnungsbenennung	Titel
15825-ILF-ACW-GEN-CV- DWG-00168	Bauantragszeichnung Netztrennergebäude

1.8 Beschreibung der Konstruktion

Das Netztrennergebäude wurde als ein freistehendes, einstöckiges Objekt entworfen.

Der Grundriss des Gebäudes ist rechteckig mit Abmessungen von 5,55 x 13,05 m. Die Gesamthöhe des Gebäudes gemessen von der festgelegten



Nullebene bis zur Attikaoberkante ist 4,85 m. Die Kellerhöhe gemessen von der Nullebene bis zur Oberkante der Fundamentplatte ist 1,20 m.

Das Gebäude wurde als eine Platten- und Wandkonstruktion gestaltet. Die gemauerten mit Stahlbetonstützen und Ringankern verstärkten Tragwände dienen als Auflager für vorgefertigte vorgespannte Flachdachplatten.

Die Fußbodenplatte wurde als eine monolithische Stahlbetonplatte entworfen. Die Plattendicke beträgt 25 cm.

Die Tragwände im oberirdischen Teil des Gebäudes wurden als Mauerwerk aus Kalksandstein mit einer Dicke von 24 cm entworfen. Die Außenwände sind mit Stahlbetonpfosten zu verstärken. Außerdem wurde ein Ringanker auf dem Niveau der Deckenplatten geplant. Die Fenster- und Türstürze wurden als monolithische Stahlbetonbalken entworfen.

Das Flachdach wurde aus Fertigteilhohlplatten aus Stahlbeton mit einer Dicke von 20 cm entworfen. Die Fertigteilplatten liegen auf dem Ringanker in den Tragwänden.



2 EINWIRKUNGEN

2.1 Ständige Einwirkungen

2.1.1 Dachdecke

Material	Dicke [m]	Anzahl [st.]	Volumen gewicht [kN/m³]	Belastung [kN/m²]
Photovoltaik-Anlage				0,60
Kies	0,06		20,0	1,20
Kunststoff-Dachabdichtung				0,10
Dämmung Mineralfaser 21cm	0,21		2,00	0,42
Dampfsperre (Schweißbahn)				0,18
Spannbeton Fertigteilhohldecken	0,20			3,19
Installationslasten				0,50
Σ				6,19

2.1.2 Außenwand

Material	Dicke [m]	Anzahl [st.]	Volumen gewicht [kN/m³]	Belastung [kN/m²]
Gipsputz (innen)	0,015		12,0	0,18
Kalksandstein	0,24		20,0	4,80
Mineralwolle	0,17		1,00	0,17
Ziegelmauerwerk	0,12		20,0	2,30
Σ				7,45

2.1.3 Fußboden mit Doppelboden

Material	Dicke [m]	Anzahl [st.]	Volumen gewicht [kN/m³]	Belastung [kN/m²]
Doppelboden				1,00
Stahlbetonplatte	0,25		25,0	6,25
Σ				7,25

2.1.4 Erddruck auf Wände unterhalb der Erdoberfläche

Erddruck vom Bodeneigengewicht auf äußere Wände wurde als erhöhter aktiver Erddruck berechnet

$$e'_a = e_a * \mu + e_0 * (1 - \mu)$$

$$e_a = K_a * \gamma * h$$

$$e_0 = K_0 * \gamma * h$$

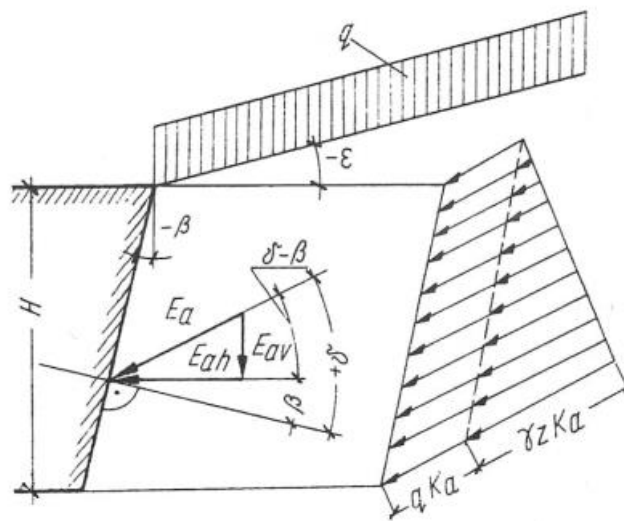


e_a – aktiver Erddruck

e_0 – Erdruchedruck

μ - Kombinationsfaktor gleich 0,5 (nach DIN 4085, 2017 für annähernd unnachgiebige Konstruktion)

$$K_a = \frac{\cos^2(\beta - \phi)}{\cos^2\beta \cos(\beta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\delta + \beta) \cos(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$



$K_0 = 0,5$ für Sände

$\beta = 0$ (vertikale Wand)

$\Phi = 35^\circ$, $\gamma = 19 \text{ kN/m}^2$, $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^2$ (für Mittelsand nach Geotechnischem Untersuchungsbericht)

$\delta = 2/3 * \Phi$ (Reibungswinkel Boden gegen Wand)

$\varepsilon = 0$

h [m]	K_a	e_a [kPa]	K_0	e_0 [kPa]	e'_a [kPa]	Wasserdruk [kPa]
0	0,224	0	0,500	0	0	0
1,50	0,224	6,38	0,500	14,25	10,32	0
Grundwasserbemessungshöhe = 1,4m u. GOK (6,4m NHN)						



2.2 Veränderliche Einwirkungen

2.2.1 Lotrechte Nutzlasten

Bereich	qk [kN/m ²]	Qk [kN]
Netztrennraum	20,0	-
Dach	-	1,0

2.2.2 Windlast

Allgemeine Parameter:

- Höhe über dem Meeresspiegel 7,0 m
- Windlastzone 2
- Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$
- Jahreszeitbeiwert $c_{\text{season}} = 1,0$
- Topographiebeiwert $c_0 = 1,0$
- Geländekategorie II
- Reibungsbeiwert $c_{fr} = 0,01$ (glatte Oberfläche)

Die Werte der Windlast wurden automatisch durch die Berechnungssoftware ermittelt. Die Werte und graphische Darstellung für einzelne Lastfälle sind in der Anlage 1 „Wind- und Schneelastparameter“ zu finden.

2.2.3 Schneelast

Schneelastparameter:

- Höhe über dem Meeresspiegel 7,0 m
- Expositionsbeiwert $C_e = 1,0$
- Temperaturkoeffizient $C_t = 1,0$
- Beiwert für außergewöhnliche Schneelasten
(norddeutsche Tiefebene) $C_{esl} = 2,3$
- Schneelastzone 2
- Charakteristischer Wert der Schneelast auf dem Boden $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$
- Bemessungswert für außergewöhnliche Schneelasten auf dem Boden
 $s_{Ad} = 1,95 \text{ kN/m}^2$
- Grundwert des Formbeiwerts $\mu_1 = 0,8$



Die Werte der normalen und aussergewöhnlichen Schneelast wurden automatisch durch die Berechnungssoftware ermittelt.

3 POSITION: DACHDECKE

Es wurden die BRESPA-Fertigteilhohldecken angewandt.

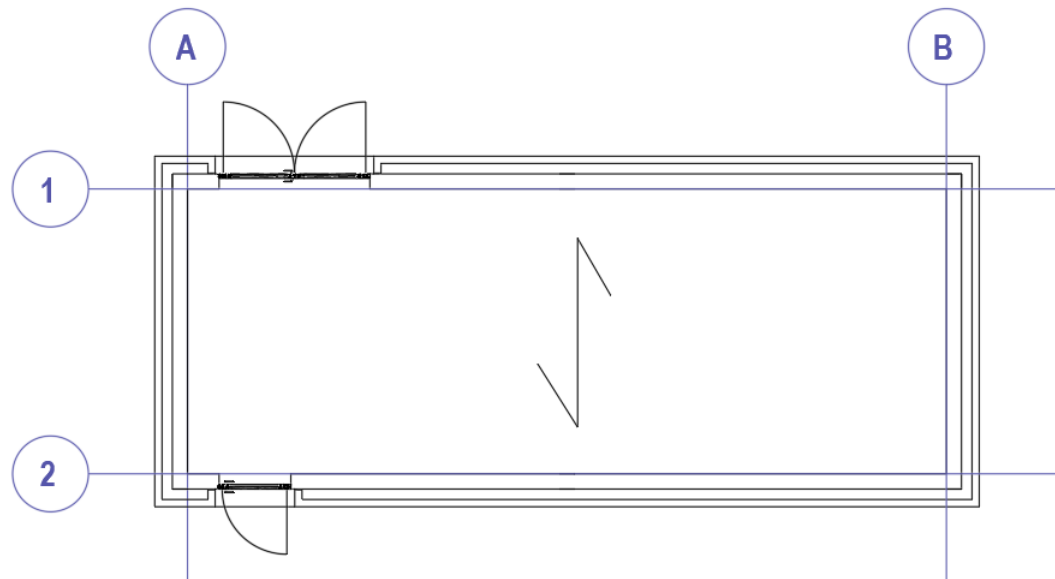


Abbildung 1: Berechnungsfeld der Dachdecke

3.1 Statisches System und Belastung

Einfeldplatte

Lichte Feldweite $L' = 4,51 \text{ m}$

Spannweite $L = 4,58 \text{ m}$

Plattendicke $t = 20 \text{ cm}$

Expositionsklasse XC3

Belastung:

- Eigengewicht $g = 3,19 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,35$
- Ausbaulast (Abs. 2.1.1) $g_1 = 3,00 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,35$
- Schneelast (Abs. 2.2.4 + Anlage 1)
 - » Schneelast normal $s = 0,68 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,5; \psi_2 = 0$
 - » Schneelast außergewöhnlich $s_{\text{außg}} = 1,56 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_f = 1,5; \psi_2 = 0$
- Nutzlast (Abs. 2.2.1) $Q = 1,0 \text{ kN};$ $\gamma_f = 1,5; \psi_2 = 0$



3.2 Bemessung

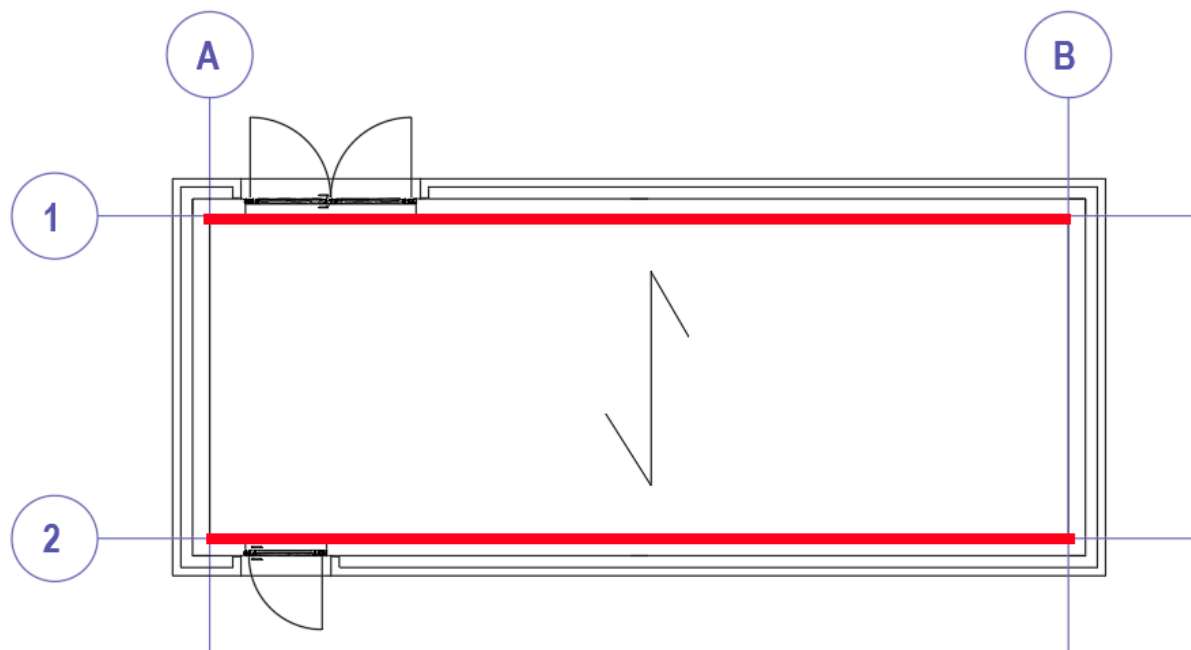


Abbildung 2: Tragende Mauerwerkswände

*) Tragende Wände sind rot markiert

Reaktionen vom Dach auf Wände

Achse	L [m]	g [kN/m ²]	q _{min} [kN/m ²]	q _{max} [kN/m ²]	V _{wk,g} [kN/m]	V _{wk,q} [kN/m]	V _{wk,aussg} [kN/m]
1	2,29	6,19	0,68	1,56	14,18	3,64	8,36
2	2,29	6,19	0,68	1,56	14,18	3,64	8,36

Legende:

L - Lasteinzugsbreite

V_{wk,g} – Belastung vom Dacheigengewicht auf Wand (charakteristischer Wert)

V_{wk,q} – Belastung vom Schneelast auf Wand (Normalfall, charakteristischer Wert)

V_{wk,aussg} – Belastung vom Schneelast auf Wand (außergewöhnlicher Fall, charakteristischer Wert)

Den kompletten Statiknachweis finden Sie in Anlage 2.



4 POSITION: FUNDAMENTPLATTE

4.1 Betondeckung

Angenommene Anforderungsklasse: S3

4.1.1 Betondeckung Fundamentplatte unten

Expositionsklasse: XA1, XC3

Minstdruckfestigkeitsklasse: für XA1 --> C25/30

für XC3 --> C20/25

Angenommen: C25/30

Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung: $c_{min,dur} = 20\text{mm}$

Mindestbetondeckung: $c_{min} = \max(c_{min,dur}; 10\text{mm}) = 20\text{mm}$

Vorhaltemaß: $\Delta c_{dev} = 15\text{mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35\text{mm}$

4.1.2 Betondeckung Fundamentplatte oben

Expositionsklasse: XC3

Minstdruckfestigkeitsklasse: für XC3 --> C20/25

Angenommen: C25/30

Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung: $c_{min,dur} = 20\text{mm}$

Mindestbetondeckung: $c_{min} = \max(c_{min,dur}; 10\text{mm}) = 20\text{mm}$

Vorhaltemaß: $\Delta c_{dev} = 15\text{mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35\text{mm}$

4.1.3 Betondeckung wegen Brandschutz

Für zweiachsig gespannte Platte gilt:

REI120 --> $a = 25\text{mm}$ von der Stabachse zur Betonoberfläche

erfüllt für $c_{nom} = 35\text{mm}$ und Stabdurchmesser 16mm



4.2 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Das Gebäude liegt über dem Grundwasserspiegel. Für die Fundamentplatte gilt die Begrenzung der zulässigen Rissbreite bis auf 0,3mm.

Mindestbewehrung Richtung X (zul. Rissbreite 0,3mm)

Erlaubte Rissbreite $w_k := 0,3 \text{ mm}$

Plattenstärke $h := 25 \text{ cm}$

Breite des analysierten Bereichs $b := 100 \text{ cm}$

Betondeckung $c := 5,1 \text{ cm}$

Stabdurchmesser $d_s := 12 \text{ mm}$

Betonfestigkeitsklasse C25/30
 $f_{ok} := 25 \text{ MPa}$

Berechnungen im Zustand nach 3 Tagen $t := 3$
 $\alpha := 1$

Zement CEM 32.5 R

$s := 0,25$

Bewehrung $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

$$A_{ds} := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$f_{otm} := 0,3 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{f_{ok}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_{\sigma\sigma} := e^{\left(s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right)} = 59,824 \%$$

$$f_{otmb} := \beta_{\sigma\sigma}^\alpha \cdot f_{otm} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$f_{otbef} := f_{otmb} = 1,53 \text{ MPa}$$

k der Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen, die zum Abbau von Zwang führen:

= 1,0 für Stege mit $h \leq 300 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;

= 0,65 für Stege mit $h \geq 800 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen über 800 mm;

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden;

$$k := \text{if } h \leq 300 \text{ mm} \text{ then } 1,0 \text{ else if } h \geq 800 \text{ mm} \text{ then } 0,65 \text{ else } 1 - \left(\frac{0,35}{500 \text{ mm}} \right) \cdot (h - 300 \text{ mm})$$

$$k := 0,8 \cdot k = 0,8$$

$$k_\sigma := 1,0$$

$$d := h - c - \frac{d_s}{2} = 193 \text{ mm}$$

$$h_{ox} := 0,5 \cdot h$$

$$d_{s1_star} := d_s \cdot \frac{8 \cdot (h - d) \cdot 2,9 \text{ MPa}}{k_o \cdot k \cdot h_{ox} \cdot f_{oteff}} = 103,42 \text{ mm}$$

$$d_{s2_star} := d_s \cdot \frac{2,9 \text{ MPa}}{f_{oteff}} = 22,68 \text{ mm}$$

$$\sigma_{s1} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s1_star}}} \text{ MPa} = 100,47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s2_star}}} \text{ MPa} = 214,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \max \left(\begin{bmatrix} \sigma_{s1} \\ \sigma_{s2} \end{bmatrix} \right) = 214,56 \text{ MPa}$$

$$d_1 := h - d$$

$$\frac{h}{d_1} = 4,39$$

$$h_{oedd_to_d1} := \text{if } \frac{h}{d_1} \leq 5 \quad = 5,48$$

$$1,25 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

$$\text{if } \frac{h}{d_1} \leq 30$$

$$2 + 0,1 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

$$5$$

$$h_{oeff} := h_{oedd_to_d1} \cdot d_1 = 31,25 \text{ cm}$$

$$\frac{h_{oeff}}{d_1} = 5,48$$

$$A_{ot} := 0,5 \cdot b \cdot h = 1250 \text{ cm}^2$$

$$A_{oeff} := h_{oeff} \cdot b = 3125 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} := \frac{k_o \cdot k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{\sigma_s} = 7,15 \text{ cm}^2$$



$$A_{s2} := \frac{f_{oteff} \cdot A_{oeff}}{\sigma_s} = 22,35 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} := \frac{k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{f_{yk}} = 3,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{s23} := \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) = 22,35 \text{ cm}^2$$

$$A_{sref} := \min \left(\begin{pmatrix} A_{s1} \\ \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) \end{pmatrix} \right) = 7,15 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Bewehrung

gemäß 7.3.2 NA.6 $A_{sref} := A_{sref} \cdot 0,85 = 6,08 \text{ cm}^2$

$$n_{max} := \frac{A_{sref}}{A_{ds}} = 5,3751$$

Maximaler Stababstand

$$s_{max} := \frac{100 \text{ cm}}{\frac{A_{sref}}{A_{ds}}} = 18,6 \text{ cm}$$

#12/150mm



Mindestbewehrung Richtung Y (zul. Rissbreite 0,3mm)

Erlaubte Rissbreite $w_k := 0,3 \text{ mm}$

Plattenstärke $h := 25 \text{ cm}$

Breite des analysierten Bereichs $b := 100 \text{ cm}$

Betondeckung $c := 3,5 \text{ cm}$

Stabdurchmesser $d_s := 12 \text{ mm}$

Betonfestigkeitsklasse C25/30
 $f_{ok} := 25 \text{ MPa}$

Berechnungen im Zustand nach 3 Tagen $t := 3$
 $\alpha := 1$

Zement CEM 32.5 R

$s := 0,25$

Bewehrung $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

$$A_{ds} := \frac{n \cdot d_s^2}{4} = 1,13 \text{ cm}^2$$

$$f_{otm} := 0,3 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{f_{ok}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_{oo} := e^{\left(s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right)} = 59,824 \%$$

$$f_{otmb} := \beta_{oo}^{\alpha} \cdot f_{otm} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$f_{obeff} := f_{otmb} = 1,53 \text{ MPa}$$

k der Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen, die zum Abbau von Zwang führen:

= 1,0 für Stege mit $h \leq 300 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;

= 0,65 für Stege mit $h \geq 800 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen über 800 mm;

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden;

$$k := \text{if } h \leq 300 \text{ mm} \\ 1,0 \\ \text{else} \\ \text{if } h \geq 800 \text{ mm} \\ 0,65 \\ \text{else} \\ 1 - \left(\frac{0,35}{500 \text{ mm}} \right) \cdot (h - 300 \text{ mm})$$

$$k := 0,8 \cdot k = 0,8$$

$$k_o := 1,0$$

$$d := h - c - \frac{d_s}{2} = 209 \text{ mm}$$

$$h_{ox} := 0,5 \cdot h$$

$$d_{s1_star} := d_s \cdot \frac{8 \cdot (h - d) \cdot 2,9 \text{ MPa}}{k_o \cdot k \cdot h_{ox} \cdot f_{oteff}} = 74,39 \text{ mm}$$

$$d_{s2_star} := d_s \cdot \frac{2,9 \text{ MPa}}{f_{oteff}} = 22,68 \text{ mm}$$

$$\sigma_{s1} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s1_star}}} \text{ MPa} = 118,47 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s2_star}}} \text{ MPa} = 214,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \max \left(\begin{bmatrix} \sigma_{s1} \\ \sigma_{s2} \end{bmatrix} \right) = 214,56 \text{ MPa}$$

$$d_1 := h - d$$

$$\frac{h}{d_1} = 6,1$$

$$h_{oedd_to_d1} := \begin{cases} \text{if } \frac{h}{d_1} \leq 5 & = 2,61 \\ 1,25 \cdot \frac{h}{d_1} & \\ \text{else} & \\ \text{if } \frac{h}{d_1} \leq 30 & \\ 2 + 0,1 \cdot \frac{h}{d_1} & \\ \text{else} & \\ 5 & \end{cases}$$

$$h_{oeff} := h_{oedd_to_d1} \cdot d_1 = 10,7 \text{ cm}$$

$$\frac{h_{oeff}}{d_1} = 2,61$$

$$A_{ot} := 0,5 \cdot b \cdot h = 1250 \text{ cm}^2$$

$$A_{oeff} := h_{oeff} \cdot b = 1070 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} := \frac{k_o \cdot k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{\sigma_s} = 7,15 \text{ cm}^2$$



$$A_{s2} := \frac{f_{cteff} \cdot A_{ceff}}{\sigma_s} = 7,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} := \frac{k \cdot f_{cteff} \cdot A_{ob}}{f_{yk}} = 3,07 \text{ cm}^2$$

$$A_{s23} := \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) = 7,65 \text{ cm}^2$$

$$A_{sref} := \min \left(\begin{pmatrix} A_{s1} \\ \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) \end{pmatrix} \right) = 7,15 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Bewehrung

$$\text{gemäß 7.3.2 NA.6} \quad A_{sref} := A_{sref} \cdot 0,85 = 6,08 \text{ cm}^2$$

$$n_{max} := \frac{A_{sref}}{A_{ds}} = 5,3751$$

Maximaler Stababstand

$$s_{max} := \frac{100 \text{ cm}}{\frac{A_{sref}}{A_{ds}}} = 18,6 \text{ cm}$$

#12/150mm



4.3 Statisches System

Beton C25/30

Betonstahl B500B

Plattendicke: 25cm

Expositionsklasse: XA1, XC3

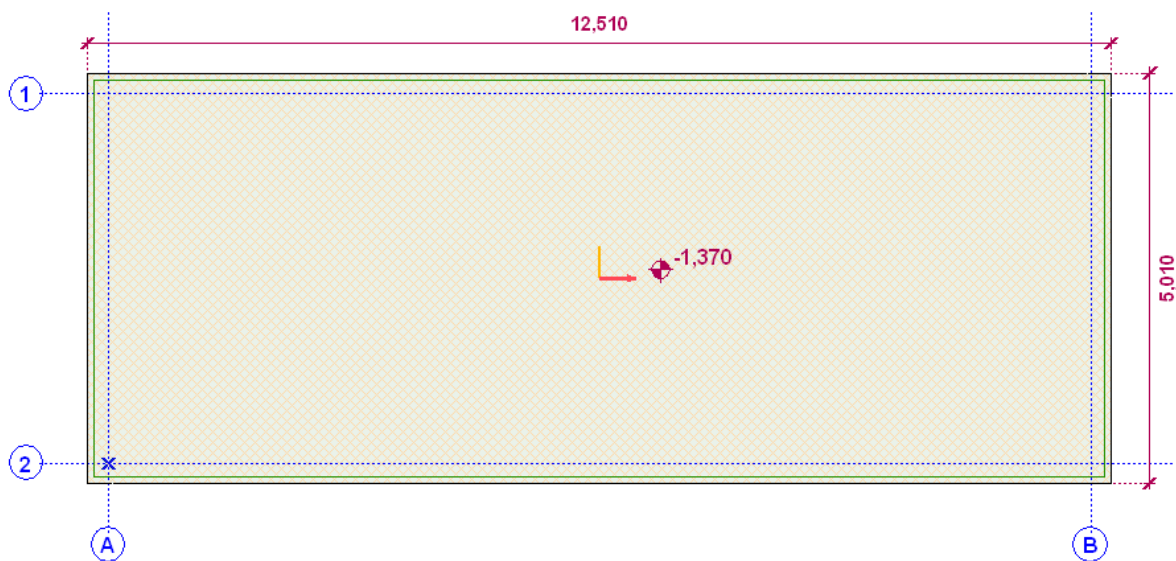


Abbildung 3: Fundamentplatte - statisches System

Tabelle 1: Parameter des Bereichauflagers

Bereich	Typ	Fläche [m ²]	K _x [kN/m/m ²]	K _y [kN/m/m ²]	K _z [kN/m/m ²]
1	⊕ Schale	62,675	3,33E+4	3,33E+4	1E+4

4.4 Direkt wirkende Belastung

Lastwerte gem. Abs. 2.1 und 2.2.



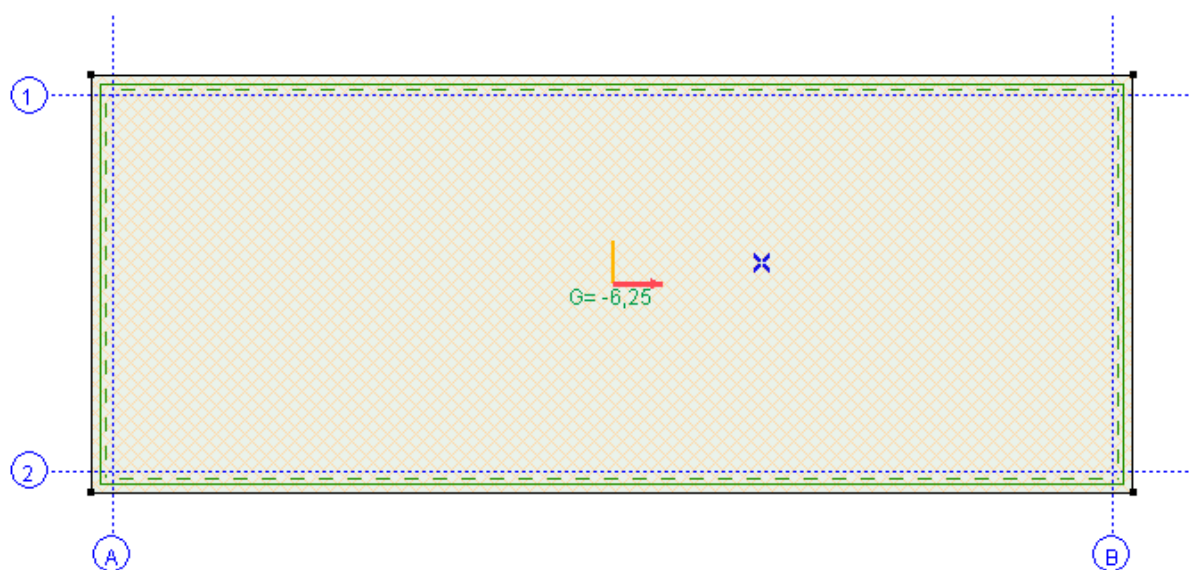


Abbildung 4: Eigengewicht

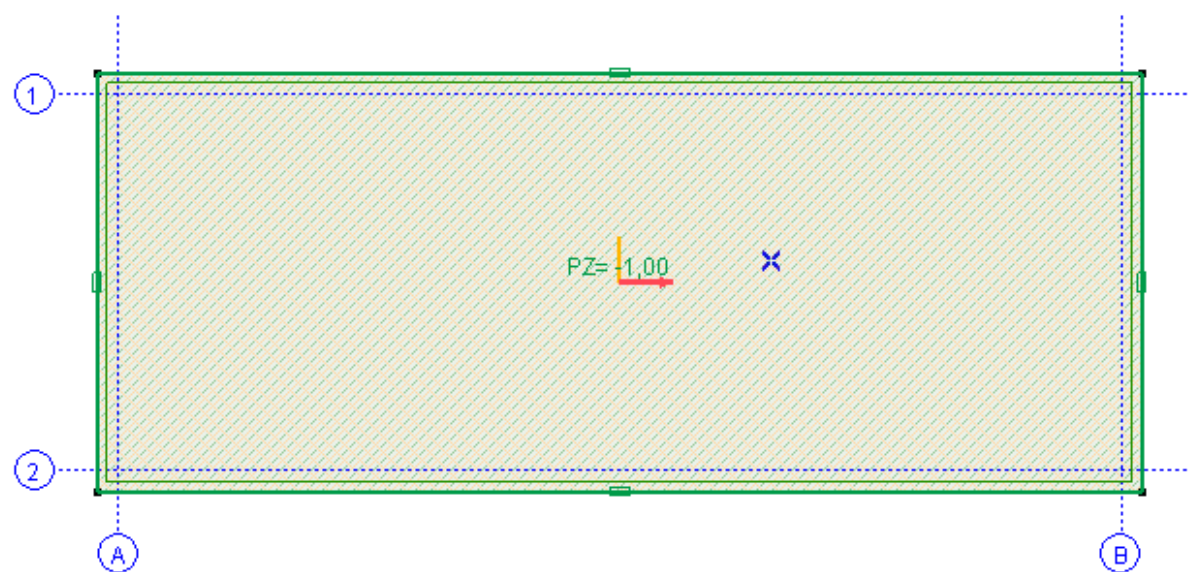


Abbildung 5: Ausbau last Doppelboden



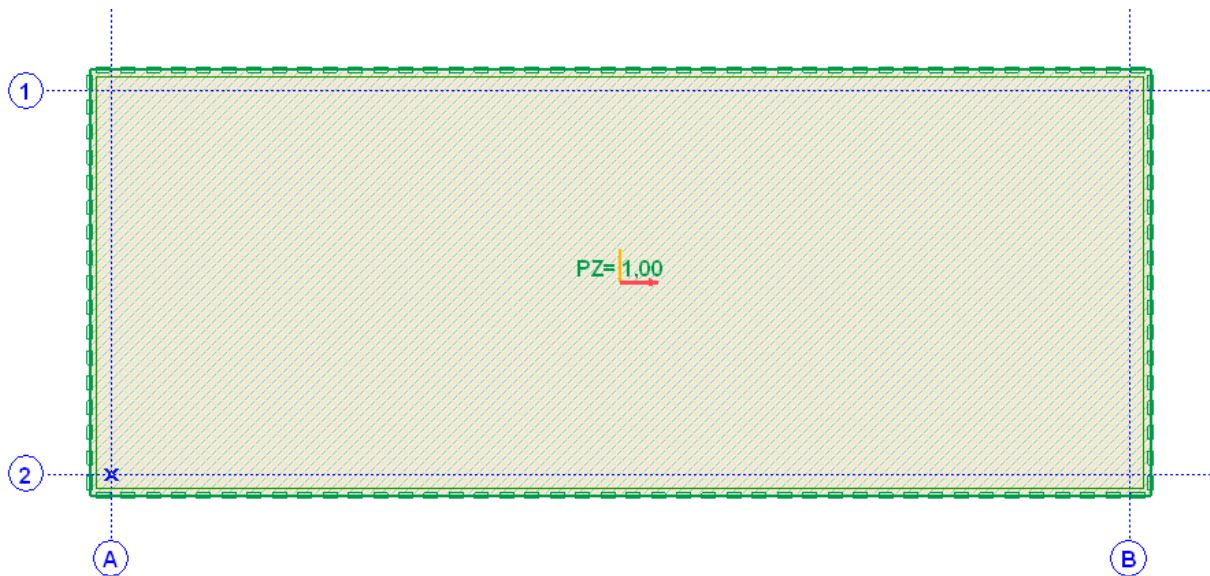


Abbildung 6: Grundwasserdruck

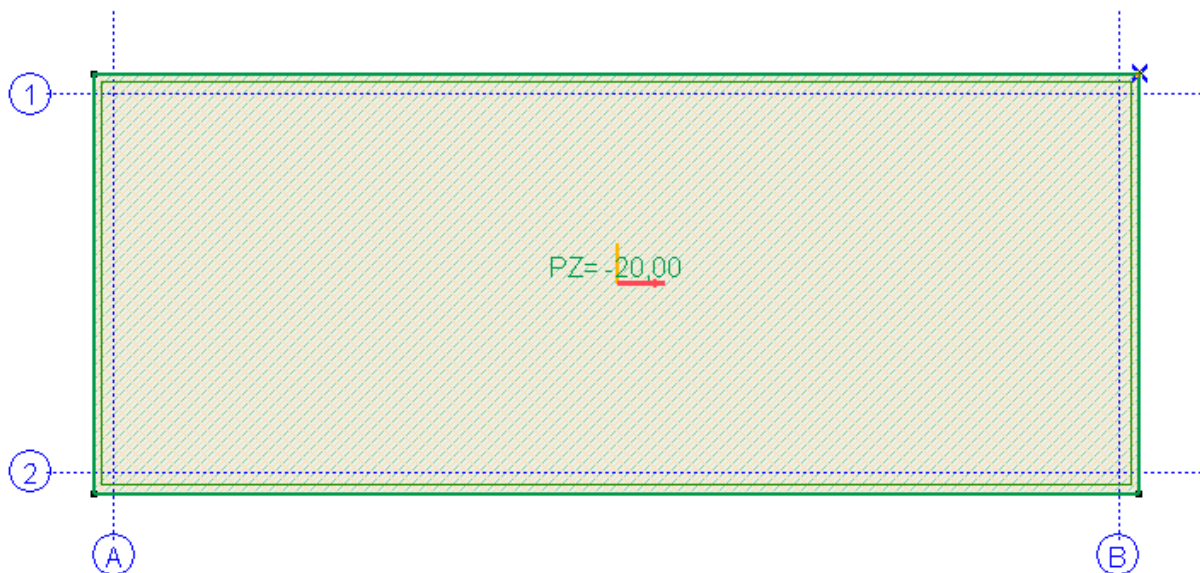


Abbildung 7: Nutzlast

4.5 Indirekt wirkende Belastung

Lasten, die indirekt auf die Fundamentplatte einwirken, d. h. die Schneelast auf dem Dach, das Eigengewicht der Decke und der Mauerwerkswänden wurden durch das Berechnungsprogramm Axis VM X7 automatisch auf Basis des 3D-Berechnungsmodells ermittelt, das die oben genannten Einwirkungen berücksichtigte. Diese Belastung wurde unter Berücksichtigung der Kombinatorik auf die Fundamentplatte eingeleitet.

Lastwerte der berücksichtigten Lasten gemäß Abs. 2.1 und 2.2.



4.6 Lastgruppen Fundamentplatte

Die Lasten wurden in folgende Lastgruppen aufgeteilt. Jede Nutzlast kann getrennt oder zusammen mit anderen Nutzlasten wirken.

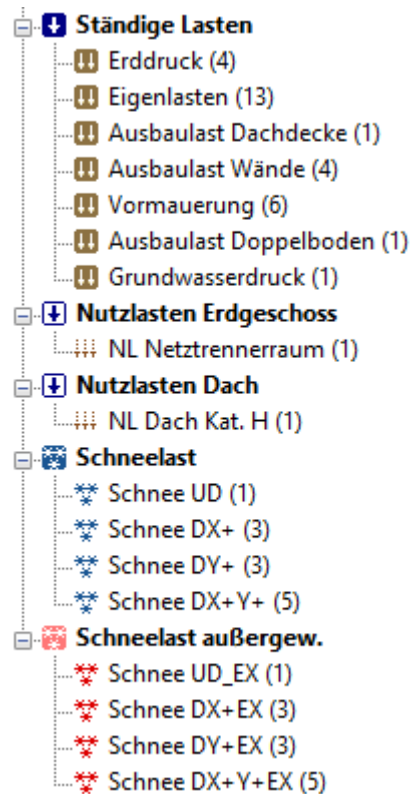


Tabelle 2: Lastgruppenparameter Fundamentplatte

Lastgruppen (Eurocode-D)										
Gruppe	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additive	
1 Ständige Lasten	Ständig	1,350	1,000						✓	
2 Nutzlasten Erdgeschoss	Veränderlich				1,500	1,000	0,900	0,800	✓	
3 Nutzlasten Dach	Veränderlich				1,500	0	0	0	✓	
4 Schneelast	Schnee				1,500	0,500	0,200	0		
5 Schneelast außergew.	Aussergewöhnlicher Schnee									

Die Lastgruppenkombinationen wurden nach DIN EN1990 mit Berücksichtigung der Psi-Faktoren gebildet.

Alle berechneten maßgebenden Kombinationen aus Lastgruppen befinden sich in der Anlage 3 „Lastkombinationen zur Bemessung der Fundamentplatte“.

4.7 Bemessung der Fundamentplatte

4.7.1 Bemessungsparameter

Die allgemeinen Parameter der Bereichsbewehrung wurden in folgenden Tabelle dargestellt.



Tabelle 3: Parameter der Bereichsbewehrung

	Beton	Betonstahl	Bauwerks- klasse	Dicke [mm]	Pos.	Expositions- klasse	c [mm]	\varnothing_x [mm]	\varnothing_y [mm]
1	C25/30	B500B	S3	250	↑	XC3	35	12	12
					↓	XC3	35	12	12

Für das ganze Bereich gilt die Begrenzung der zulässigen Rissbreite bis auf 0,2mm unten und 0,3mm oben Oberfläche.

4.7.2 Berechnete innere Biegemomente und Flächenauflagerkraft

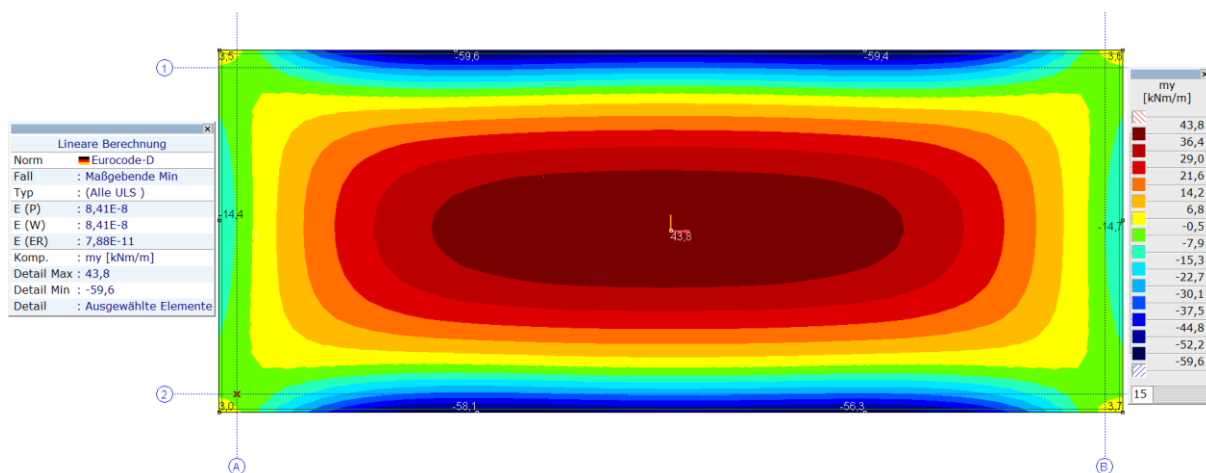


Abbildung 8: Das minimale Biegemoment um lokale x-Richtung (my)

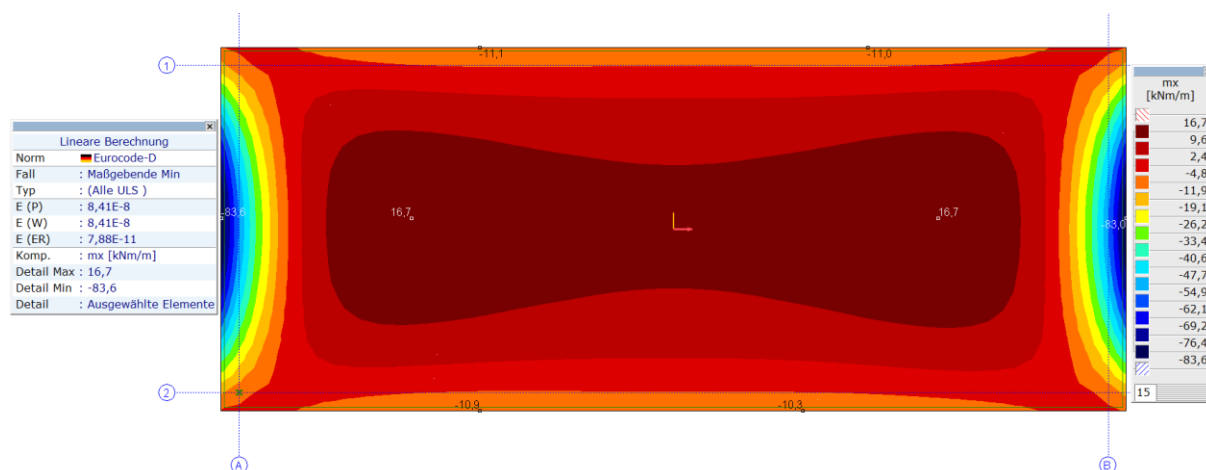


Abbildung 9: Das minimale Biegemoment um lokale y-Richtung (mx)

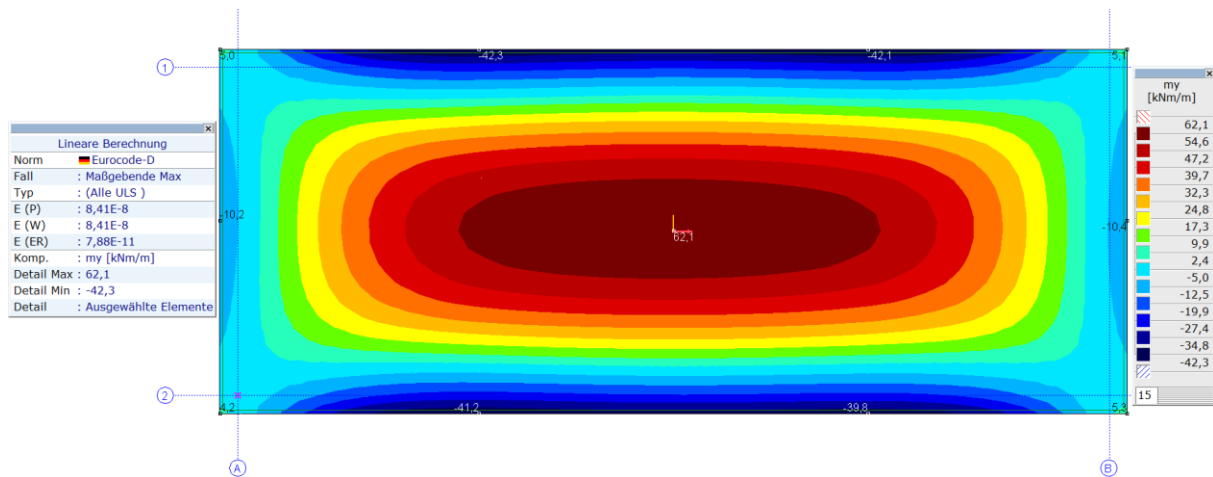


Abbildung 10: Das maximale Biegemoment um lokale x-Richtung (my)

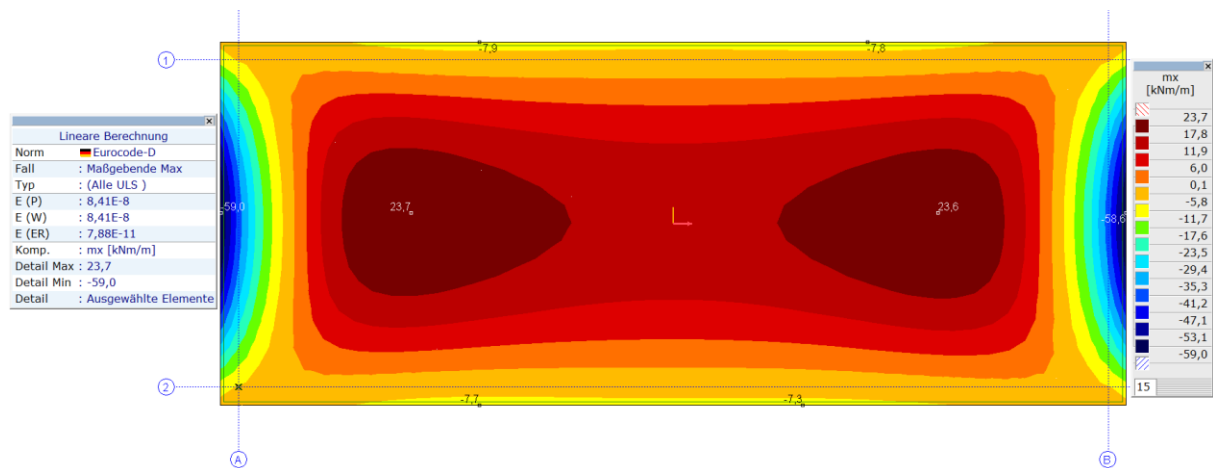


Abbildung 11: Das maximale Biegemoment um lokale y-Richtung (mx)

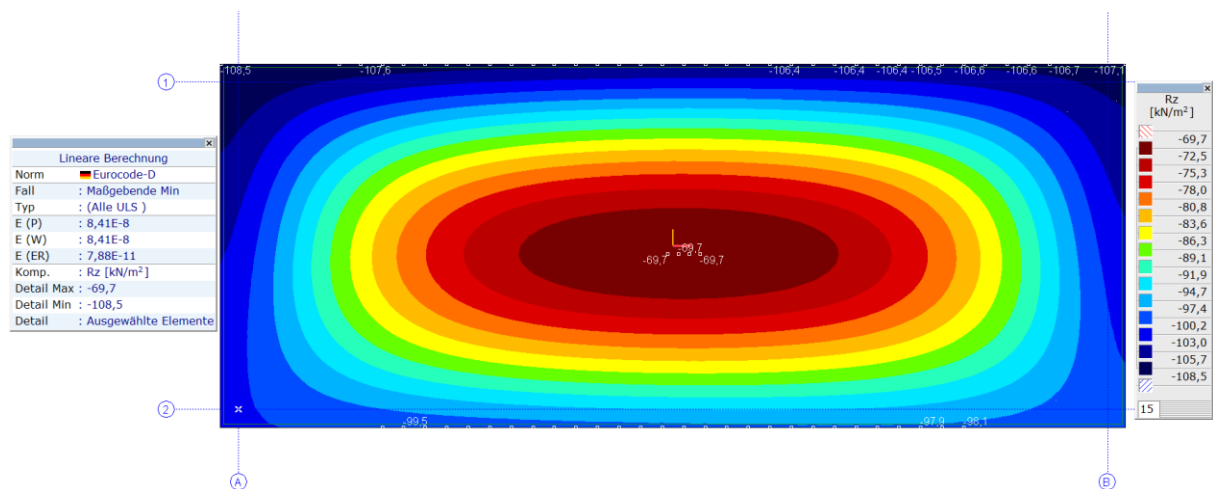


Abbildung 12: Minimale Flächenauflagerkraft unter der Fundamentplatte



Die Sohlspannung darf gem. des Geotechnischen Untersuchungsberichts nicht größer als 420 kN/m^2 sein. Die extreme berechnete Sohlspannung beträgt 109 kN/m^2 und erfüllt somit die oben angegebene Begrenzung.

4.7.3 Berechnete Bewehrung

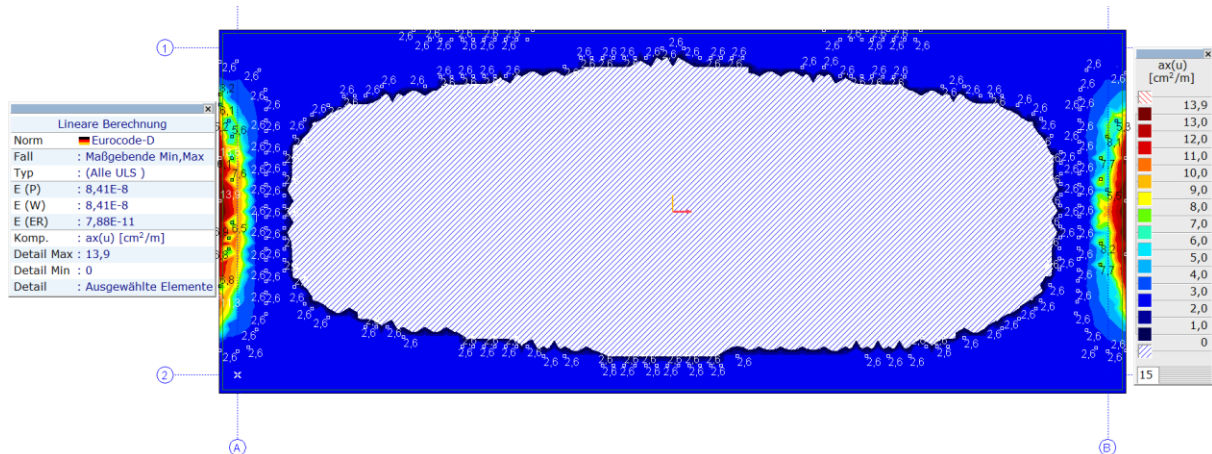


Abbildung 13: Berechnete untere Bewehrung in lokaler x-Richtung $ax(u)$

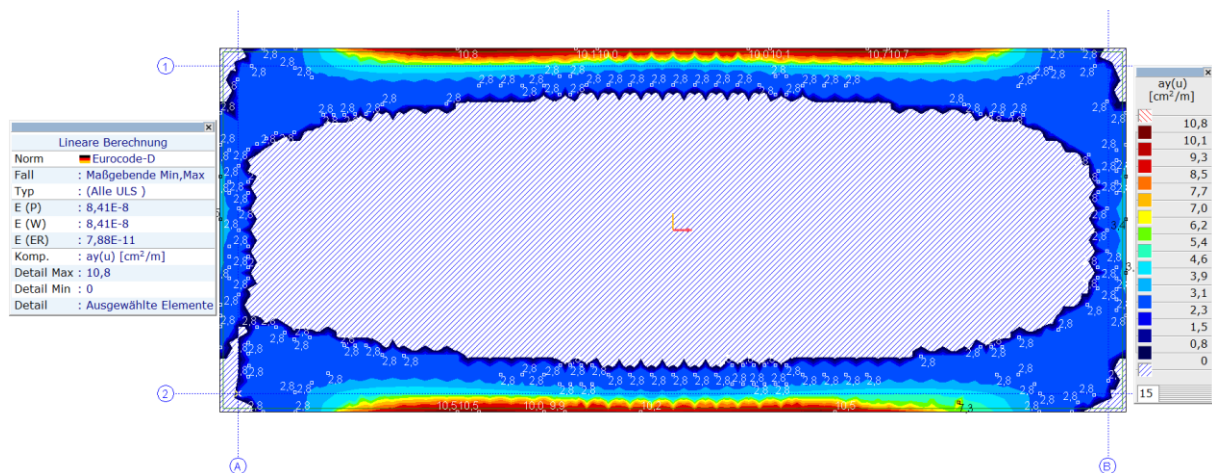


Abbildung 14: Berechnete untere Bewehrung in lokaler y-Richtung $ay(u)$

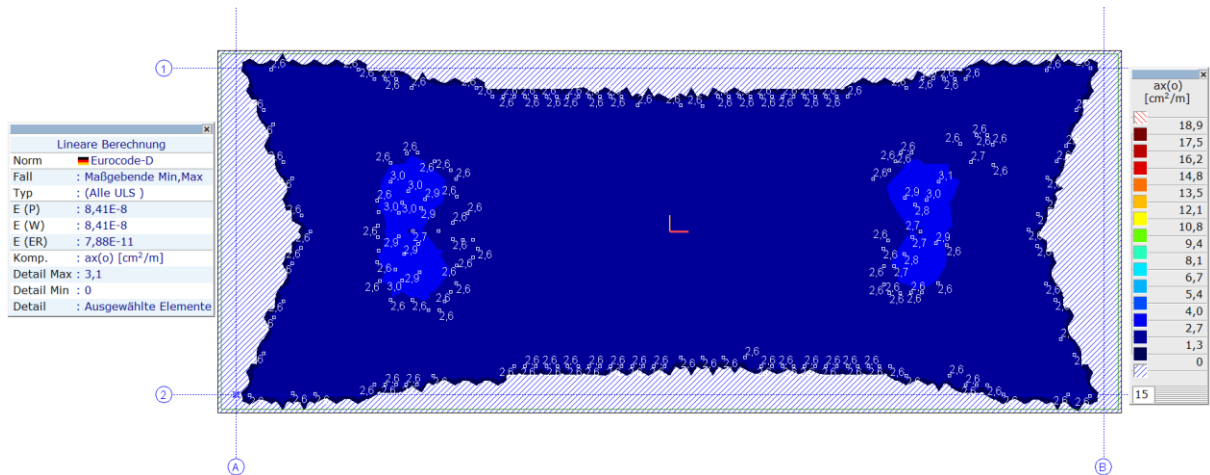


Abbildung 15: Berechnete obere Bewehrung in lokaler x-Richtung ax(o)

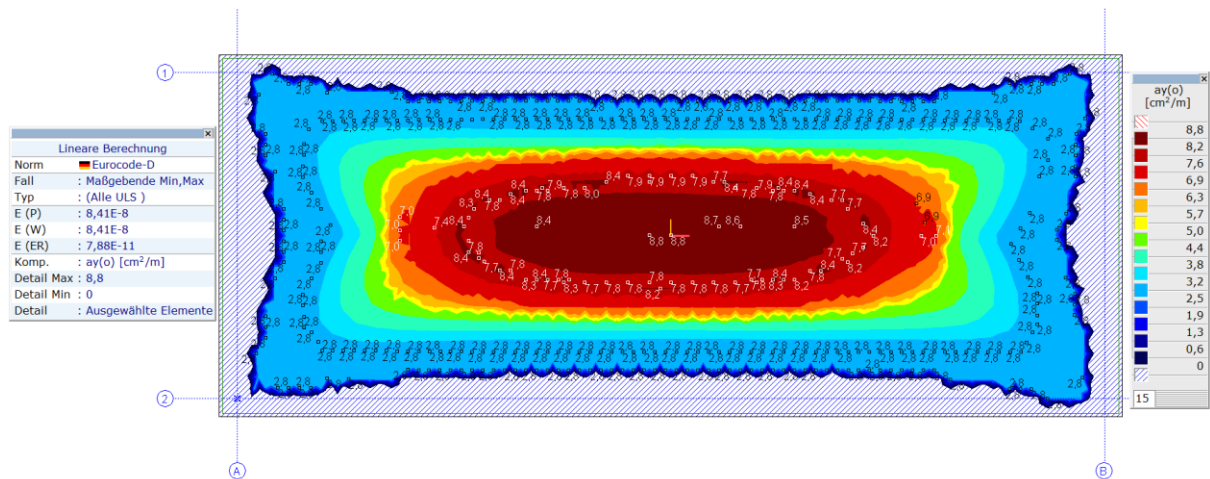


Abbildung 16: Berechnete obere Bewehrung in lokaler y-Richtung ay(o)

4.7.4 Entworfenere Bewehrung

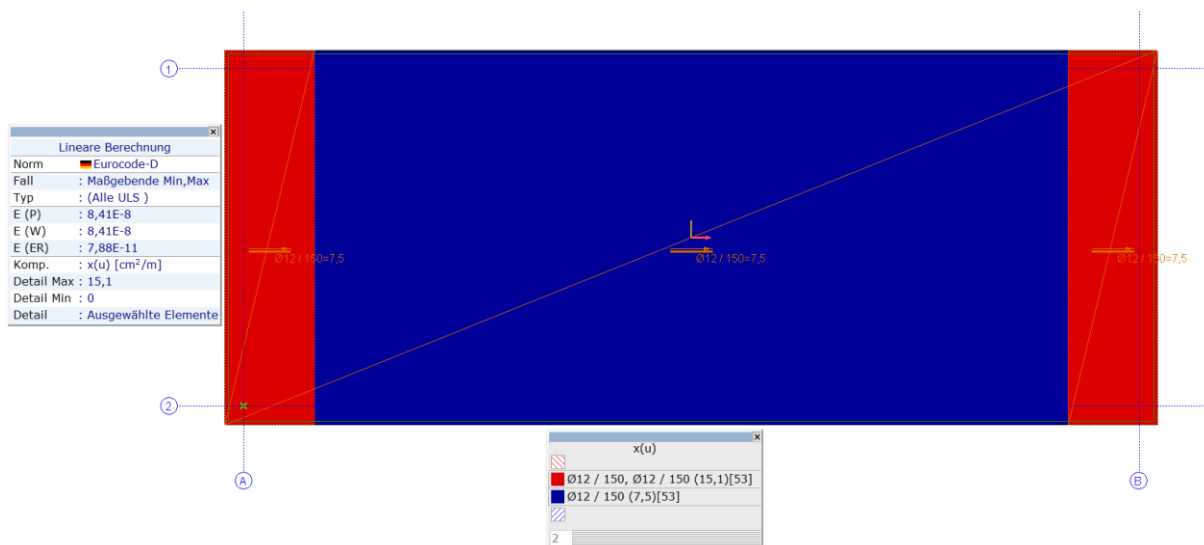


Abbildung 17: Entworfenere untere Bewehrung in lokaler x-Richtung

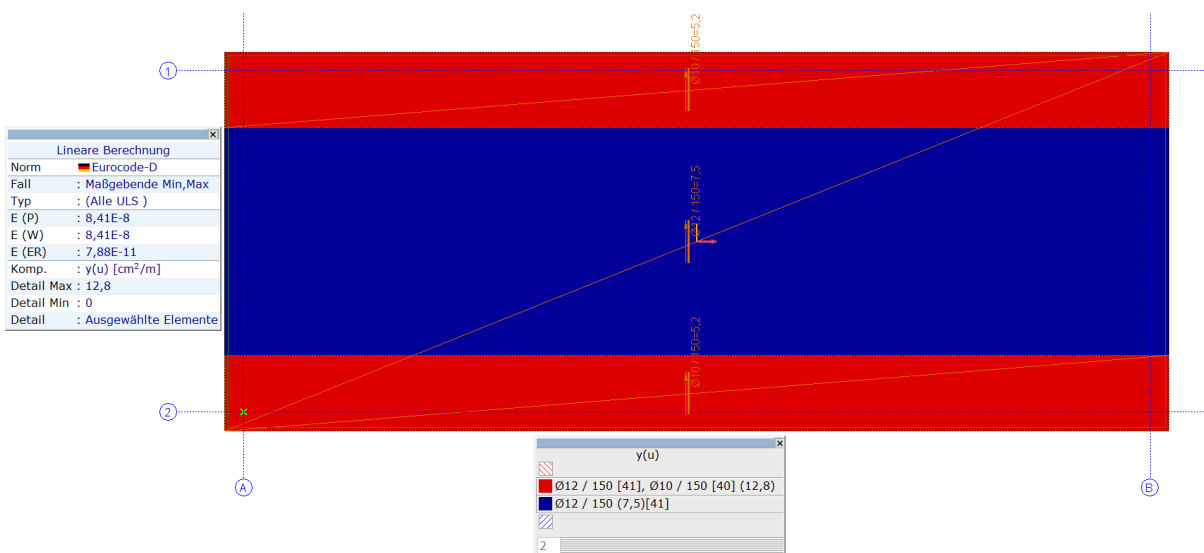


Abbildung 18: Entworfenere untere Bewehrung in lokaler y-Richtung



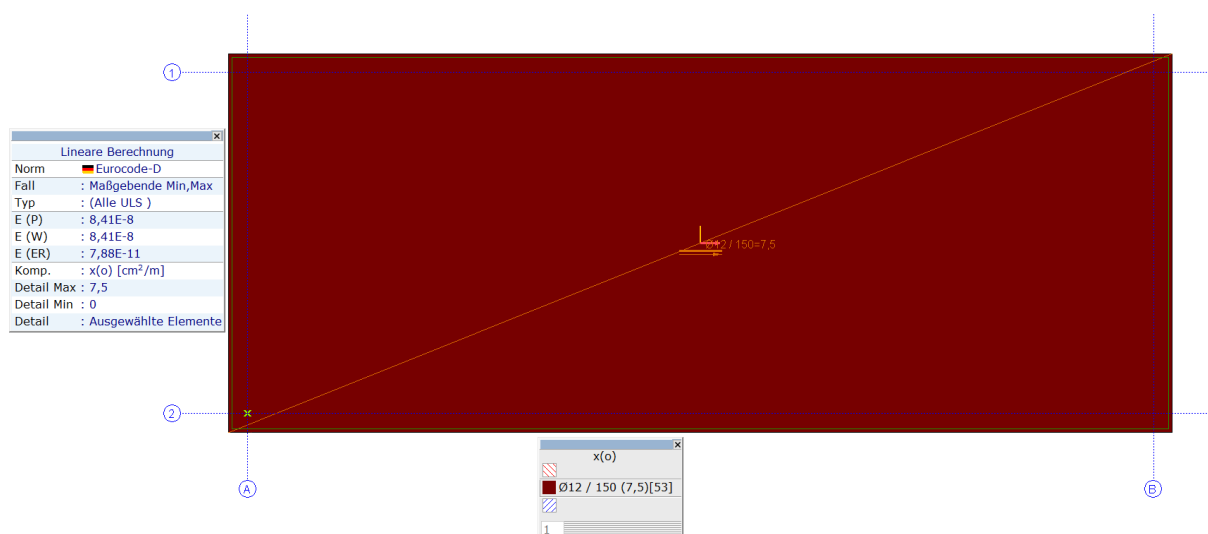


Abbildung 19: Entworfenere obere Bewehrung in lokaler x-Richtung

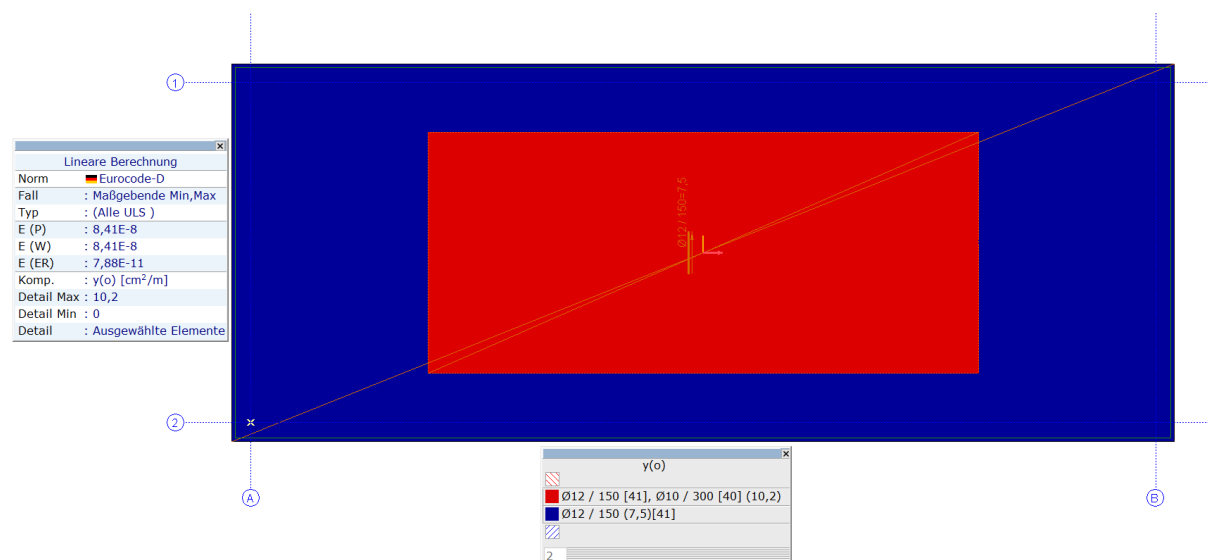


Abbildung 20: Entworfenere obere Bewehrung in lokaler y-Richtung

4.7.5 Vertikale Plattenverschiebung

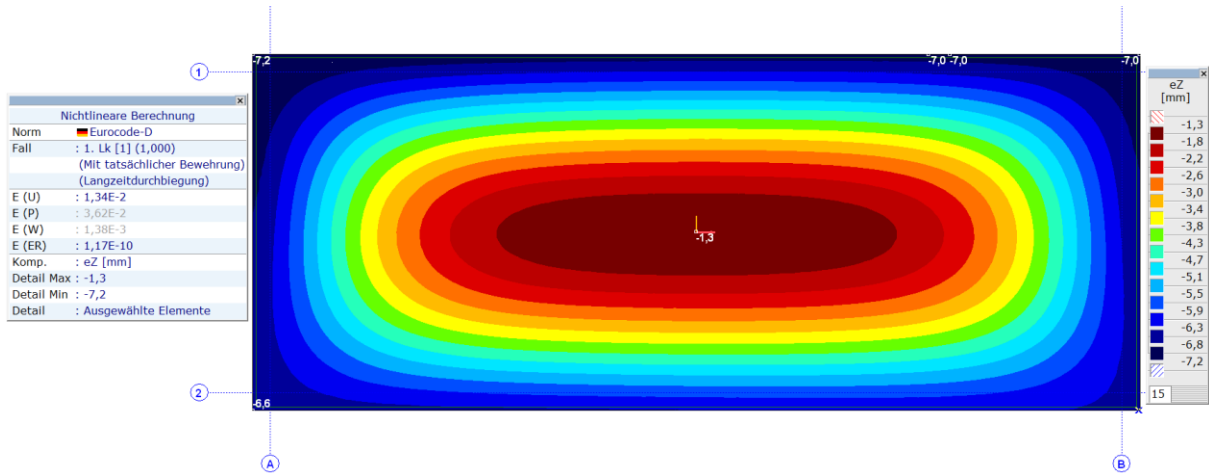


Abbildung 21: Vertikale Plattenverschiebung im gerissenen Zustand

Berechnete Plattenverschiebung $e_z = 7\text{mm} < a_{\text{lim}} = 5010 / 300 = 17\text{mm} \rightarrow$ **erfüllt**

4.7.6 Rissbreiten

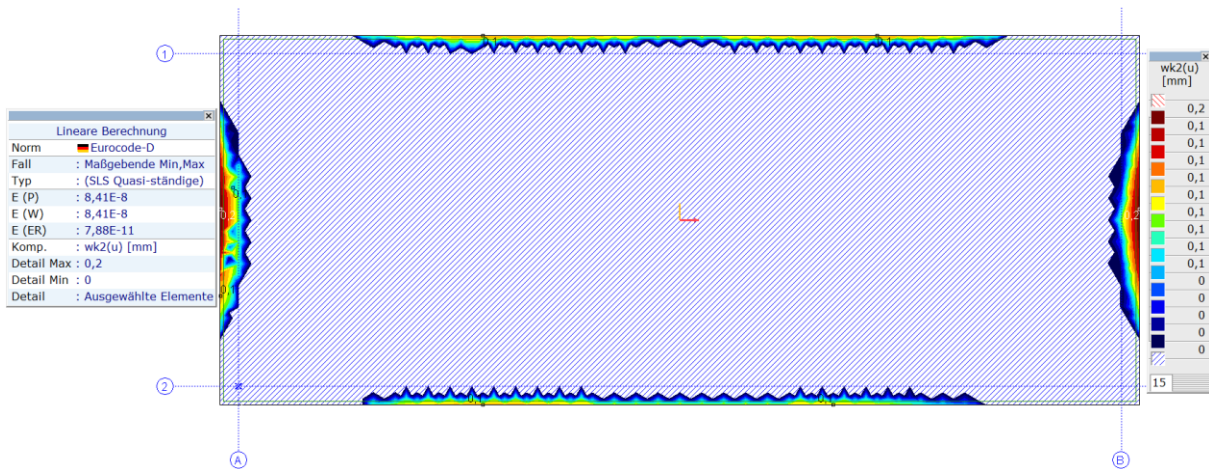


Abbildung 22: Rissbreiten an der unteren Oberfläche

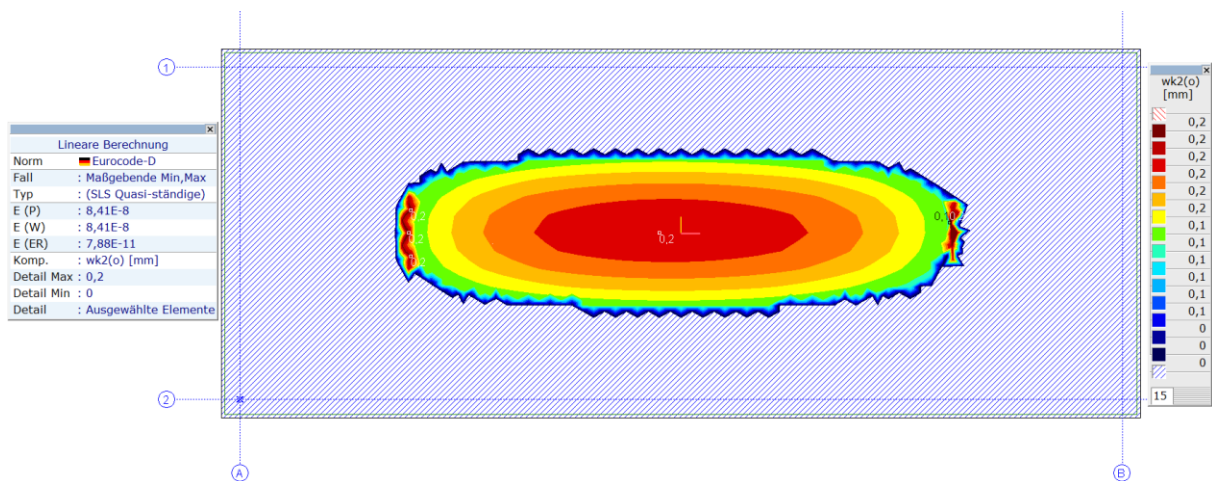


Abbildung 23: Rissbreiten an der oberen Oberfläche

Die berechneten Rissbreiten **erfüllen** die im Abs. 4.7.1 auferlegten Beschränkungen.

5 POSITION: FUNDAMENTWÄNDE

5.1 Betondeckung

Angenommene Anforderungsklasse: S3

5.1.1 Betondeckung Fundamentwand im Kontakt mit Boden

Expositionsklasse: XA1, XC3

Minstdruckfestigkeitsklasse: für XA1 --> C25/30

für XC3 --> C20/25

Angenommen: C25/30

Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung: $c_{min,dur} = 20mm$

Mindestbetondeckung: $c_{min} = \max(c_{min,dur}; 10mm) = 20mm$

Vorhaltemaß: $\Delta c_{dev} = 15mm$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35mm$

5.1.2 Betondeckung Fundamentwand ohne Kontakt mit Boden

Expositionsklasse: XC3

Minstdruckfestigkeitsklasse: für XC3 --> C20/25

Angenommen: C25/30

Mindestbetondeckung aus Dauerhaftigkeitsanforderung: $c_{min,dur} = 20mm$

Mindestbetondeckung: $c_{min} = \max(c_{min,dur}; 10mm) = 20mm$

Vorhaltemaß: $\Delta c_{dev} = 15mm$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35mm$

5.1.3 Betondeckung wegen Brandschutz

Für zweiachsig gespannte Platte gilt:

REI120 --> $a = 25mm$ von der Stabachse zur Betonoberfläche

erfüllt für $c_{nom} = 35mm$ und Stabdurchmesser 16mm

5.2 Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite

Das Gebäude liegt über dem Grundwasserspiegel. Für die Fundamentwände gilt die Begrenzung der zulässigen Rissbreite bis auf 0,3mm.



Mindestbewehrung horizontal (zul. Rissbreite 0,3mm)

Erlaubte Rissbreite $w_k := 0,3 \text{ mm}$

Plattenstärke $h := 50 \text{ cm}$

Breite des analysierten Bereichs $b := 100 \text{ cm}$

Betondeckung $c := 5,1 \text{ cm}$

Stabdurchmesser $d_s := 16 \text{ mm}$

Betonfestigkeitsklasse C25/30
 $f_{ok} := 25 \text{ MPa}$

Berechnungen im Zustand nach 3 Tagen $t := 3$
 $\alpha := 1$

Zement CEM 32.5 R

$s := 0,25$

Bewehrung $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

$$A_{ds} := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$f_{otm} := 0,3 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{f_{ok}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_{\sigma\sigma} := e^{\left(s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right)} = 59,824 \%$$

$$f_{otmb} := \beta_{\sigma\sigma}^\alpha \cdot f_{otm} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$f_{oteff} := f_{otmb} = 1,53 \text{ MPa}$$

k der Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen, die zum Abbau von Zwang führen:

= 1,0 für Stege mit $h \leq 300 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;

= 0,65 für Stege mit $h \geq 800 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen über 800 mm;

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden;

$$k := \text{if } h \leq 300 \text{ mm} \\ 1,0 \\ \text{else} \\ \text{if } h \geq 800 \text{ mm} \\ 0,65 \\ \text{else} \\ 1 - \left(\frac{0,35}{500 \text{ mm}} \right) \cdot (h - 300 \text{ mm})$$

$$k := 0,8 \cdot k = 0,69$$

$$k_\sigma := 1,0$$



$$d := h - c - \frac{d_s}{2} = 441 \text{ mm}$$

$$h_{ox} := 0,5 \cdot h$$

$$d_{s1_star} := d_s \cdot \frac{8 \cdot (h - d) \cdot 2,9 \text{ MPa}}{k_\sigma \cdot k \cdot h_{ox} \cdot f_{oteff}} = 82,98 \text{ mm}$$

$$d_{s2_star} := d_s \cdot \frac{2,9 \text{ MPa}}{f_{oteff}} = 30,24 \text{ mm}$$

$$\sigma_{s1} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s1_star}}} \text{ MPa} = 112,17 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2} := \sqrt{v_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s2_star}}} \text{ MPa} = 185,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \max \left(\begin{bmatrix} \sigma_{s1} \\ \sigma_{s2} \end{bmatrix} \right) = 185,81 \text{ MPa}$$

$$d_1 := h - d$$

$$\frac{h}{d_1} = 8,47$$

$$h_{oedd_to_d1} := \text{if } \frac{h}{d_1} \leq 5 \quad = 2,85$$

$$1,25 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

$$\text{if } \frac{h}{d_1} \leq 30$$

$$2 + 0,1 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

5

$$h_{oeff} := h_{oedd_to_d1} \cdot d_1 = 16,8 \text{ cm}$$

$$\frac{h_{oeff}}{d_1} = 2,85$$

$$A_{ot} := 0,5 \cdot b \cdot h = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_{oeff} := h_{oeff} \cdot b = 1680 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} := \frac{k_\sigma \cdot k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{\sigma_s} = 14,2 \text{ cm}^2$$



$$A_{s2} := \frac{f_{oteff} \cdot A_{oeff}}{\sigma_s} = 13,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} := \frac{k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{f_{yk}} = 5,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s23} := \max \left(\begin{bmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{bmatrix} \right) = 13,87 \text{ cm}^2$$

$$A_{sref} := \min \left(\begin{bmatrix} A_{s1} \\ \max \left(\begin{bmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{bmatrix} \right) \end{bmatrix} \right) = 13,87 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Bewehrung

gemäß 7.3.2 NA.6 $A_{sref} := A_{sref} \cdot 0,85 = 11,79 \text{ cm}^2$

$$n_{\max} := \frac{A_{sref}}{A_{ds}} = 5,8652$$

Maximaler Stababstand

$$s_{\max} := \frac{100 \text{ cm}}{\frac{A_{sref}}{A_{ds}}} = 17,05 \text{ cm}$$

#16/150mm



Mindestbewehrung vertikal (zul. Rissbreite 0,3mm)

Erlaubte Rissbreite $w_k := 0,3 \text{ mm}$

Plattenstärke $h := 50 \text{ cm}$

Breite des analysierten Bereichs $b := 100 \text{ cm}$

Betondeckung $c := 3,5 \text{ cm}$

Stabdurchmesser $d_s := 16 \text{ mm}$

Betonfestigkeitsklasse C25/30
 $f_{ok} := 25 \text{ MPa}$

Berechnungen im Zustand nach 3 Tagen $t := 3$
 $\alpha := 1$

Zement CEM 32.5 R
 $s := 0,25$

Bewehrung $f_{yk} := 500 \text{ MPa}$

$$A_{ds} := \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} = 2,01 \text{ cm}^2$$

$$f_{otm} := 0,3 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{f_{ok}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$\beta_{os} := e^{\left(s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right)} = 59,824 \%$$

$$f_{otmb} := \beta_{os}^{\alpha} \cdot f_{otm} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$f_{oteff} := f_{otmb} = 1,53 \text{ MPa}$$

k der Beiwert zur Berücksichtigung von nichtlinear verteilten Betonzugspannungen, die zum Abbau von Zwang führen:

= 1,0 für Stege mit $h \leq 300 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen unter 300 mm;

= 0,65 für Stege mit $h \geq 800 \text{ mm}$ oder Gurten mit Höhen über 800 mm;

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden;

$$k := \text{if } h \leq 300 \text{ mm} \quad 1,0 \\ \text{else} \\ \text{if } h \geq 800 \text{ mm} \quad 0,65 \\ \text{else} \\ 1 - \left(\frac{0,35}{500 \text{ mm}} \right) \cdot (h - 300 \text{ mm})$$

$$k := 0,8 \cdot k = 0,69$$

$$k_o := 1,0$$



$$d := h - c - \frac{d_s}{2} = 457 \text{ mm}$$

$$h_{ox} := 0,5 \cdot h$$

$$d_{s1_star} := d_s \cdot \frac{8 \cdot (h - d) \cdot 2,9 \text{ MPa}}{k_\sigma \cdot k \cdot h_{ox} \cdot f_{oteff}} = 60,48 \text{ mm}$$

$$d_{s2_star} := d_s \cdot \frac{2,9 \text{ MPa}}{f_{oteff}} = 30,24 \text{ mm}$$

$$\sigma_{s1} := \sqrt{w_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s1_star}}} \text{ MPa} = 131,39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s2} := \sqrt{w_k \cdot \frac{3,48 \cdot 10^6}{d_{s2_star}}} \text{ MPa} = 185,81 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s := \max \left(\begin{bmatrix} \sigma_{s1} \\ \sigma_{s2} \end{bmatrix} \right) = 185,81 \text{ MPa}$$

$$d_1 := h - d$$

$$\frac{h}{d_1} = 11,63$$

$$h_{oedd_to_d1} := \text{if } \frac{h}{d_1} \leq 5 \quad = 3,16$$

$$1,25 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

$$\text{if } \frac{h}{d_1} \leq 30$$

$$2 + 0,1 \cdot \frac{h}{d_1}$$

else

$$5$$

$$h_{oeff} := h_{oedd_to_d1} \cdot d_1 = 13,6 \text{ cm}$$

$$\frac{h_{oeff}}{d_1} = 3,16$$

$$A_{ot} := 0,5 \cdot b \cdot h = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_{oeff} := h_{oeff} \cdot b = 1360 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} := \frac{k_\sigma \cdot k \cdot f_{oteff} \cdot A_{ot}}{\sigma_s} = 14,2 \text{ cm}^2$$



$$A_{s2} := \frac{f_{steff} \cdot A_{eff}}{\sigma_s} = 11,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{s3} := \frac{k \cdot f_{steff} \cdot A_{st}}{f_{yk}} = 5,28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s23} := \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) = 11,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{sref} := \min \left(\begin{pmatrix} A_{s1} \\ \max \left(\begin{pmatrix} A_{s2} \\ A_{s3} \end{pmatrix} \right) \end{pmatrix} \right) = 11,23 \text{ cm}^2$$

Erforderliche Bewehrung

gemäß 7.3.2 NA.6 $A_{sref} := A_{sref} \cdot 0,85 = 9,55 \text{ cm}^2$

$$n_{max} := \frac{A_{sref}}{A_{ds}} = 4,748$$

Maximaler Stababstand

$$s_{max} := \frac{100 \text{ cm}}{\frac{A_{sref}}{A_{ds}}} = 21,06 \text{ cm}$$

#16/150mm

5.3 Statisches System

Beton C25/30

Betonstahl B500B

Wanddicke: 50cm

Expositionsklasse: äußere Oberfläche XA1, XC3

innere Oberfläche XC3



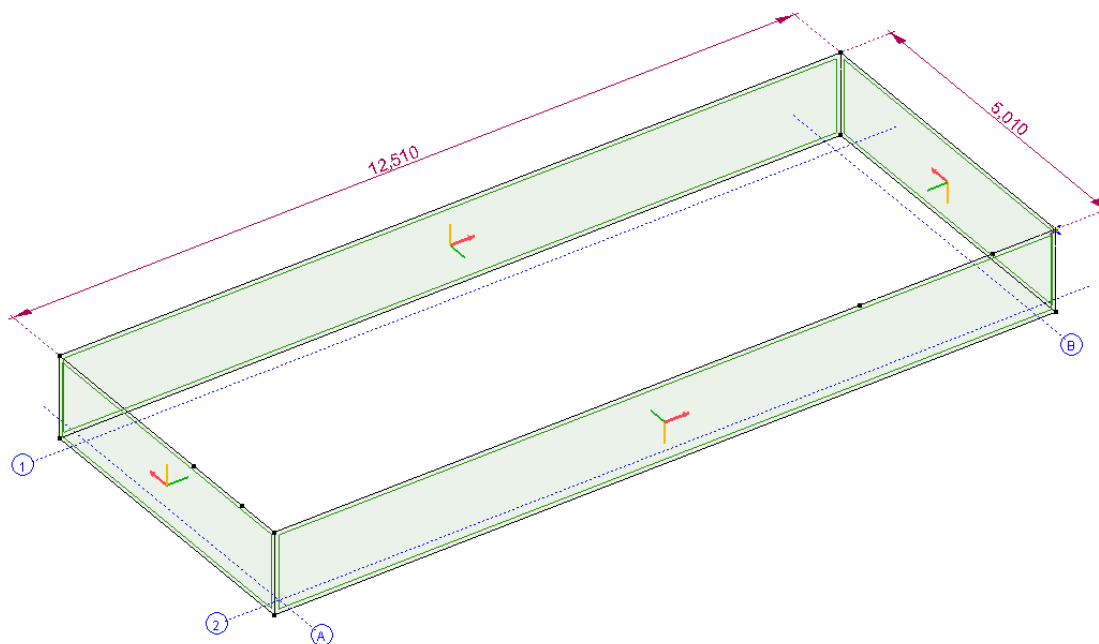


Abbildung 24: Fundamentwände – Geometrie

5.4 Direkt wirkende Belastungen

Lastwerte gem. Abs. 2.1 und 2.2.

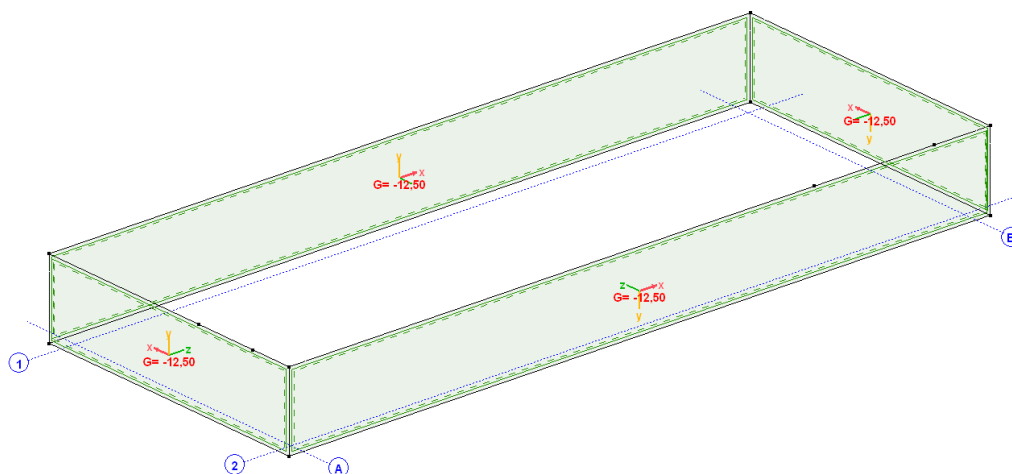


Abbildung 25: Eigengewicht



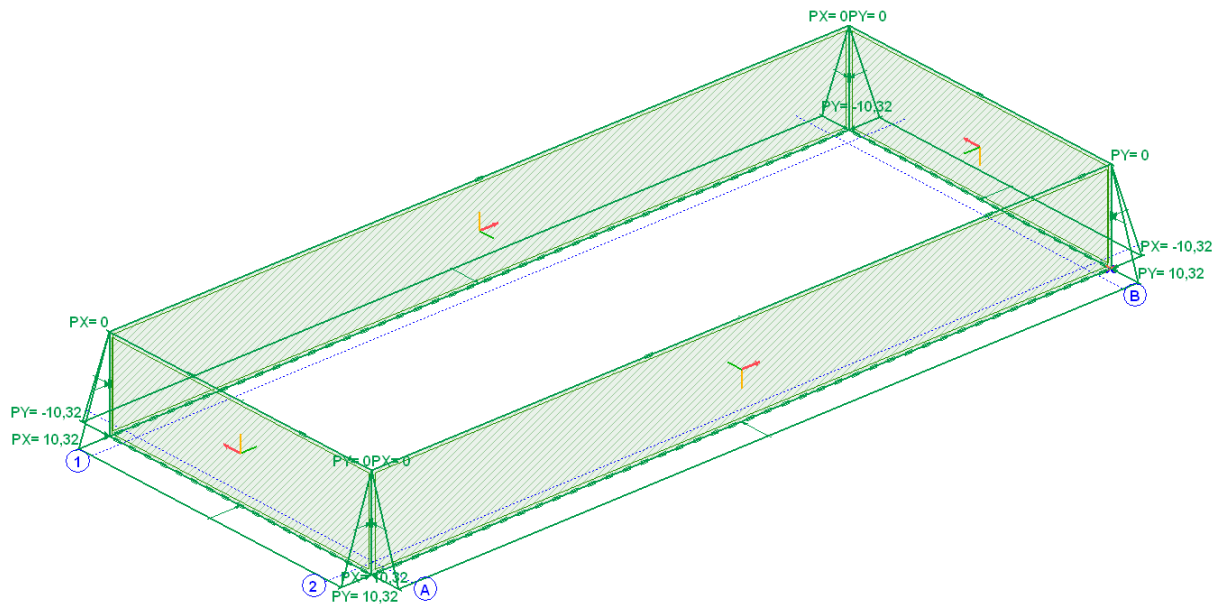


Abbildung 26: Erddruck

5.5 Indirekt wirkende Belastungen

Lasten, die indirekt auf die Fundamentwände einwirken, d. h. die Schneelast auf dem Dach, das Eigengewicht der Decke und der Mauerwerkswänden wurden durch das Berechnungsprogramm Axis VM X7 automatisch auf Basis des 3D-Berechnungsmodells ermittelt, das die oben genannten Einwirkungen berücksichtigte. Diese Belastung wurde unter Berücksichtigung der Kombinatorik auf die Fundamentwände eingeleitet.

Lastwerte der berücksichtigten Lasten gemäß Abs. 2.1 und 2.2.

5.6 Lastgruppen Fundamentwände

Die Lasten wurden in Lastgruppen aufgeteilt. Jede Nutzlast kann getrennt oder zusammen mit anderen Nutzlasten wirken. Die Lastgruppenverteilung gem. Abs. 4.6.

5.7 Bemessung der Fundamentwände

5.7.1 Bemessungsparameter

Die allgemeinen Parameter der Wandbewehrung wurden in folgenden Tabelle dargestellt.



Tabelle 4: Parameter der Wandbewehrung

	Beton	Betonstahl	Bauwerks- klasse	Dicke [mm]	Pos.	Expositions- klasse	c [mm]	\varnothing_x [mm]	\varnothing_y [mm]
4	C25/30	B500B	S3	500	↑	XC3	35	16	16
					↓	XC3	35	16	16
5	C25/30	B500B	S3	500	↑	XC3	35	16	16
					↓	XC3	35	16	16
7	C25/30	B500B	S3	500	↑	XC3	35	16	16
					↓	XC3	35	16	16
9	C25/30	B500B	S3	500	↑	XC3	35	16	16
					↓	XC3	35	16	16

5.7.2 Berechnete innere Biegemomente

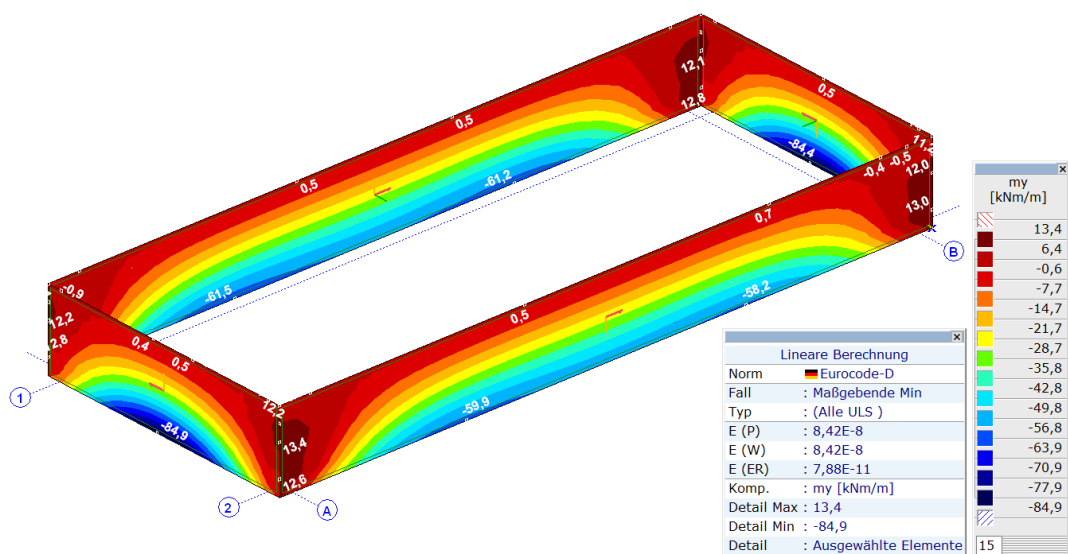


Abbildung 27: Das minimale Biegemoment um lokale x-Richtung (my)

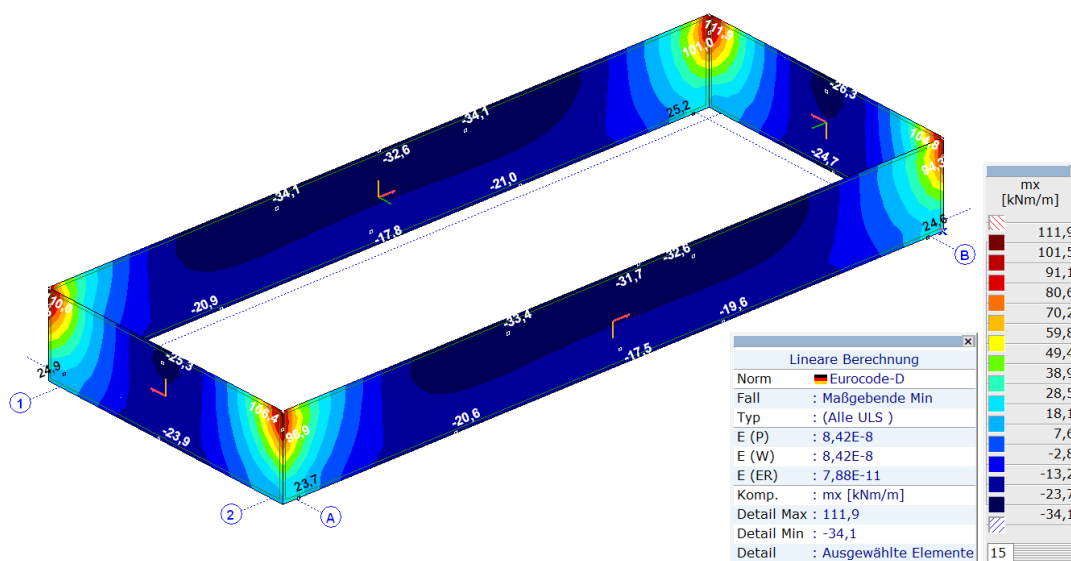


Abbildung 28: Das minimale Biegemoment um lokale y-Richtung (mx)

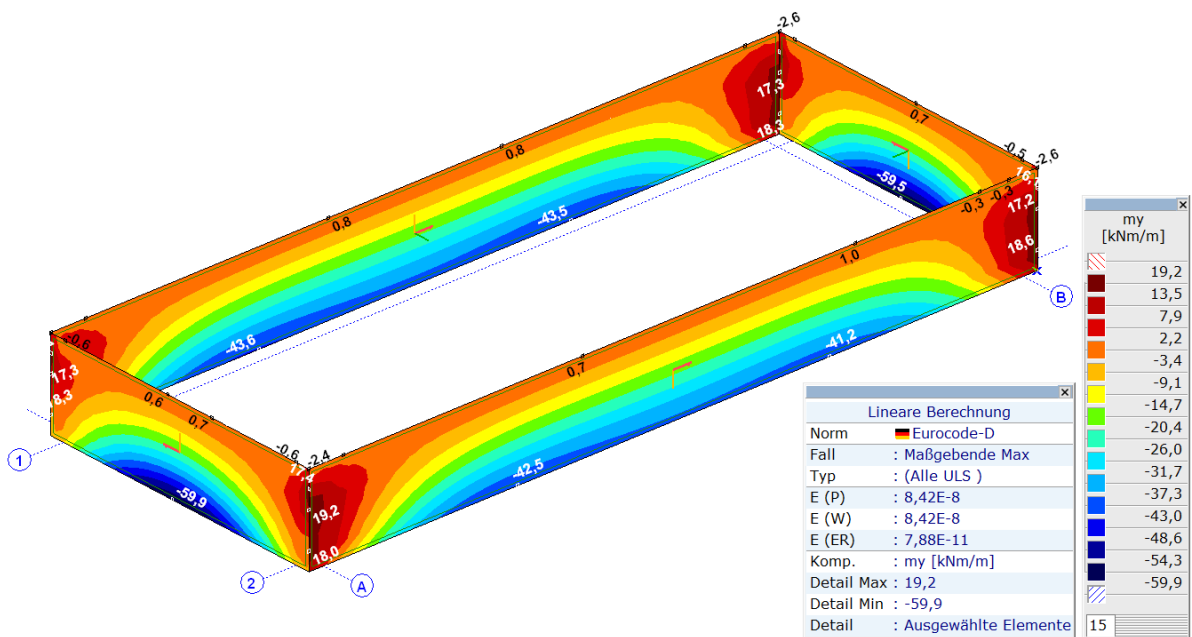


Abbildung 29: Das maximale Biegemoment um lokale x-Richtung (my)

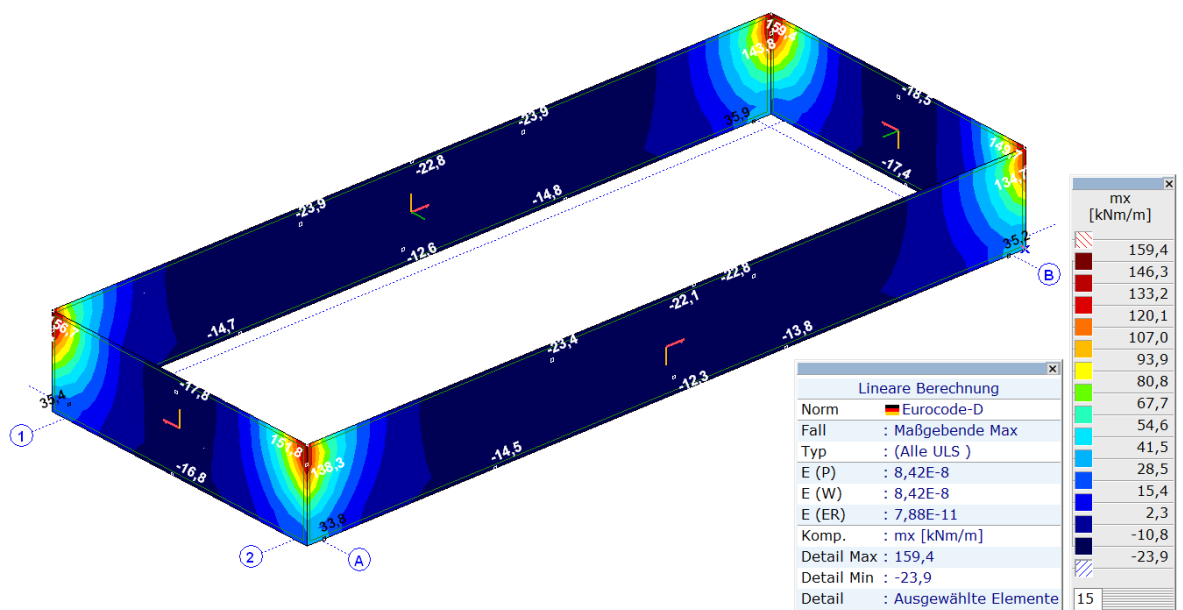


Abbildung 30: Das maximale Biegemoment um lokale y-Richtung (mx)

5.7.3 Berechnete Bewehrung

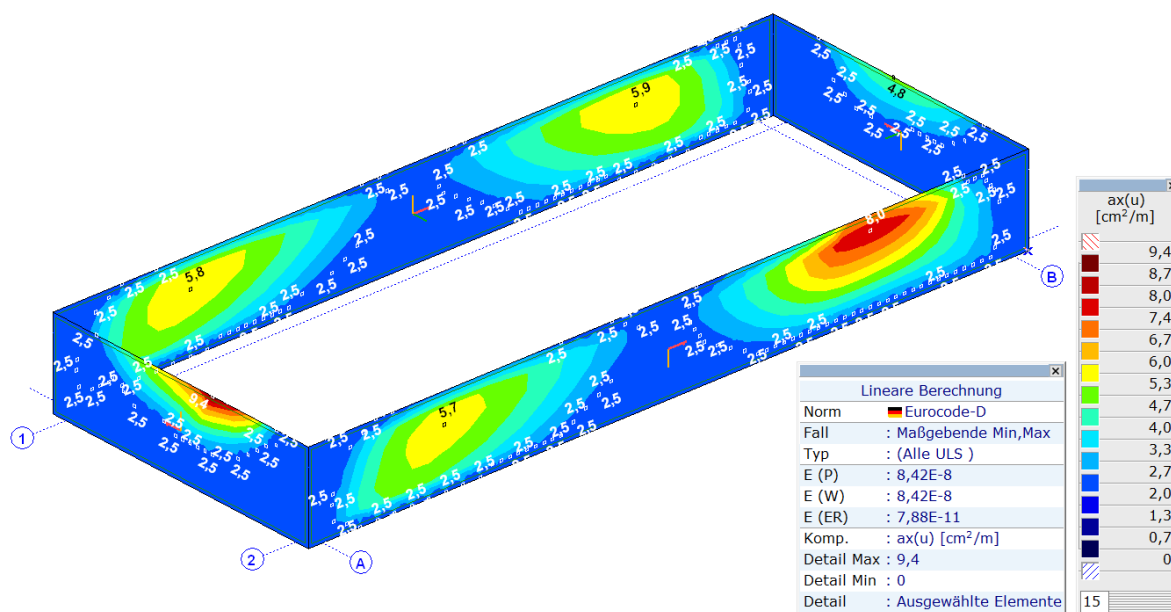


Abbildung 31: Berechnete Bewehrung außen in lokaler x-Richtung ax(u) (horizontal)

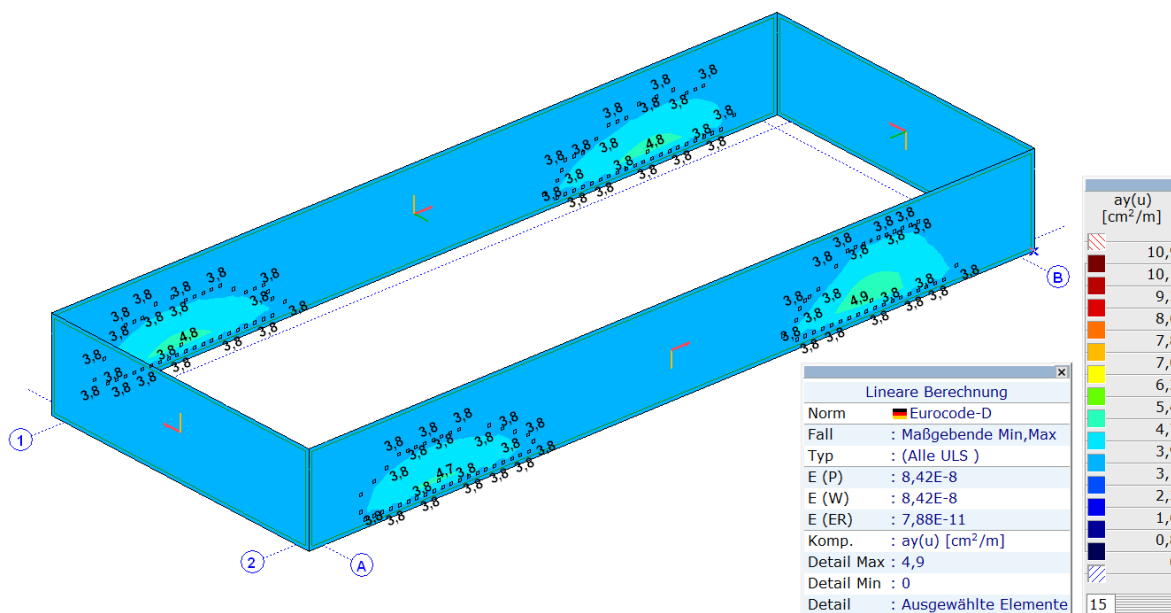


Abbildung 32: Berechnete Bewehrung außen in lokaler y-Richtung ay(u) (vertikal)

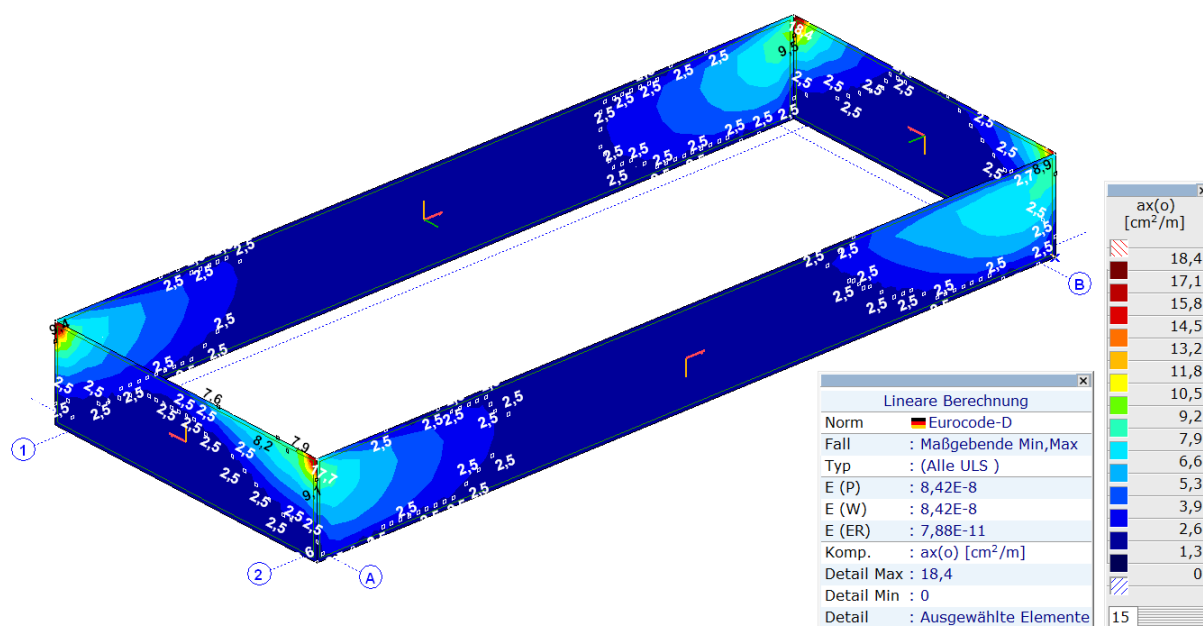


Abbildung 33: Berechnete Bewehrung innen in lokaler x-Richtung ax(o) (horizontal)

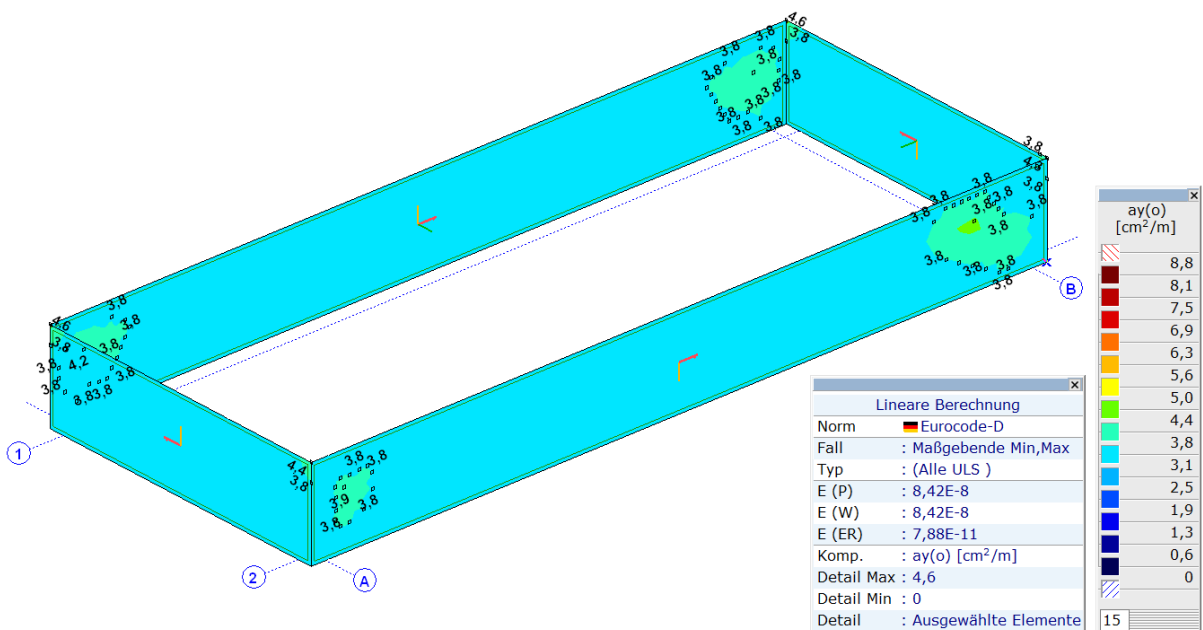


Abbildung 34: Berechnete Bewehrung innen in lokaler y-Richtung ay(o) (vertikal)

5.7.4 Entworfenere Bewehrung

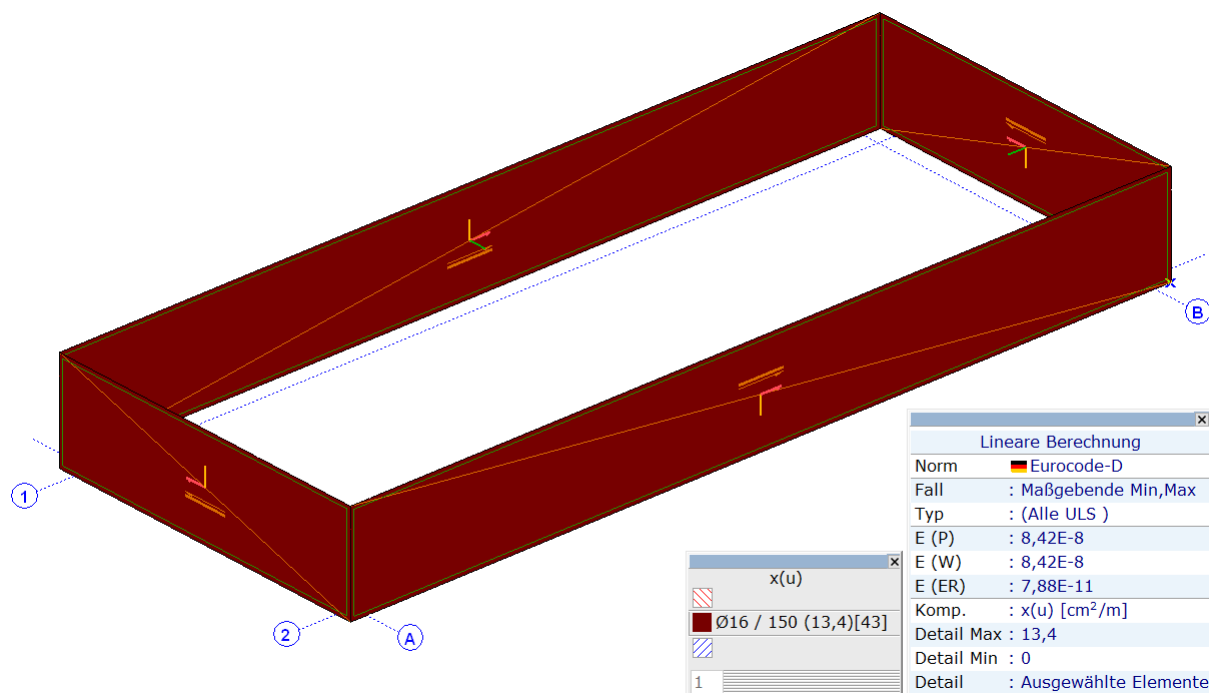


Abbildung 35: Entworfenere Bewehrung außen in lokaler x-Richtung (horizontal)

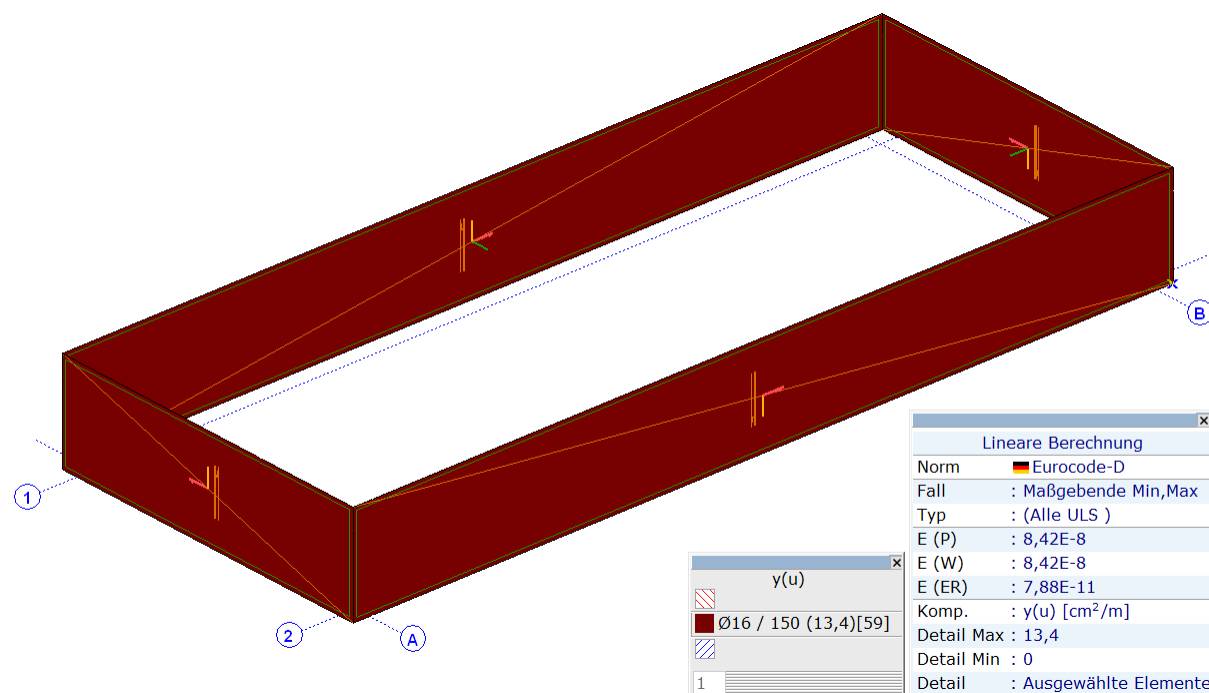


Abbildung 36: Entworfenere Bewehrung außen in lokaler y-Richtung (vertikal)

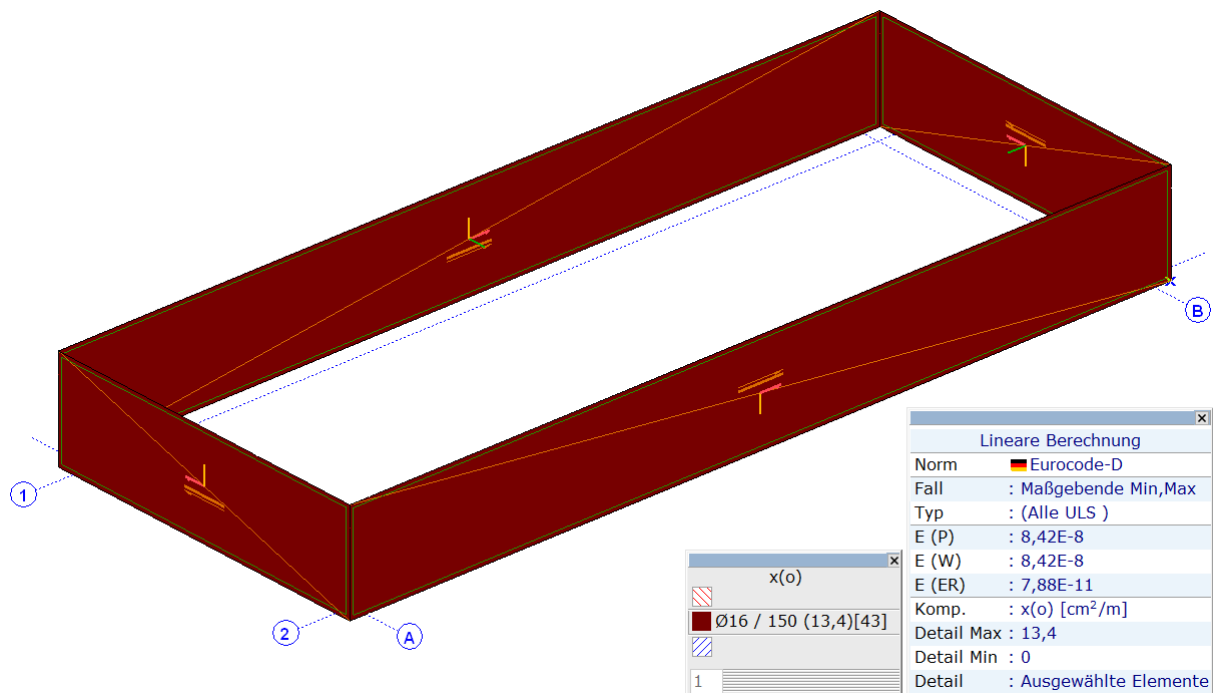


Abbildung 37: Entworfenere Bewehrung innen in lokaler x-Richtung (horizontal)

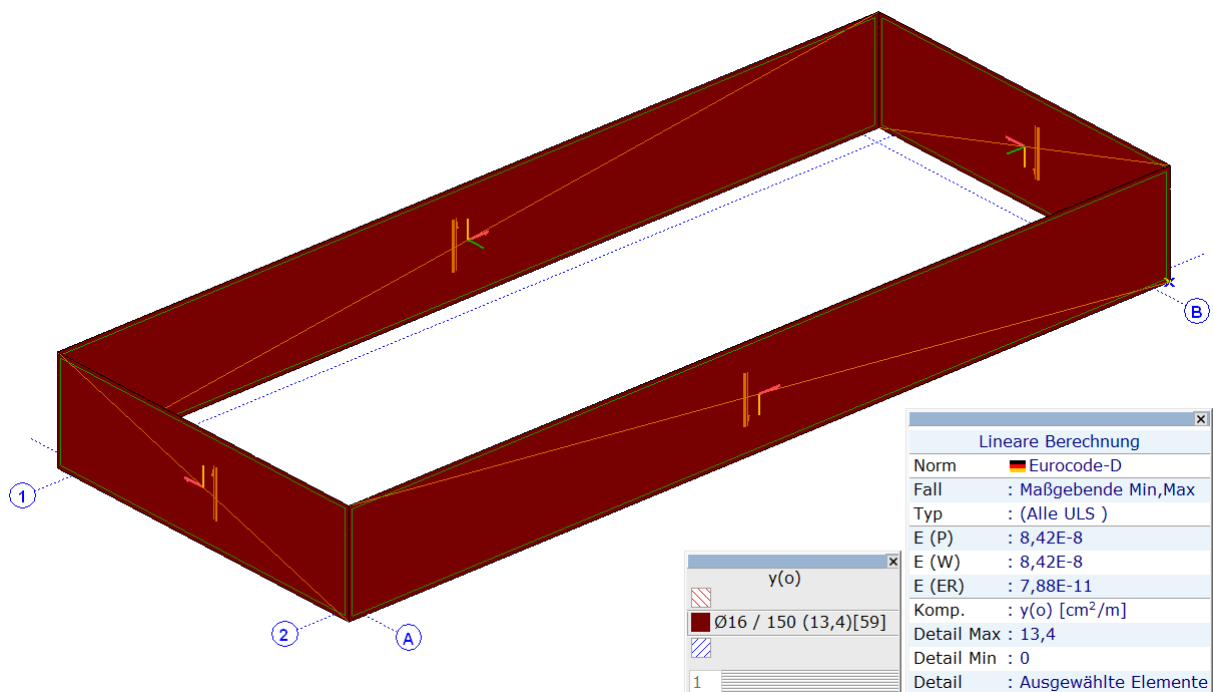


Abbildung 38: Entworfenere Bewehrung innen in lokaler y-Richtung (vertikal)



5.7.5 Horizontale Wandverschiebung

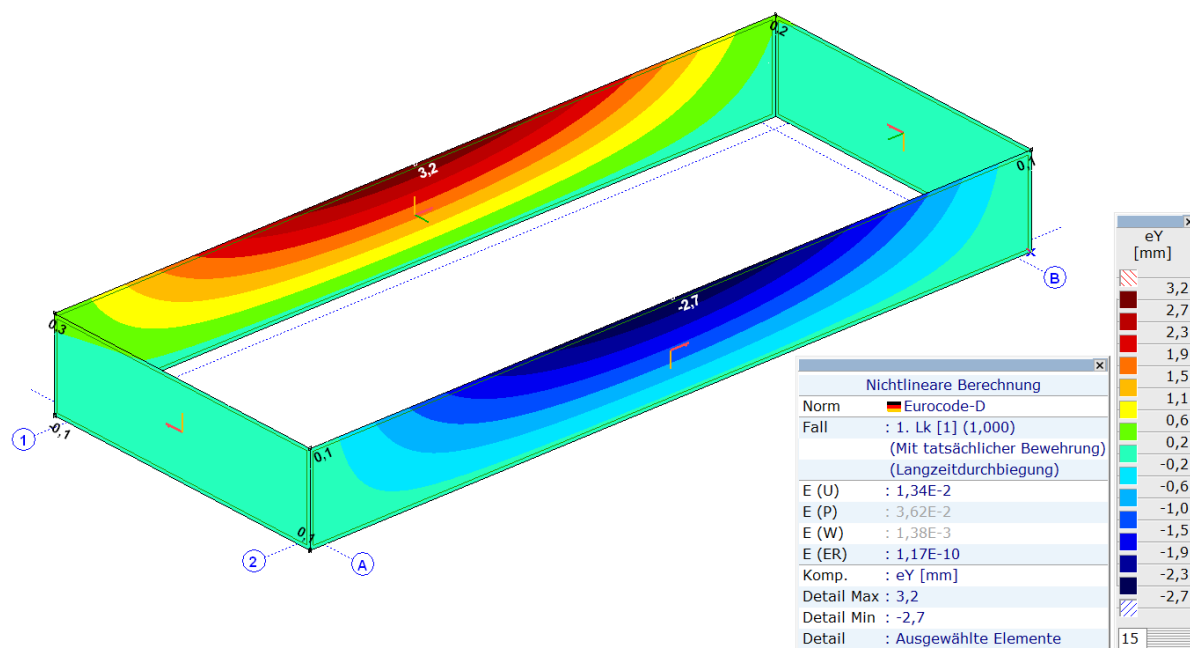


Abbildung 39: Horizontale Wandverschiebung im gerissenen Zustand

5.7.6 Rissbreiten

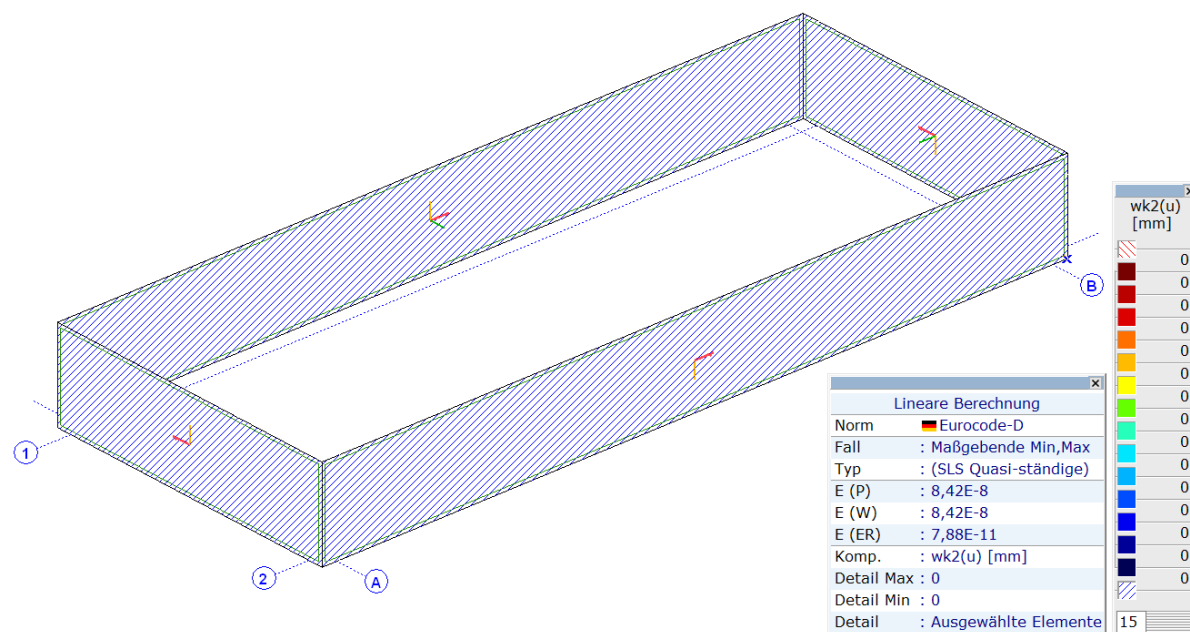


Abbildung 40: Rissbreiten an der äußeren und inneren Oberfläche

Die berechneten Rissbreiten **erfüllen** die im Abs. 5.2 auferlegten Beschränkungen.



6 POSITION: STURZBALKEN

6.1 Statisches System

Der Sturzbalken über der Türöffnung in der Wand in Achse 1 wurde als monolithisch mit dem Ringbalken ausgeführt entworfen (die Höhe des Ringankerbalkens wurde auf 87 cm erhöht). Die Stürze über den übrigen Öffnungen wurden als Fertigteile entworfen.

Nachfolgend finden Sie die statischen Berechnung des Sturzes in Achse 1.

Beton: C25/30

Bewehrungsstahl: B500B

Expositionsklasse: XC1 → $c_{nom}=30\text{mm}$

Lichte Weite (Standardsturz): $L_n = 2,14\text{m}$

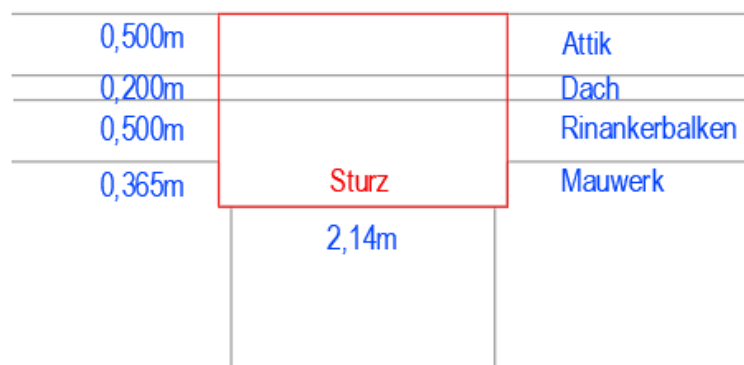


Abbildung 41: Standardsturz, statisches System

6.2 Belastung

Eigengewicht berücksichtigt automatisch in EDV

Eigengewicht Decke $6,19 \text{ kN/m}^2 \times 4,75\text{m} \times 0,5 = 14,70 \text{ kN/m}$

(Abs. 2.1.1; für die Lasteinzugsbreite 4,75m)

Eigengewicht Putz $0,18 \text{ kN/m}^2 \times 0,865\text{m} = 0,16 \text{ kN/m}$

(innen)

Nutzlast Decke 1,0 kN

(Abs. 2.2.1)

Schneelast $0,68 \text{ kN/m}^2 \times 4,75\text{m} \times 0,5 = 1,615 \text{ kN/m}$

(Abs. 2.2.3)



Schneelast außergewöhn. $1,56 \text{ kN/m}^2 \times 4,75\text{m} \times 0,5 = 3,705 \text{ kN/m}$
 (Abs. 2.2.3)

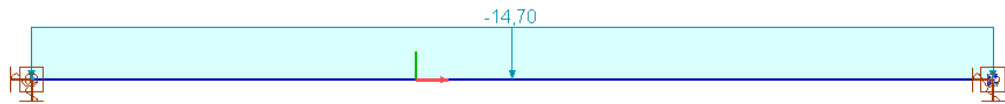


Abbildung 42: Standardsturz, Eigengewicht Decke

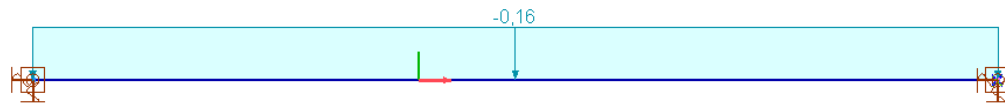


Abbildung 43: Standardsturz, Eigengewicht Putz

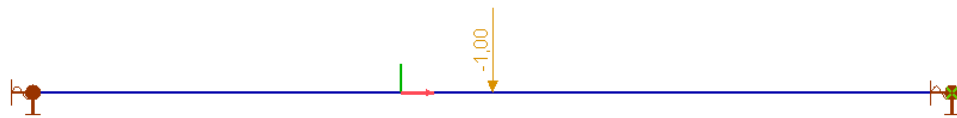


Abbildung 44: Standardsturz, Nutzlast Dachdecke

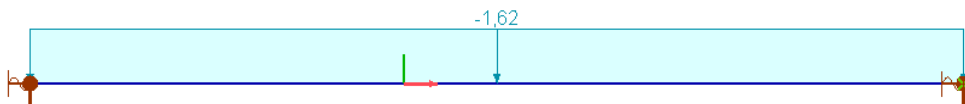


Abbildung 45: Standardsturz, Schneelast

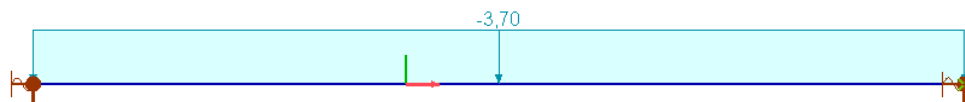


Abbildung 46: Standardsturz, Schneelast außergewöhnlich



6.3 Lastgruppen

Tabelle 5. Sturz Magazin, Lastgruppen

Lastgruppen (Eurocode-D)										
Gruppe	Typ	$V_{G,sup}$	$V_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additive	
1 Ständige Lasten	Ständig	1,350	1,000						✓	
2 Nutzlast Decke	Veränderlich				1,500	0	0	0		
3 Schneelast	Veränderlich				1,500	0,500	0,200	0		
4 Scheelast aussg.	aussergewöhnlich									

6.4 Innere Kräfte

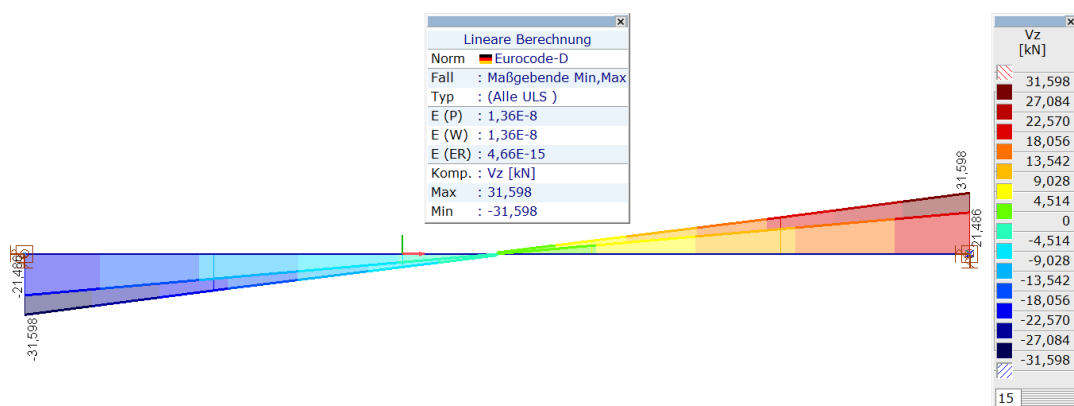


Abbildung 47: Standardsturz, Schubkraft Vz

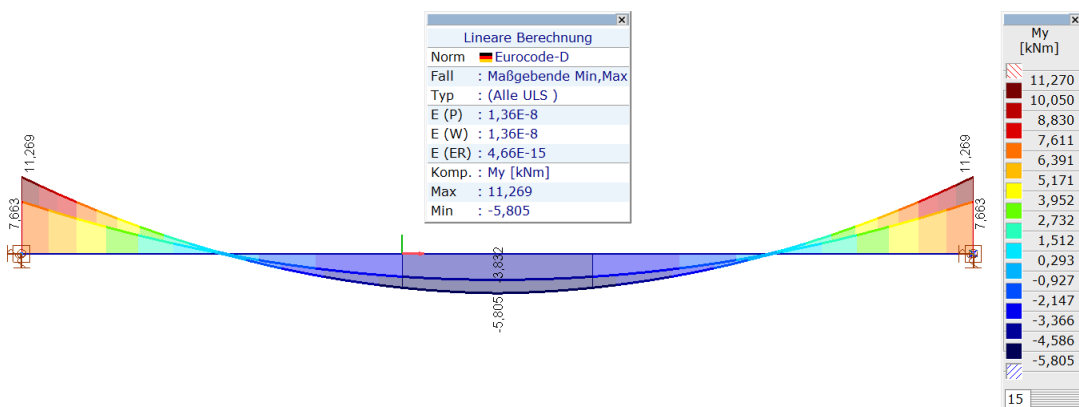


Abbildung 48: Standardsturz, Biegemoment My

6.5 Bemessung Standardsturzbalken

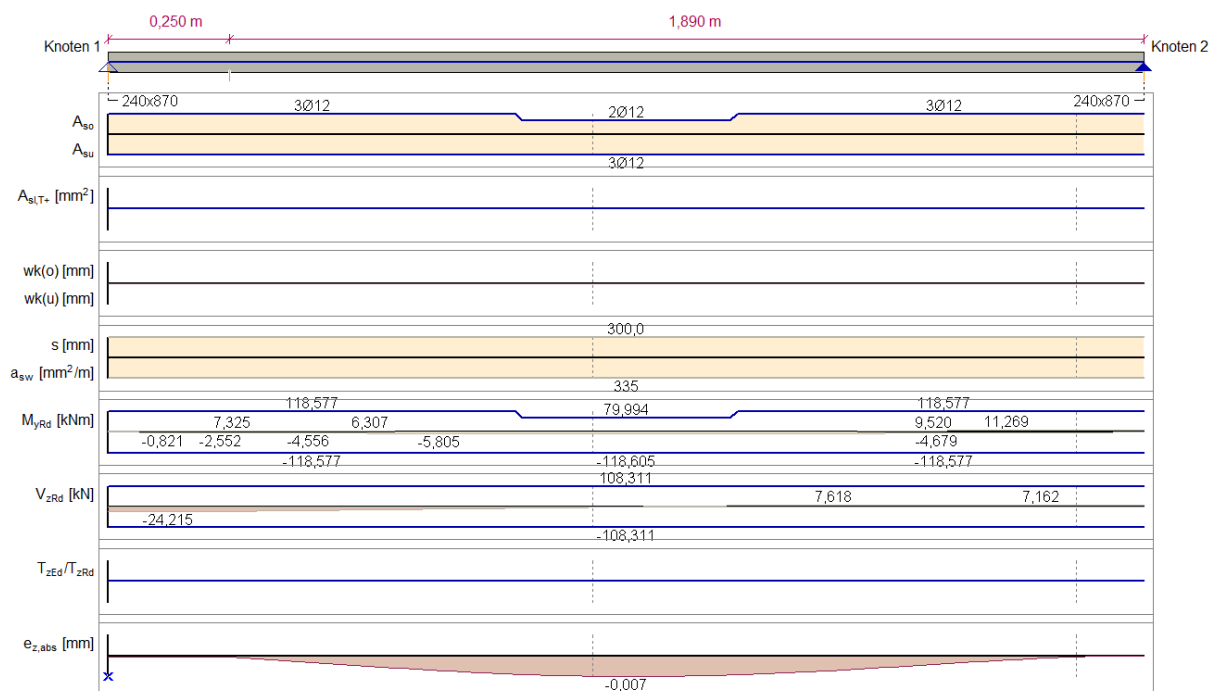


Abbildung 49: Standardsturzbalken, Bemessung

Angenommen: Längsbewehrung 3#12oben, 3#12 unten
Bügel #8/200mm (2 Schenkel)

7 POSITION: MAUERWERKSWÄNDE

In den tragenden Außenwänden (Achsen 1 und 2) wurden je 3 Stahlbetonverstärkungspfeiler mit einem Querschnitt von 24 cm x 24 cm im Abstand von 6,13m entworfen

Lastenzusammenstellung

Eigengewicht Wand

(Tragende Schicht + Putz + Mineralwolle - Abs. 2.1.2) 5,15 kN/m²

Min. Deckenlast

(3,19kN/m² + 3,00kN/m²) x 4,75m x 0,5 14,70 kN/m

Ringankerbalken+Attik 1,20m x 0,24m x 25kN/m³ 7,20 kN/m

Schneelast

0,68 kN/m² x 4,75m x 0,5 1,62 kN/m

Schneelast außergewöhnlich

1,56 kN/m² x 4,75m x 0,5

3,71 kN/m

Windlast +

0,73 kN/m²

Windlast -

0,95 kN/m²

Für die oben genannten Lasten wurden Lastkombinationen erstellt.

Tabelle 6: Lastgruppen zur Berechnung der tragenden Außenwände

	Gruppe	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additive
1	Ständige Lasten	Ständig	1,350	1,000						✓
2	Windlast	Veränderlich				1,500	0,600	0,200	0	
3	Schneelast	Veränderlich				1,500	0,500	0,200	0	
4	Schneelast ausg.	aussergewöhnlich								

Die Berechnungsergebnisse finden Sie in der Anlage 5 „Bemessung der Mauerwerkswände“.

8 POSITION: WANDPFOSTEN

Die Pfosten, die die Mauerwerkswände verstärken, wurden als schwenkbar entworfen und so dimensioniert, dass sie die auf die Außenwände wirkende Windlast übertragen. Die Lastezugsbreite gleich 6,13 m entspricht dem maximalen Pfostenabstand.

Lastenzusammenstellung

Eigengewicht automatisch

Windlast 0,95 kN/m² x 6,13m 5,82 kN/m

Für die oben genannten Lasten wurden Lastkombinationen erstellt.

Tabelle 7: Lastgruppen zur Berechnung der Wandpfosten

Lastgruppen (Eurocode-D)										
	Gruppe	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additive
1	Ständige Lasten	Ständig	1,350	1,000						✓
2	Windlast	Veränderlich				1,500	0,600	0,200	0	

Die Berechnungsergebnisse finden Sie in der Anlage 6 „Bemessung der Wandpfosten“.

8.1 Statisches System

Pfostenquerschnitt 24cm x 24cm

Pfostenlänge 3,50m



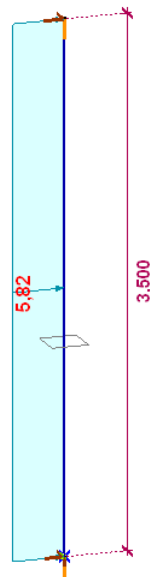


Abbildung 50: Wandpfosten, statisches System und Belastung

8.1.1 Innere Kräfte

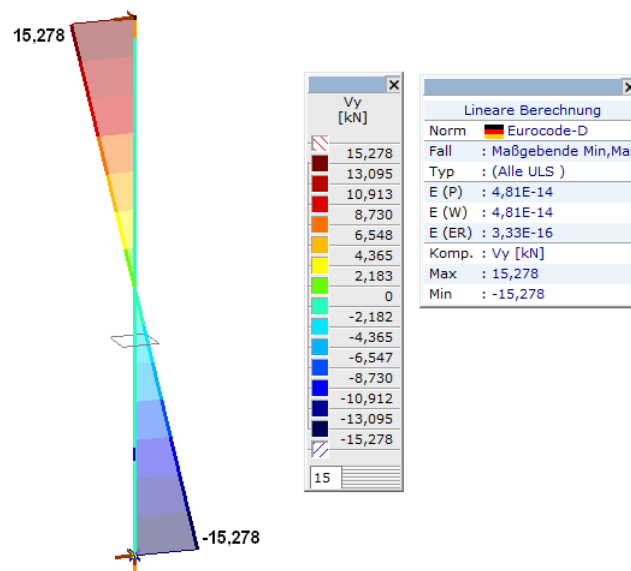


Abbildung 51: Wandpfosten, Querkraft Vy



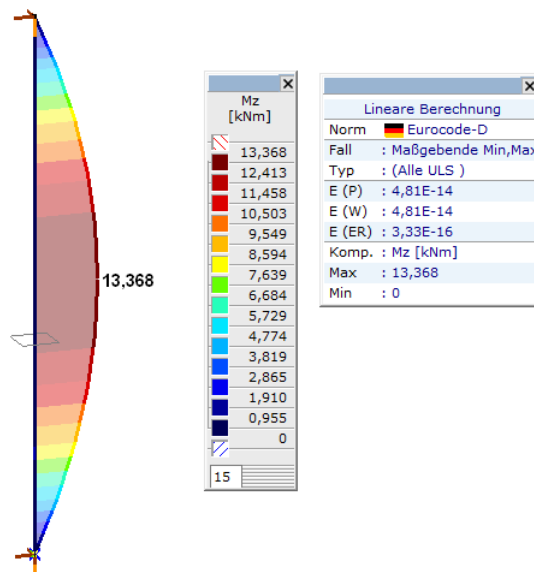


Abbildung 52: Wandpfosten, Biegemomente Mz

8.2 Bemessung

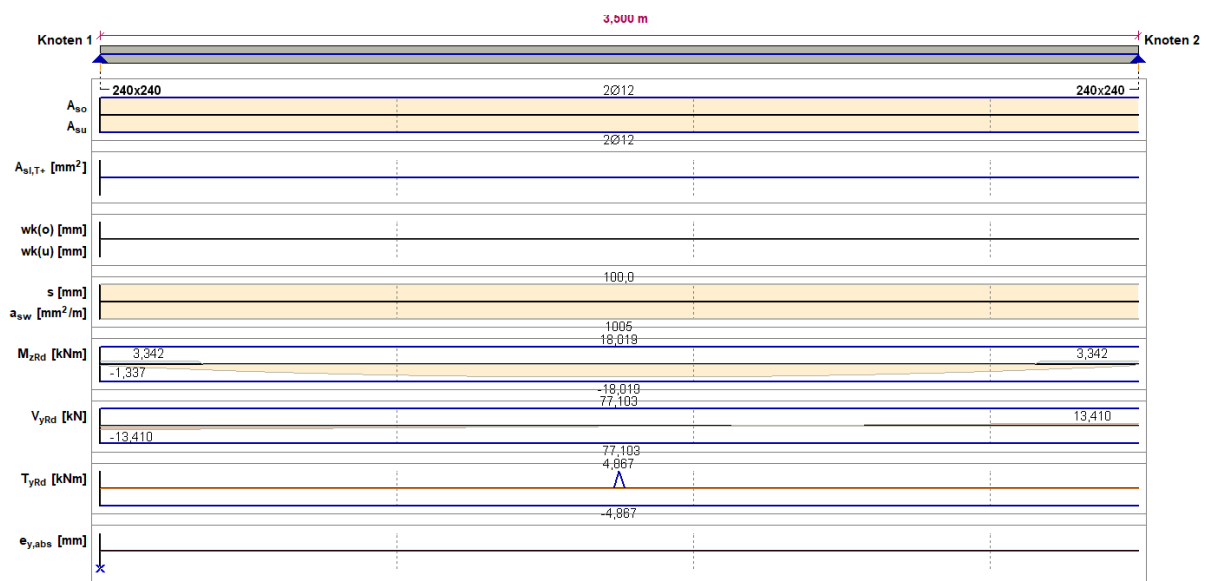


Abbildung 53: Berechnete Pfostenbewehrung

Angenommen: Längsbewehrung 4#12

Bügel #8/100mm

Detaillierte Berechnungen sind in der Anlage 6 „Bemessung der Wandpfosten“ enthalten.

9 POSITION: RINGBALKEN

Die Ringbalken sorgen für die räumliche Steifigkeit des Gebäudes und sind Auflager für die Mauerwerkswände und vorgefertigte Dachhohlplatten.

Gemäß DIN EN 1992-1, Abs. 9.10.2.2 wurden sie zur Übertragung einer Zugkraft von min. 70 kN bewehrt.

Die Bewehrung der Ringbalken wurde als 4#12 und Bügel #10/20 cm ausgeführt.

Von der Bewehrung übertragene Zugkraft:

$$F = 4 \times 1,13 \text{ cm}^2 \cdot (500000 \text{ kPa} / 1,15) = 196,5 \text{ kPa}$$

10 RÄUMLICHE STEIFIGKEIT

Es wurde auf den Nachweis der räumlichen Steifigkeit verzichtet, weil:

- a. Die Decke als steife Scheibe ausgebildet ist,
- b. In Längs- und Querrichtung des Bauwerks eine ausreichende Anzahl von aussteifenden Wänden vorhanden ist, die bis auf die Fundamente geführt werden.



ANLAGEN

Anlage 1: Schnee- und Windlastparameter

Anlage 2: Bemessung der Dachplatten

Anlage 3: Lastkombinationen zur Bemessung der Fundamentplatte

Anlage 4: Bemessung des Sturzbalkens

Anlage 5: Bemessung der Mauerwerkswände

Anlage 6: Bemessung der Wandpfosten

Die statische Berechnung ist abgeschlossen.

Hambühren, 24.07.2024



The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'T. Sander', followed by a circular professional stamp. The stamp contains the text 'Dipl.-Ing. TORSTEN SANDER' in the center, with a small logo of a horse below it. The outer ring of the stamp reads 'INGENIEURKAMMER TWPL.-Nr. 15893 NIEDERSACHSEN' and 'TRAGWERKSPLANER' at the top.

Unterschrift Aufsteller



Anlage 1 - Schnee- und Windlastparameter

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **NetztrennergebäudeW.axs**

Schnee- und Windlasparameter

16.02.2024

Seite 1

Windlast

Windlast Parameter [Gebäude]

	Richtung	Gelände-kategorie	z_0 [m]	z_{min} [m]	l_v [kN/m ²]	v_m [m/s]	q_p [kN/m ²]	φ [°]
	X+	II	0,050	4,000	0,219	21,7	0,68	0
	X-	II	0,050	4,000	0,219	21,7	0,68	0
	Y+	II	0,050	4,000	0,219	21,7	0,68	0
	Y-	II	0,050	4,000	0,219	21,7	0,68	0
	$v_{b0} = 25,0$ m/s							
	$c_{season} = 1,000$							
	$c_o = 1,000$							

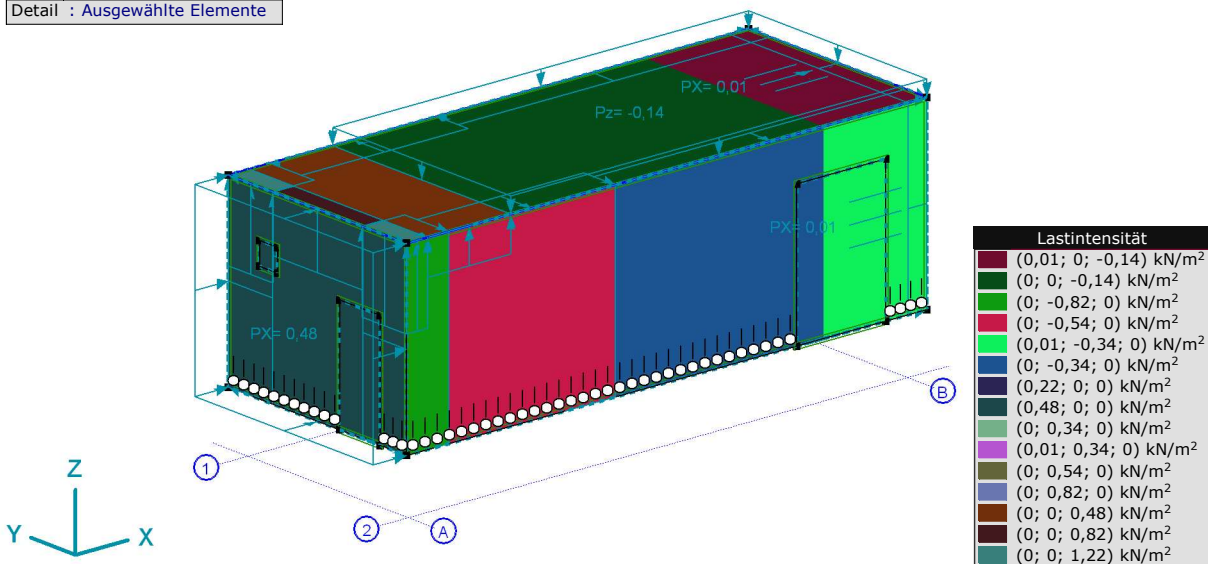
 z_0 , z_{min} : Geländeparameter; l_v : Turbulenzfaktor; v_m : Bemessungswindgeschwindigkeit; q_p : Maximaler Winddruck; φ : Windrichtung relativ zum Grat;

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.P.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
C	-0,500	0	-0,34	0	-0,34
D	0,710	0	0,48	0	0,48
E	-0,321	0	-0,22	0	-0,22
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	0,200	0	0,14	0	0,14

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.P.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

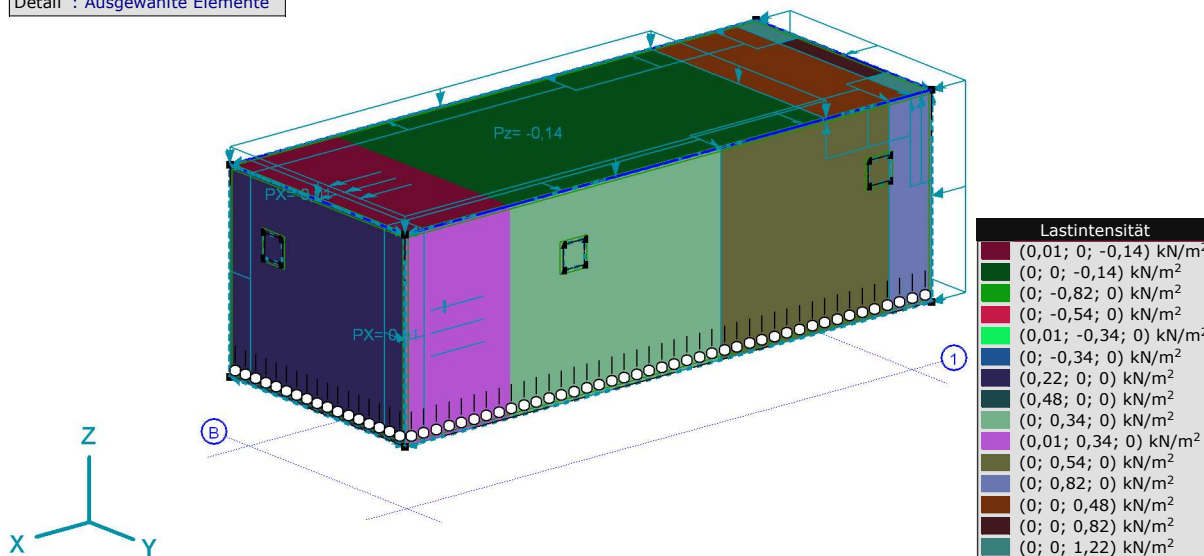
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 2

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



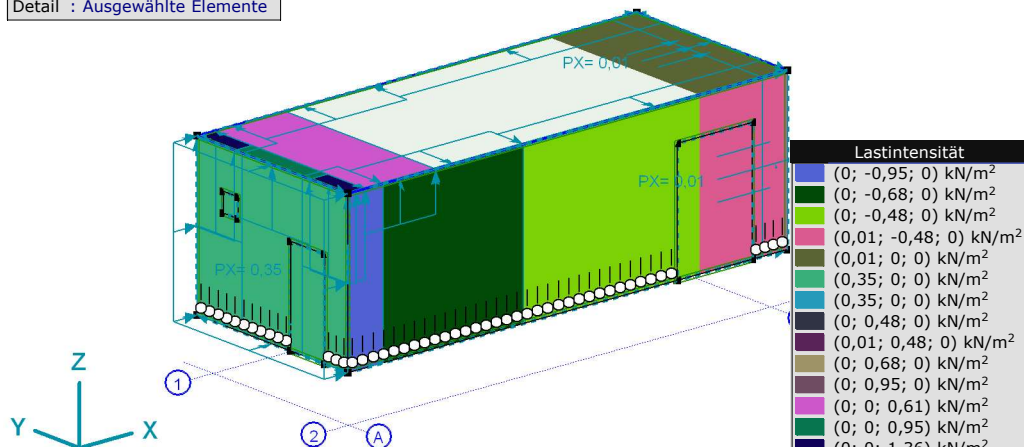
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.P.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.P.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
C	-0,500	0,200	-0,34	0,14	-0,48
D	0,710	0,200	0,48	0,14	0,35
E	-0,321	0,200	-0,22	0,14	-0,35
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	0,200	0,200	0,14	0,14	0

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.P.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

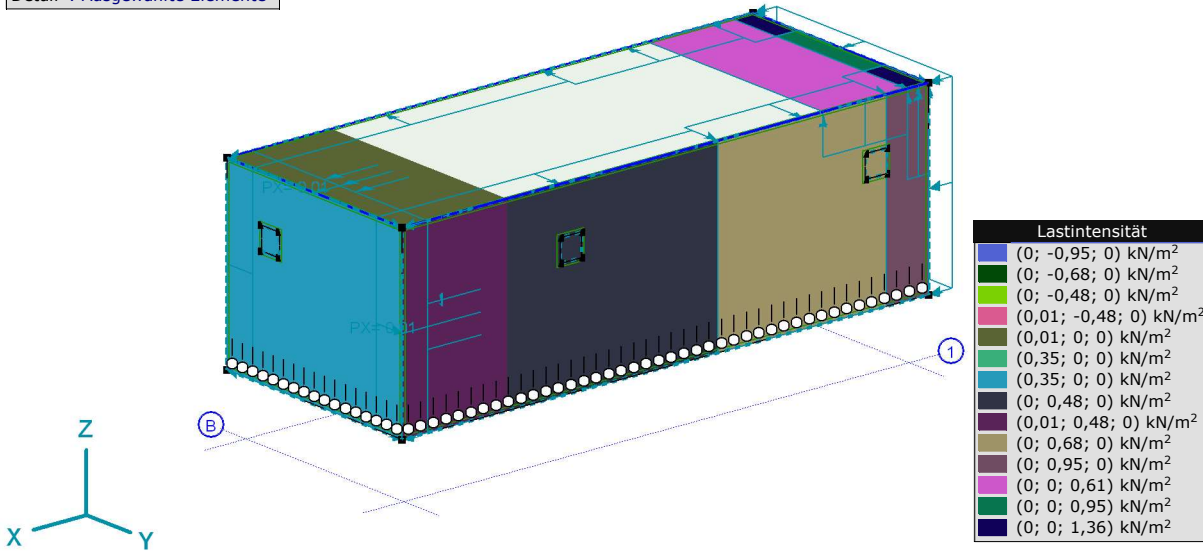
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 3

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



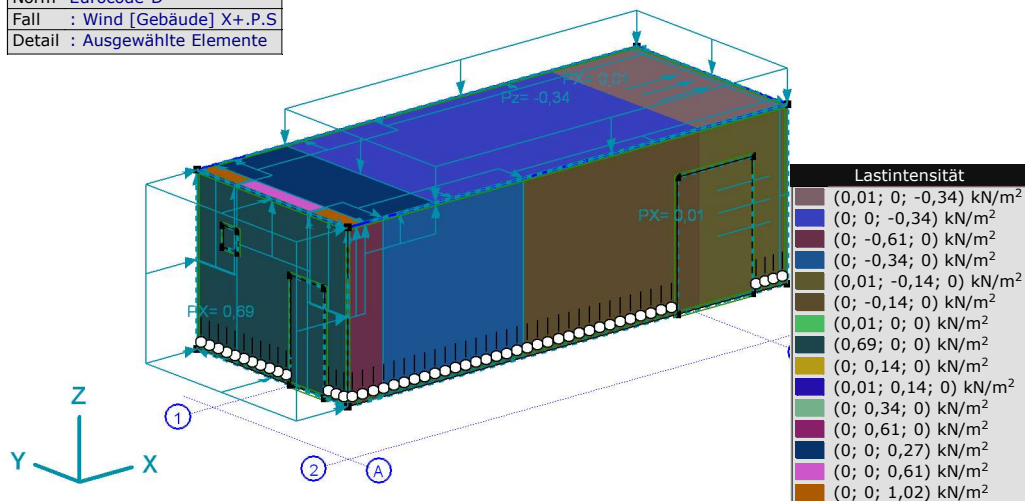
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.P.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.P.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
C	-0,500	-0,300	-0,34	-0,20	-0,14
D	0,710	-0,300	0,48	-0,20	0,69
E	-0,321	-0,300	-0,22	-0,20	-0,01
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	0,200	-0,300	0,14	-0,20	0,34

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.P.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

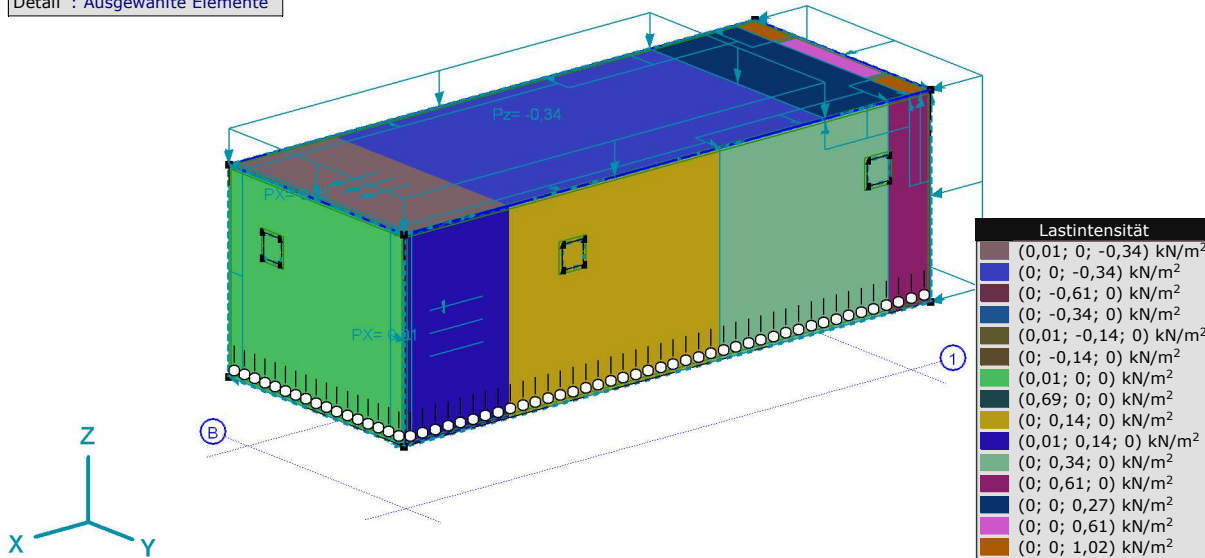
Modell: **NetztrennergebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 4

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



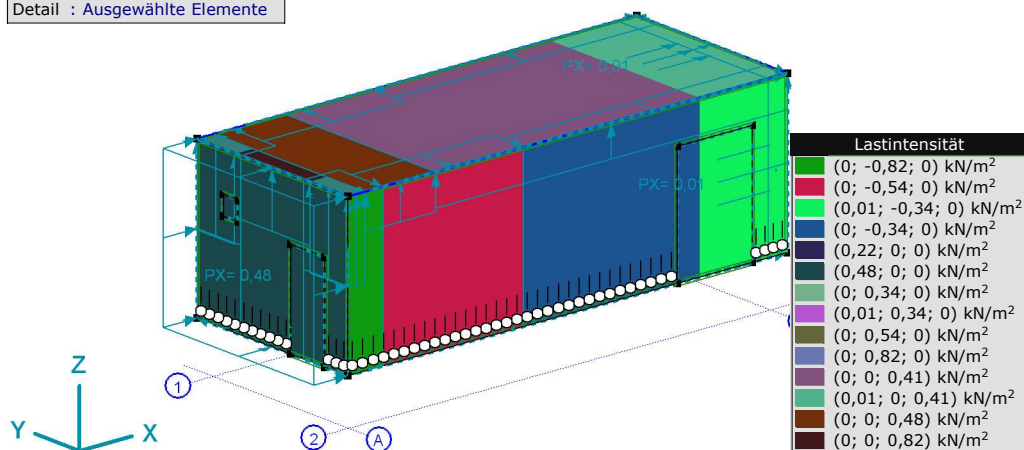
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.P.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.S.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
C	-0,500	0	-0,34	0	-0,34
D	0,710	0	0,48	0	0,48
E	-0,321	0	-0,22	0	-0,22
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	-0,600	0	-0,41	0	-0,41

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.S.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

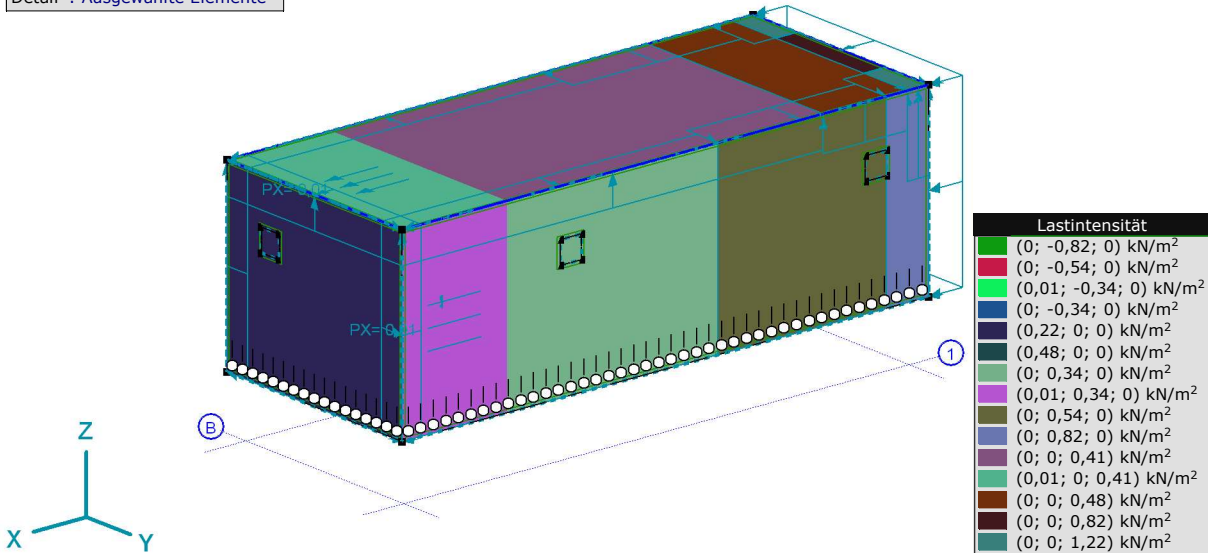
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 5

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



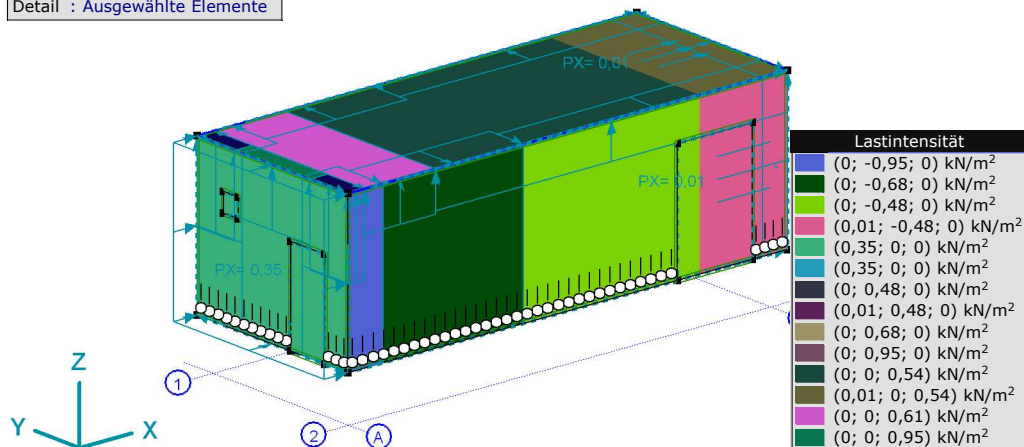
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.S.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.S.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
C	-0,500	0,200	-0,34	0,14	-0,48
D	0,710	0,200	0,48	0,14	0,35
E	-0,321	0,200	-0,22	0,14	-0,35
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	-0,600	0,200	-0,41	0,14	-0,54

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.S.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

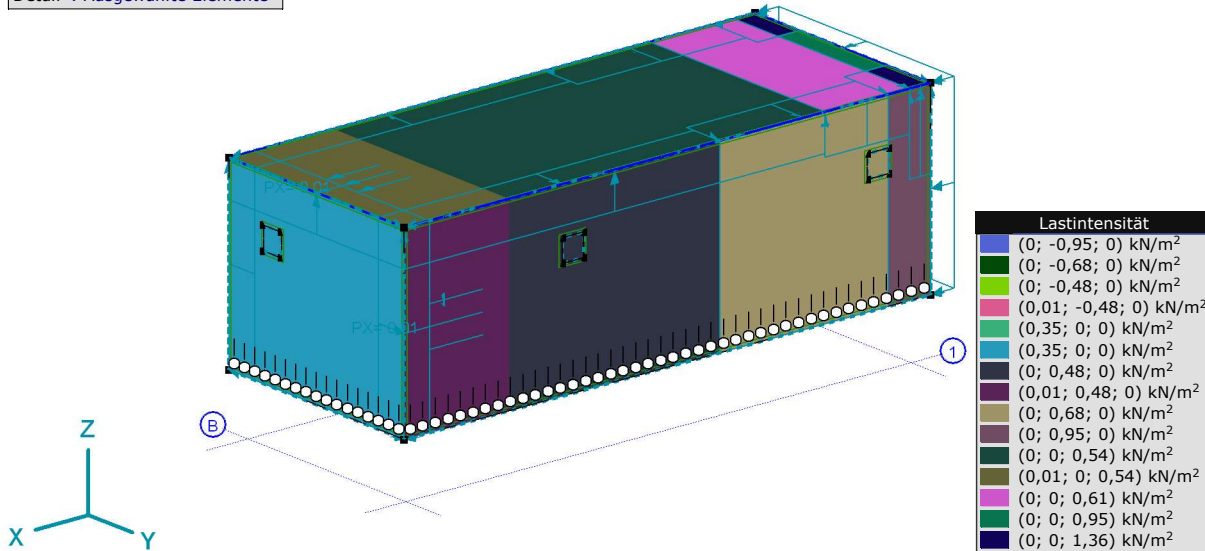
Modell: **NetztrennergebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 6

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



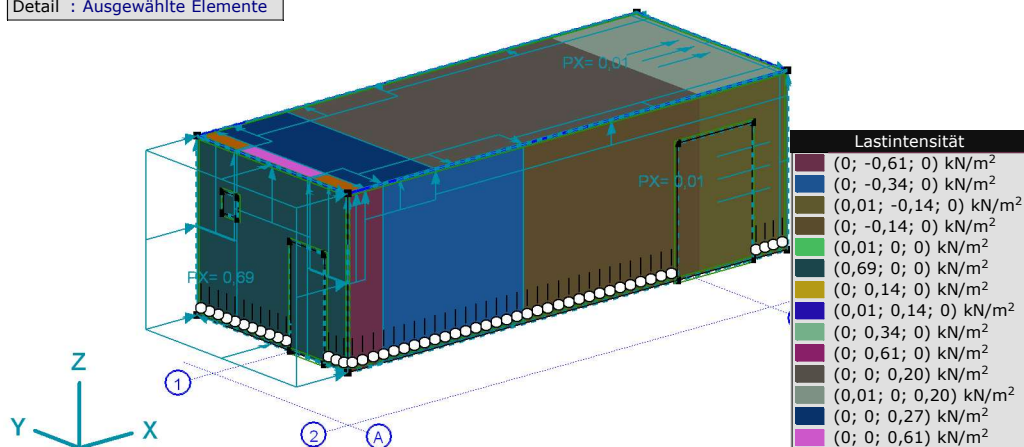
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.S.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X+.S.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
C	-0,500	-0,300	-0,34	-0,20	-0,14
D	0,710	-0,300	0,48	-0,20	0,69
E	-0,321	-0,300	-0,22	-0,20	-0,01
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	-0,600	-0,300	-0,41	-0,20	-0,20

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X+.S.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

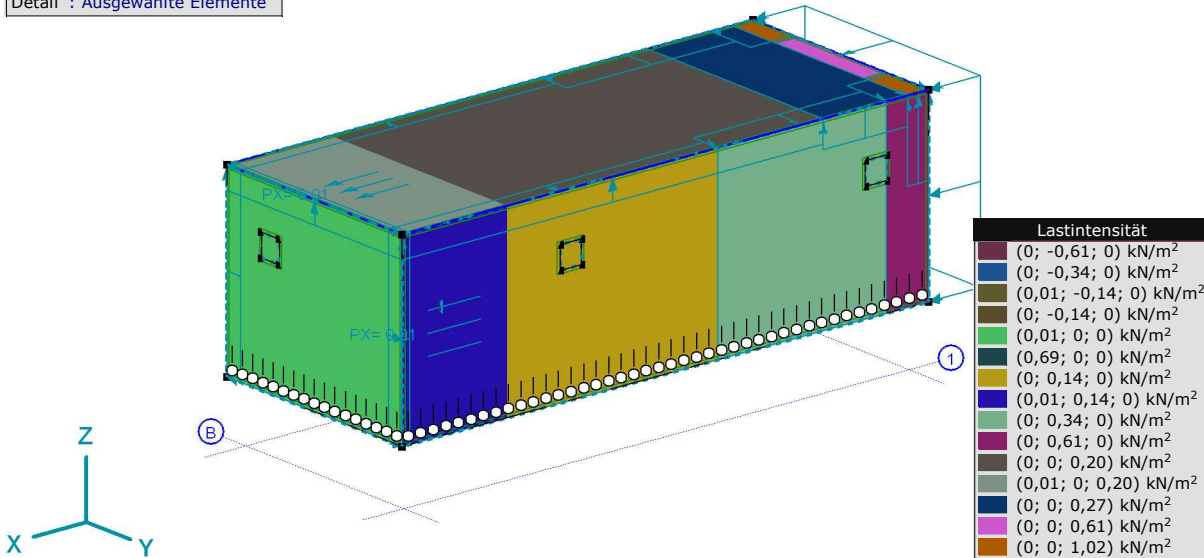
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 7

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X+.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



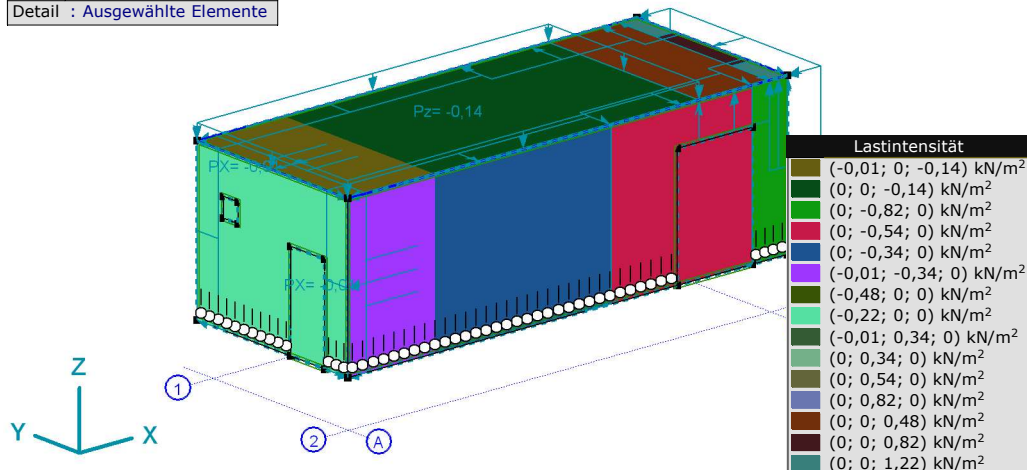
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X+.S.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.P.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
C	-0,500	0	-0,34	0	-0,34
D	0,710	0	0,48	0	0,48
E	-0,321	0	-0,22	0	-0,22
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	0,200	0	0,14	0	0,14

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.P.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

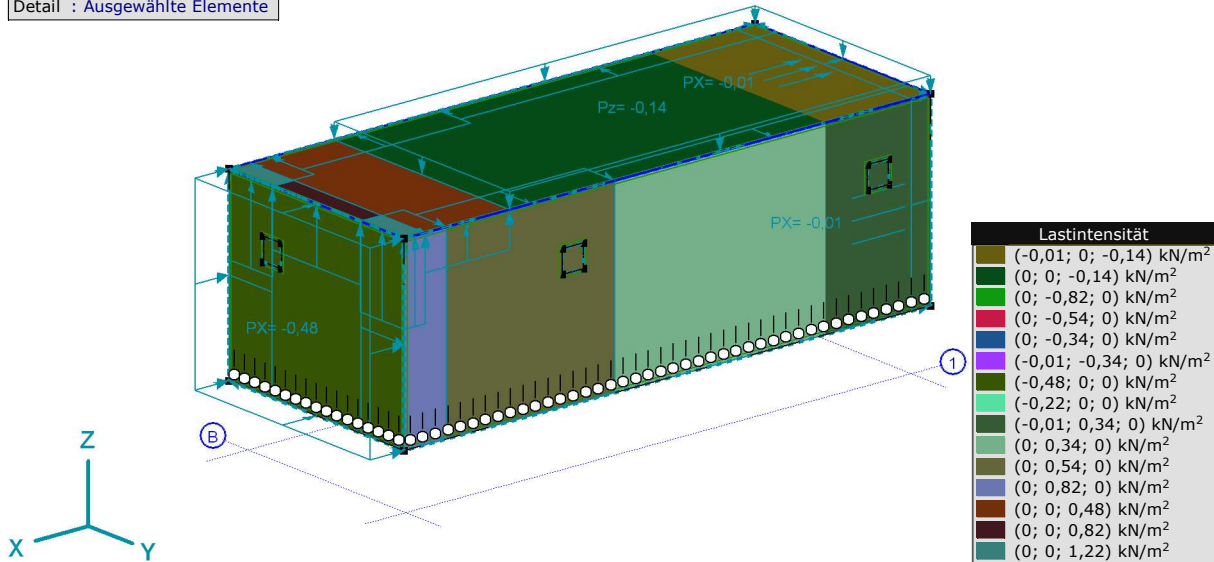
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 8

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



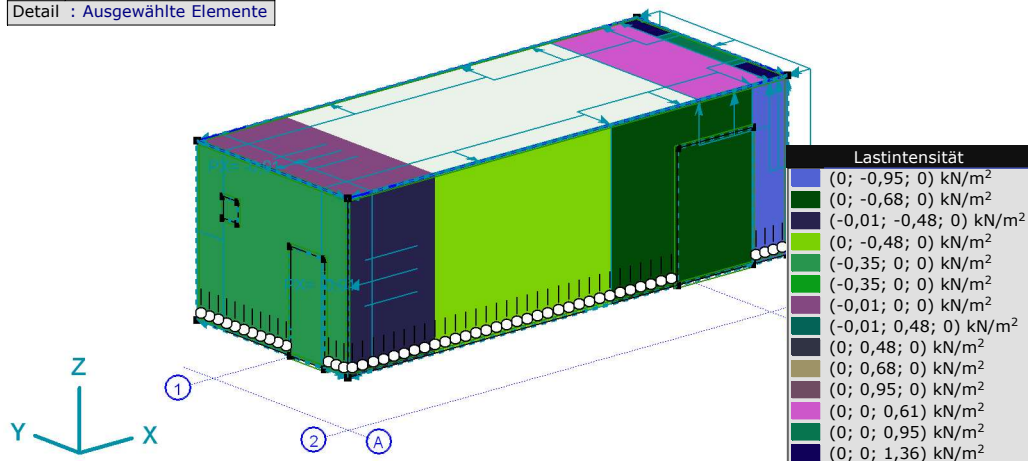
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.P.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.P.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
C	-0,500	0,200	-0,34	0,14	-0,48
D	0,710	0,200	0,48	0,14	0,35
E	-0,321	0,200	-0,22	0,14	-0,35
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	0,200	0,200	0,14	0,14	0

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.P.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

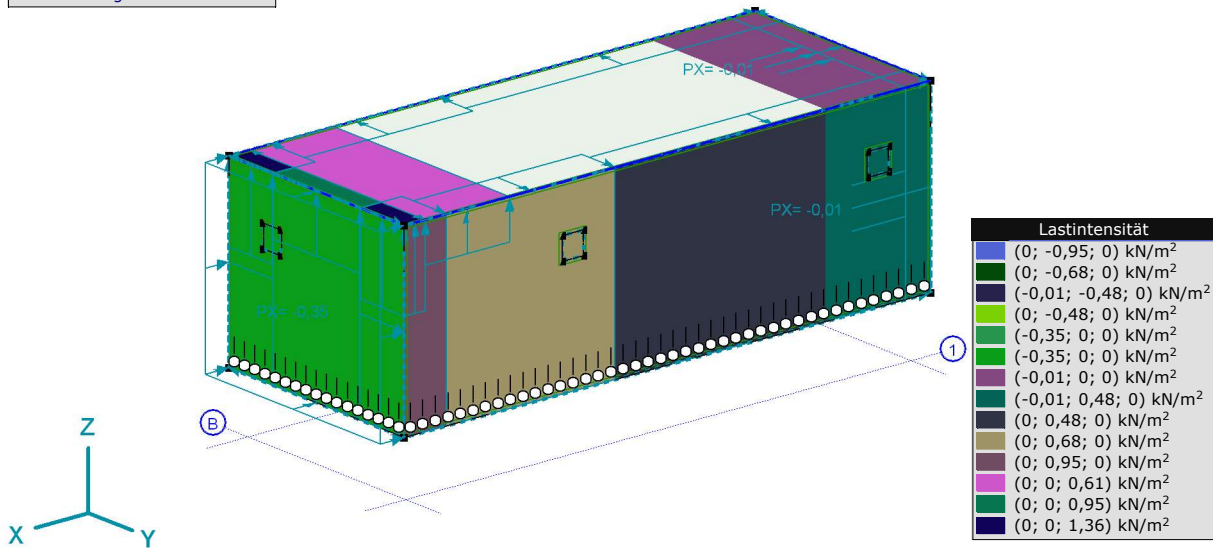
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 9

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



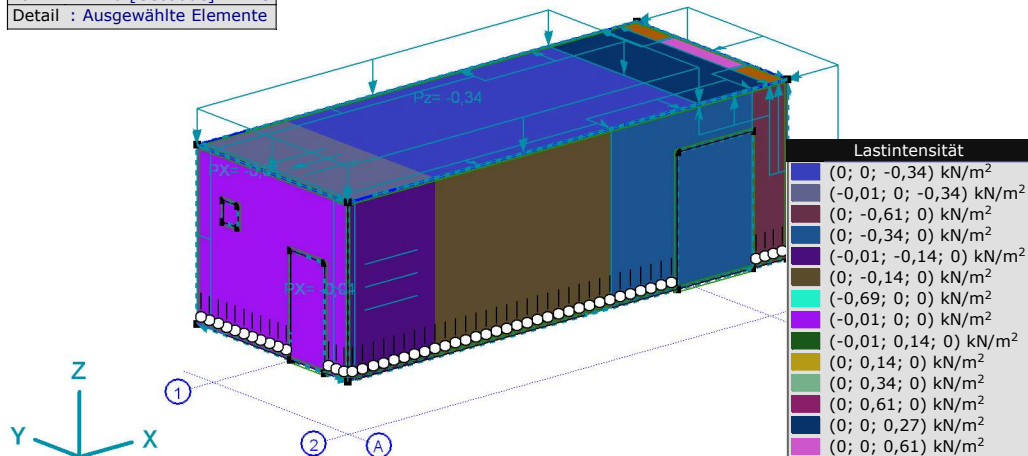
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.P.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.P.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
C	-0,500	-0,300	-0,34	-0,20	-0,14
D	0,710	-0,300	0,48	-0,20	0,69
E	-0,321	-0,300	-0,22	-0,20	-0,01
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	0,200	-0,300	0,14	-0,20	0,34

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.P.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

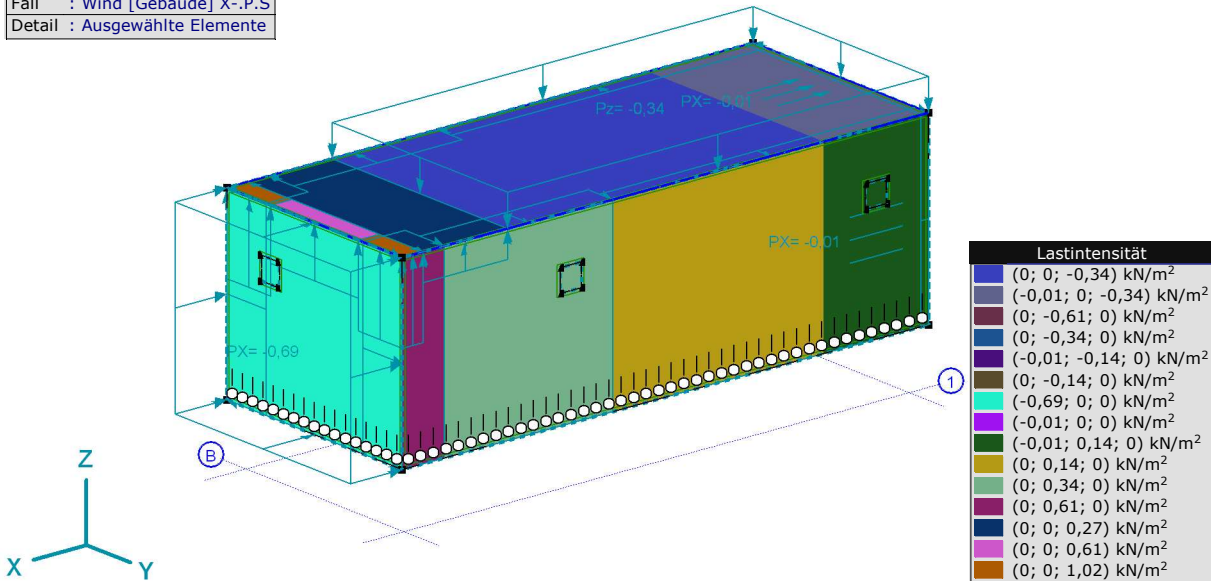
Modell: **NetztrennengebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 10

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



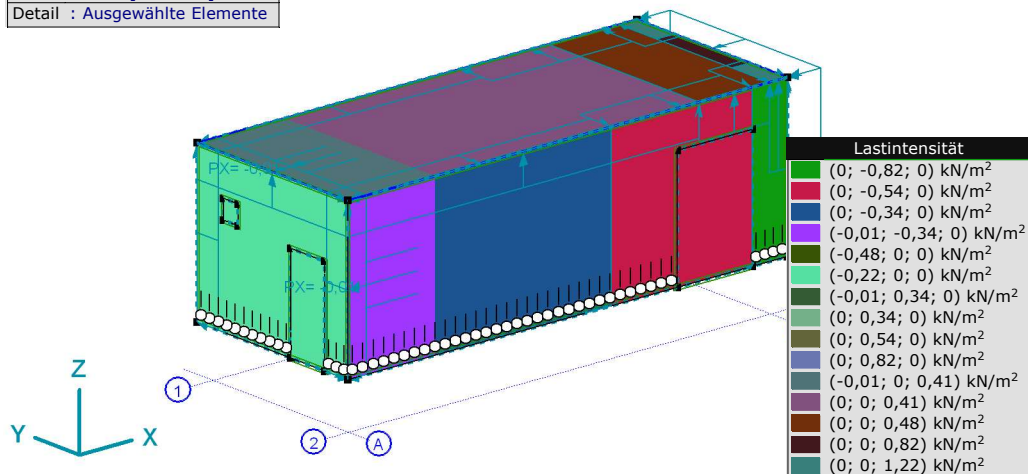
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.P.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.S.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
C	-0,500	0	-0,34	0	-0,34
D	0,710	0	0,48	0	0,48
E	-0,321	0	-0,22	0	-0,22
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	-0,600	0	-0,41	0	-0,41

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.S.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

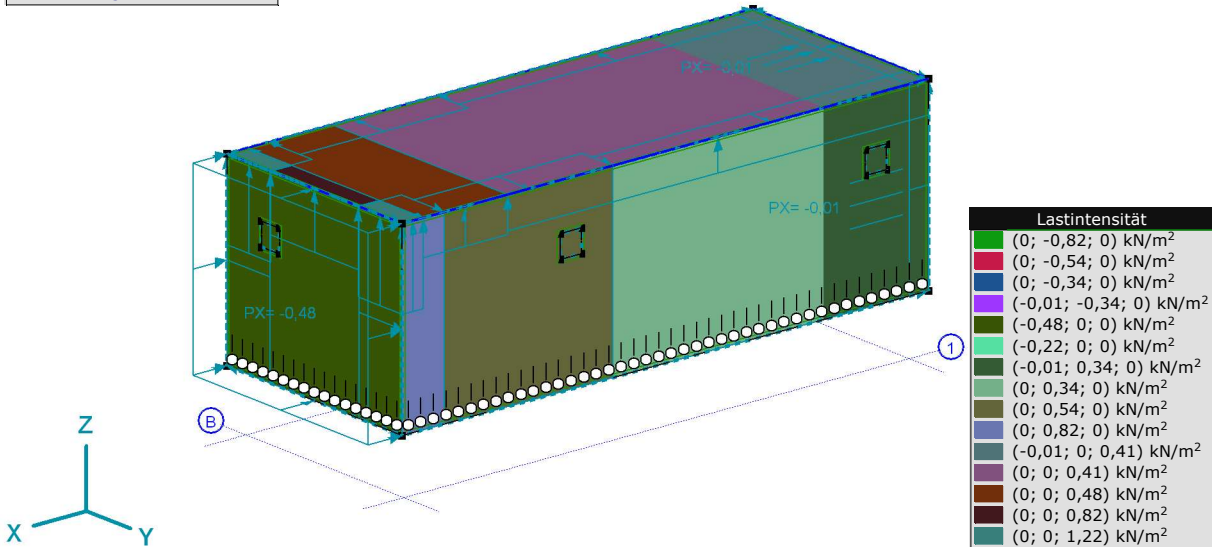
Modell: **NetztrennergebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 11

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



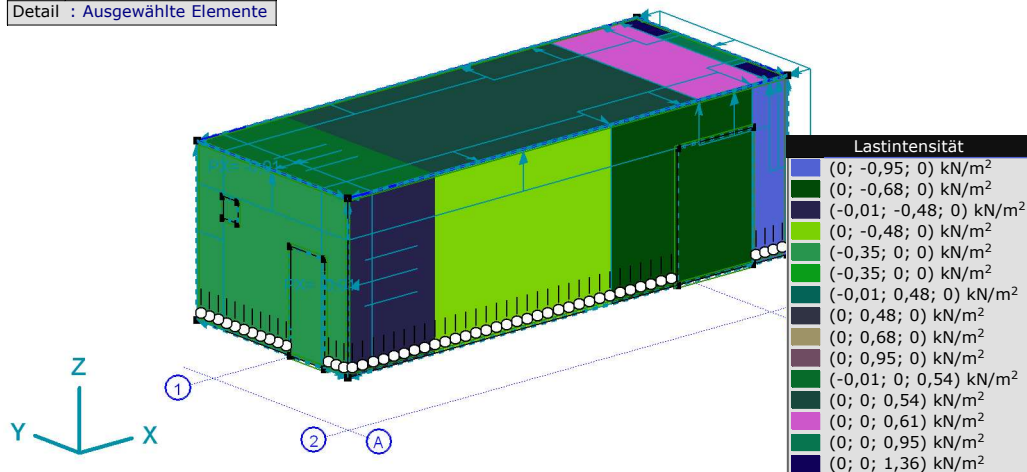
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.S.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.S.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
C	-0,500	0,200	-0,34	0,14	-0,48
D	0,710	0,200	0,48	0,14	0,35
E	-0,321	0,200	-0,22	0,14	-0,35
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	-0,600	0,200	-0,41	0,14	-0,54

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.S.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

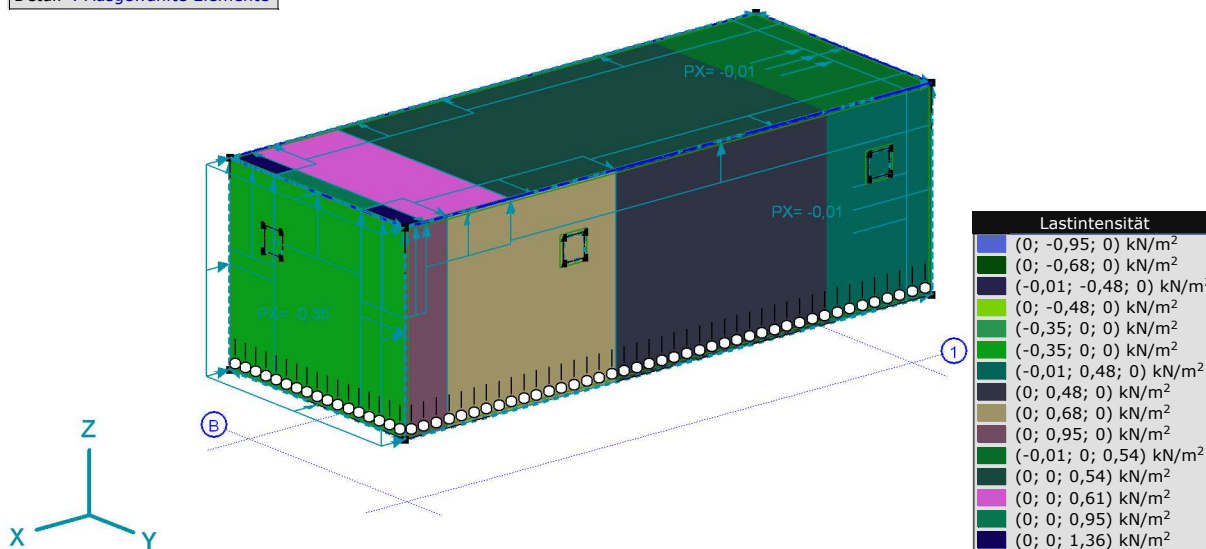
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 12

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



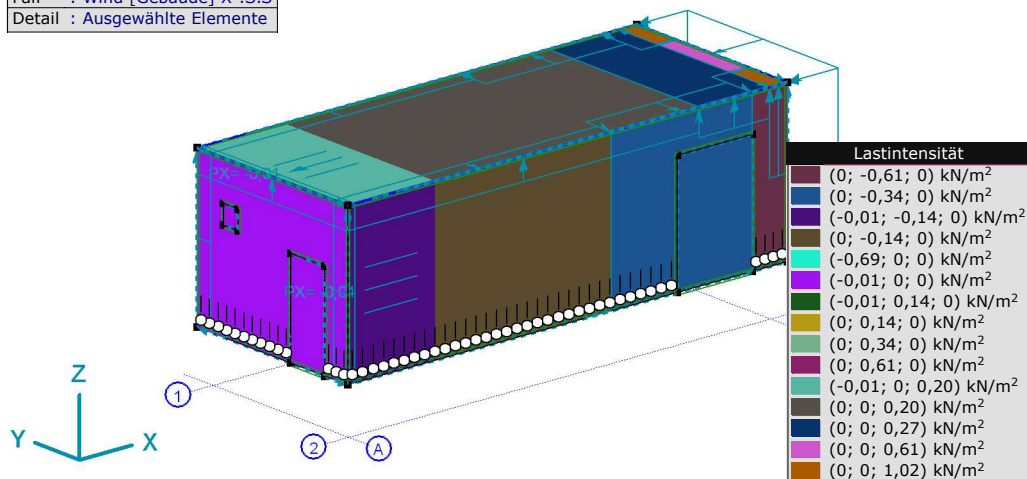
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.S.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] X-.S.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
C	-0,500	-0,300	-0,34	-0,20	-0,14
D	0,710	-0,300	0,48	-0,20	0,69
E	-0,321	-0,300	-0,22	-0,20	-0,01
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	-0,600	-0,300	-0,41	-0,20	-0,20

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] X-.S.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

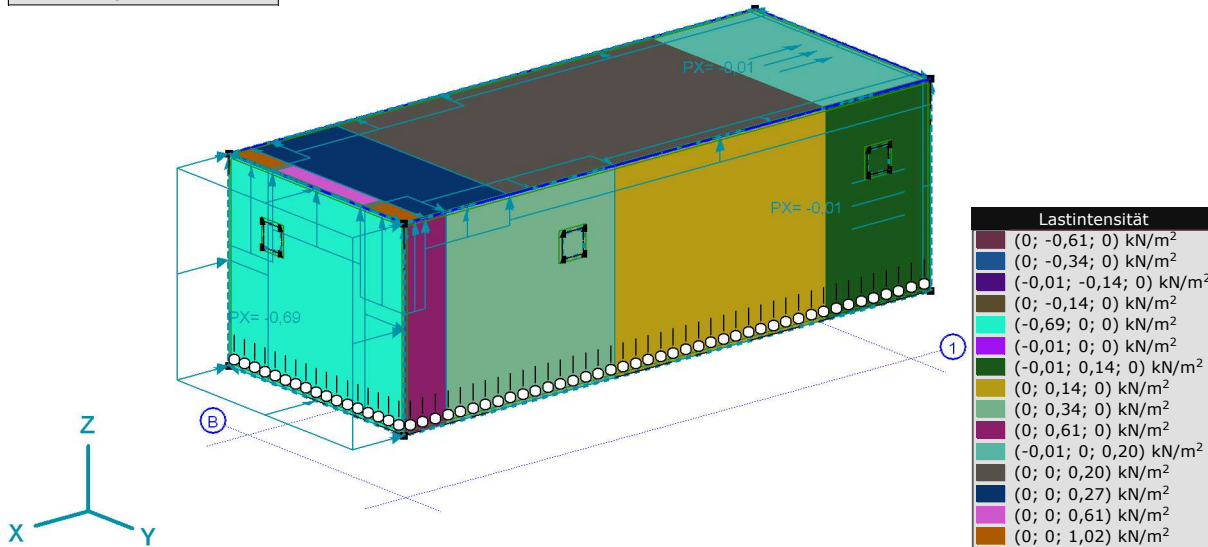
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 13

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] X-.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



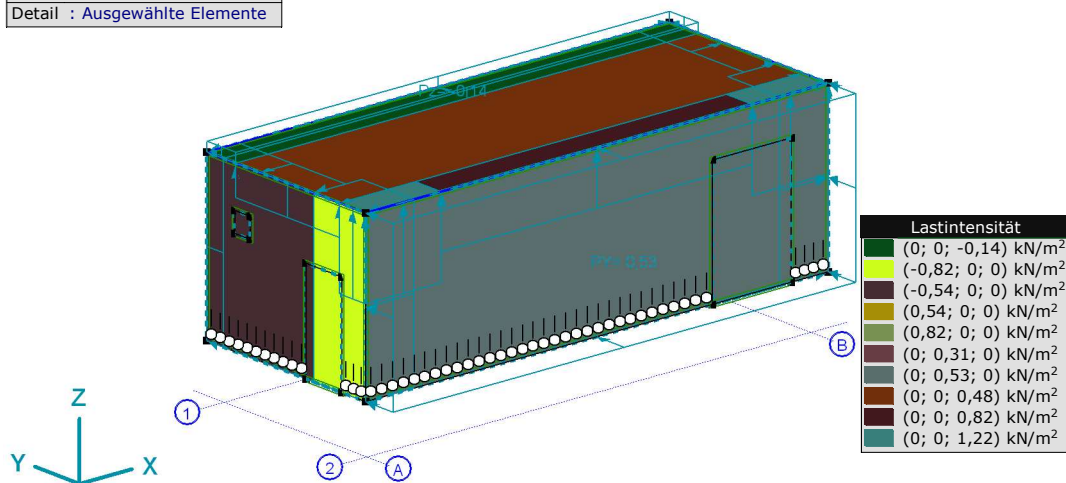
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] X-.S.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.P.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
D	0,776	0	0,53	0	0,53
E	-0,452	0	-0,31	0	-0,31
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	0,200	0	0,14	0	0,14

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.P.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

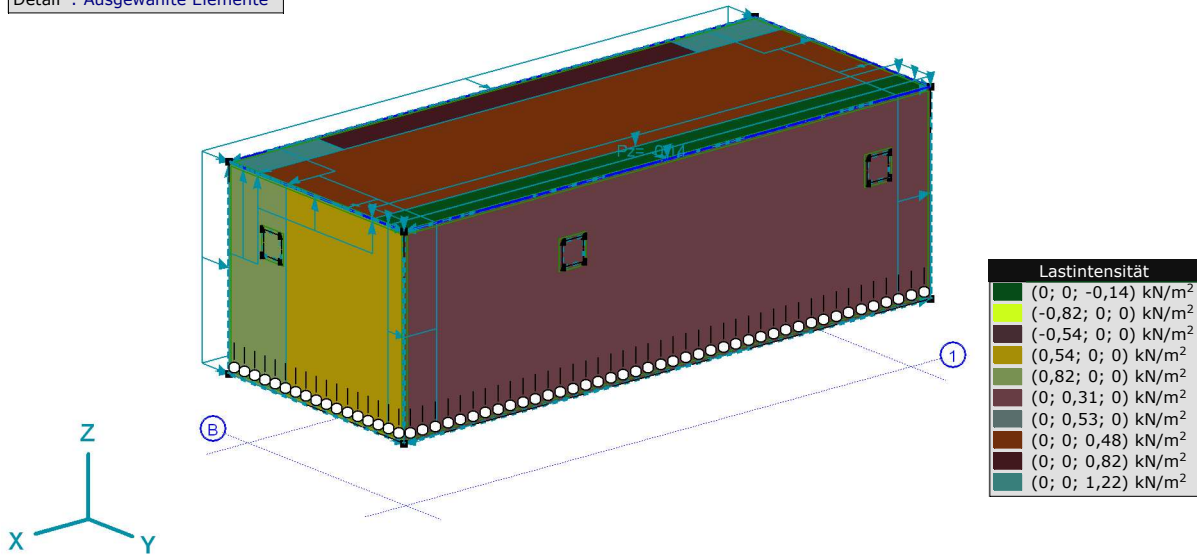
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 14

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



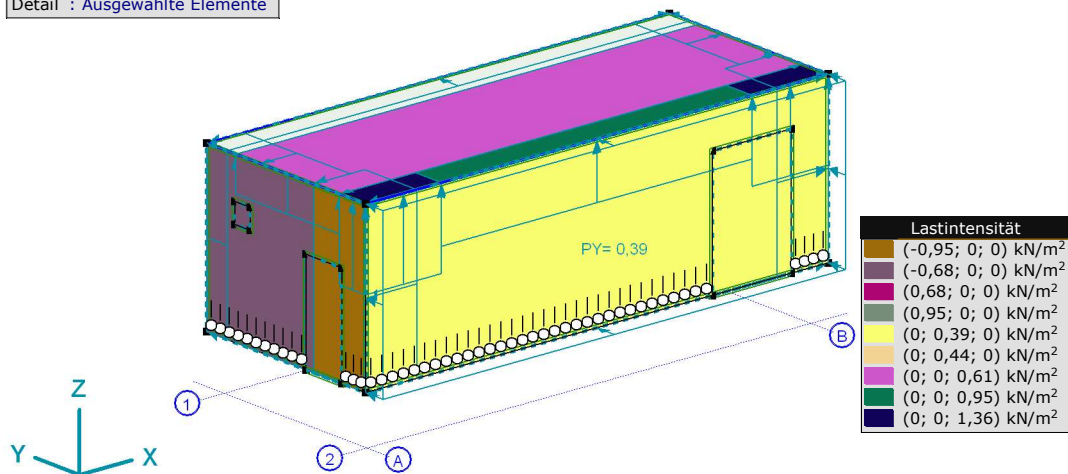
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.P.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.P.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
D	0,776	0,200	0,53	0,14	0,39
E	-0,452	0,200	-0,31	0,14	-0,44
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	0,200	0,200	0,14	0,14	0

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.P.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

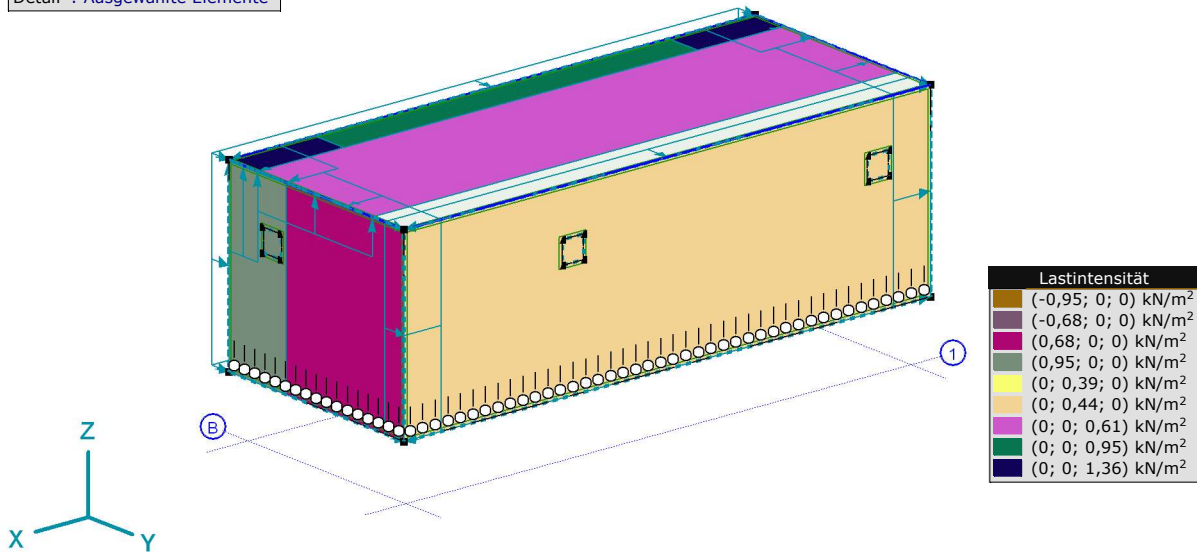
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 15

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



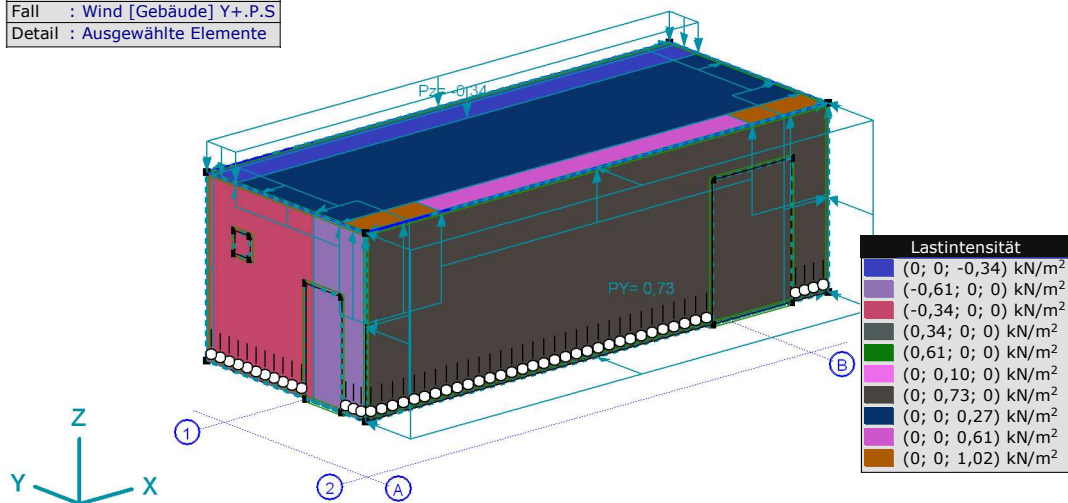
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.P.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.P.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
D	0,776	-0,300	0,53	-0,20	0,73
E	-0,452	-0,300	-0,31	-0,20	-0,10
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	0,200	-0,300	0,14	-0,20	0,34

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.P.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

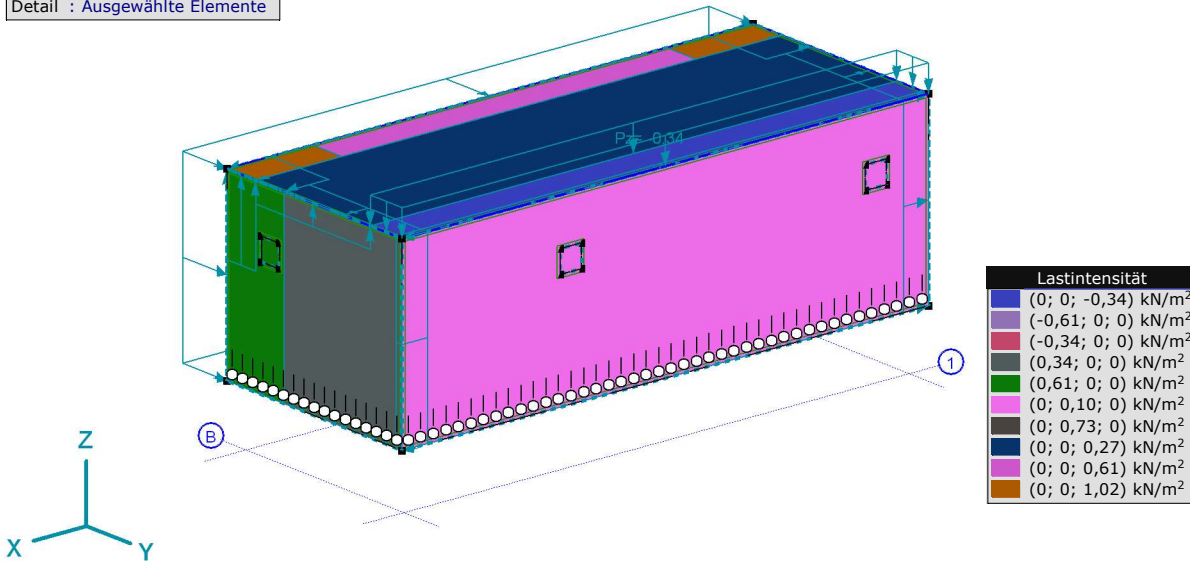
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 16

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



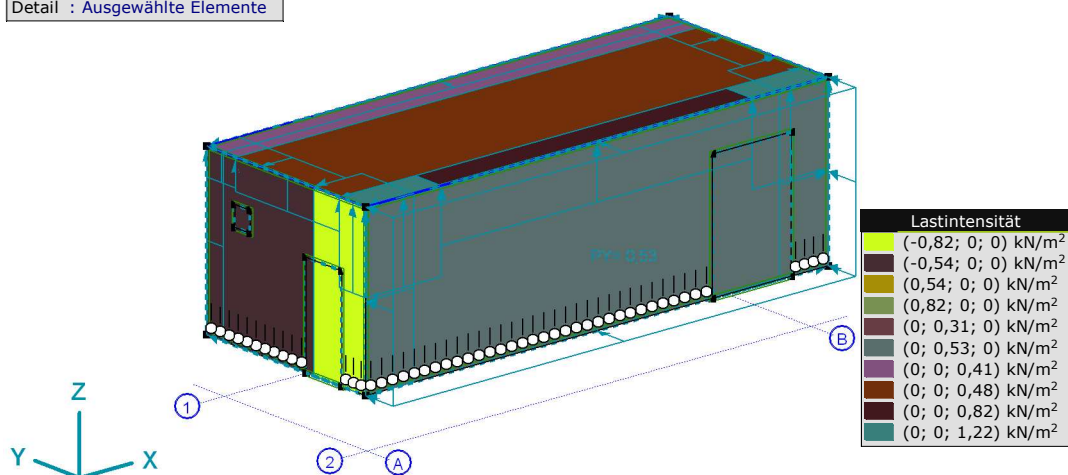
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.P.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.S.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
D	0,776	0	0,53	0	0,53
E	-0,452	0	-0,31	0	-0,31
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	-0,600	0	-0,41	0	-0,41

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.S.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

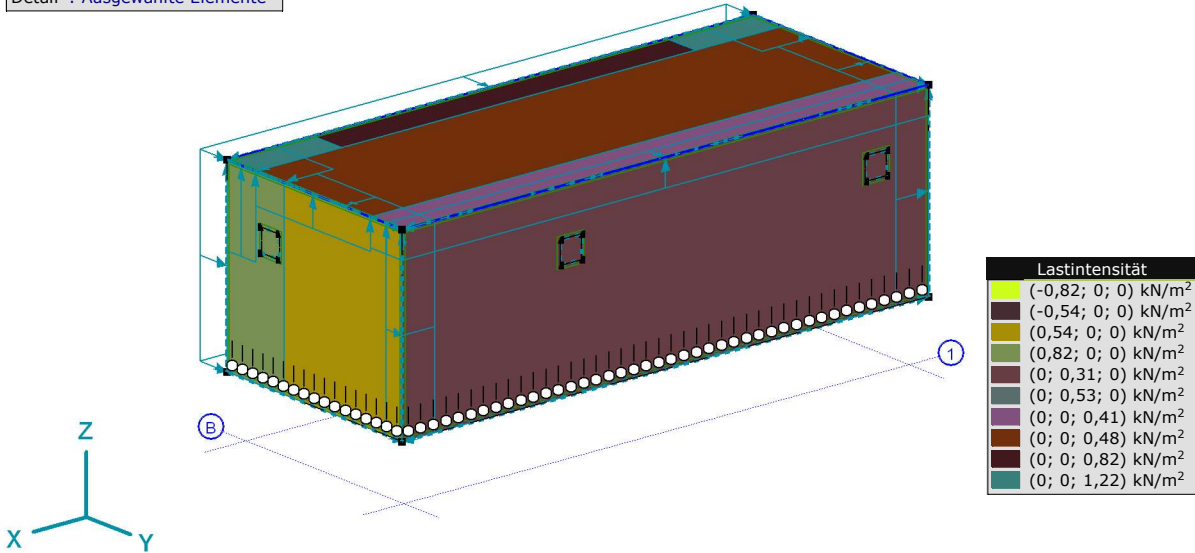
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 17

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



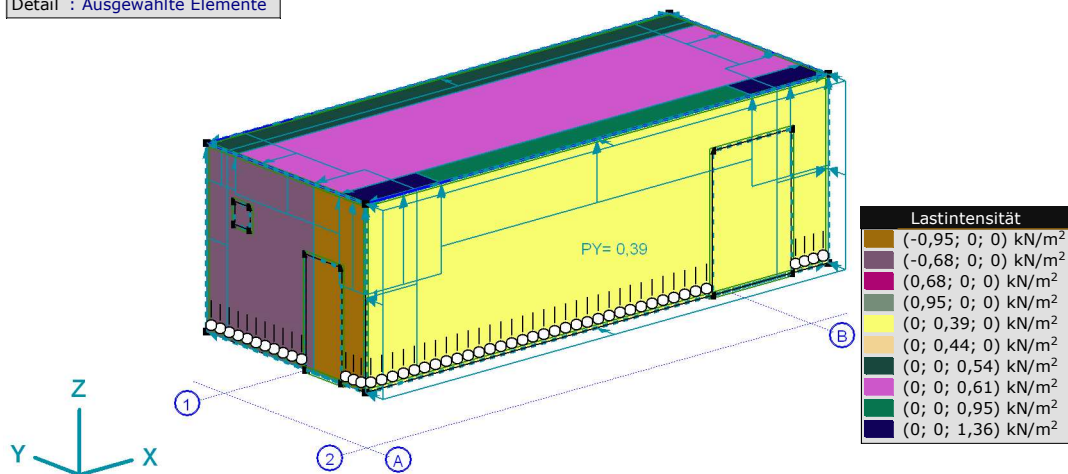
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.S.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.S.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
D	0,776	0,200	0,53	0,14	0,39
E	-0,452	0,200	-0,31	0,14	-0,44
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	-0,600	0,200	-0,41	0,14	-0,54

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.S.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

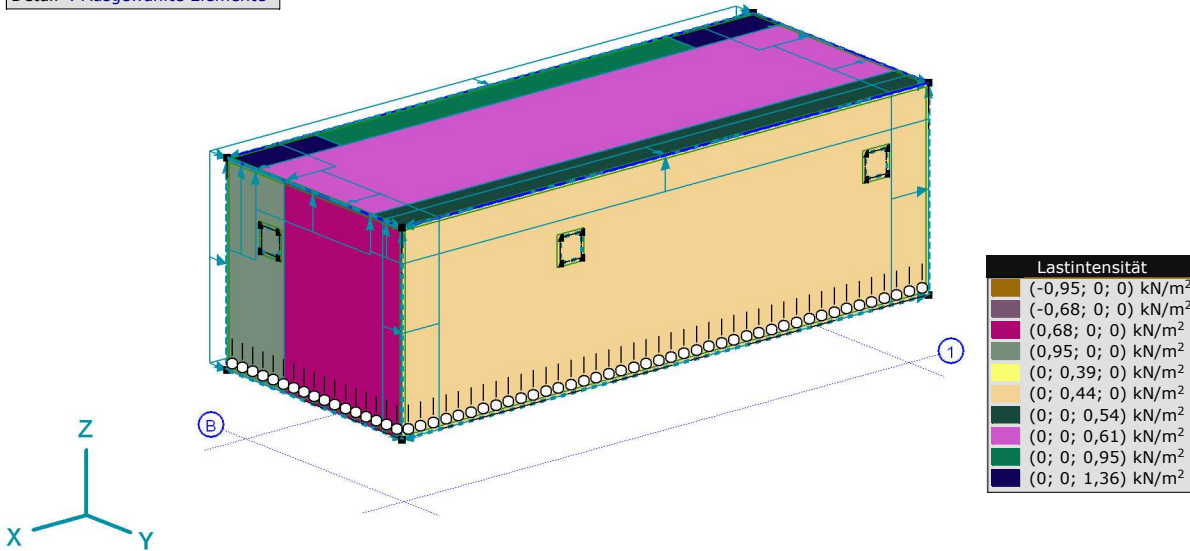
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 18

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



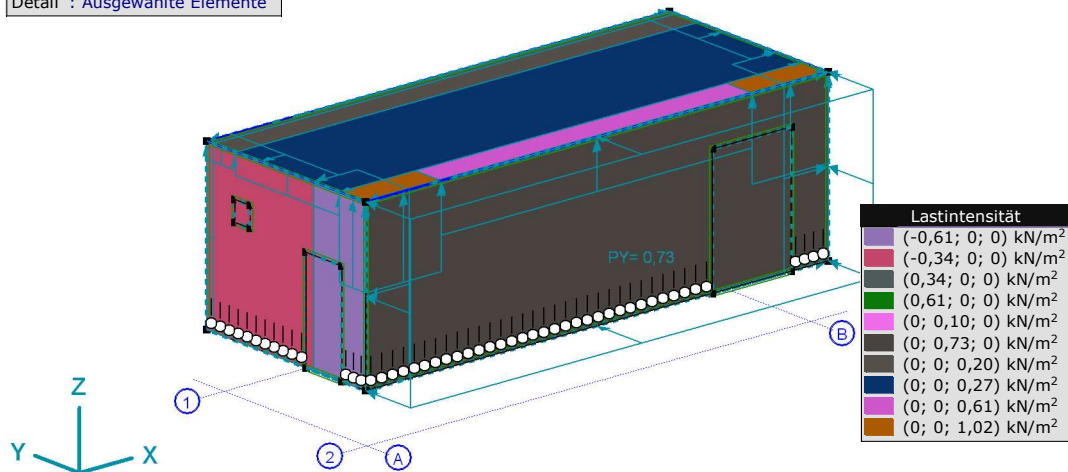
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.S.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y+.S.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
D	0,776	-0,300	0,53	-0,20	0,73
E	-0,452	-0,300	-0,31	-0,20	-0,10
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	-0,600	-0,300	-0,41	-0,20	-0,20

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y+.S.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

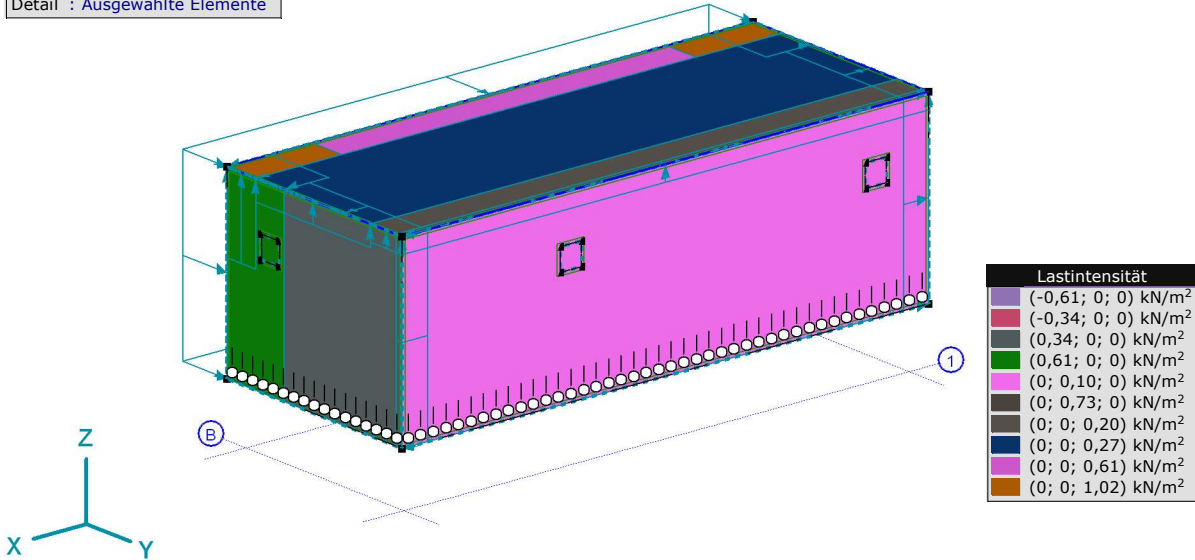
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 19

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y+.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



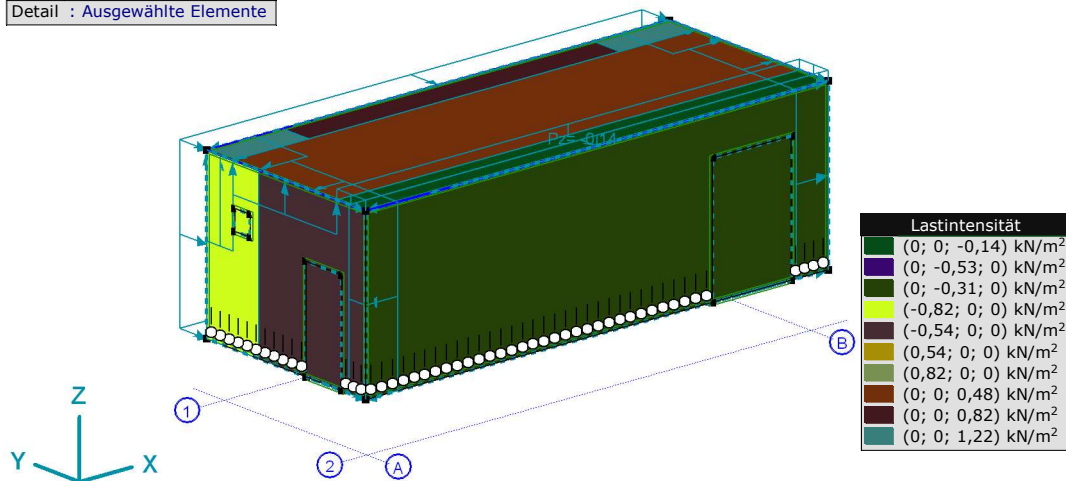
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y+.S.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.P.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
D	0,776	0	0,53	0	0,53
E	-0,452	0	-0,31	0	-0,31
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	0,200	0	0,14	0	0,14

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.P.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

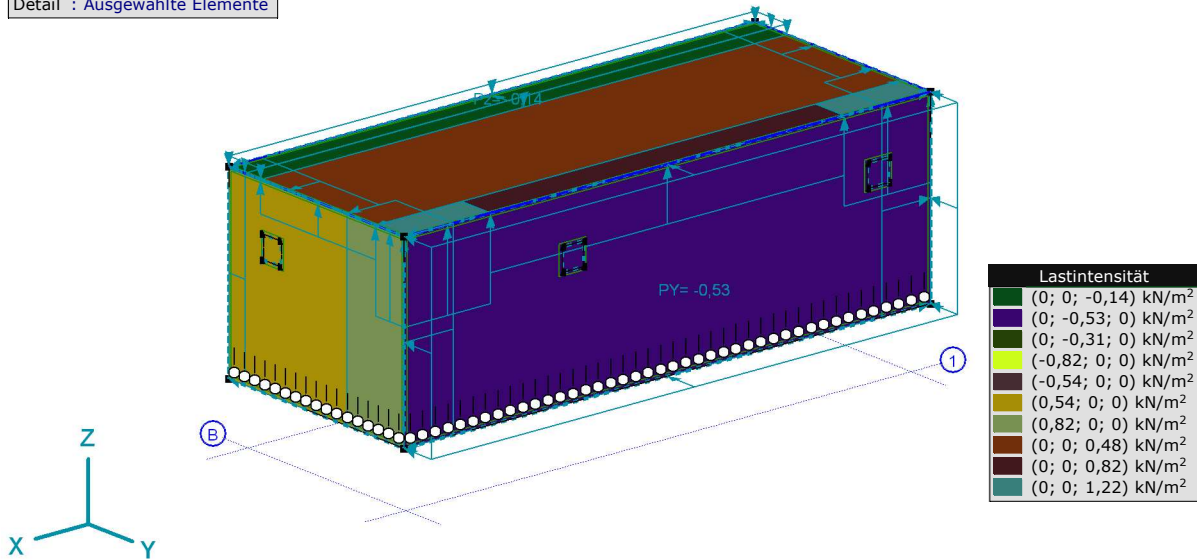
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 20

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



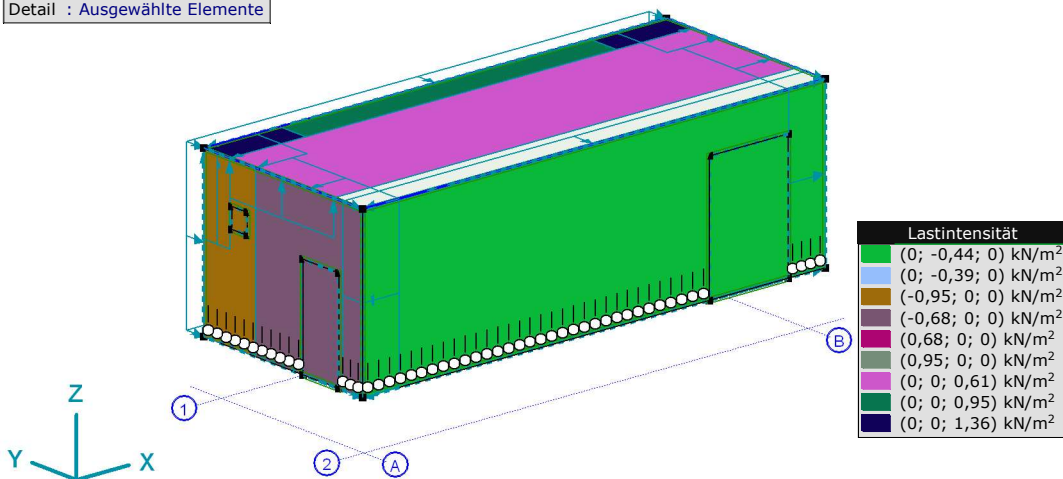
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.P.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.P.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m ²]	w_i [kN/m ²]	w [kN/m ²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
D	0,776	0,200	0,53	0,14	0,39
E	-0,452	0,200	-0,31	0,14	-0,44
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	0,200	0,200	0,14	0,14	0

c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.P.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

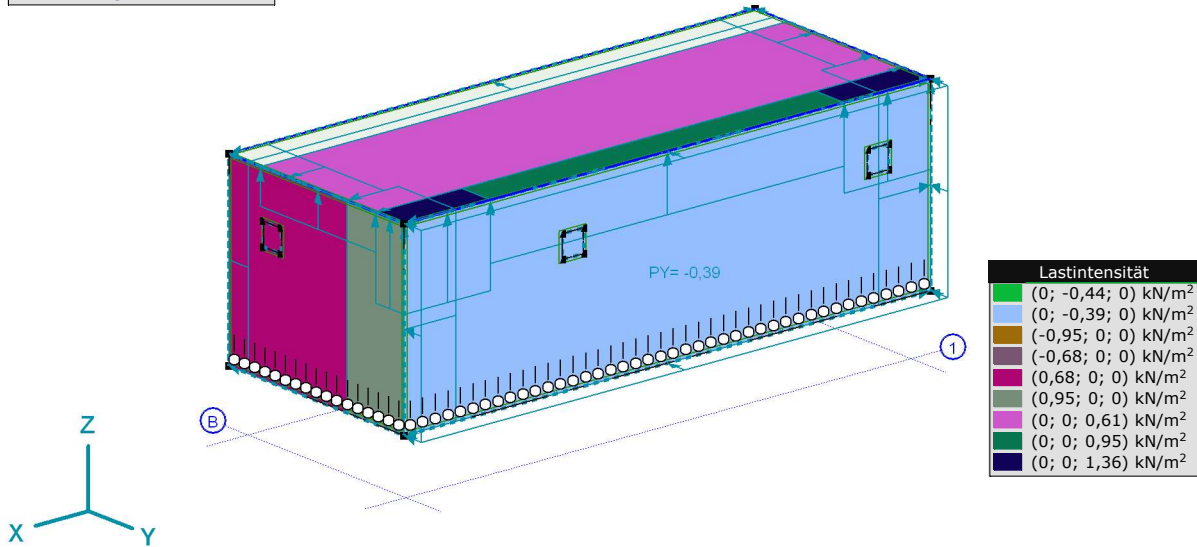
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlasparameter

16.02.2024

Seite 21

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



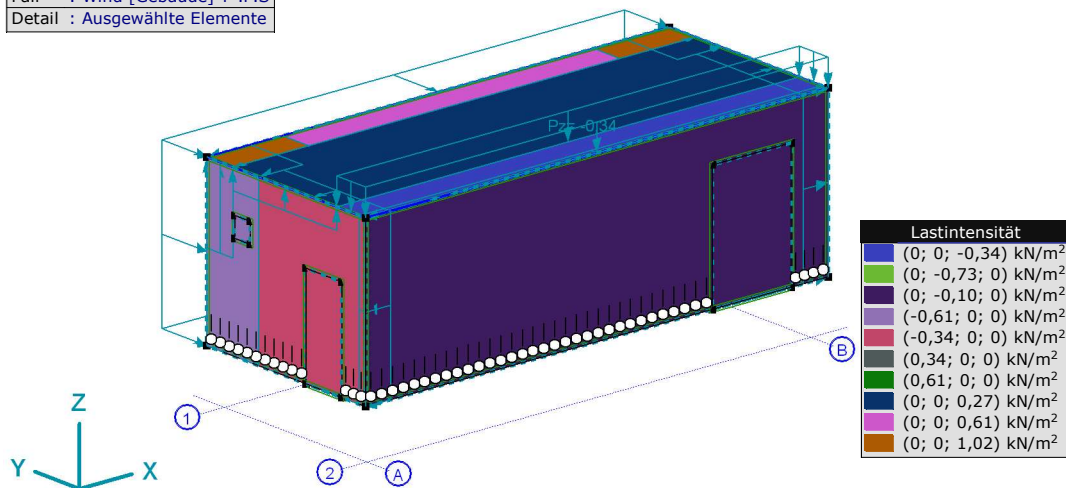
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.P.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.P.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
D	0,776	-0,300	0,53	-0,20	0,73
E	-0,452	-0,300	-0,31	-0,20	-0,10
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	0,200	-0,300	0,14	-0,20	0,34

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.P.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

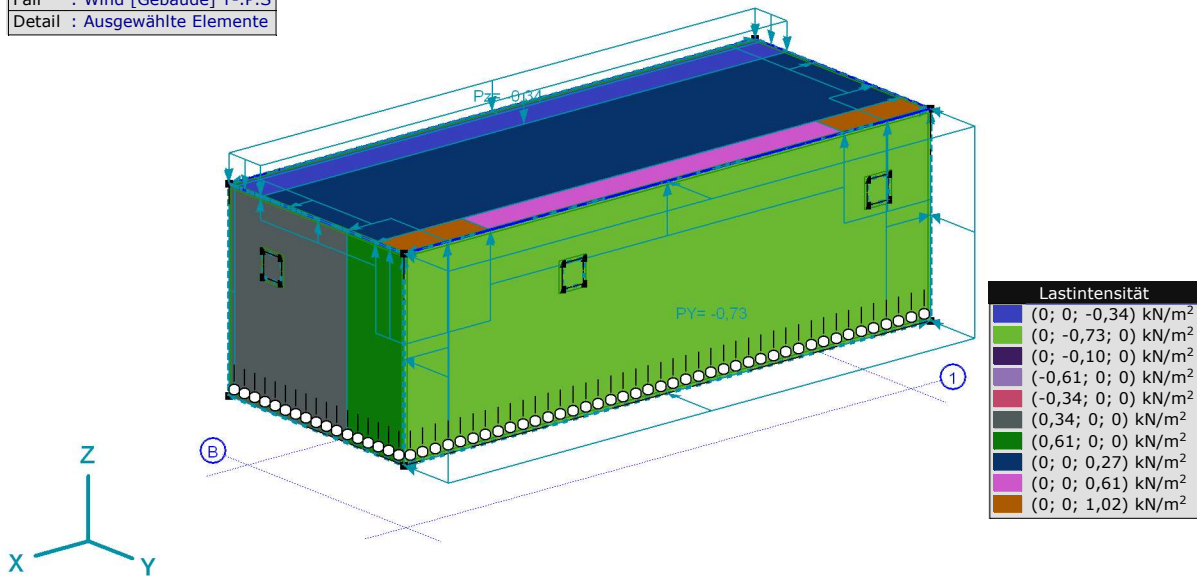
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 22

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.P.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



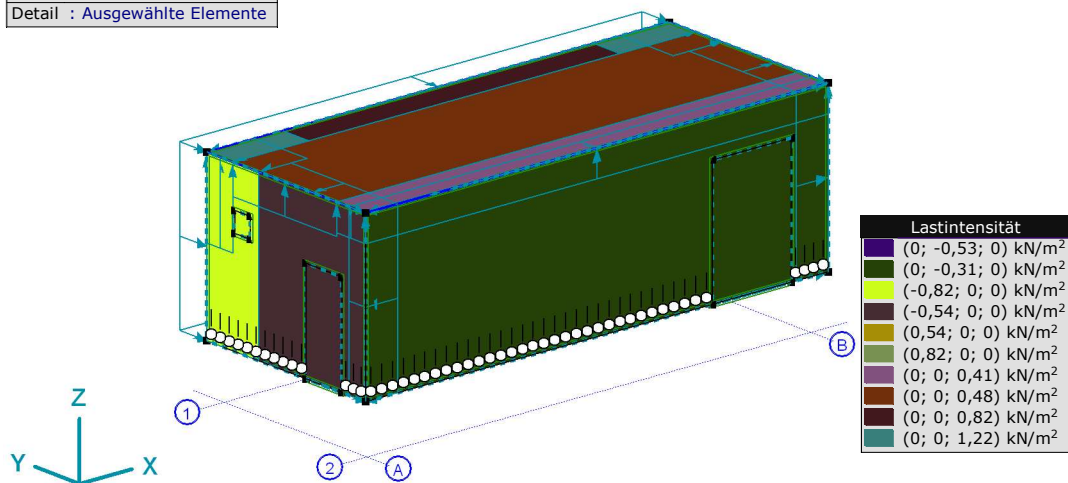
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.P.S

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.S.O

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
B	-0,800	0	-0,54	0	-0,54
D	0,776	0	0,53	0	0,53
E	-0,452	0	-0,31	0	-0,31
F	-1,800	0	-1,22	0	-1,22
G	-1,200	0	-0,82	0	-0,82
H	-0,700	0	-0,48	0	-0,48
I	-0,600	0	-0,41	0	-0,41

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.S.O

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

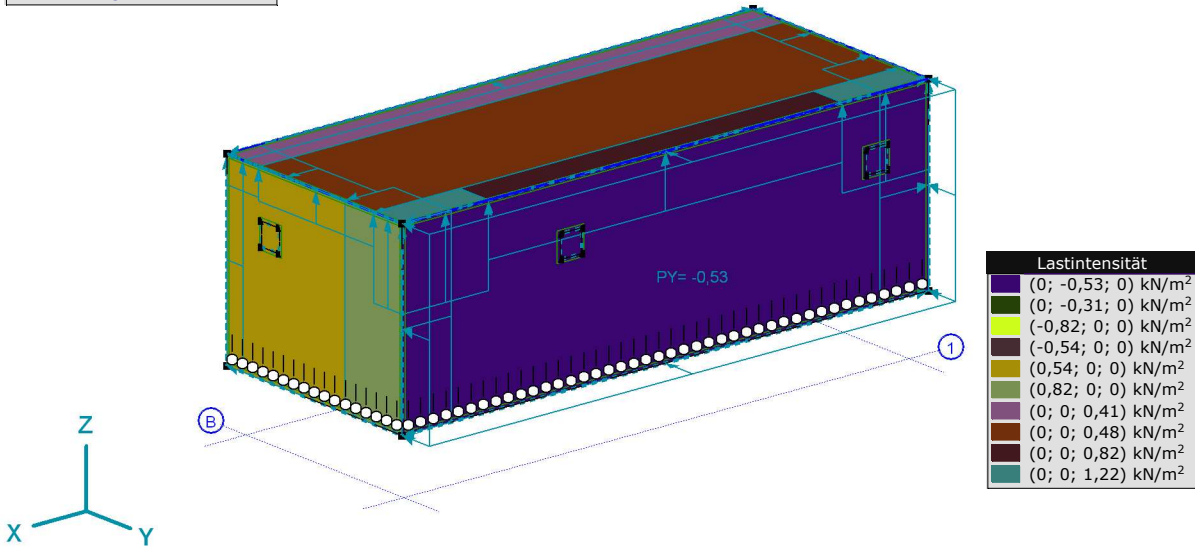
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 23

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.O
Detail	: Ausgewählte Elemente



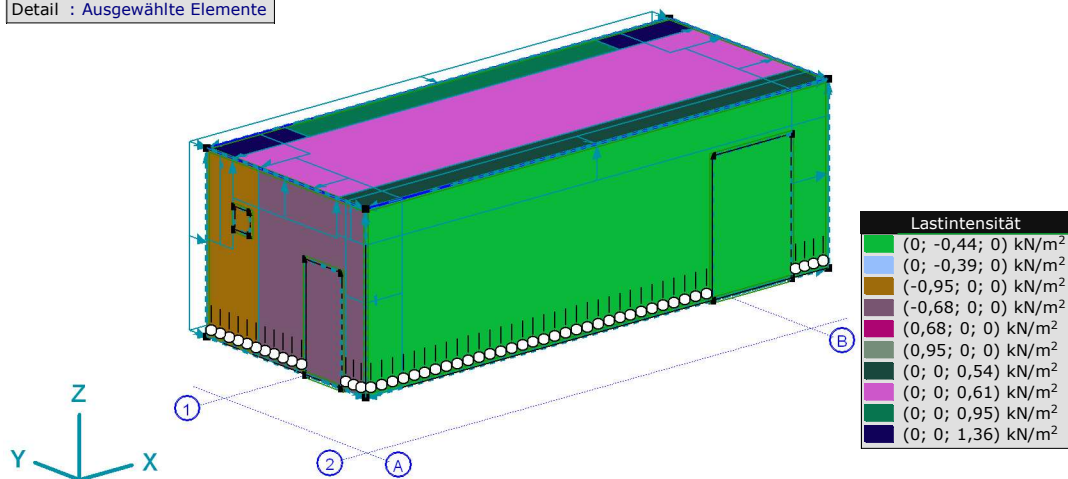
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.S.O

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.S.P

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
B	-0,800	0,200	-0,54	0,14	-0,68
D	0,776	0,200	0,53	0,14	0,39
E	-0,452	0,200	-0,31	0,14	-0,44
F	-1,800	0,200	-1,22	0,14	-1,36
G	-1,200	0,200	-0,82	0,14	-0,95
H	-0,700	0,200	-0,48	0,14	-0,61
I	-0,600	0,200	-0,41	0,14	-0,54

 c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.S.P

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

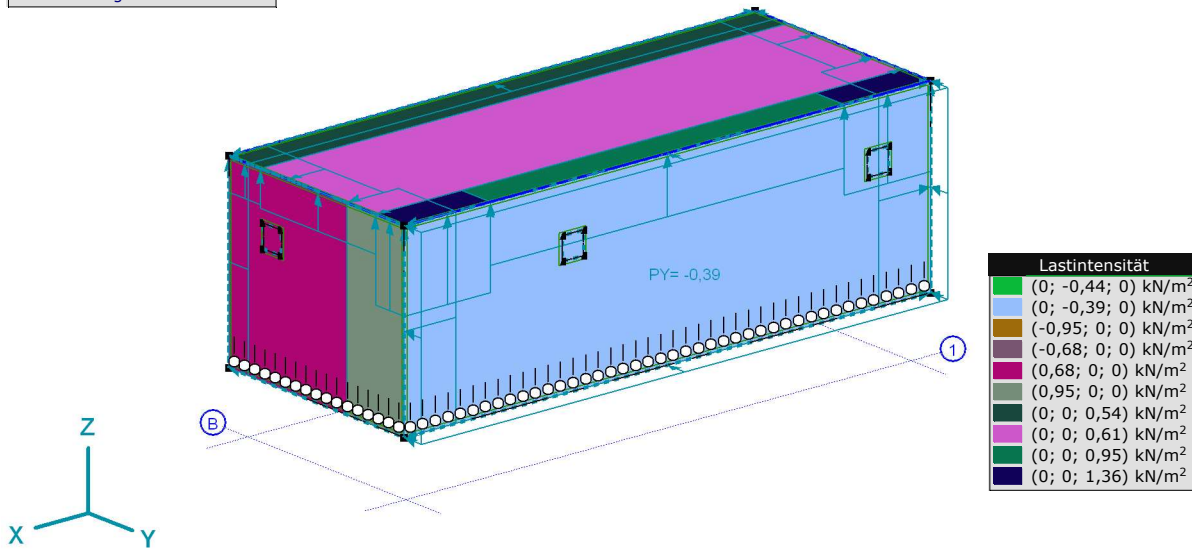
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlasparameter

16.02.2024

Seite 24

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.P
Detail	: Ausgewählte Elemente



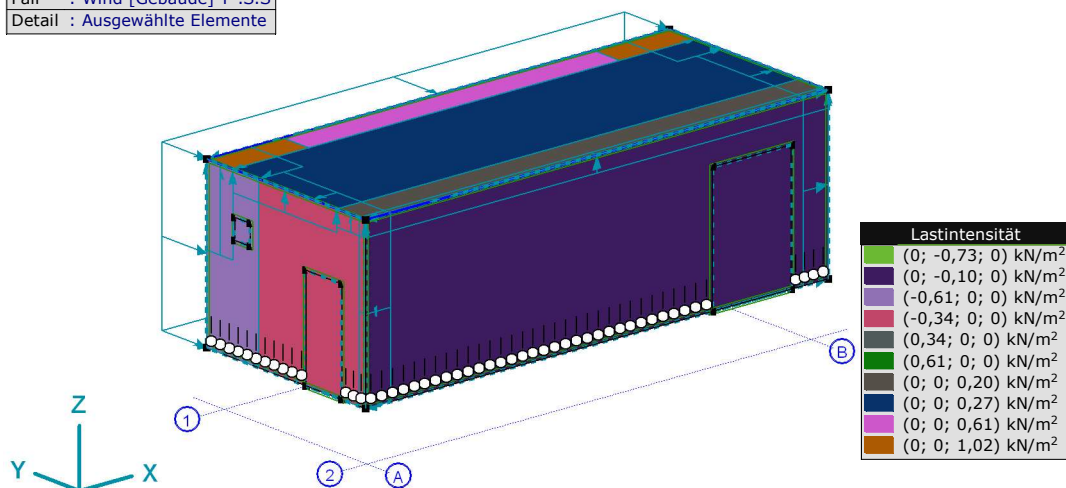
> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.S.P

Parameter Lastfall Wind, [Gebäude], Wind [Gebäude] Y-.S.S

Zone	c_{pe}	c_{pi}	w_e [kN/m²]	w_i [kN/m²]	w [kN/m²]
A	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
B	-0,800	-0,300	-0,54	-0,20	-0,34
D	0,776	-0,300	0,53	-0,20	0,73
E	-0,452	-0,300	-0,31	-0,20	-0,10
F	-1,800	-0,300	-1,22	-0,20	-1,02
G	-1,200	-0,300	-0,82	-0,20	-0,61
H	-0,700	-0,300	-0,48	-0,20	-0,27
I	-0,600	-0,300	-0,41	-0,20	-0,20

c_{pe} : Aussendruckbeiwert; c_{pi} : Innendruckbeiwert; w_e : Äusserer Winddruck; w_i : Innerer Winddruck; w : Resultierender Winddruck;

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Wind [Gebäude] Y-.S.S

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

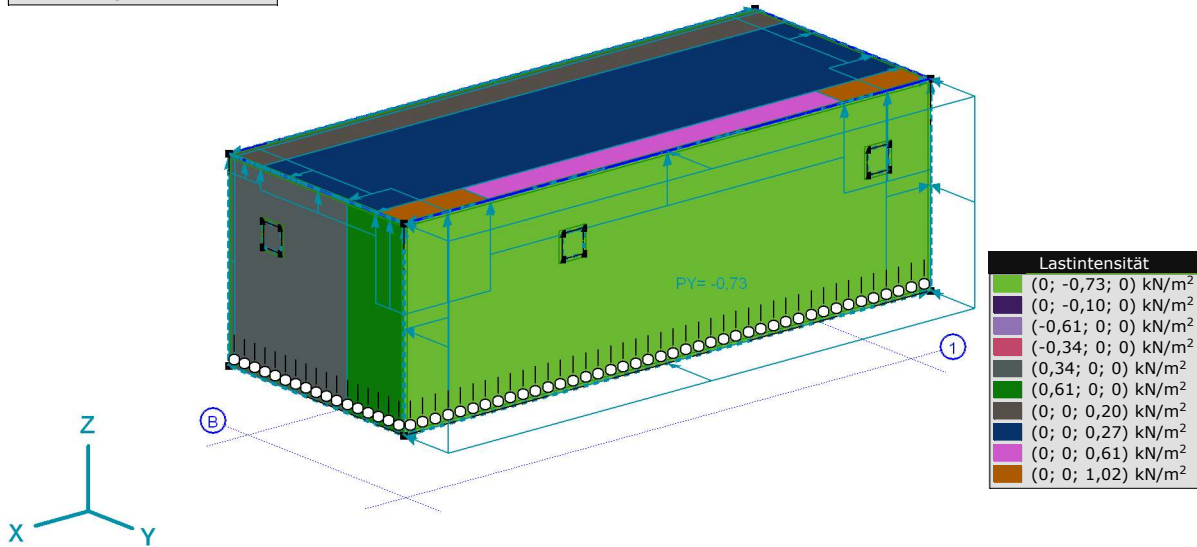
Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 25

Norm	Eurocode-D
Fall	: Wind [Gebäude] Y-.S.S
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (7), Wind [Gebäude] Y-.S.S

Schneelast

Scheelastparameter

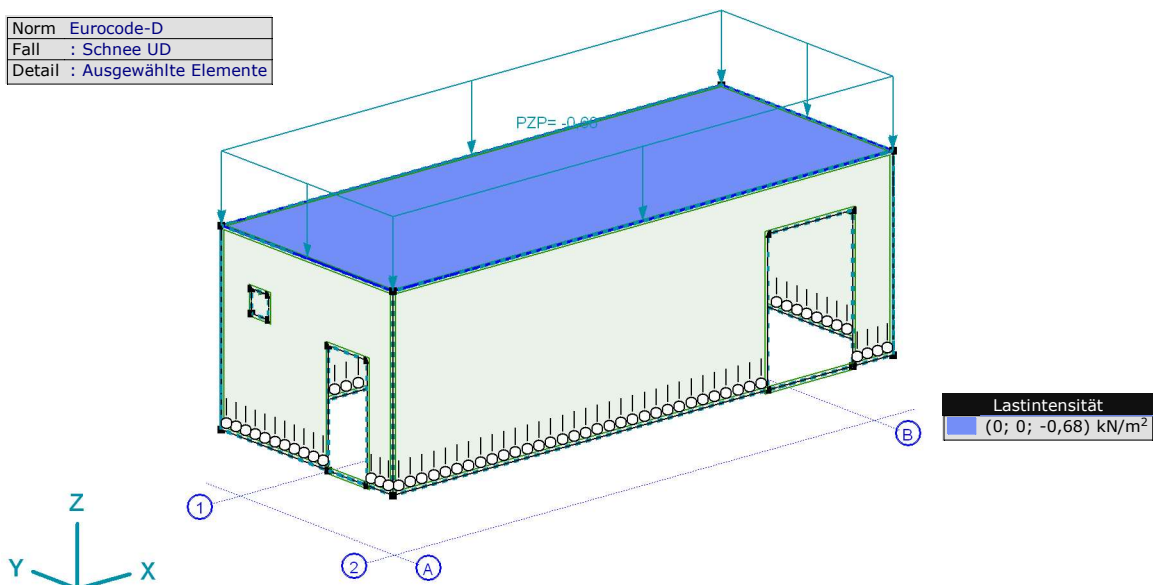
Schneelastparameter

	A [m]	C _e [-]	C _t [-]	C _{est} [-]	s _k [kN/m²]	s _{Ad} [kN/m²]	Zone	μ _i (0°) [-]
	7,0	1,000	1,000	2,300	0,85	1,95	Zone 2	0,800

A: Höhe über dem Meeresspiegel; C_e: Expositionsbeiwert; C_t: Temperaturkoeffizient; C_{est}: Beiwert für aussergewöhnliche Schneelasten; s_k: Charakteristischer Wert der Schneelast auf dem Boden; s_{Ad}: Bemessungswert für aussergewöhnliche Schneelasten auf dem Boden; μ_i(0°): Grundwert des Formbeiwerts;

Schneelast Normalfall

Norm	Eurocode-D
Fall	: Schnee UD
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Schnee UD

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **NetztrenngebäudeW.axs**

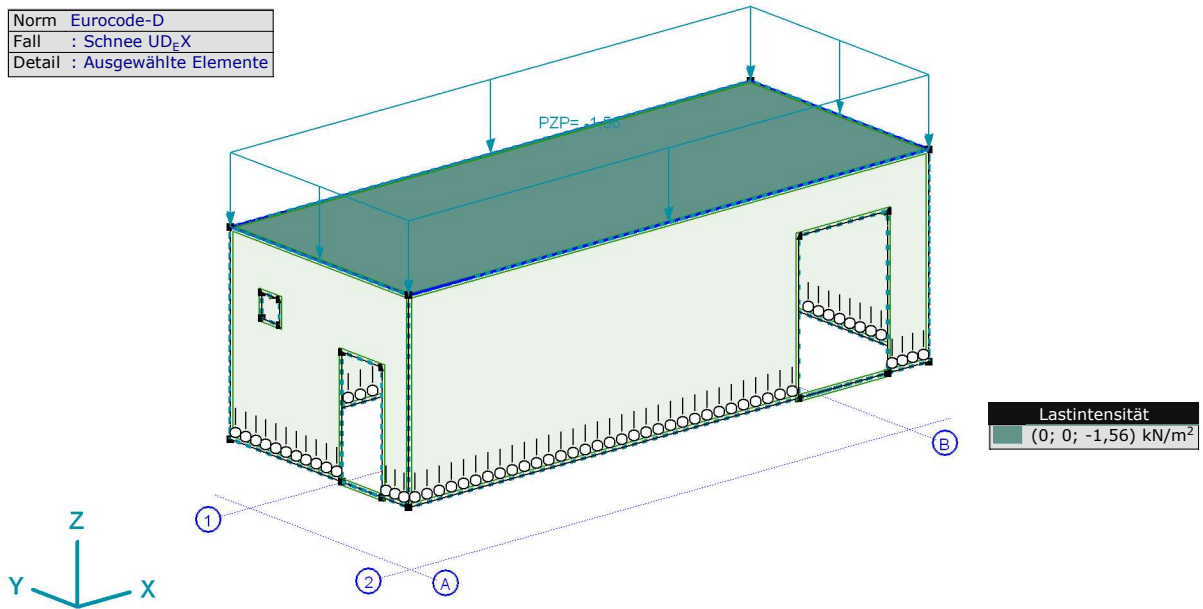
Schnee- und Windlastparameter

16.02.2024

Seite 26

Schneelast außergewöhnlich

Norm	Eurocode-D
Fall	: Schnee UD _{EX}
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (6), Schnee UD_EX

Anlage 2 - Bemessung der Dachplatten

Statischer Nachweis für BRESPA®-Decken (Vorbemessung)

BV: Vorbemessung - Position: BRESPA®-Decke

Grundlagen

Statik erstellt nach DIN EN 1168, DIN EN 1992-1-1, DIN EN 1992-1-1/NA für Deutschland, DIN EN 13369, DIN EN 206-1 zusätzlich gelten folgende Merkblätter: Industrierichtlinie und Merkblatt „biegeweiche Auflagerung“ vom Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken

Vorbemerkungen:

Schnittkräfte im Bereich von Einzellasten, Linienlasten und Aussparungen:

Die mitwirkende Lastverteilungsbreite bei Spannbeton-Fertigdecken darf wie bei monolithischen Betonplatten gemäß DAfStb Heft 631 berechnet werden.

Torsion wird am freien Rand eines Deckenfeldes (vertikal und horizontal nicht unterstützt) berücksichtigt, indem b_{mg} auf max. 1,00 m reduziert wird.

Diagramme zur Ermittlung der Fugenquerkräfte bzw. der anteiligen Lasten benachbarter Platten in einem Deckenfeld für bestimmte Einzel- und Linienlaststellungen sind in DIN EN 1168, Anhang C (informativ) angegeben.

Die Breite von Aussparungen wird von der mitwirkenden Lastverteilungsbreite abgezogen.

Da es sich um eine Vorbemessung handelt, kann eine Überschreitung von bis zu 3 % der Ausnutzung toleriert werden.

Hinweis zur Querkraftbemessung:

Nach DIN EN 1168 muss bei biegeweicher Lagerung der abmindernde Einfluss auf die Querkrafttragfähigkeit berücksichtigt werden. Die genaue Berechnung ist im Merkblatt „Biege weiche Auflagerung“ des Bundesverbandes Spannbeton-Fertigdecken zu entnehmen. Dieser Nachweis ist zu führen, wenn die Ausnutzung der Querkraft nach DIN EN 1168 Abs. 4.3.3.2.2.2 größer als 50% ist.

BV: Vorbemessung - Position: BRESPA®-Decke

Systemmaße

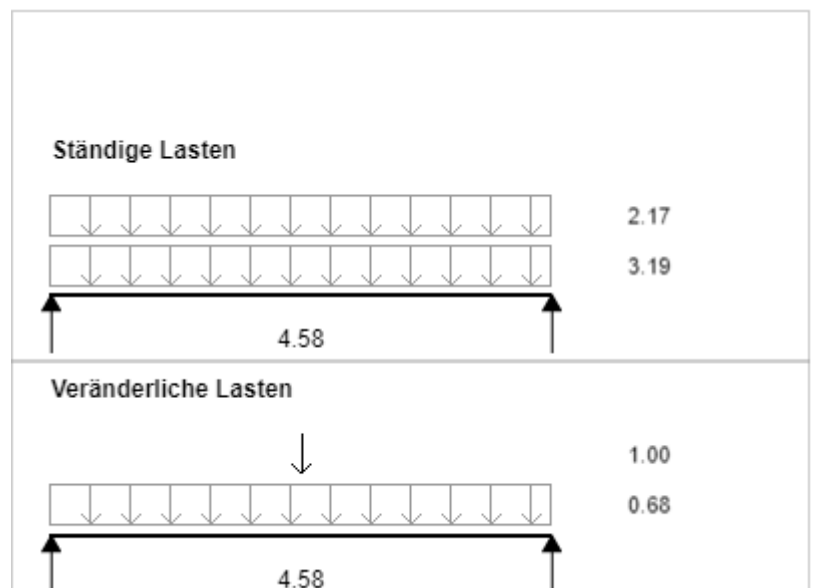
Feld	Feldbreite	1.20 m	Auflager	A		B	
	Lichte Weite	4.51 m	Auflagertiefe	0.10 m		0.10 m	
	Stützweite	4.58 m	Typ	Biegesteif		Biegesteif	

Einwirkungen

Kategorie	H1 - Schnee bis +1000 ü. NN					
Feld	Verkehrslast q_1 :	0.68 kN/m ²				
	LW-Zuschlag q_2 :	0.00 kN/m ²				
	Zus. Auflast g_1 :		2.17 kN/m ²			
	Eigenlast Decke g		3.19 kN/m ²			
	Belastung q/g	0.68 kN/m ²	5.36 kN/m ²			

Zusatzlasten

Lastart	Abstand	Länge	F_Q	F_G
Punktlast	2.29	0.00	1.00	0.00
$b_{mA}/b_{mM}/b_{mB}$: 1.00/1.00/1.00 m				

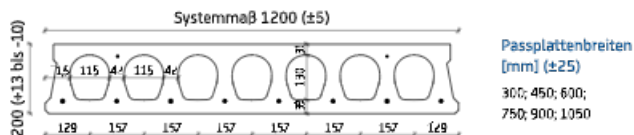


BV: Vorbemessung - Position: BRESPA®-Decke

Teilsicherheitsbeiwerte	gamma q:	1.50	gamma g:	1.35
Kombinationsbeiwerte	phi1	0.20	phi2	0.00
Expositionsklasse	XC3			
Feuerwiderstandsklasse	F90			

Bemessung

Bewehrung A20B/S8-D4

A20B 200 mm

Deckenart:	Hohldecke
Deckentyp:	A20B
Deckendicke:	20cm
az,oben(mm²/m):	65.00
az,unten(mm²/m):	347.00

Nachweis der BiegetragfähigkeitFeldmoment M_{Ed} 23.33 kNm/m \leq M_{Rd} 75.57 kNm/m = Ausnutzung 30.9%**Nachweis der Querkraftfähigkeit**

Auflager A	$V_{Ed,ct1}$	19.64 kN/m	\leq	$V_{Rd,ct1}$	59.04 kN/m	= Ausnutzung	33.3% ***
	$V_{Ed,fi}$	12.27 kN/m	\leq	$V_{Rd,fi}$	25.33 kN/m	= Ausnutzung	48.4%
	$V_{Ed,ct2}$	0.00 kN/m	\leq	$V_{Rd,ct2}$	37.06 kN/m	= Ausnutzung	0.0%
Auflager B	$V_{Ed,ct1}$	19.64 kN/m	\leq	$V_{Rd,ct1}$	59.04 kN/m	= Ausnutzung	33.3% ***
	$V_{Ed,fi}$	12.27 kN/m	\leq	$V_{Rd,fi}$	25.33 kN/m	= Ausnutzung	48.4%
	$V_{Ed,ct2}$	0.00 kN/m	\leq	$V_{Rd,ct2}$	37.06 kN/m	= Ausnutzung	0.0%

Durchbiegungvorhandene Durchbiegung $(L/-11099) = -0.41$ mm zul. Durchbiegung $L/250 = 18.31$ mm

***Es wurde ein biegesteifes Auflager angenommen.

Anlage 3 - Lastkombinationen zur Bemessung der Fundamentplatte

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.AxisVM X7 R2g · Registrierter Benutzer: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Berechnete massgebende Kombinationen aus Lastgruppen

	Grenzwertkombination	Typ
1	[Ständige Lasten]	ULS
2	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss	ULS
3	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss (0,75*Schneelast)	ULS
4	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach	ULS
5	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	ULS
6	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (0,75*Schneelast)	ULS
7	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss+0,75*Schneelast)	ULS
8	[Ständige Lasten] 1,5*Schneelast	ULS
9	[Ständige Lasten] 1,5*Schneelast (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	ULS
10	[1,35*Ständige Lasten]	ULS
11	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss	ULS
12	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss (0,75*Schneelast)	ULS
13	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach	ULS
14	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	ULS
15	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (0,75*Schneelast)	ULS
16	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss+0,75*Schneelast)	ULS
17	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Schneelast	ULS
18	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Schneelast (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	ULS
19	[Ständige Lasten] (SchneelastAusGew)	ULS (außergewöhnlich)
20	[Ständige Lasten] 0,9*Nutzlasten Erdgeschoss (SchneelastAusGew)	ULS (außergewöhnlich)
21	[Ständige Lasten]	SLS Charakteristische
22	[Ständige Lasten] Nutzlasten Erdgeschoss	SLS Charakteristische
23	[Ständige Lasten] Nutzlasten Erdgeschoss (0,5*Schneelast)	SLS Charakteristische
24	[Ständige Lasten] Nutzlasten Dach	SLS Charakteristische
25	[Ständige Lasten] Nutzlasten Dach (Nutzlasten Erdgeschoss)	SLS Charakteristische
26	[Ständige Lasten] Nutzlasten Dach (0,5*Schneelast)	SLS Charakteristische
27	[Ständige Lasten] Nutzlasten Dach (Nutzlasten Erdgeschoss+0,5*Schneelast)	SLS Charakteristische
28	[Ständige Lasten] Schneelast	SLS Charakteristische
29	[Ständige Lasten] Schneelast (Nutzlasten Erdgeschoss)	SLS Charakteristische
30	[Ständige Lasten]	SLS Häufige
31	[Ständige Lasten] 0,9*Nutzlasten Erdgeschoss	SLS Häufige
32	[Ständige Lasten] 0,2*Schneelast	SLS Häufige
33	[Ständige Lasten] 0,2*Schneelast (0,8*Nutzlasten Erdgeschoss)	SLS Häufige
34	[Ständige Lasten]	SLS Quasi-ständige
35	[Ständige Lasten] (0,8*Nutzlasten Erdgeschoss)	SLS Quasi-ständige
36	[Ständige Lasten]	A1
37	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss	A1
38	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss (0,75*Schneelast)	A1
39	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach	A1

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.AxisVM X7 R2g · Registrierter Benutzer: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

	Grenzwertkombination	Typ
40	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	A1
41	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (0,75*Schneelast)	A1
42	[Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss+0,75*Schneelast)	A1
43	[Ständige Lasten] 1,5*Schneelast	A1
44	[Ständige Lasten] 1,5*Schneelast (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	A1
45	[1,35*Ständige Lasten]	A1
46	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss	A1
47	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Erdgeschoss (0,75*Schneelast)	A1
48	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach	A1
49	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	A1
50	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (0,75*Schneelast)	A1
51	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Nutzlasten Dach (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss+0,75*Schneelast)	A1
52	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Schneelast	A1
53	[1,35*Ständige Lasten] 1,5*Schneelast (1,5*Nutzlasten Erdgeschoss)	A1
54	[Ständige Lasten]	A2
55	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Erdgeschoss	A2
56	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Erdgeschoss (0,65*Schneelast)	A2
57	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Dach	A2
58	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Dach (1,3*Nutzlasten Erdgeschoss)	A2
59	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Dach (0,65*Schneelast)	A2
60	[Ständige Lasten] 1,3*Nutzlasten Dach (1,3*Nutzlasten Erdgeschoss+0,65*Schneelast)	A2
61	[Ständige Lasten] 1,3*Schneelast	A2
62	[Ständige Lasten] 1,3*Schneelast (1,3*Nutzlasten Erdgeschoss)	A2

Anlage 4 - Bemessung des Sturzbalkens

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 1

Stahlbetonbalken

Konstruktionselemente: 1

Norm: **Eurocode-D**Lastfall: **Linear,(Auto) Maßgebende****Materialien**Beton: **C25/30** ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonstahl:

Längsbewehrung: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)Bügel: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)Kriechfaktor: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ [DIN EN 1992-1-13.1.7. \(2\)](#)**Bewehrungsparameter definieren**Betonüberdeckungen: $c = 30$ mmObere Längsstäbe: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 113$ mm²)Untere Längsstäbe: $\phi_B = 12$ mm ($A_{\phi,B} = 113$ mm²)Obere Eckstäbe: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 113$ mm²)Untere Eckstäbe: $\phi_{c,B} = 12$ mm ($A_{\phi,c,B} = 113$ mm²)Seitliche Bewehrung gegen Torsion: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 113$ mm²)Bügeldurchmesser: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi_w} = 50$ mm²)Bügel Schenkel: $n_{\phi,w} = 2$ St.Winkel der Betondruckstrebe: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot\Theta = 1$)

Betonstahllage:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

1. ULS Lastkombination (Tragfähigkeit)

BemessungsparameterBemessungssituation: **Ständige oder vorübergehende**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1,5} = 14,167 \text{ MPa} = 1,4167 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 1,4167 \cdot 10^4 = 1,4167 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{1,7955}{1,5} = 1,0174 \text{ MPa} = 1,0174 \cdot 10^3 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

 Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 2

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

1.1. Biegung

Maximale Zugbewehrung oben

 Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 1,298 \text{ m}$

 Lastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht Wand+Eigengewicht Decke+Eigengewicht] {1,5*Nutzlast Decke}**

Geometrie

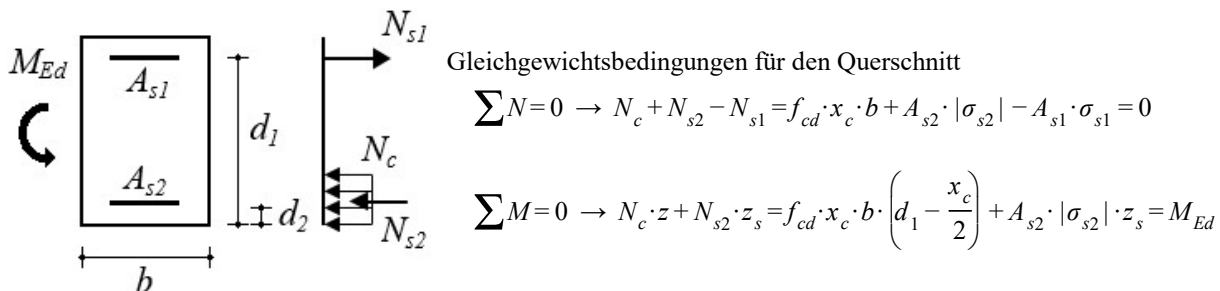
 Dicke des Querschnitts: $h = 870,0 \text{ mm}$

 Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Schnittkräfte

$$M_{Ed} = 0,014 \text{ kNm}$$

Bemessung der Biegebewehrung



Teil-Resultate

Statische Nutzhöhe:

$$d = 826 \text{ mm}$$

Der reine maximale Momentenwiderstand ohne Druckbewehrung:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 826 = 509,4 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 509,4 = 407,5 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3) Figur 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(826 - \frac{407,5}{2} \right) \cdot 407,5 \cdot 240,0 \cdot 1,4167 \cdot 10^4 = 862 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0,014 \text{ kNm}$$

Betondruckzonenhöhe:

$$x_c = 0,005104 \text{ mm}$$

Berechnete Fläche der Biegebewehrung unter Zug:

$$A_{s,1} = 264 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 264 \text{ mm}^2)$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 3

Maximale Zugbewehrung unten

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0,685 \text{ m}$

Lastfall/Lastkombination: **[1,35*Eigengewicht Wand+1,35*Eigengewicht Decke+1,35*Eigengewicht] {1,5*Nutzlast Decke} (1,5*0,5*Schneelast)**

Geometrie

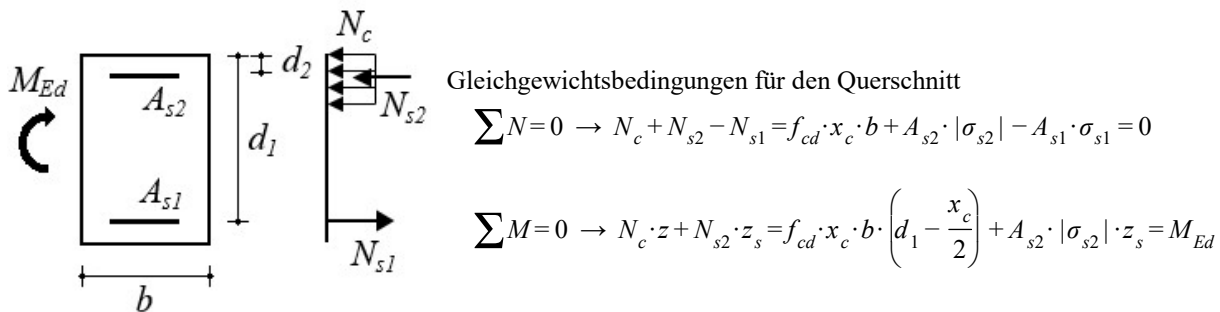
Dicke des Querschnitts: $h = 870,0 \text{ mm}$

Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Schnittkräfte

$$M_{Ed} = 5,3 \text{ kNm}$$

Bemessung der Biegebewehrung



Teil-Resultate

Statische Nutzhöhe:

$$d = 826 \text{ mm}$$

Der reine maximale Momentenwiderstand ohne Druckbewehrung:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 826 = 509,4 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 509,4 = 407,5 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3) Figur 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(826 - \frac{407,5}{2} \right) \cdot 407,5 \cdot 240,0 \cdot 1,4167 \cdot 10^4 = 862 \text{ kNm} > M_{Ed} = 5,3 \text{ kNm}$$

Betondruckzonenhöhe:

$$x_c = 1,889 \text{ mm}$$

Berechnete Fläche der Biegebewehrung unter Zug:

$$A_{s,1} = 264 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 264 \text{ mm}^2)$$

1.2. Schub

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: 0,250 m

Lastfall/Lastkombination: **[1,35*Eigengewicht Wand+1,35*Eigengewicht Decke+1,35*Eigengewicht] {1,5*Schneelast}**

Geometrie

Dicke des Querschnitts: $h = 870,0 \text{ mm}$

Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 4

Schnittkräfte

$$M_{Ed} = 3,9 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 22,034 \text{ kN}$$

Schubbewehrung

$$v_{min} = \frac{0,0375}{\gamma_c} \cdot k^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} = \frac{0,0375}{1,5} \cdot 1,4921^{1,5} \cdot \sqrt{25} = 0,22782 \text{ MPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-16.2.2 (1) (6.3bDE)}$$

Bemessungswert des Querkraftwiderstands eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung: DIN EN 1992-1-1 6.2.2. (1)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,22782 + 0,12 \cdot 0) \cdot 240 \cdot 826 = 45163 \text{ N} = 45,163 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,1 \cdot 1,4921 \cdot (100 \cdot 0,0013338 \cdot 25)^{1/3} + 0,12 \cdot 0) \cdot 240 \cdot 826 = 44190 \text{ N} = 44,190 \text{ kN} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c} = 44,190 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 45,163 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 45,163 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 45,163 \text{ kN} > V_{Ed,red} = 22,034 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Keine Schubbewehrung nötig

$$v_1 = 0,75 \cdot v_2 = 0,75 \cdot 1 = 0,75$$

Durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzter maximaler Querkraftwiderstand: DIN EN 1992-1-1 (6.9.)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 240,0 \cdot 743,4 \cdot 0,75 \cdot 1,4167 \cdot 10^4}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 947,835 \text{ kN} > V_{Ed} = 22,034 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Kontrolle der konstruktiven Durchbildung für Bügel:

$$\rho_{w,min} = \frac{0,16 \cdot f_{ctm}}{f_{ywk}} = \frac{0,16 \cdot 2,565}{500} = 0,00082079 = 0,821 \text{ ‰} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.5N)} \quad \text{DIN EN 1992-1-1}$$

9.2.2. (5) (9.4) (9.5N)

$$s = \frac{A_{s,w}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{101}{0,00082079 \cdot 240,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 510,3 \text{ mm} \rightarrow s = 500 \text{ mm}$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w ; 0,016 + k_2 ; k_3) = \max(0,8 ; 0,016 + 5 ; 0) = 21 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 500 - 8 = 492 \text{ mm} > s_{clear,min} = 21 \text{ mm} \quad \checkmark \quad s_{l,max} = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 870,0 = 609 \text{ mm} > 300 \text{ mm} \rightarrow s_{l,max} = 300 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 9.2.2.1. (6) Tabelle NA.9.1}$$

$$s = 500 \text{ mm} > s_{l,max} = 300 \text{ mm} \quad \times$$

$$s = s_{l,max} = 300 \text{ mm}$$

1.3. Zusätzliche Längsbewehrung für Torsion

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Für Torsion ist keine zusätzliche Längsbewehrung erforderlich

2. SLS Lastkombination (Gebrauchstauglichkeit)

Bemessungsparameter

Bemessungssituation: **SLS Lastkombination (Gebrauchstauglichkeit)**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1} = 21,25 \text{ MPa} = 2,125 \cdot 10^4 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 = 5 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

2.1. Rissnachweis Kontrolle

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 5

Parameter DIN EN 1992-1-1 7.3.4. (2)**2.1.1 Begrenzende Rissbreite oben**Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 2,140$ mLastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht Wand+Eigengewicht Decke+Eigengewicht]****Schnittkräfte**

$$M_{Ed} = 6,9 \text{ kNm}$$

GeometrieDicke des Querschnitts: $h = 870,0$ mmBreite des Querschnitts: $b_w = 240,0$ mm

Längsbewehrung:

Obere Bewehrung: $3\phi 12$ (339mm^2)Untere Bewehrung: $3\phi 12$ (339mm^2)

Die Betonquerschnittsfläche:

$$A_c = b_w \cdot h = 240,0 \cdot 870,0 = 208,8 \text{ mm}$$

Abstand des Schwerpunkts des Betonquerschnitts von oben:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{9,0828 \cdot 10^7}{208,8} = 435 \text{ mm}$$

Ungerissener Querschnitt (Zustand I)

Höhe der Druckzone des ungerissenen Querschnitts von oben:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{9,0828 \cdot 10^7 + 295184 \cdot (6,3541 - 1)}{208,8 + 679 \cdot (6,3541 - 1)} = 435 \text{ mm}$$

Die Flächenträgheitsmoment des ungerissenen Betonquerschnitts:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 1,317 \cdot 10^{10} + 1,0374 \cdot 10^8 \cdot (6,3541 - 1) = 1,3726 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

Rissmoment:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,014}{0,87 - 0,44} \cdot 2,565 \cdot 10^3 = 80,932 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6,9 \text{ kNm} \quad \text{Der Träger ist ungerissen.}$$

2.1.2 Begrenzende Rissbreite untenLage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 1,070$ mLastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht Wand+Eigengewicht Decke+Eigengewicht]****Schnittkräfte**

$$M_{Ed} = 3,5 \text{ kNm}$$

GeometrieDicke des Querschnitts: $h = 870,0$ mmBreite des Querschnitts: $b_w = 240,0$ mm

Längsbewehrung:

Obere Bewehrung: $2\phi 12$ (226mm^2)Untere Bewehrung: $3\phi 12$ (339mm^2)

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 6

Die Betonquerschnittsfläche:

$$A_c = b_w \cdot h = 240,0 \cdot 870,0 = 208,8 \text{ mm}$$

Abstand des Schwerpunkts des Betonquerschnitts von oben:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{9,0828 \cdot 10^7}{208,8} = 435 \text{ mm}$$

Ungerissener Querschnitt (Zustand I)

Höhe der Druckzone des ungerissenen Querschnitts von oben:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{9,0828 \cdot 10^7 + 290208 \cdot (6,3541 - 1)}{208,8 + 565 \cdot (6,3541 - 1)} = 436,1 \text{ mm}$$

Die Flächenträgheitsmoment des ungerissenen Betonquerschnitts:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 1,317 \cdot 10^{10} + 8,6354 \cdot 10^7 \cdot (6,3541 - 1) = 1,3633 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

Rissmoment:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,014}{0,87 - 0,44} \cdot 2,565 \cdot 10^3 = 80,592 \text{ kNm} > M_{Ed} = 3,5 \text{ kNm} \quad \text{Der Träger ist ungerissen.}$$

2.2. Durchbiegung

Parameter

Resultatzusammenstellung

Feld 1 :

Spannweite: $l_0 = 1,890 \text{ m}$

Lastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht Wand+Eigengewicht Decke+Eigengewicht]**

	linkes Auflager	Feld			rechtes Auflager
	rechter Rand	Momenten-nullpunkt	max	Momenten-nullpunkt	linker Rand
Abst. [m]	0,250	0,457	1,113	1,683	2,140
l_0 [m]	1,890				
Längsbewehrung oben	3 ϕ 12		2 ϕ 12		3 ϕ 12
Längsbewehrung unten	3 ϕ 12		3 ϕ 12		3 ϕ 12
I_c [mm ⁴]	$1,317 \cdot 10^{10}$		$1,317 \cdot 10^{10}$		$1,317 \cdot 10^{10}$
I_I [mm ⁴]	$1,5044 \cdot 10^{10}$		$1,4729 \cdot 10^{10}$		$1,5044 \cdot 10^{10}$
I_{II} [mm ⁴]	$3,2736 \cdot 10^9$		$3,2399 \cdot 10^9$		$3,2736 \cdot 10^9$
M_{cr} [kNm]	88,706		87,581		88,706
$M_{Rd,II}$ [kNm]	130,903		130,540		130,903
M [kNm]	2,635		- 3,456		6,911
ζ	0		0	0	
α_I	2,6263		2,6825	2,6263	

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Standardsturz.axs**

Bemessung des Sturzbalkens

16.02.2024

Seite 7

α_{II}	12,069		12,195	12,069	
α	2,6263		2,6825	2,6263	
$e_0 [mm]$	0 (↓)	0,001 (↓)	0,002 (↓)	0,001 (↓)	0 (↓)
$e_{0,rel} [mm]$	0	0	0,001 (↓)	0	0
$e_{abs} [mm]$	0 (↓)	0,002 (↓)	0,006 (↓)	0,003 (↓)	0 (↓)
$e_{rel} [mm]$	0 ✓	0,002 (↓) ✓	0,006 (↓) ✓	0,003 (↓) ✓	0 ✓
$e_{lim} [mm]$	6,300				

Anlage 5 - Bemessung der Mauerwerkswände

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.
Tragende Aussenwände
Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.axs**
Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 1

Bemessungskontrolle der Mauerwerkswand

Virtueller Streifen: Mauerwerkswand_2

Norm: **Eurocode-D**

EN 1996-1-1:2005+A1:2013

Lastfall: **Linear,(Auto) Maßgebende**

Parameter des Mauerwerkstreifens

Höhe des Wandstreifens: $h_{total} = 3,500$ m

Breite des Wandstreifens: $b = 1000,0$ mm

Geschosse: 1

Ausrichtung: Achse

Berechnung zusätzlicher Biegemomente: Gelenkiges Modell

Berechnung: Normalkraft-Biegung-Querkraft

- Resultate der Bemessungsberechnung

Grenzwertkombination: $[1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,35 \cdot \text{Min. Deckenlast} + 1,35 \cdot \text{Ringankerbalken}] \{1,5 \cdot \text{Windlast} -\}$
($1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Schneelast}$)

Koeffizient für seismische Kräfte: **1,0**

Material: **KS-28-2,0 MGIIa_1**

Bemessungsdruckfestigkeit: $f_d = \zeta \cdot f_k / \gamma_M = 0,850 \cdot 10 / 1,500 = 6$ N/mm²

Wandstärke: $t = 240,0$ mm

Geschosshöhe: $\Sigma H = 3,500$ m

Lichte Höhe der Wand: $h = 3,500$ m

Knicklänge: $h_{ef} = \rho_n \cdot h = 1,000 \cdot 3,500 = 3,500$ m

Maximalwert für relative Exzentrizität: $e_{rel,max} = 0,400$

Ausgangsdaten zur Berechnung des zusätzlichen Biegemoments:

Deckenreaktion: $N_{Decke} = -30,780$ kN; $e_{Decke} = 0$ mm

A) Resultatzusammenstellung:

Massgebender Schnitt: **Mittlerer Querschnitt - m**

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,162$ **erfüllt!**

Resultat des Querschnitts

Oberer Querschnitt - 1_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,049$ **erfüllt!**

Mittlerer Querschnitt - m_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,162$ **erfüllt!**

Unterer Querschnitt - 2_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 2

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,045$ **erfüllt!****B) Detaillierte Resultate:****Oberer Querschnitt - 1_v**

Relative Position des Referenzquerschnitts: 3,500 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{1d} = -30,780 \text{ kN}$$

$$V_{y,1} = 0,013 \text{ kN}$$

$$M_{y,1} = 1,713 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{y1} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{1d,y} = M_{y,1} + \Delta M_{y1} = 1,713 + 0 = 1,713 \text{ kNm}$$

$$M_{z,1} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:**Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:**Mitwirkende Dicke : $t_{eff} = 240,0 \text{ mm}$ Anfangsexzentrizität: $e_{mit,z} = 7,8 \text{ mm}$ Minimale Exzentrizität: $e_{min} = 0,05 \cdot t_{eff} = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,z} = \Sigma M_{1d,y} / N_{1d} = 1,713 / (-30,780) = -55,7 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Achse der effektiven Wanddicke:

$$e_{0,1,z} = e_{0,z} - \Delta_z = (-55,7) - 0 = -55,7 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{1,z} = \min(e_{0,1,z} + e_{mit,z}, e_{min}) = \min((-55,7) + (7,8), (-12,0)) = -63,4 \text{ mm}$$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,1,z} = |e_{1,z}| / t_{eff} = |(-63,4)| / 240,0 = 0,264$ **Exzentrizitäten in der Wandebene:**Anfangsexzentrizität: $e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$ Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: $e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,1} / N_{1d} = -1 \cdot 0 / (-30,780) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{1,y} = e_{0,y} - e_{mit,y} - e_{\Delta 2,y} = 0 - 0 - 0 = 0 \text{ mm}$$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,1,y} = |e_{1,y}| / b = |0| / 1000,0 = 0$ **Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$** **Tragwiderstand:**

$$\Phi_{1,y} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{1,z}|}{t_{eff}} = 1 - 2 \cdot \frac{|(-63,4)|}{240,0} = 0,471$$

$$\Phi_{1,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{1,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,1} = \Phi_{1,y} \cdot \Phi_{1,z} \cdot t_{eff} \cdot f_d \cdot b = 0,471 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 634,537 \text{ kN}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.
Tragende Aussenwände
Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.aks**
Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 3

$$N_{Rd,1} \geq N_{1d} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_1 = |N_{1d}| / N_{Rd,1} = |(-30,780)| / 634,537 = 0,049$$

Schubnachweis : Interaktionskontrolle - $V(N - M_y - M_z)$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,1,y} = 0$$

$$\text{Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: } l_c = \Phi_{1,z} \cdot b = 1,000 \cdot 1000,0 = 1000,0 \text{ mm}$$

$$\text{Reduzierte Wanddicke: } t_{nom} = \Phi_{1,y} \cdot t_{eff} = 0,471 \cdot 240,0 = 113,1 \text{ mm}$$

$$\text{Bemessungsdruckspannung: } \sigma_d = \frac{|N_{1d}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-30,780)|}{1000,0 \cdot 113,1} = 0 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0,5 \cdot f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d = 0,5 \cdot 0 + 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0,45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d / f_{bt,cal}} = 0,45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 0 / 11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0 / 1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w / l = 3500,0 / 1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,1v} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c / c = 0 \cdot 113,1 \cdot 1000,0 / 1,500 = 9,996 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,1v} \geq V_{1d,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_1 = |V_{1d,y}| / V_{Rd,1v} = |0,013| / 9,996 = 0,001$$

Mittlerer Querschnitt - m_v

Relative Position des Referenzquerschnitts: 1,750 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{md} = -43,012 \text{ kN}$$

$$V_{y,m} = -0,001 \text{ kN}$$

$$M_{y,m} = 2,130 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{ym} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{md,y} = M_{y,m} + \Delta M_{ym} = 2,130 + 0 = 2,130 \text{ kNm}$$

$$M_{z,m} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:

Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,z} = h_{ef} / 450 = 3,500 / 450 = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{Minimale Exzentrizität: } e_{min} = 0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,m,z} = \Sigma M_{md,y} / N_{md} = 2,130 / (-43,012) = -49,5 \text{ mm}$$

Exzentrizität infolge Lasten:

$$e_{m,z} = e_{0,m,z} + e_{mit,z} = (-49,5) + (-7,8) = -57,3 \text{ mm}$$

$$\text{Schlankheit: } \lambda = \frac{h_{ef}}{t} = \frac{3,500}{240,0} = 14,583$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.aks**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 4

$$\lambda \geq \lambda_c \rightarrow \text{Exzentrizität infolge Kriechen: } e_k = 0.002 \cdot \phi_{\infty} \cdot \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{t \cdot e_{m,z}} = 0.002 \cdot 1,500 \cdot \frac{3,500}{240,0} \cdot \sqrt{240,0 \cdot (-57,3)} = 5,1$$

mm

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{mk} = \min(e_{m,z} - e_k, e_{min}) = \min((-57,3) - 5,1, (-12,0)) = -62,4 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,z} = |e_{mk}|/t = |(-62,4)|/240,0 = 0,260$$

Exzentrizitäten in der Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: } e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,m}/N_{md} = -1 \cdot 0/(-43,012) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{m,y} = e_{0,y} + e_{mit,y} + e_{\Delta 2,y} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,y} = |e_{m,y}|/b = |0|/1000,0 = 0$$

Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$

Tragwiderstand:

$$\Phi_{m,y} = \min(1.14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{rel,m}) - 0.024 \cdot h_{ef}/t, 1 - 2 \cdot e_{rel,m}) = \\ = \min(1.14 \cdot (1 - 2 \cdot 0,260) - 0.024 \cdot 3,500/240,0, 1 - 2 \cdot 0,260) = 0,197$$

$$\Phi_{m,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{m,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_{m,y} \cdot \Phi_{m,z} \cdot t \cdot f_d \cdot b = 0,197 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 265,095 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m} \geq N_{md} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_m = |N_{md}|/N_{Rd,m} = |(-43,012)|/265,095 = 0,162$$

Schubnachweis : Interaktionskontrolle - $V(N - M_y - M_z)$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,y} = 0$$

$$\text{Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: } l_c = \Phi_{m,z} \cdot b = 1,000 \cdot 1000,0 = 1000,0 \text{ mm}$$

$$\text{Reduzierte Wanddicke: } t_{nom} = \Phi_{m,y} \cdot t_{eff} = 0,197 \cdot 240,0 = 47,3 \text{ mm}$$

$$\text{Bemessungsdruckspannung: } \sigma_d = \frac{|N_{md}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-43,012)|}{1000,0 \cdot 47,3} = 1 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0.5 \cdot f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d = 0.5 \cdot 0 + 0.4 \cdot 1 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0.45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d/f_{bt,cal}} = 0.45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 1/11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M = 0/1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w/l = 3500,0/1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,mv} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c/c = 0 \cdot 47,3 \cdot 1000,0/1,500 = 9,537 \text{ kN}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 5

$$V_{Rd,mv} \geq V_{md,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_m = |V_{md,y}| / V_{Rd,mv} = |(-0,001)| / 9,537 = 0$$

Unterer Querschnitt - 2_v

Relative Position des Referenzquerschnitts: 0 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{2d} = -55,013 \text{ kN}$$

$$V_{y,2} = -0,019 \text{ kN}$$

$$M_{y,2} = 0,074 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{y2} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{2d,y} = M_{y,2} + \Delta M_{y2} = 0,074 + 0 = 0,074 \text{ kNm}$$

$$M_{z,2} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:**Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:**

$$\text{Mitwirkende Dicke : } t_{eff} = 240,0 \text{ mm}$$

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,z} = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{Minimale Exzentrizität: } e_{min} = 0,05 \cdot t_{eff} = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,z} = \Sigma M_{2d,y} / N_{2d} = 0,074 / (-55,013) = -1,3 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Achse der effektiven Wanddicke:

$$e_{0,2,z} = e_{0,z} - \Delta_z = (-1,3) - 0 = -1,3 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{2,z} = \min(e_{0,2,z} + e_{mit,z}, e_{min}) = \min((-1,3) + (-7,8), (-12,0)) = -12,0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,2,z} = |e_{2,z}| / t_{eff} = |(-12,0)| / 240,0 = 0,050$$

Exzentrizitäten in der Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: } e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,2} / N_{2d} = -1 \cdot 0 / (-55,013) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{2,y} = e_{0,y} + e_{mit,y} + e_{\Delta 2,y} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,2,y} = |e_{2,y}| / b = |0| / 1000,0 = 0$$

Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$ **Tragwiderstand:**

$$\Phi_{2,y} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{2,z}|}{t_{eff}} = 1 - 2 \cdot \frac{|(-12,0)|}{240,0} = 0,900$$

$$\Phi_{2,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{2,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,2} = \Phi_{2,y} \cdot \Phi_{2,z} \cdot t_{eff} \cdot f_d \cdot b = 0,900 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 1211,743 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,2} \geq N_{2d} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse 1, 2-T.aks**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 6

Ausnutzung: $\eta_2 = |N_{2d}| / N_{Rd,2} = |(-55,013)| / 1211,743 = 0,045$

Schubnachweis : Interaktionskontrolle - $V(N - M_y - M_z)$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,2,y} = 0$

Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: $l_c = \Phi_{2,z} \cdot b = 1,000 \cdot 1000,0 = 1000,0 \text{ mm}$

Reduzierte Wanddicke: $t_{nom} = \Phi_{2,y} \cdot t_{eff} = 0,900 \cdot 240,0 = 216,0 \text{ mm}$

Bemessungsdruckspannung: $\sigma_d = \frac{|N_{2d}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-55,013)|}{1000,0 \cdot 216,0} = 0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0.5 \cdot f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d = 0.5 \cdot 0 + 0.4 \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0.45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d / f_{bt,cal}} = 0.45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 0 / 11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0 / 1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w / l = 3500,0 / 1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,2v} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c / c = 0 \cdot 216,0 \cdot 1000,0 / 1,500 = 18,420 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,2v} \geq V_{2d,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Ausnutzung: $\eta_2 = |V_{2d,y}| / V_{Rd,2v} = |(-0,019)| / 18,420 = 0,001$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.
Nicht tragende Aussenwände
Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**
Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 7

Bemessungskontrolle der Mauerwerkswand

Virtueller Streifen: Mauerwerkswand_2

Norm: **Eurocode-D**

EN 1996-1-1:2005+A1:2013

Lastfall: **Linear,(Auto) Maßgebende**

Parameter des Mauerwerkstreifens

Höhe des Wandstreifens: $h_{total} = 3,500$ m

Breite des Wandstreifens: $b = 1000,0$ mm

Geschosse: 1

Ausrichtung: Achse

Berechnung zusätzlicher Biegemomente: Gelenkiges Modell

Berechnung: Normalkraft-Biegung-Querkraft

- Resultate der Bemessungsberechnung

Grenzwertkombination: $[1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,35 \cdot \text{Min. Deckenlast} + 1,35 \cdot \text{Ringankerbalken}] \{1,5 \cdot \text{Windlast} -\}$
($1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Schneelast}$)

Koeffizient für seismische Kräfte: **1,0**

Material: **KS-28-2,0 MGIIa_1**

Bemessungsdruckfestigkeit: $f_d = \zeta \cdot f_k / \gamma_M = 0,850 \cdot 10 / 1,500 = 6$ N/mm²

Wandstärke: $t = 240,0$ mm

Geschosshöhe: $\Sigma H = 3,500$ m

Lichte Höhe der Wand: $h = 3,500$ m

Knicklänge: $h_{ef} = \rho_n \cdot h = 1,000 \cdot 3,500 = 3,500$ m

Maximalwert für relative Exzentrizität: $e_{rel,max} = 0,400$

Ausgangsdaten zur Berechnung des zusätzlichen Biegemoments:

Deckenreaktion: $N_{Decke} = -15,050$ kN; $e_{Decke} = 0$ mm

A) Resultatzusammenstellung:

Massgebender Schnitt: **Mittlerer Querschnitt - m**

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,095$ **erfüllt!**

Resultat des Querschnitts

Oberer Querschnitt - 1_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,017$ **erfüllt!**

Mittlerer Querschnitt - m_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,095$ **erfüllt!**

Unterer Querschnitt - 2_v

Grenzwertkontrolle: $N - M_y - M_z$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Nicht tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 8

Ausnutzung: $\eta_{max} = 0,032$ **erfüllt!**

B) Detaillierte Resultate:

Oberer Querschnitt - 1_v

Relative Position des Referenzquerschnitts: 3,500 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{1d} = -15,050 \text{ kN}$$

$$V_{y,1} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,1} = 0,469 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{y1} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{1d,y} = M_{y,1} + \Delta M_{y1} = 0,469 + 0 = 0,469 \text{ kNm}$$

$$M_{z,1} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:

Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:

Mitwirkende Dicke : $t_{eff} = 240,0 \text{ mm}$

Anfangsexzentrizität: $e_{mit,z} = 7,8 \text{ mm}$

Minimale Exzentrizität: $e_{min} = 0,05 \cdot t_{eff} = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,z} = \Sigma M_{1d,y} / N_{1d} = 0,469 / (-15,050) = -31,2 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Achse der effektiven Wanddicke:

$$e_{0,1,z} = e_{0,z} - \Delta_z = (-31,2) - 0 = -31,2 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{1,z} = \min(e_{0,1,z} + e_{mit,z}, e_{min}) = \min((-31,2) + (7,8), (-12,0)) = -39,0 \text{ mm}$$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,1,z} = |e_{1,z}| / t_{eff} = |(-39,0)| / 240,0 = 0,162$

Exzentrizitäten in der Wandebene:

Anfangsexzentrizität: $e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$

Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: $e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,1} / N_{1d} = -1 \cdot 0 / (-15,050) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{1,y} = e_{0,y} + e_{mit,y} + e_{\Delta 2,y} = 0 + 0 + 0 = 0 \text{ mm}$$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,1,y} = |e_{1,y}| / b = |0| / 1000,0 = 0$

Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$

Tragwiderstand:

$$\Phi_{1,y} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{1,z}|}{t_{eff}} = 1 - 2 \cdot \frac{|(-39,0)|}{240,0} = 0,675$$

$$\Phi_{1,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{1,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,1} = \Phi_{1,y} \cdot \Phi_{1,z} \cdot t_{eff} \cdot f_d \cdot b = 0,675 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 909,238 \text{ kN}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.
Nicht tragende Aussenwände
Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**
Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 9

$$N_{Rd,1} \geq N_{1d} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_1 = |N_{1d}| / N_{Rd,1} = |(-15,050)| / 909,238 = 0,017$$

Schubnachweis : Elastische Kontrolle - $V(N-M_z)$

Relative Exzentrizität: $e_{rel,1,y} = 0$ (Exzentrizität innerhalb des Kerns des Querschnitts)

Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: $l_c = 1000,0 \text{ mm}$

Reduzierte Wanddicke: $t_{nom} = 240,0 \text{ mm}$

$$\text{Bemessungsdruckspannung: } \sigma_d = \frac{|N_{1d}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-15,050)|}{1000,0 \cdot 240,0} = 0 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0,5 \cdot f_{vk0} + 0,4 \cdot \sigma_d = 0,5 \cdot 0 + 0,4 \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0,45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d / f_{bt,cal}} = 0,45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 0 / 11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0 / 1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w / l = 3500,0 / 1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,1v} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c / c = 0 \cdot 240,0 \cdot 1000,0 / 1,500 = 12,276 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,1v} \geq V_{1d,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_1 = |V_{1d,y}| / V_{Rd,1v} = |0| / 12,276 = 0$$

Mittlerer Querschnitt - m_v

Relative Position des Referenzquerschnitts: 1,750 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{md} = -27,234 \text{ kN}$$

$$V_{y,m} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,m} = 1,303 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{ym} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{md,y} = M_{y,m} + \Delta M_{ym} = 1,303 + 0 = 1,303 \text{ kNm}$$

$$M_{z,m} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:

Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,z} = h_{ef} / 450 = 3,500 / 450 = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{Minimale Exzentrizität: } e_{min} = 0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,m,z} = \Sigma M_{md,y} / N_{md} = 1,303 / (-27,234) = -47,9 \text{ mm}$$

Exzentrizität infolge Lasten:

$$e_{m,z} = e_{0,m,z} + e_{mit,z} = (-47,9) + (-7,8) = -55,6 \text{ mm}$$

$$\text{Schlankheit: } \lambda = \frac{h_{ef}}{t} = \frac{3,500}{240,0} = 14,583$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Nicht tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 10

$$\lambda \geq \lambda_c \rightarrow \text{Exzentrizität infolge Kriechen: } e_k = 0.002 \cdot \phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{t} \cdot \sqrt{t \cdot e_{m,z}} = 0.002 \cdot 1,500 \cdot \frac{3,500}{240,0} \cdot \sqrt{240,0 \cdot (-55,6)} = 5,1$$

mm

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{mk} = \min(e_{m,z} - e_k, e_{min}) = \min((-55,6) - 5,1, (-12,0)) = -60,7 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,z} = |e_{mk}|/t = |(-60,7)|/240,0 = 0,253$$

Exzentrizitäten in der Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: } e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,m}/N_{md} = -1 \cdot 0/(-27,234) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{m,y} = e_{0,y} - e_{mit,y} - e_{\Delta 2,y} = 0 - 0 - 0 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,y} = |e_{m,y}|/b = |0|/1000,0 = 0$$

Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$

Tragwiderstand:

$$\Phi_{m,y} = \min(1.14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{rel,m}) - 0.024 \cdot h_{ef}/t, 1 - 2 \cdot e_{rel,m}) = \\ = \min(1.14 \cdot (1 - 2 \cdot 0,253) - 0.024 \cdot 3,500/240,0, 1 - 2 \cdot 0,253) = 0,213$$

$$\Phi_{m,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{m,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,m} = \Phi_{m,y} \cdot \Phi_{m,z} \cdot t \cdot f_d \cdot b = 0,213 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 287,384 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m} \geq N_{md} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_m = |N_{md}|/N_{Rd,m} = |(-27,234)|/287,384 = 0,095$$

Schubnachweis : Elastische Kontrolle - $V(N - M_z)$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,m,y} = 0 \text{ (Exzentrizität innerhalb des Kerns des Querschnitts)}$$

$$\text{Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: } l_c = 1000,0 \text{ mm}$$

$$\text{Reduzierte Wanddicke: } t_{nom} = 240,0 \text{ mm}$$

$$\text{Bemessungsdruckspannung: } \sigma_d = \frac{|N_{md}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-27,234)|}{1000,0 \cdot 240,0} = 0 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0.5 \cdot f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d = 0.5 \cdot 0 + 0.4 \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0.45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d/f_{bt,cal}} = 0.45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 0/11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk}/\gamma_M = 0/1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w/l = 3500,0/1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,mv} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c/c = 0 \cdot 240,0 \cdot 1000,0/1,500 = 14,442 \text{ kN}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Nicht tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 11

$$V_{Rd,mv} \geq V_{md,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

$$\text{Ausnutzung: } \eta_m = |V_{md,y}| / V_{Rd,mv} = |0| / 14,442 = 0$$

Unterer Querschnitt - 2_v

Relative Position des Referenzquerschnitts: 0 m

Bemessungsbeanspruchungen:

$$N_{2d} = -39,275 \text{ kN}$$

$$V_{y,2} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{y,2} = 0,070 \text{ kNm}; \quad \Delta M_{y2} = 0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{2d,y} = M_{y,2} + \Delta M_{y2} = 0,070 + 0 = 0,070 \text{ kNm}$$

$$M_{z,2} = 0 \text{ kNm}$$

Berechnung der Bemessungsexzentrizität:**Exzentrizitäten senkrecht zur Wandebene:**

$$\text{Mitwirkende Dicke : } t_{eff} = 240,0 \text{ mm}$$

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,z} = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{Minimale Exzentrizität: } e_{min} = 0,05 \cdot t_{eff} = 0,05 \cdot 240,0 = 12,0 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Wandachse:

$$e_{0,z} = \Sigma M_{2d,y} / N_{2d} = 0,070 / (-39,275) = -1,8 \text{ mm}$$

Exzentrizität der Axialkraft relativ zur Achse der effektiven Wanddicke:

$$e_{0,2,z} = e_{0,z} - \Delta_z = (-1,8) - 0 = -1,8 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{2,z} = \min(e_{0,2,z} + e_{mit,z}, e_{min}) = \min((-1,8) + (-7,8), (-12,0)) = -12,0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,2,z} = |e_{2,z}| / t_{eff} = |(-12,0)| / 240,0 = 0,050$$

Exzentrizitäten in der Wandebene:

$$\text{Anfangsexzentrizität: } e_{mit,y} = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Exzentrizität II. Ordnung in lokaler y Richtung: } e_{\Delta 2,y} = 0 \text{ mm}$$

$$e_{0,y} = -1 \cdot M_{z,2} / N_{2d} = -1 \cdot 0 / (-39,275) = 0 \text{ mm}$$

Bemessungsexzentrizität:

$$e_{2,y} = e_{0,y} - e_{mit,y} - e_{\Delta 2,y} = 0 - 0 - 0 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Relative Exzentrizität: } e_{rel,2,y} = |e_{2,y}| / b = |0| / 1000,0 = 0$$

Stabilitätsnachweis : $(N - M_y - M_z)$ **Tragwiderstand:**

$$\Phi_{2,y} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{2,z}|}{t_{eff}} = 1 - 2 \cdot \frac{|(-12,0)|}{240,0} = 0,900$$

$$\Phi_{2,z} = 1 - 2 \cdot \frac{|e_{2,y}|}{b} = 1 - 2 \cdot \frac{|0|}{1000,0} = 1,000$$

$$N_{Rd,2} = \Phi_{2,y} \cdot \Phi_{2,z} \cdot t_{eff} \cdot f_d \cdot b = 0,900 \cdot 1,000 \cdot 240,0 \cdot 6 \cdot 1000,0 = 1211,760 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,2} \geq N_{2d} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Nicht tragende Aussenwände

Modell: **Aussenwand Achse A, B-NT.axs**

Bemessung der Mauerwerkswände

07.03.2024

Seite 12

Ausnutzung: $\eta_2 = |N_{2d}| / N_{Rd,2} = |(-39,275)| / 1211,760 = 0,032$

Schubnachweis : Elastische Kontrolle - $V(N-M_z)$ Relative Exzentrizität: $e_{rel,2,y} = 0$ (Exzentrizität innerhalb des Kerns des Querschnitts)Länge des druckbeanspruchten Teils der Wand: $l_c = 1000,0$ mmReduzierte Wanddicke: $t_{nom} = 240,0$ mm

Bemessungsdruckspannung: $\sigma_d = \frac{|N_{2d}|}{l_c \cdot t_{nom}} = \frac{|(-39,275)|}{1000,0 \cdot 240,0} = 0 \text{ N/mm}^2$

Bemessungsschubfestigkeit:

Mörtelfuge: Unverfüllte Stossfuge

$$f_{vlt1} = 0.5 \cdot f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_d = 0.5 \cdot 0 + 0.4 \cdot 0 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0.45 \cdot f_{bt,cal} \cdot \sqrt{1 + \sigma_d / f_{bt,cal}} = 0.45 \cdot 11 \cdot \sqrt{1 + 0 / 11} = 5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \min(f_{vlt1}, f_{vlt2}) = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0 / 1,500 = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$h_{rel} = h_w / l = 3500,0 / 1000,0 = 3,500 \rightarrow c = 1,500$$

Tragwiderstand:

$$V_{Rd,2v} = f_{vd} \cdot t_{nom} \cdot l_c / c = 0 \cdot 240,0 \cdot 1000,0 / 1,500 = 16,582 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,2v} \geq V_{2d,y} \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Ausnutzung: $\eta_2 = |V_{2d,y}| / V_{Rd,2v} = |0| / 16,582 = 0$

Anlage 6 - Bemessung der Wandpfosten

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 1

Stahlbetonbalken

Konstruktionselemente: 1

Norm: **Eurocode-D**Lastfall: **Linear,(Auto) Maßgebende****Materialien**Beton: **C25/30** ($f_{ck} = 25$ MPa)

Betonstahl:

Längsbewehrung: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)Bügel: **B500B** ($f_{yk} = 500$ MPa)Kriechfaktor: $\varphi(\infty, t_0) = 2$ [DIN EN 1992-1-13.1.7. \(2\)](#)**Bewehrungsparameter definieren**Betonüberdeckungen: $c = 30$ mmObere Längsstäbe: $\phi_T = 12$ mm ($A_{\phi,T} = 113$ mm²)Untere Längsstäbe: $\phi_B = 12$ mm ($A_{\phi,B} = 113$ mm²)Obere Eckstäbe: $\phi_{c,T} = 12$ mm ($A_{\phi,c,T} = 113$ mm²)Untere Eckstäbe: $\phi_{c,B} = 12$ mm ($A_{\phi,c,B} = 113$ mm²)Seitliche Bewehrung gegen Torsion: $\phi_T = 20$ mm ($A_{\phi,T} = 314$ mm²)Bügeldurchmesser: $\phi_w = 8$ mm ($A_{\phi_w} = 50$ mm²)Bügel Schenkel: $n_{\phi,w} = 2$ St.Winkel der Betondruckstrebe: $\Theta = 45,00^\circ$ ($\cot\Theta = 1$)

Betonstahllage:

$$a_T = c_T + \phi_w + \frac{\phi_T}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_B = c_B + \phi_w + \frac{\phi_B}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_{cT} = c_T + \phi_w + \frac{\phi_{c,T}}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

$$a_{cB} = c_B + \phi_w + \frac{\phi_{c,B}}{2} = 30 + 8 + \frac{12}{2} = 44 \text{ mm}$$

1. ULS Lastkombination (Tragfähigkeit)

BemessungsparameterBemessungssituation: **Ständige oder vorübergehende**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1,5} = 14,2 \text{ MPa} = 14167 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 14167 = 14167 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{1,8}{1,5} = 1,02 \text{ MPa} = 1017 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (2)P (3.16)}$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 2

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \approx 435 \text{ MPa} = 4,35 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

1.1. Biegung

Maximale Zugbewehrung oben

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Lastfall/Lastkombination: **[1,35*Eigengewicht] {1,5*Windlast}**

Geometrie

Dicke des Querschnitts: $h = 240,0 \text{ mm}$

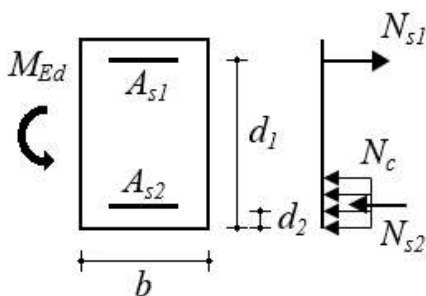
Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Schnittkräfte

$$N_{Ed} = -6,804 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 3,342 \text{ kNm}$$

In dieser Programmversion wird die Normalkraft bei der Ermittlung der erforderlichen Längsbewehrung vernachlässigt.

Bemessung der Biegebewehrung



Gleichgewichtsbedingungen für den Querschnitt

$$\sum N = 0 \rightarrow N_c + N_{s2} - N_{s1} = f_{cd} \cdot x_c \cdot b + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| - A_{s1} \cdot \sigma_{s1} = 0$$

$$\sum M = 0 \rightarrow N_c \cdot z + N_{s2} \cdot z_s = f_{cd} \cdot x_c \cdot b \cdot \left(d_1 - \frac{x_c}{2} \right) + A_{s2} \cdot |\sigma_{s2}| \cdot z_s = M_{Ed}$$

Teil-Resultate

Statische Nutzhöhe:

$$d = 196 \text{ mm}$$

Der reine maximale Momentenwiderstand ohne Druckbewehrung:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 196 = 120,9 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 120,9 = 96,7 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3) Figur 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(196 - \frac{96,7}{2} \right) \cdot 96,7 \cdot 240,0 \cdot 14167 = 48,5 \text{ kNm} > M_{Ed} = 3,34 \text{ kNm}$$

Betondruckzonenhöhe:

$$x_c = 5,081 \text{ mm}$$

Berechnete Fläche der Biegebewehrung unter Zug:

$$A_{s,1} = 62,7 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 63 \text{ mm}^2)$$

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 3

Maximale Zugbewehrung unten

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 1,653 \text{ m}$

Lastfall/Lastkombination: **[1,35*Eigengewicht] {1,5*Windlast}**

Geometrie

Dicke des Querschnitts: $h = 240,0 \text{ mm}$

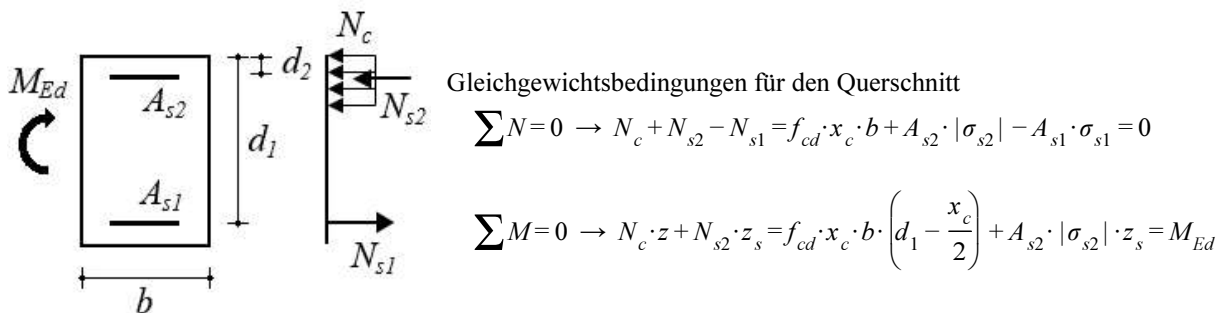
Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Schnittkräfte

$$N_{Ed} = -3,591 \text{ kN} \quad M_{Ed} = 13,4 \text{ kNm}$$

In dieser Programmversion wird die Normalkraft bei der Ermittlung der erforderlichen Längsbewehrung vernachlässigt.

Bemessung der Biegebewehrung



Teil-Resultate

Statische Nutzhöhe:

$$d = 196 \text{ mm}$$

Der reine maximale Momentenwiderstand ohne Druckbewehrung:

$$x_0 = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} - \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot d = \frac{(-0,0035)}{(-0,0035) - \frac{4,35 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^8}} \cdot 196 = 120,9 \text{ mm}$$

$$x_{c0} = \lambda \cdot x_0 = 0,8 \cdot 120,9 = 96,7 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-13.1.7. (3) Figur 3.5.}$$

$$M_{Rd,x0} = \left(d - \frac{x_{c0}}{2} \right) \cdot x_{c0} \cdot b_w \cdot f_{cd,eff} = \left(196 - \frac{96,7}{2} \right) \cdot 96,7 \cdot 240,0 \cdot 14167 = 48,5 \text{ kNm} > M_{Ed} = 13,4 \text{ kNm}$$

Betondruckzonenhöhe:

$$x_c = 21,21 \text{ mm}$$

Berechnete Fläche der Biegebewehrung unter Zug:

$$A_{s,1} = 167 \text{ mm}^2 \quad (A_{s,min} = 63 \text{ mm}^2)$$

1.2. Schub

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: 3,500 m

Lastfall/Lastkombination: **[1,35*Eigengewicht] {1,5*Windlast}**

Geometrie

Dicke des Querschnitts: $h = 240,0 \text{ mm}$

Breite des Querschnitts: $b_w = 240,0 \text{ mm}$

Schnittkräfte

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 4

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 15,278 \text{ kN} \quad V_{Ed,red} = 13,410 \text{ kN}$$

Schubbewehrung

$$v_{min} = \frac{0,0525}{\gamma_c} \cdot k^{1,5} \cdot \sqrt{f_{ck}} = \frac{0,0525}{1,5} \cdot 2^{1,5} \cdot \sqrt{25} = 0,495 \text{ MPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-16.2.2 (1) (6.3aDE)}$$

Bemessungswert des Querkraftwiderstands eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung: DIN EN 1992-1-1 6.2.2. (1)

$$V_{Rd,c,min} = (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = (0,495 + 0,12 \cdot 0) \cdot 240 \cdot 196 = 23284 \text{ N} = 23,284 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d = (0,1 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0,0013338 \cdot 25)^{1/3} + 0,12 \cdot 0) \cdot 240 \cdot 196 = 14055 \text{ N} = 14,055 \text{ kN} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 (6.2.b)}$$

$$V_{Rd,c} = 14,055 \text{ kN} < V_{Rd,c,min} = 23,284 \text{ kN} \rightarrow V_{Rd,c} = V_{Rd,c,min} = 23,284 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = 23,284 \text{ kN} > V_{Ed,red} = 13,410 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Keine Schubbewehrung nötig

$$v_1 = 0,75 \cdot v_2 = 0,75 \cdot 1 = 0,75$$

Durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzter maximaler Querkraftwiderstand: DIN EN 1992-1-1 (6.9.)

$$V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \Theta + \tan \Theta} = \frac{1 \cdot 240,0 \cdot 176,4 \cdot 0,75 \cdot 14167}{\cot 45,00^\circ + \tan 45,00^\circ} = 224,910 \text{ kN} > V_{Ed} = 15,278 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Kontrolle der konstruktiven Durchbildung für Bügel:

$$\rho_{w,min} = \frac{0,16 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}} = \frac{0,16 \cdot 2,56}{500} = 0,00082079 = 0,821 \text{ ‰} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.5N)} \quad \text{DIN EN 1992-1-1}$$

9.2.2. (5) (9.4) (9.5N)

$$s = \frac{A_{s,w}}{\rho_{w,min} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{101}{0,00082079 \cdot 240,0 \cdot \sin 90,00^\circ} = 510,3 \text{ mm} \rightarrow s = 500 \text{ mm}$$

$$s_{clear,min} = \max(k_1 \cdot \phi_w ; 0,016 + k_2 ; k_3) = \max(0 \cdot 8 ; 0,016 + 5 ; 0) = 21 \text{ mm} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 8.2. (2)}$$

$$s_{clear} = s - \phi_w = 500 - 8 = 492 \text{ mm} > s_{clear,min} = 21 \text{ mm} \quad \checkmark \quad s_{l,max} = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 240,0 = 168 \text{ mm} < 300 \text{ mm} \quad \text{DIN EN}$$

1992-1-1 9.2.2.1. (6) Tabelle NA.9.1

$$s = 500 \text{ mm} > s_{l,max} = 168 \text{ mm} \quad \times$$

$$s = s_{l,max} = 168 \text{ mm} \rightarrow s = 150 \text{ mm}$$

1.3. Zusätzliche Längsbewehrung für Torsion

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0 \text{ m}$

Für Torsion ist keine zusätzliche Längsbewehrung erforderlich

2. SLS Lastkombination (Gebrauchstauglichkeit)

Bemessungsparameter

Bemessungssituation: **SLS Lastkombination (Gebrauchstauglichkeit)**

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{25}{1} = 21,3 \text{ MPa} = 21250 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1} = 500 = 5 \cdot 10^5 \text{ kPa} \quad \text{DIN EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Figur 3.8}$$

2.1. Rissnachweis Kontrolle

Parameter DIN EN 1992-1-1 7.3.4. (2)

2.1.1 Begrenzende Rissbreite oben

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 5

Lage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0$ mLastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht]****Schnittkräfte**

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

GeometrieDicke des Querschnitts: $h = 240,0$ mmBreite des Querschnitts: $b_w = 240,0$ mm

Längsbewehrung:

Obere Bewehrung: $2\phi 12$ (226mm^2)Untere Bewehrung: $2\phi 12$ (226mm^2)

Die Betonquerschnittsfläche:

$$A_c = b_w \cdot h = 240,0 \cdot 240,0 = 57,6 \text{ mm}$$

Abstand des Schwerpunkts des Betonquerschnitts von oben:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{6,912 \cdot 10^6}{57,6} = 120 \text{ mm}$$

Ungerissener Querschnitt (Zustand I)

Höhe der Druckzone des ungerissenen Querschnitts von oben:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{6,912 \cdot 10^6 + 54287 \cdot (6,3541 - 1)}{57,6 + 452 \cdot (6,3541 - 1)} = 120 \text{ mm}$$

Die Flächenträgheitsmoment des ungerissenen Betonquerschnitts:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 2,7648 \cdot 10^8 + 2613001 \cdot (6,3541 - 1) = 2,9047 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

Rissmoment:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,00029}{0,24 - 0,12} \cdot 2565 = 6,209 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{Der Träger ist ungerissen.}$$

2.1.2 Begrenzende Rissbreite untenLage des Querschnittes vom linken Ende des Stabes: $cs_{pos} = 0$ mLastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht]****Schnittkräfte**

$$M_{Ed} = 0 \text{ kNm}$$

GeometrieDicke des Querschnitts: $h = 240,0$ mmBreite des Querschnitts: $b_w = 240,0$ mm

Längsbewehrung:

Obere Bewehrung: $2\phi 12$ (226mm^2)Untere Bewehrung: $2\phi 12$ (226mm^2)

Die Betonquerschnittsfläche:

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 6

$$A_c = b_w \cdot h = 240,0 \cdot 240,0 = 57,6 \text{ mm}$$

Abstand des Schwerpunkts des Betonquerschnitts von oben:

$$y_{s,c} = \frac{S_{x,c}}{A_c} = \frac{6,912 \cdot 10^6}{57,6} = 120 \text{ mm}$$

Ungerissener Querschnitt (Zustand I)

Höhe der Druckzone des ungerissenen Querschnitts von oben:

$$x_I = \frac{S_{x,c} + S_{x,s} \cdot (\alpha_e - 1)}{A_c + \Sigma A_s \cdot (\alpha_e - 1)} = \frac{6,912 \cdot 10^6 + 54287 \cdot (6,3541 - 1)}{57,6 + 452 \cdot (6,3541 - 1)} = 120 \text{ mm}$$

Die Flächenträgheitsmoment des ungerissenen Betonquerschnitts:

$$I_I = I_{I,c} + I_{I,s} \cdot (\alpha_e - 1) = 2,7648 \cdot 10^8 + 2613001 \cdot (6,3541 - 1) = 2,9047 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

Rissmoment:

$$M_{cr} = \frac{I_I}{h - x_I} \cdot f_{ct,eff} = \frac{0,00029}{0,24 - 0,12} \cdot 2565 = 6,209 \text{ kNm} > M_{Ed} = 0 \text{ kNm} \quad \text{Der Träger ist ungerissen.}$$

2.2. Durchbiegung

Parameter

Resultatzusammenstellung

Feld 1 :

Spannweite: $l_0 = 3,500 \text{ m}$

Lastfall/Lastkombination: **[Eigengewicht]**

	linkes Auflager	Feld			rechtes Auflager
	rechter Rand	Momenten-nullpunkt	max	Momenten-nullpunkt	linker Rand
Abst. [m]	0	0	0	3,500	3,500
l_0 [m]	3,500				
Längsbewehrung oben	2 ϕ 12		2 ϕ 12		2 ϕ 12
Längsbewehrung unten	2 ϕ 12		2 ϕ 12		2 ϕ 12
I_c [mm ⁴]	2,7648 · 10 ⁸		2,7648 · 10 ⁸		2,7648 · 10 ⁸
I_I [mm ⁴]	3,2368 · 10 ⁸		3,2368 · 10 ⁸		3,2368 · 10 ⁸
I_{II} [mm ⁴]	9,7734 · 10 ⁷		9,7734 · 10 ⁷		9,7734 · 10 ⁷
M_{cr} [kNm]	6,918		6,918		6,918
$M_{Rd,II}$ [kNm]	19,395		16,866		19,395
M [kNm]	0		0		0
ζ	0		0		0
α_I	2,5626		2,5626		2,5626
α_{II}	8,4867		8,4867		8,4867
α	2,5626		2,5626		2,5626
e_0 [mm]	0	0	0	0	0

Projekt:

Bearbeiter: ILF Consulting Engineers Polska Sp.z o.o.

Modell: **Wandpfosten Ringankerbalken.axs**

Bemessung der Wandpfosten

12.03.2024

Seite 7

$e_{0,rel} [mm]$	0	0	0	0	0
$e_{abs} [mm]$	0	0	0	0	0
$e_{rel} [mm]$	0 ✓	0 ✓	0 ✓	0 ✓	0 ✓
$e_{lim} [mm]$	11,667				