

ifb	Projekt	Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	B-1'
			Datum		Position	

B.) Aussteifung

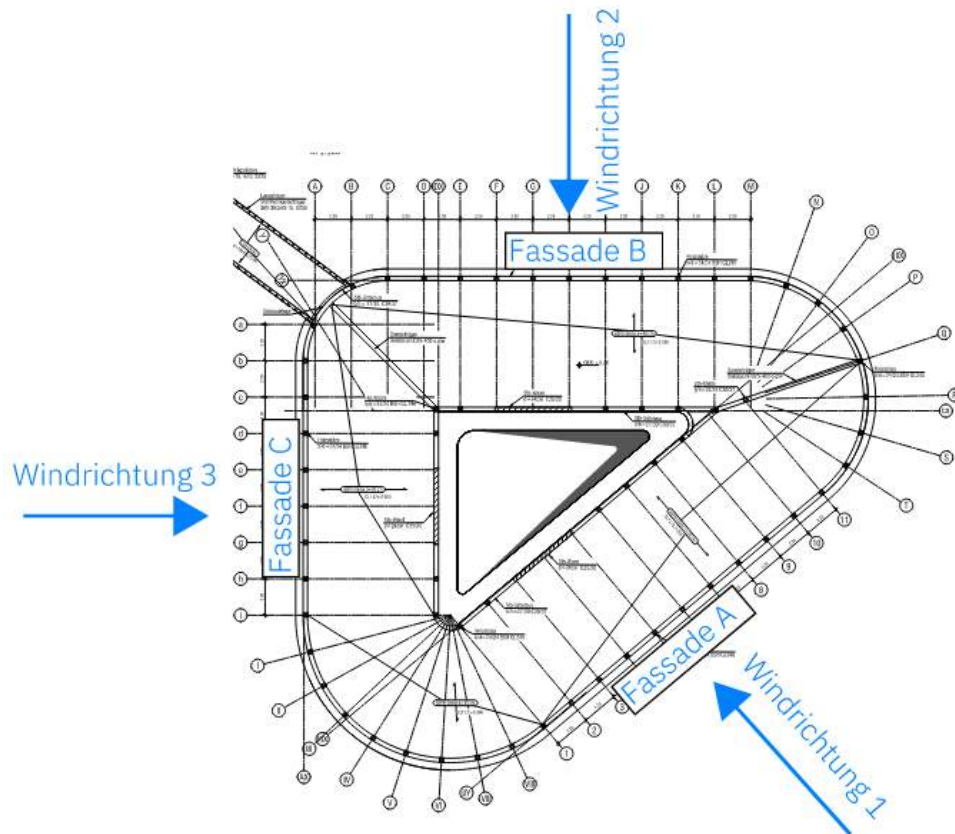
Die Aussteifung des Fahrradparkhauses Fürstenwalde erfolgt über die schubstarren Decken, die Weiterführung der Kräfte durch die Unterzüge und schließlich den Abtrag der horizontalen Lasten über die drei Stahlbetonwände und Einbringung der Lasten in das Erdreich.

Windlasten

Da es sich beim Fahrradparkhaus um eine offene Gebäudestruktur handelt und sowohl die windangeströmte als auch die windabgewandte Seite, durch die Durchströmung dem Wind ausgesetzt sind, müssen diese Effekte berücksichtigt werden. Als Annahme werden die Windlasten aus einer Kombination von Effekten zusammengefügt. Der Kraftbeiwert der angeströmten Seite der offenen Fassade wird nach dem Nomogramm des Bildes 7.35 der EN 1991-1-4 und dem Abschnitt 7.11 bestimmt. Die windabgewandte Fassade wird mit Hilfe der DIN 1055 Abschnitt 12.10 betrachtet. Bei der Berechnung werden hintereinander liegende gleiche Bauteile, abhängig von ihrem Abstand betrachtet. Separat werden die Deckenstreifen und die innen liegenden Wände in Rechnung genommen.

Die aussteifenden Deckenscheiben sind teilweise als Rampen ausgeführt, wodurch sich unterschiedliche Windeinflussflächen für die verschiedenen Geschosse ergeben. Um dies zu berücksichtigen wird die Windbelastung zu je 50% auf die windangeströmte Fassadenseite und zu 50% auf die windabgewandte Fassade gesetzt.

Es werden drei Windrichtungen betrachtet.

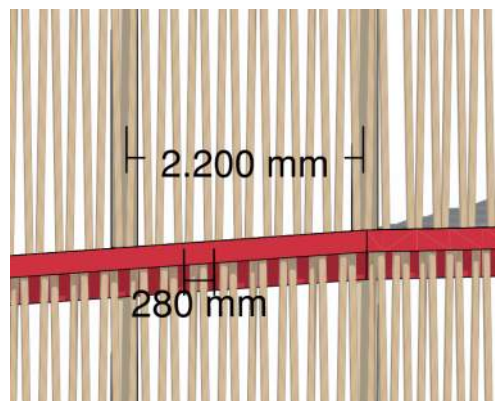


Berechnung der Windlasten

Völligkeitsbeiwert

Der Völligkeitsbeiwert setzt sich zusammen aus den Fassadenelementen ($d=7\text{cm}$) und den Stützen ($d=24\text{cm}$).

$$\varphi = \frac{2 \cdot 0,07\text{m}}{0,28\text{m}} + \frac{0,24\text{m}}{2,2\text{m}} = 0,6$$



Druckbeiwert der angeströmten Fassadenseite

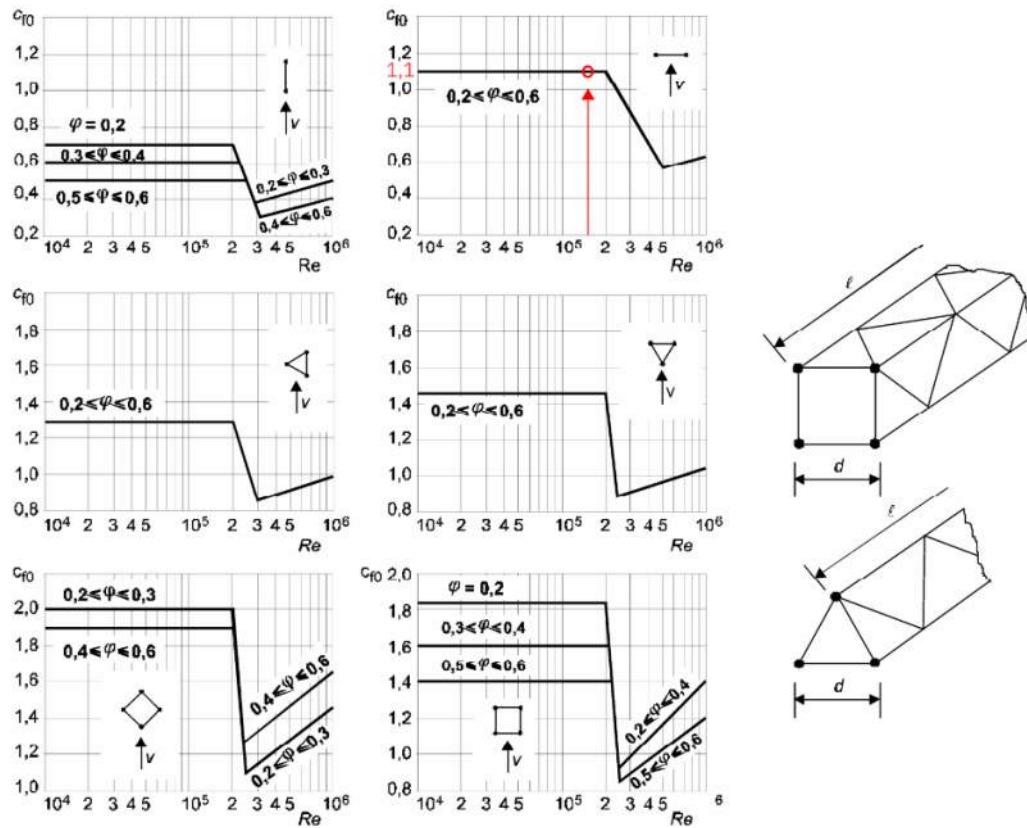
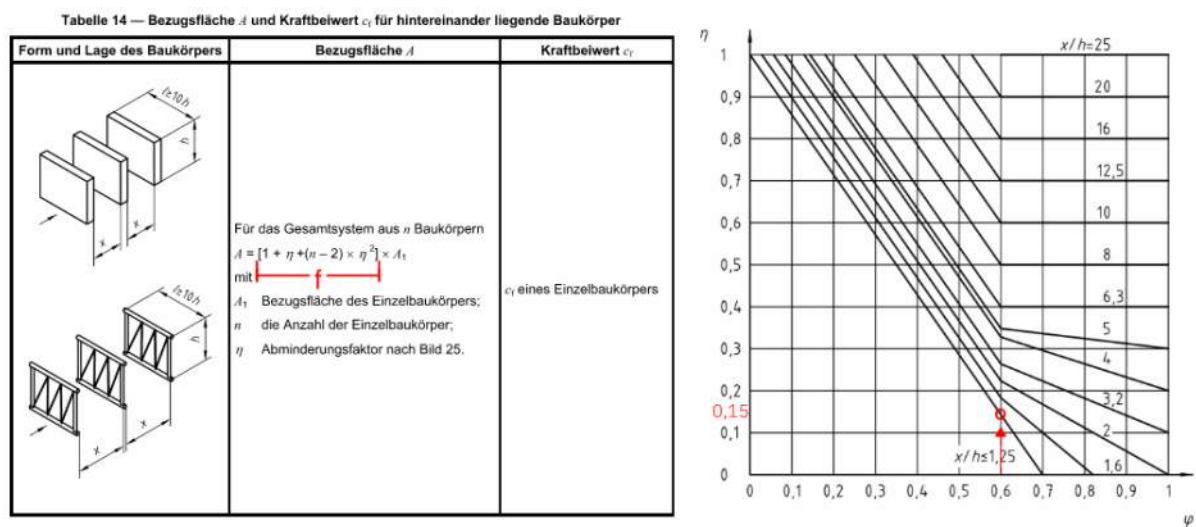


Bild 7.35 — Grundkraftbeiwert $c_{f,0}$ für ebene und räumliche Fachwerke aus Profilen mit kreisförmigem Querschnitt

Berücksichtigung von nacheinander liegenden gleichen Baukörpern



ifb	Projekt Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr. 24-094	Seite B-4'
		Datum	Position

Der Druckbeiwert der offenen Struktur Bestimmt sich aus der angeströmten Fassadenseite und der Vergrößerung f durch die dahinter liegende, windabgewandte Fassadenseite.

$$f = (1 + 0,15 + (2 - 2) \cdot 0,15^2) = 1,15$$

$$c_f = f \cdot c_{f0} = 1,15 \cdot 1,1 = 1,27$$

Für die Windlast ergibt sich:

$$w_e = q_p \cdot c_f = 0,66 \cdot 1,27 = 0,84 \text{ kN/m}^2 \text{ (Gebäudehülle)}$$

$$w_e = q_p \cdot c_f = 0,66 \cdot 1,5 = 0,99 \text{ kN/m}^2 \text{ (Wände - senkrecht)}$$

$$w_e = q_p \cdot c_f = 0,66 \cdot 2,3 = 1,52 \text{ kN/m}^2 \text{ (Wände - schräg A)}$$

$$w_e = q_p \cdot c_f = 0,66 \cdot 1,4 = 0,92 \text{ kN/m}^2 \text{ (Wände - schräg B)}$$

$$w_e = q_p \cdot c_f = 0,66 \cdot (0,8 + 0,5) = 0,85 \text{ kN/m}^2 \text{ (Attika; Unterzüge)}$$

Schiefstellung

Die Deckenscheiben werden wie unten zu sehen aufgeteilt und die horizontalen Lasten aus Schiefstellung wie folgt berechnet:

$$H = A \cdot h \cdot g \cdot \theta = 644 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 0,005 = 100 \text{ kN}$$

Mit A = Gebäudefläche (644m²);

h = Gebäudehöhe (10m);

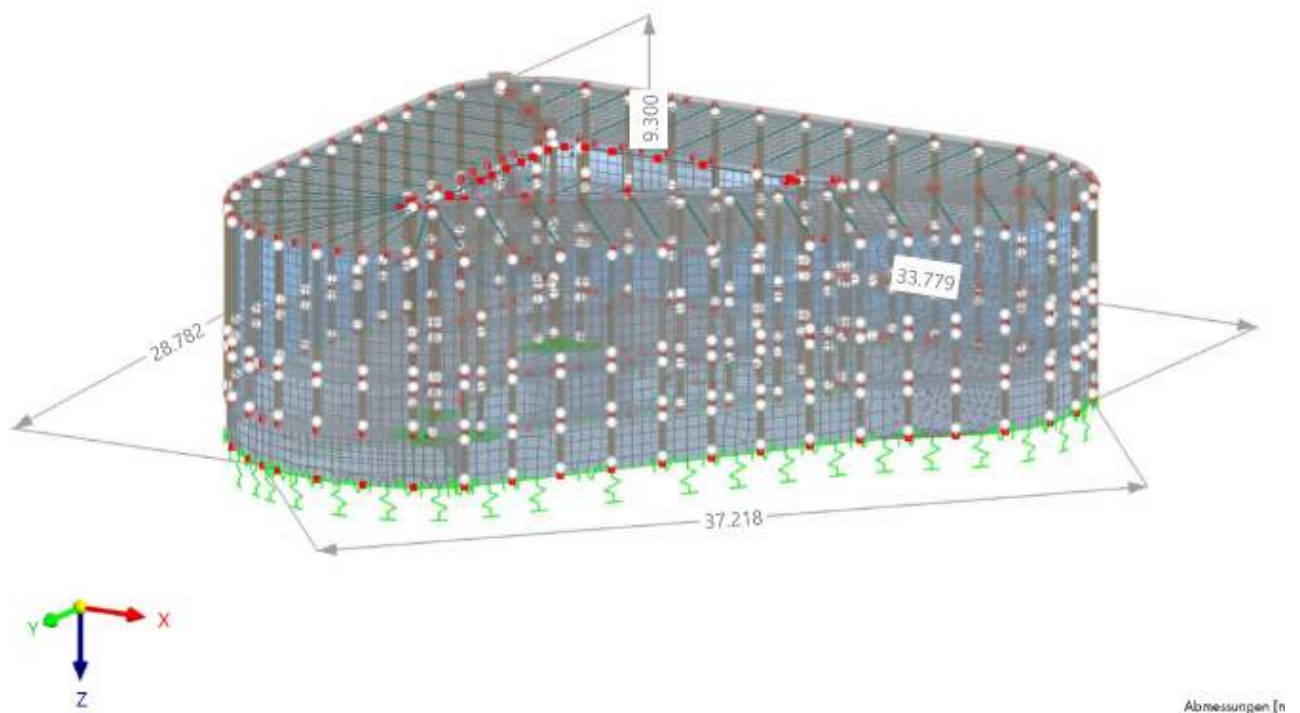
g = Wichte Holzbau (3kN/m³);

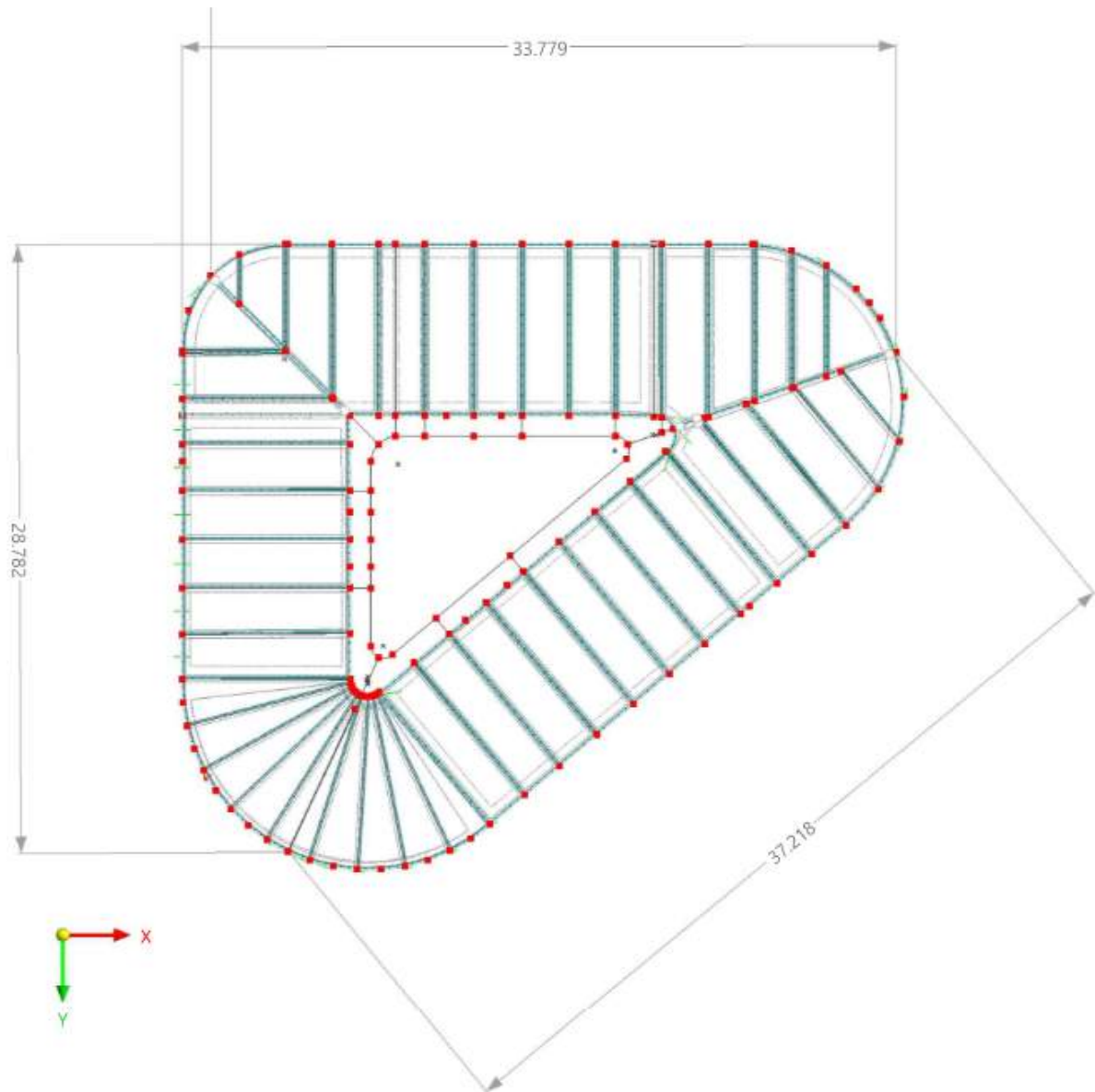
θ = Schiefstellung (0,005)

ifb	Projekt	Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	B-5'
			Datum		Position	

Berechnungsmodell

Die Aussteifungslasten werden an einem vereinfachten drei dimensional Gebäudemodell berechnet. Die Windlasten werden auf eine Lastübertragungsfläche, welche die Fassade des Fahrradparkhauses widerspiegelt und auf die drei aussteifenden Wände aufgebracht. Alle Wände werden gelenkig gelagert. Als statisches System werden das Dach und Decken als Scheiben ausgebildet. Da das Dach und die Decken als Fertigteilelemente konzipiert werden, werden die Fugen als Liniengelenke, mit Übertragung von Schub- und Normalkräften, modelliert. Die Scheiben sind an den inneren und äußeren Unterzugsring angeschlossen. Die Unterzüge werden in die Wandscheiben integriert und übergeben diesen die Aussteifungslasten. Die Wände haben im Bereich der Unterzüge ein Momentenliniengelenk um die Aussteifungslasten ausschließlich in den Wandebenen abzuleiten.





ifb	Projekt	Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	B-7'
			Datum		Position	

Federsteifigkeiten

Nachfolgenden werden die Federsteifigkeiten für das Aussteifungsmodell bestimmt.

Federsteifigkeit und Tragfähigkeiten

$$K_d = \frac{2/3 \cdot K_{ser}}{\gamma_m} = \frac{2/3 \cdot K_{ser}}{1,3} = 0,51 \cdot K_{ser}$$

Anschluss Unterzug-BSPH-Platte

gew.: Bolzen Ø12 Würth Fixanker W-FAZ M12 l=200mm + Dübel besonderer Bauart C11

$$K_{ser,Bolz} = \frac{\rho_{mean}^{1,5} \cdot d}{23} = \frac{385^{1,5} \cdot 12}{23} = 3940 N/mm$$

$$K_{ser,C11} = \frac{\rho_{mean}^{1,5} \cdot d}{23} = \frac{385 \cdot 50}{2} = 9625 N/mm$$

$$K_{ser} = K_{ser,Bolz} + K_{ser,C11} = 13565 N/mm$$

$$K_d = 0,51 \cdot 9825 = 6920 kN/m$$

Abstand 0,75m

$$K_d = \frac{100}{75} \cdot 5000 = 9200 kN/m^2$$

$$F_d = 16,76 kN/m$$

Anschluss BSPH-Platten

gew.: Ø6 Kammnagel

$$K_{ser,Bolz} = \frac{\rho_{mean}^{1,5} \cdot d^{0,8}}{30} = \frac{385^{1,5} \cdot 6^{0,8}}{30} = 167 N/mm$$

$$K_d = 0,51 \cdot 167 = 85 kN/m$$

Abstand 0,05m

$$K_d = \frac{100}{5} \cdot 85 = 1700 kN/m^2$$

$$F_d = 52,2 kN/m$$

Anschluss Deltabeam-BSPH-Platte

Hirnholzverbinder CCS Verbinder CCS50/110

Auszug Technisches Datenblatt

Technisches Datenblatt

SIMPSON

Strong-Tie

CCS

CCS Multifunktionsverbinder

Charakteristische Werte der Tragfähigkeit

[kN] - Schraubenbild 1

Schraubenbild 1														
Artikel	CSFT-Schraube		BT1 auf Hirnholz ^{1) 2)} [kN]			BT1 auf Seitenholz ^{1) 2)} [kN]			BT2 auf Seitenholz ^{1) 3) 4)} [kN]					
	Anzahl [n]	Abmessung [Ø x l]	R _{2,k} [Zug]	R _{3,k} [Querkraft]	R _{4,k} [Querkraft]	R _{2,k} [Zug]	R _{3,k} [Querkraft]	R _{4,k} [Querkraft]	R _{2,k} [Zug]		R _{3,k} [Querkraft, zur Faser]		R _{4,k} [Querkraft, 90° zur Faser]	
									U-Scheibe DIN440	U-Scheibe DIN1052	U-Scheibe DIN440	U-Scheibe DIN1052	U-Scheibe DIN440	U-Scheibe DIN1052
CCS30/70	8	5.0x70	40.7	23.3	23.3	40.7	24.8	24.8	5.4	9	11.3	12.2	9.4	10.3
CCS40/85	8	6.0x85	46.4	28.3	28.3	46.4	30.6	30.6	8.1	11.8	19.3	20.3	15.9	16.8
CCS40/110	8	6.0x110	57.9	31.8	31.8	57.9	34.1	34.1	8.1	11.8	19.3	20.3	15.9	16.8
CCS50/85	8	6.0x85	45.5	29.7	29.7	45.5	32.9	32.9	12.7	15.6	29.4	30.1	23.8	24.5
CCS50/110	8	6.0x110	57	33.1	33.1	57	36.4	36.4	12.7	15.6	29.4	30.1	23.8	24.5

Für Bauteil 1 (BT1) und Bauteil 2 (BT2) sind separate Nachweise zu führen, der kleinere Wert wird maßgebend.
Alle Lastwerte gelten für $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

¹⁾ Liegt die Richtung der einwirkenden Kraft zwischen den Lastrichtungen 3 und 4, dürfen die Zwischenwerte linear interpoliert werden.

²⁾ Beim Anschluss an Stahl muss zusätzlich der entsprechende Passring CCSW eingebaut werden. Die angegebenen Tragfähigkeiten müssen in diesem Fall mit dem Faktor 0,9 multipliziert werden.

³⁾ Werte der Tragfähigkeit (CCS im BT2) gelten für Bolzen mit einer Festigkeit von 5.6 (5.8). Andere Bolzenfestigkeiten haben einen Einfluss auf die Querkraft (R_{3,k} und R_{4,k}) siehe hierzu ETA oder Broschüre.

⁴⁾ Werden mehr als ein Bolzen pro Anschluss verwendet, muss der $k_{c,90}$ Wert überprüft und ggf. angepasst werden.

Auszug Zulassung ETA-12/0067 „Dreidimensionale Nagelplatten“, da ähnliches System.

Produkt	Verschiebungsmodul K _{2,ser} ¹⁾	Verschiebungsmodul K _{45,ser} ¹⁾	Verdrehungsmodul K _{2,φ,ser} ¹⁾	Verschiebungsmodul K _{1,ser} ¹⁾
	kN/mm	N/mm	kNm/rad	kN/mm
Typ S und XS	$K_{2,ser} = \frac{R_{2,k}}{1.00}$	$K_{45,ser} = \frac{R_{45,k}}{1.25}$	$K_{2,φ,ser} = 175 \cdot R_{2,k} \cdot e_2$	$K_{1,ser} = \frac{R_{1,k}}{0.75}$

$$K_{ser} = \frac{R_{2,k}}{1} = \frac{36,4}{1} = 36,4 \text{ kN/mm}$$

$$K_{ser} = 0,51 \cdot 36,4 = 18500 \text{ kN/m}$$

Abstand 0,5m

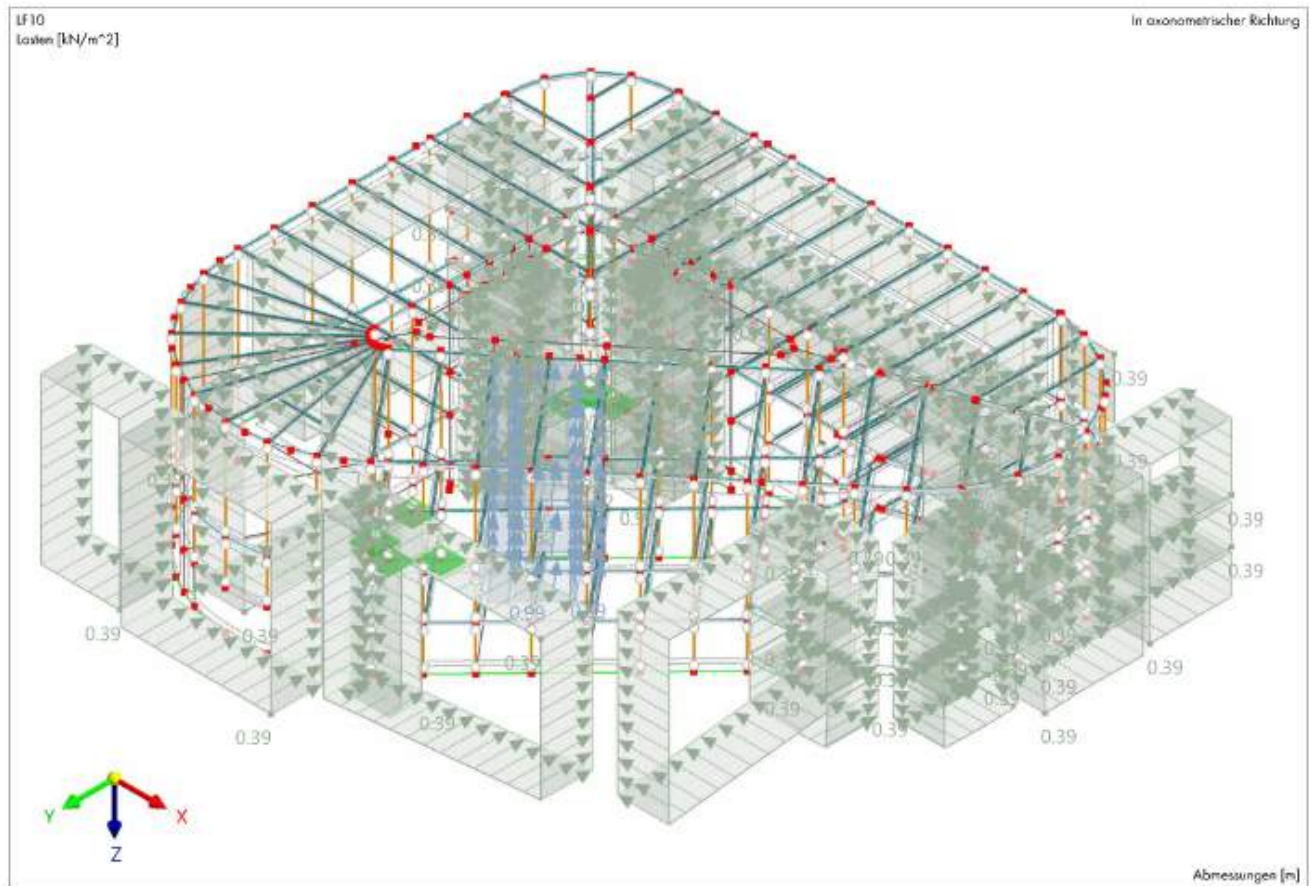
$$K_d = \frac{100}{50} \cdot 18500 = 37000 \text{ kN/m}^2$$

$$F_d = 56,0 \text{ kN/m}$$

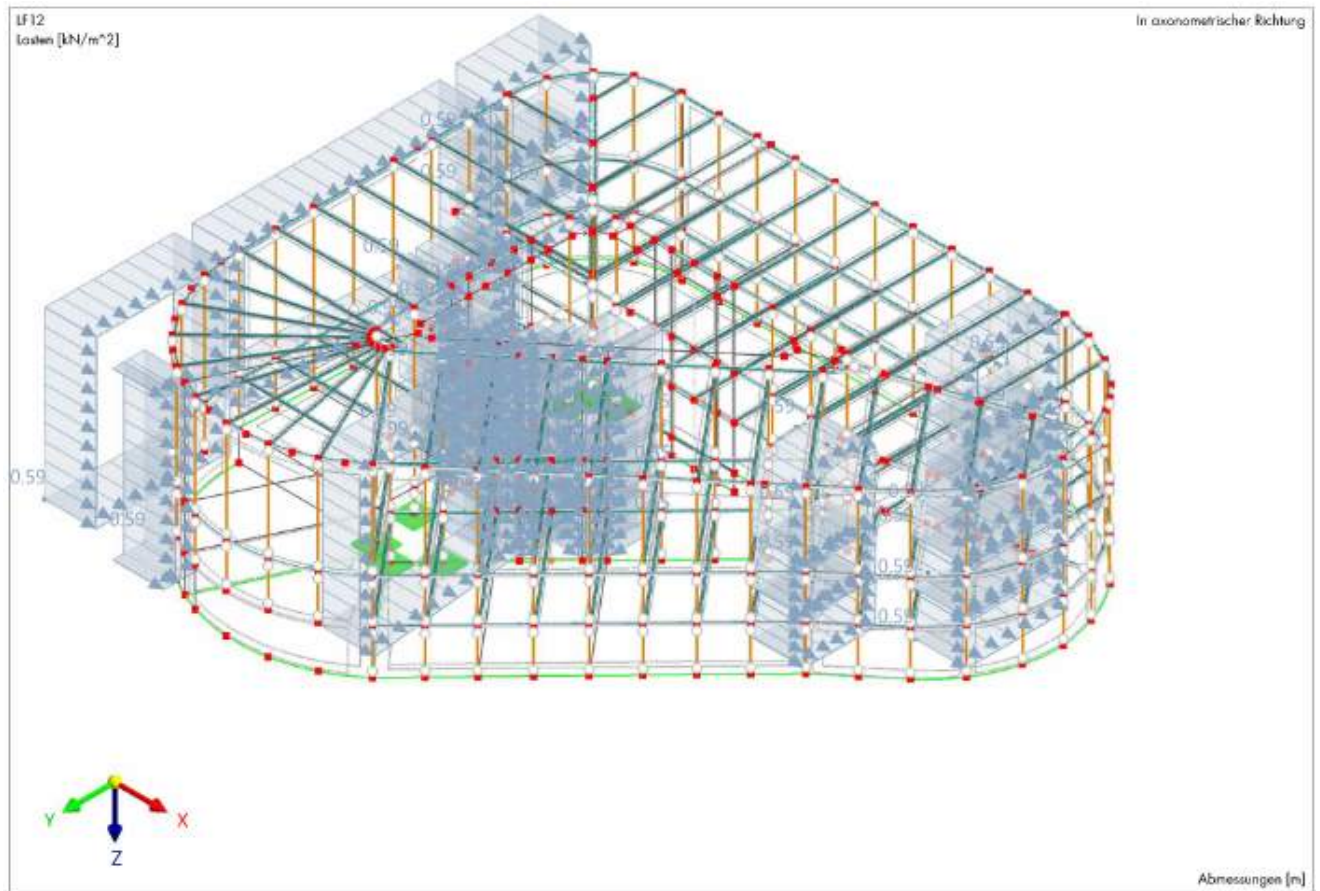
ifb	Projekt	Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	B-9'
			Datum		Position	

Nachfolgend werden die Lasten der betrachteten drei Windrichtungen dargestellt.

Wind auf Fassade A.



Wind auf Fassade C.

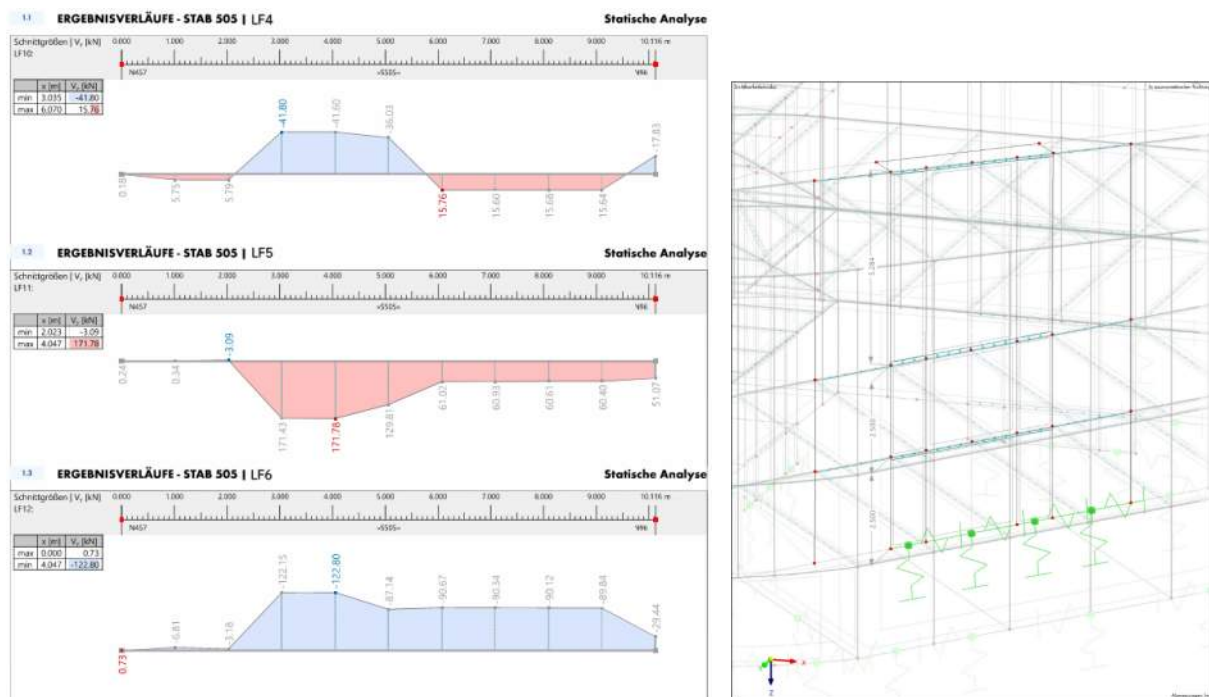


Wände

Zur Auswertung der Aussteifungslasten auf die Wände wird die Querkraft an einem Ereignisstab betrachtet. Der Nachweis der Wände erfolgt in dem entsprechenden Kapitel.

Nachfolgend werden die Querkraften aus dem Modell dokumentiert und in einer Tabelle zunächst in horizontale Aussteifungslasten im Bereich des Unterzuges berechnet. In das Scheibenmodell der Wände wird die Aussteifungslast als Streckenlast über die Wandbreite von 4,6 m aufgebracht. Die Umrechnung in diese Last erfolgt in der letzten Zeile der Tabelle.

Aussteifungslasten Wand W-01



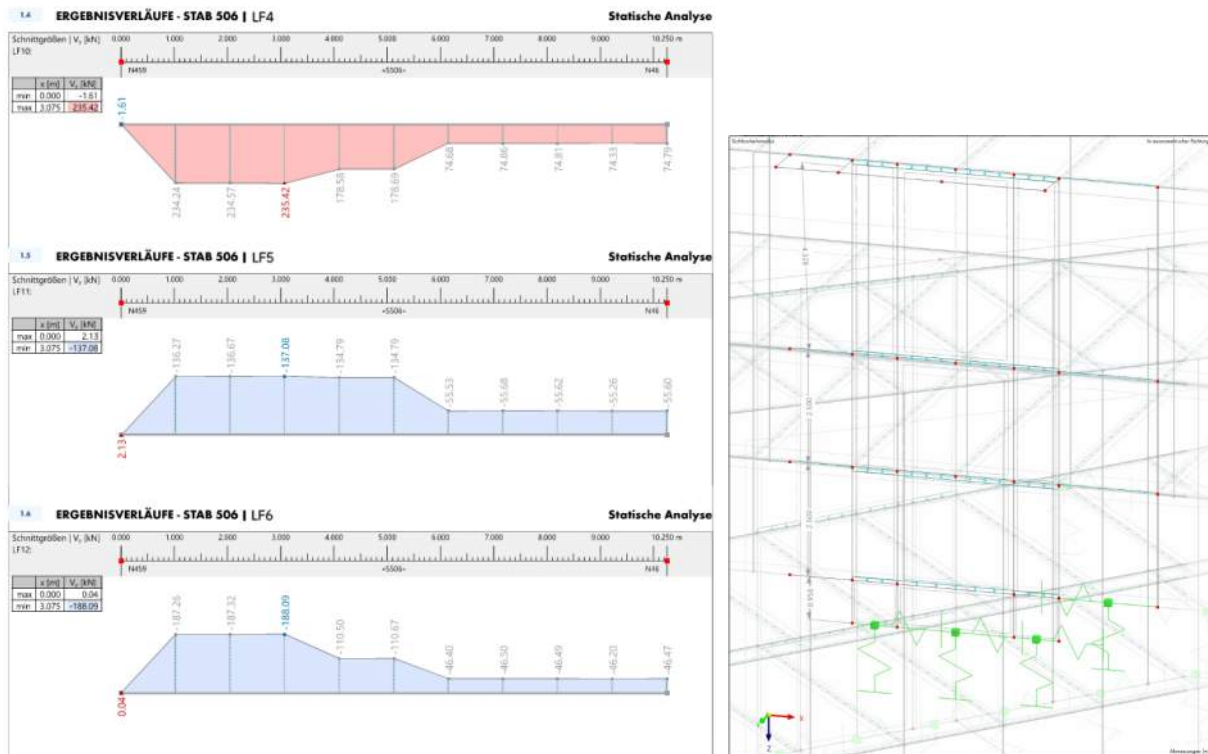
W-01

LF-04	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	-18	-36,5	-42
F [kN]	-18	-18,5	-5,5
f [kN/m]	-3,9	-4,0	-1,2

LF-05	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	51,5	130	172
F [kN]	51,5	78,5	42
f [kN/m]	11,2	17,1	9,1

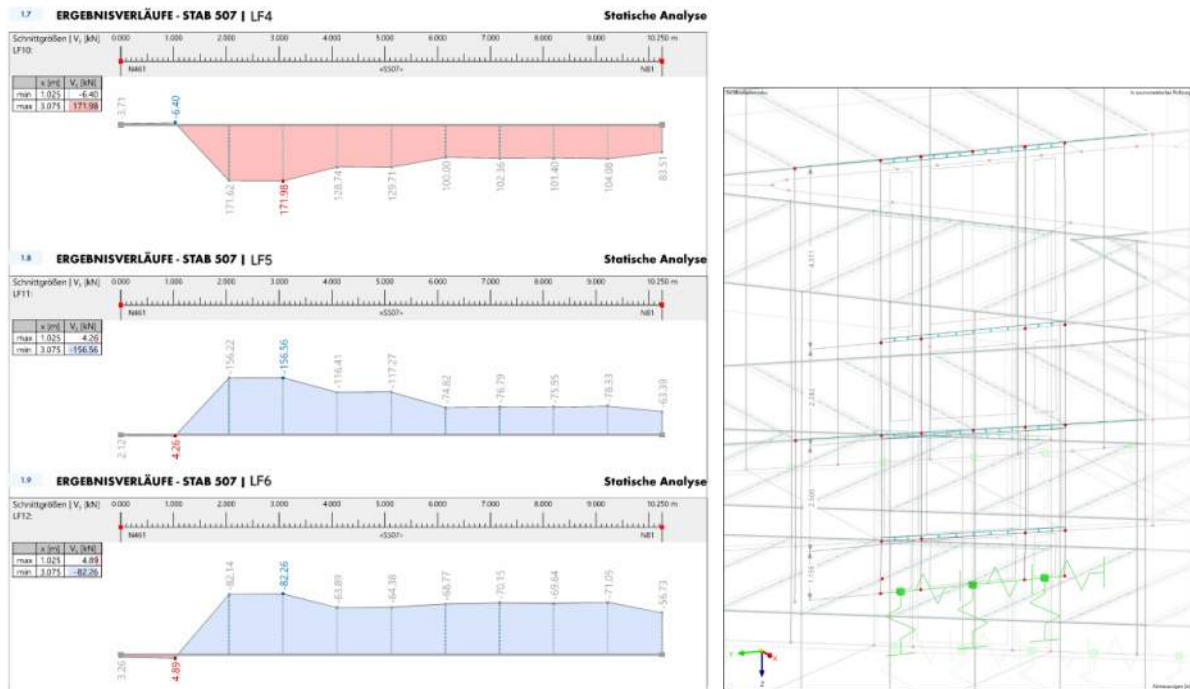
LF-06	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	-30	-91	-123
F [kN]	-30	-61	-32
f [kN/m]	-6,5	-13,3	-7,0

Aussteifungslasten Wand W-02



W-02	LF-04	2.OG	1.OG	EG	LF-05	2.OG	1.OG	EG	LF-06	2.OG	1.OG	EG
	Q [kN/m]	75	179	236	Q [kN/m]	-56	-135	-138	Q [kN/m]	-47	-111	-189
	F [kN]	75	104	57,3	F [kN]	-56	-79	-2,5	F [kN]	-47	-64	-77,5
	f [kN/m]	16,3	22,5	12,5	f [kN/m]	-12,2	-17,2	-0,5	f [kN/m]	-10,2	-13,9	-16,8

Aussteifungslasten Wand W-03



W-03

LF-04	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	84	105	172
F [kN]	84	21	67
f [kN/m]	18,3	4,6	14,6

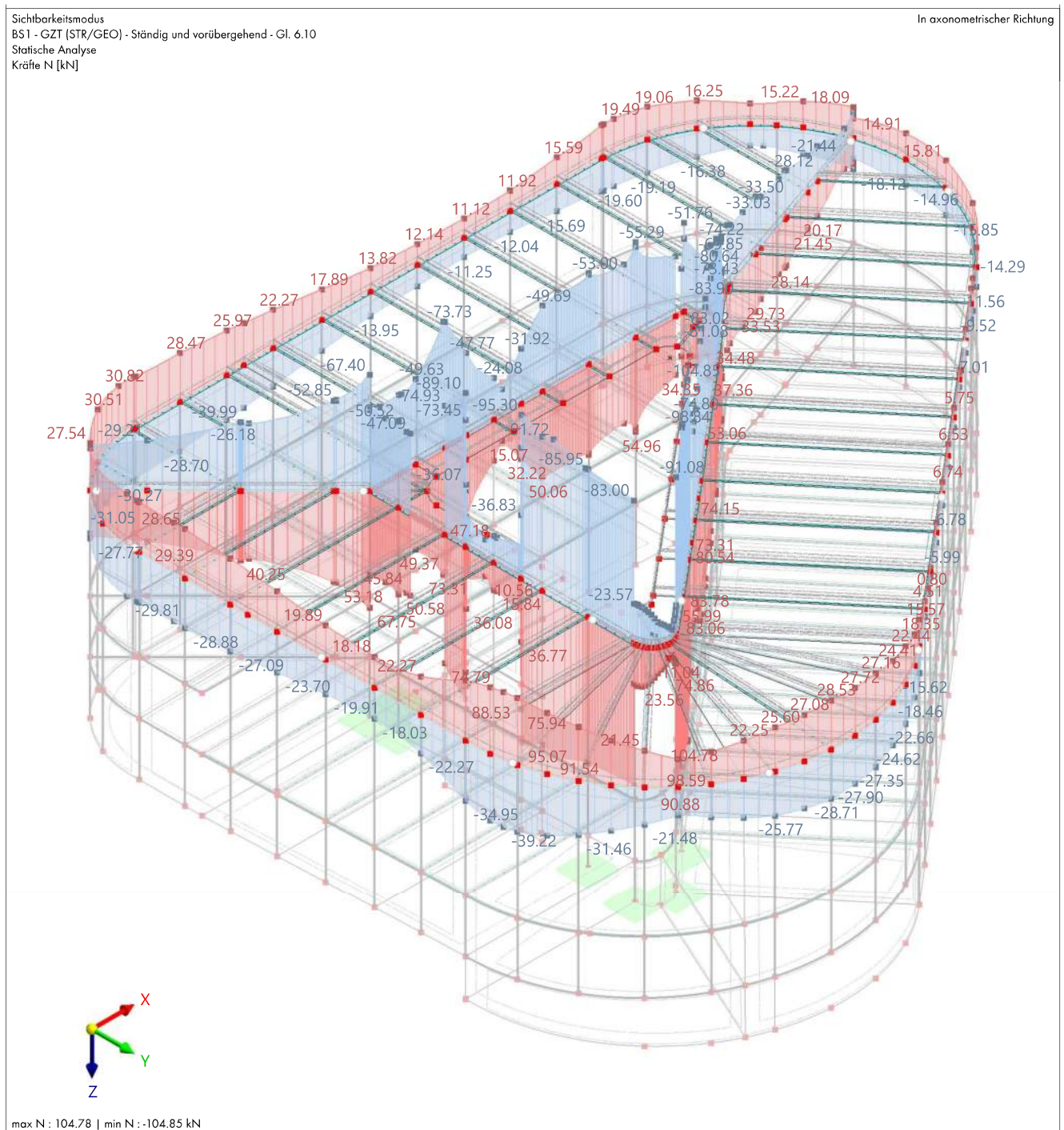
LF-05	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	-64	-77	-157
F [kN]	-64	-13	-80
f [kN/m]	-13,9	-2,8	-17,4

LF-06	2.OG	1.OG	EG
Q [kN/m]	-57	-71	-83
F [kN]	-57	-14	-12
f [kN/m]	-12,4	-3,0	-2,6

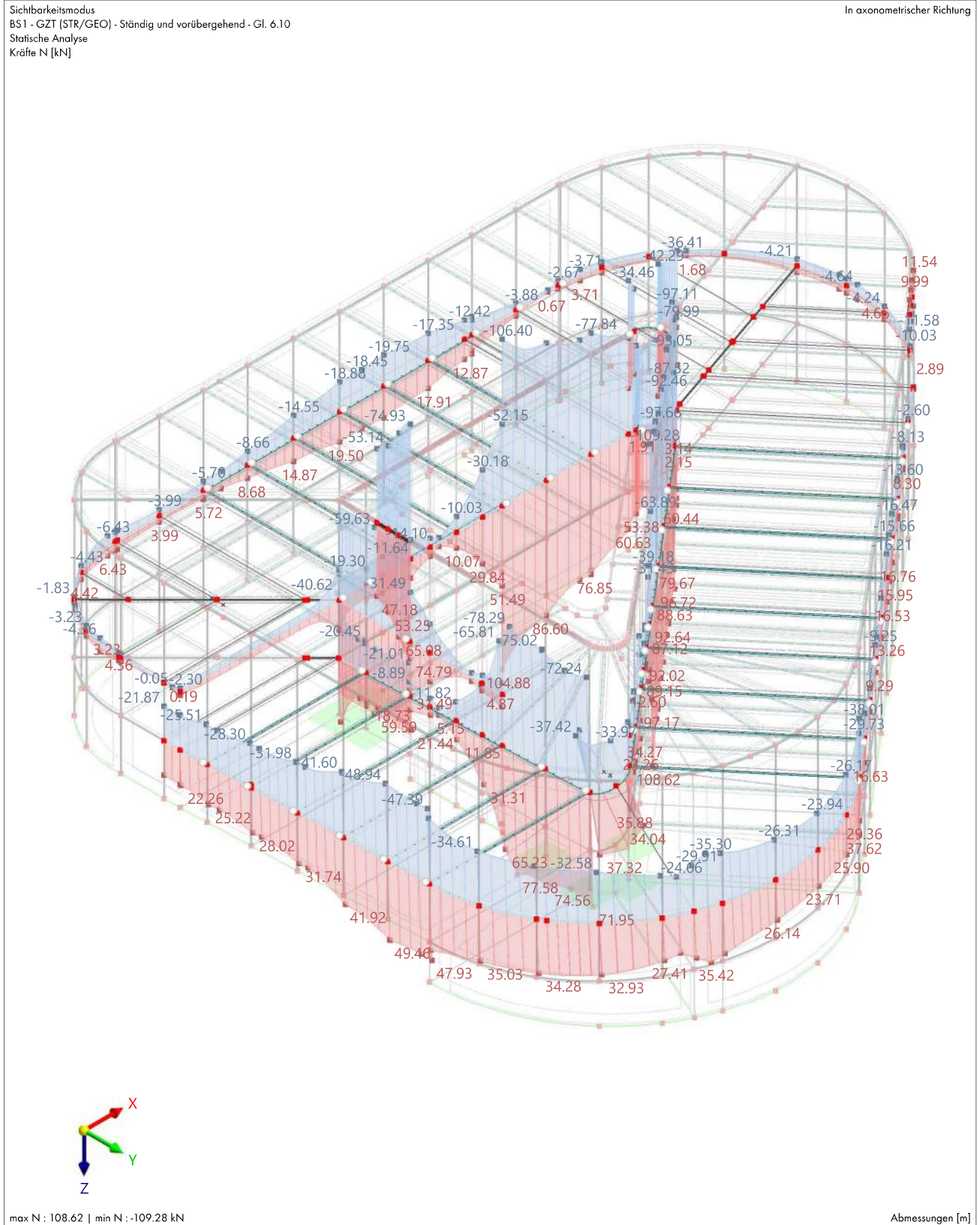
Unterzüge

Die Aussteifungslasten werden über die Unterzüge an die aussteifenden Wände übergeben. Da es sich bei den Unterzügen um Fertigteile handelt müssen die horizontalen Kräfte in den Fugen über spezielle Verbinder aufgenommen werden können. Die Nachweise der Unterzugsverbindung ist im Kapitel Unterzüge zu finden. Nachfolgend erfolgt die Dokumentation der Aussteifungslasten in den Unterzügen.

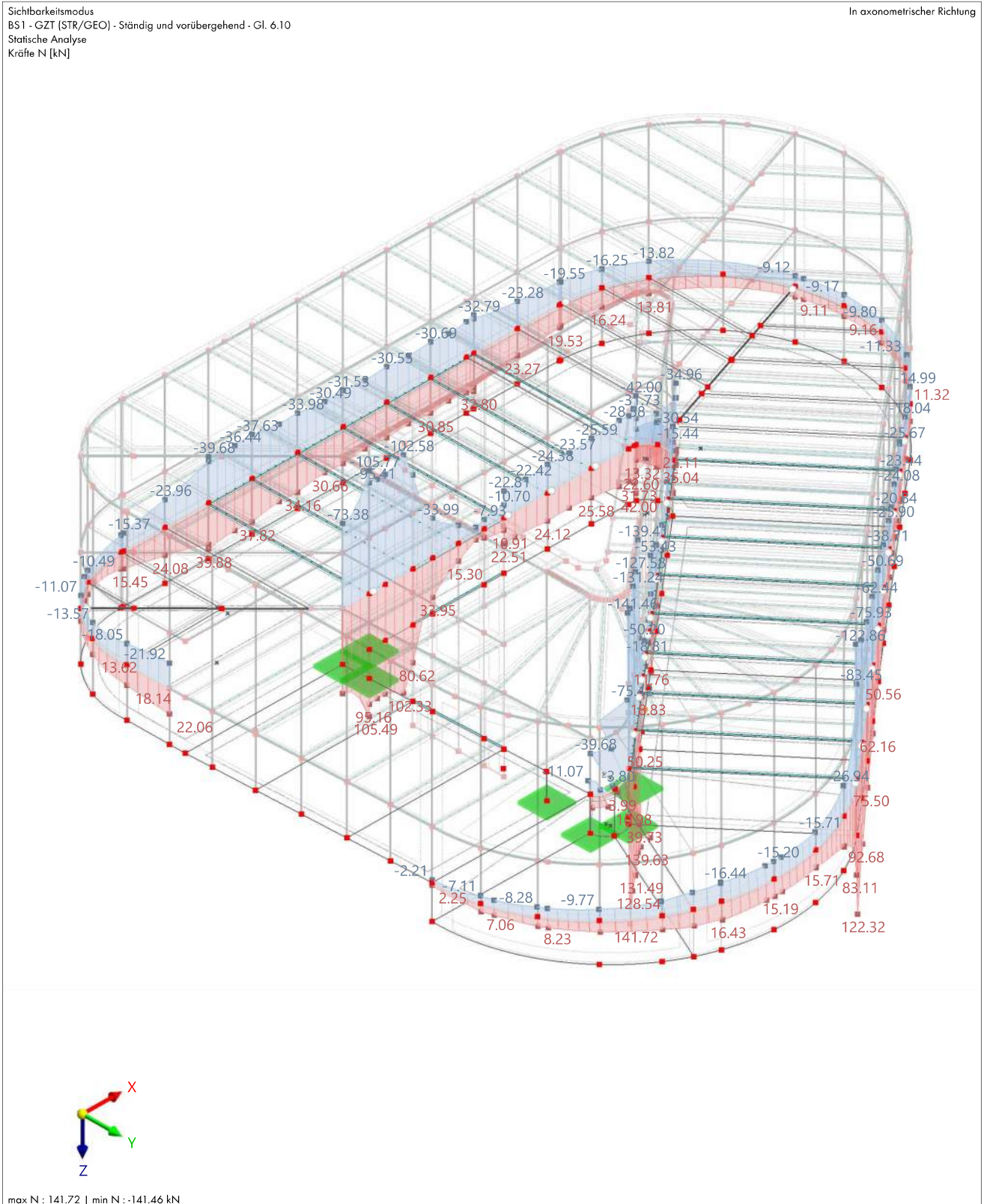
Aussteifungslasten Unterzüge über 2.OG



Aussteifungslasten Unterzüge über 1.OG



Aussteifungslasten Unterzüge über EG



Der Anschluss zwischen den Fertigteilunterzügen wird in Kapitel E dargestellt und nachgewiesen. Die maximale Normalkraft aus den Aussteifungslasten beträgt 140kN, der Anschluss ist für 194kN ausgelegt und besitzt somit genügend Reserven.

Aussteifungslasten Dach - Unterzug

Die Dachplatten lagern auf dem darunterliegenden StB-Unterzug. Die Aussteifungslasten werden über Bolzenanker von den Platten in den Unterzug übertragen (siehe Systemskizze unten).

Gewählte Verbindungsmittel

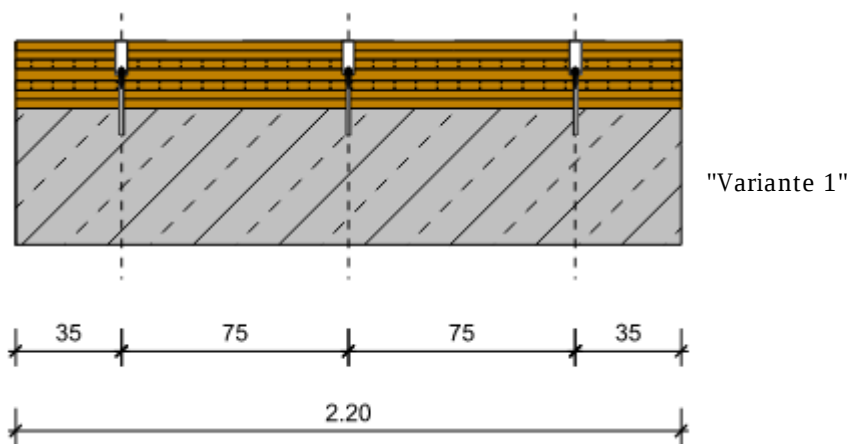
Bolzen Ø12 gew.: Würth Fixanker W-FAZ M12 l=200mm oder gleichwertig

Querkrafttragfähigkeit im Beton (nach Zulassung): 24kN (design)

Querkrafttragfähigkeit im Holz (Annahme Bolzenfestigkeit 5.6) $6,08\text{kN} \cdot 0,727 \cdot 1,318 = 5,83\text{kN}$

+ Dübel besonderer Bauart C11 $8,84\text{kN} \cdot 0,727 = 6,46\text{kN}$

Fges=12,29kN



Tragfähigkeit $12,29\text{kN} \cdot 3 / 2,2\text{m} = 16,76\text{kN/m}$

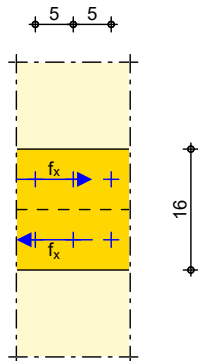
Pos. RN DS a50

Holz-Decke, Fugennachweis Brettsper Holz

Geometrie

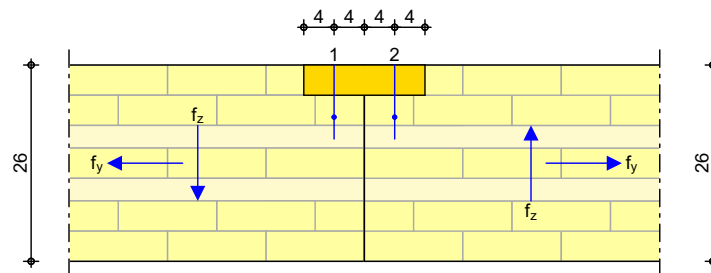
Deckenstoß mit Stoßbrett
Draufsicht

M 1:10



M 1:10

Querschnitt



Abmessungen/Material

Bauteil	b [cm]	h [cm]	Material
Decke	-	26.0	<i>L-Platten CLT L7s-2-260¹</i>
Stoßbrett	16.0	4.0	<i>Kerto-Q²</i>
1: Stora Enso Zulassung ETA-14-0349			
2: Kerto Zulassung Z-9.1-847			

Nutzungsstufe 1

Verbindungsmittel

CNA Kammnagel		<i>6.0x100¹</i>
Nagelabstand in Fugenrichtung	$a_x =$	5 cm
Nagelabstand quer zur Fuge	$a_y =$	8.00 cm

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Qk.W

Wind
Windlasten
Qk.W min/max Werte

Belastungen

Belastungen in der Stoßfuge

Schnittgrößen

Komm.	$f_{x,k}$ [kN/m]	$f_{y,k}$ [kN/m]	$f_{z,k}$ [kN/m]
Einw. Qk.W	24.50	24.50	0.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

ständig/vorüberg.
 Ek KLED $\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E_W)$
 1 ku/sk 1.50 * Qk.W
 ku/sk: kurz/sehr kurz

Bem.-schnittgrößen Bemessungsschnittgrößen

Fugenschnittgrößen Fugenschnittgrößen (je Kombination)
 EK $f_{x,d}$ $f_{y,d}$ $f_{z,d}$
 [kN/m] [kN/m] [kN/m]
 1 36.75 36.75 0.00

Schraubenkräfte Schraubenkräfte (je Kombination)
 EK $F_{la,S1,d}$ $F_{ax,S1,d}$ $F_{la,S2,d}$ $F_{ax,S2,d}$
 [kN] [kN] [kN] [kN]
 1 2.60 0.00 2.60 0.00

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1.

Verbindungsmittel Nachweis der Verbindungsmittel
 Ek k_{mod} $F_{v,Ed}$ $F_{v,Rd,o}$ $F_{ax,Ed,u}$ $F_{ax,Rd}$ η
 [kN] [kN] [kN] [kN]
 1 1.00 2.60 2.60 0.00 1.39 1.00

Stoßbrett Nachweis des Stoßbretts

Normalspannung Nachweis der Biegetragfähigkeit
 Ek k_{mod} $\sigma_{t,0,d}$ $f_{t,0,d}$ $\sigma_{m,d}$ $f_{m,d}$ η
 [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²] [N/mm²]
 1 1.00 0.92 20.00 0.00 27.69 0.05

Querkraft Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Scheibenschub Nachweis der Schubspannungen in Scheibenebene
 Ek k_{mod} $f_{x,d}$ $\tau_{xy,d}$ $f_{v,edge,d}$ η
 [kN/m] [N/mm²] [N/mm²]
 1 1.00 36.75 0.92 3.46 0.27

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

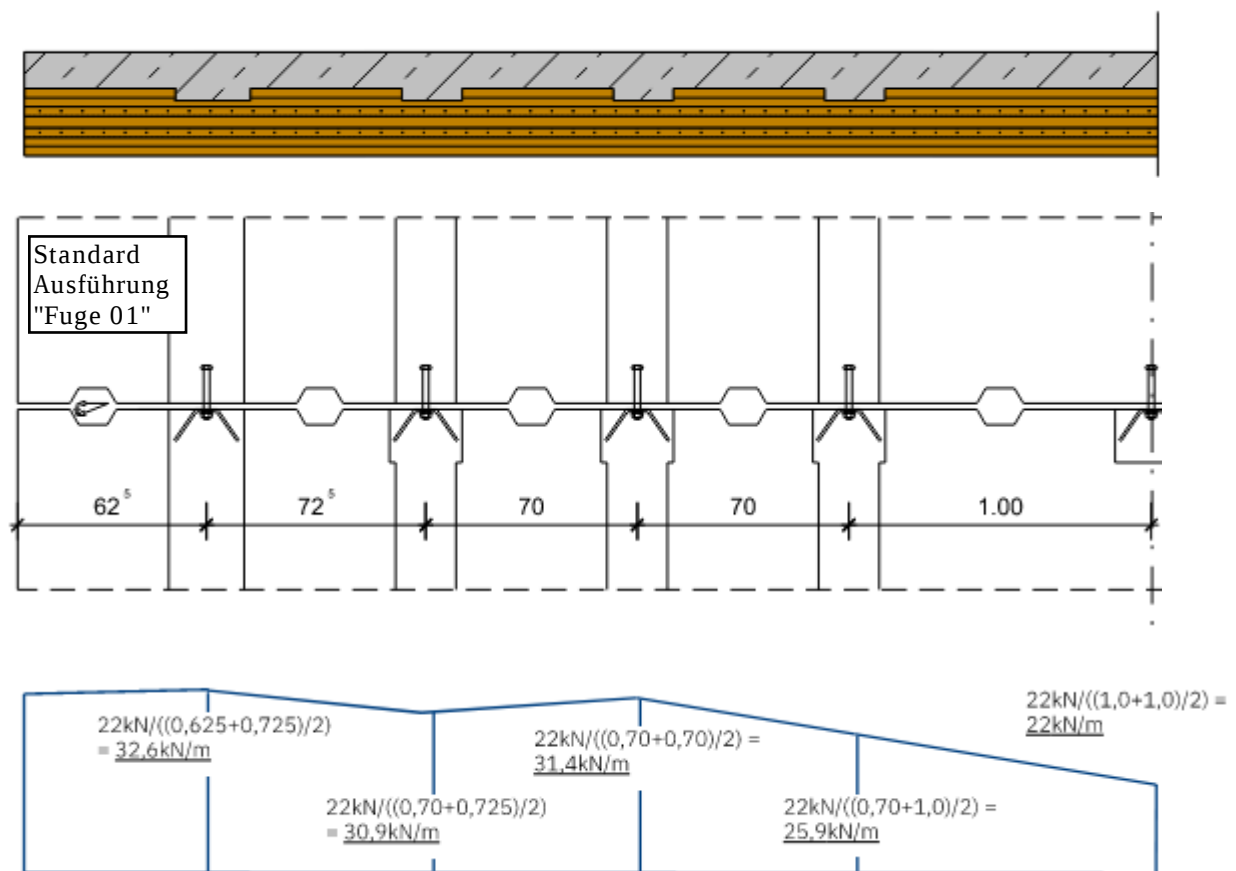
Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
 Nachweis η
 [-]
 Verbindungsmittel OK 1.00
 Stoßbrett, Normalspannung OK 0.05
 Stoßbrett, Schubtragfähigkeit OK 0.27

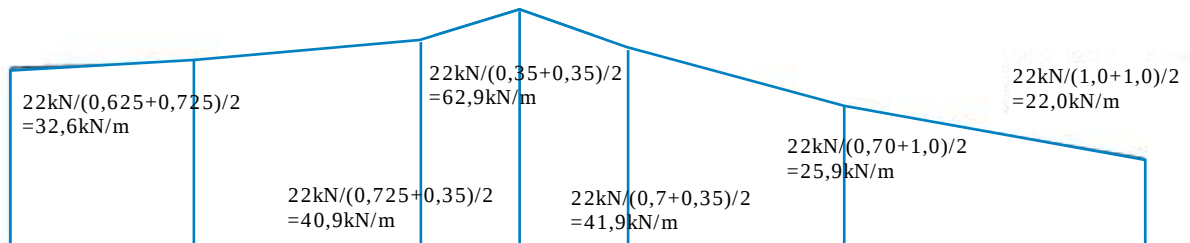
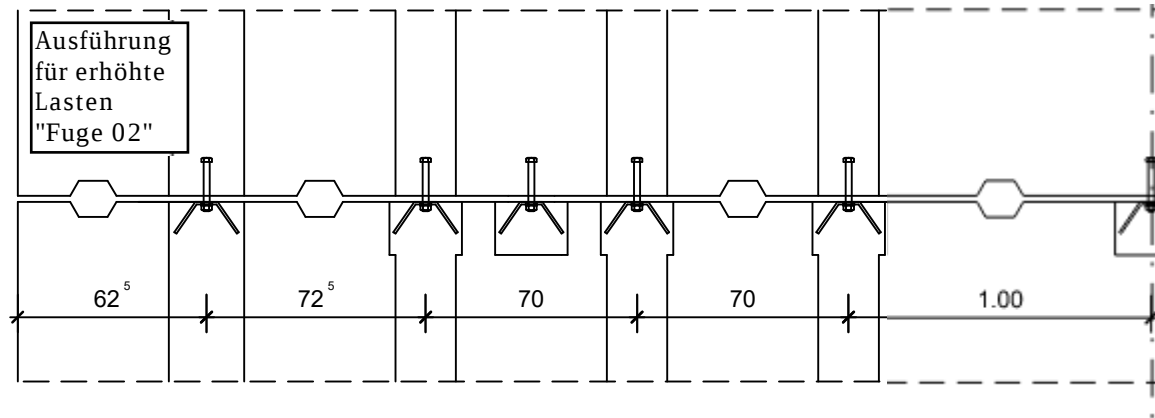
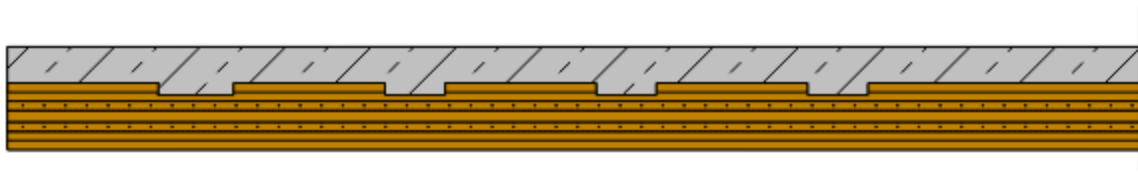
Widerstand pro Meter als Resultierende
 $F_{R,d} = \sqrt{(2 \times 36,75^2)} = 52 \text{ kN/m}$

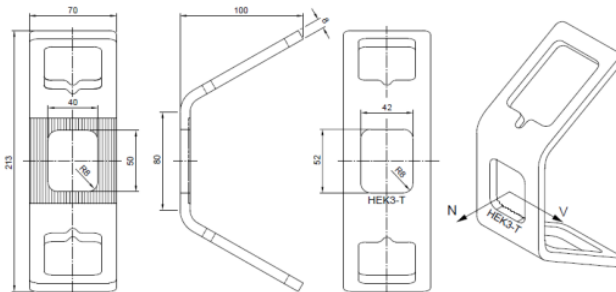
Aussteifungslasten Decken

Die horizontalen Lasten werden über die Unterzüge und die Schubstarr miteinander verbundenen Deckenplatten abgetragen. In den Fugen zwischen den Fertigteilplatten entstehen Schub- und Zug- bzw. Druckkräfte. Die Schubkräfte werden über nachträglich vergossene Schubnocken. Die Nockengeometrie wird so gewählt, dass sich die Schubkraft mit 30° abdrücken kann. Als Nebeneffekt kommt es zu weiteren Zugkräften in der Fuge. Die Zugkräfte werden über Fertigteilverbinder (siehe RN-FTV-01) aufgenommen. Die Fertigteilverbinder werden an der Platen in den Kerven positioniert. Zusätzlich wird in Plattenmitte ein oder zwei Verbinder angebracht. Dafür muss in die Brettsper Holzplatte eingefräst werden.

Unten wird der Widerstand der Verbindung über die Länge der Fuge angegeben. Die Einwirkungen werden mit diesen Werten verglichen.





Bemessung für Halfen HEK Fertigteilverbinder nach EN 1992-4:2019-04**Produktspezifische Kennwerte (Zulassung Nr. Z-21.8-2086)****HEK3-100-T-HDG FV**

Abmessung BxHxL		70 x 100 x 213 [mm]
Effektive Verankerungslänge	h_{ef}	83.0 [mm]
Achsabstand der Verankerungsschenkel HEK-Verbindung	s_{ef}	200.0 [mm]
Höhe der Aussparung für Montage	h_R	125.0 [mm]
Breite der Aussparung für Montage	b_R	74.0 [mm]
Tiefe der Aussparung für Montage am Fertigteilverbinder	t_R	72.0 [mm]
Tiefe der Aussparung für Montage	l_R	86.0 [mm]
Fugenbreite	$t_{1,fix}$	20.0 [mm]
Klemmdicke von Fertigteilverbinder mit Gegenplatte	$t_{2,fix}$	22.0 [mm]

Betoneigenschaft / Bewehrungen

Betonfestigkeitsklasse		C30/37
Betondeckung	c_{nom}	25.0 [mm]
Gerissener Beton		Ja
Teilsicherheitsbeiwerte für Beton	γ_c	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte Bewehrung		Nein
Randbewehrung		Ohne Randbewehrung

Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten

Durchmesser der Zusatzbewehrung	$\emptyset$	10.0 [mm]
Verbundbedingungen		Gut
Anordnung		4 L-förmig gebogene Stäbe
Charakt. Streckgrenze der Zusatzbewehrung	f_{yk}	500.0 [N/mm ²]
Teilsicherheitsbeiwert für Zusatzbewehrung	$\gamma_{Ms/re}$	1.15

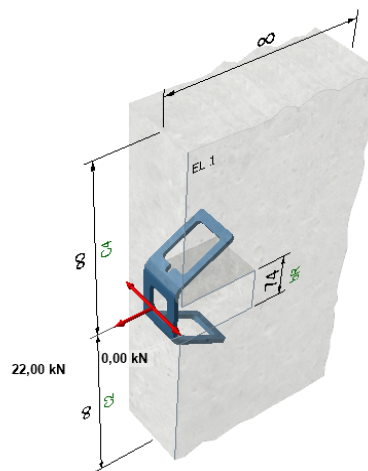
Einwirkende Bemessungslasten

Axiale Zugkraft	N_{Ed}	22.00 [kN]
Querkraft	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]

Anordnung und Richtungen der Beanspruchungen des Fertigteilverbinders

Allgemein Hinweise:

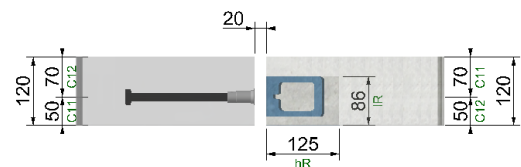
- Der Nachweis der unmittelbaren örtlichen Krafteinleitung durch den Fertigteilverbinder in den Beton ist erbracht. Die Weiterleitung der zu verankernden Lasten im Bauteil ist gesondert nachzuweisen.
- Eine exzentrische Anordnung der Schraube zum Fertigteilverbinder ist zulässig und muss bei der Bemessung des Fertigteilverbinders nicht gesondert berücksichtigt werden.
- Die Tragfähigkeiten des Verankerungselementes im zweiten Betonfertigteil sowie des Verbindungsmittels sind gesondert nachzuweisen.
- Bei einer Konstruktionsfuge zwischen den Bauteilen muss der Zwischenraum im Bereich des HEK Fertigteilverbinders mit Schlitzscheiben oder Futterblechen unterfüllt werden
- Bei Zusatzbewehrung gelten die Konstruktionsregeln nach EN 1992-4 und Zulassung Z-21.8-2086, Anlage 15. Die Zusatzbewehrung muss außerhalb des Betonausbruchkegels mit einer Verankerungslänge l_{bd} nach EN 1992-1-1 verankert sein.



3D-Ansicht



Draufsicht



Übersicht der Bemessungslasten / -widerstände nach Versagensarten; Ausnutzungsgrade

Nachweis für den GZT - Zuglast	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	Ausnutzung
Stahlversagen	22.00	34.02	64.66 %
Herausziehen	n/a	n/a	n/a
Kegelförmiger Betonausbruch	n/a	n/a	n/a
Versagen durch Spalten	n/a	n/a	n/a
Lokaler Betonausbruch	n/a	n/a	n/a
Stahlversagen der Zusatzbewehrung	11.00	68.30	16.11 %
Verbundversagen der Zusatzbewehrung	11.00	11.08	99.26 %
Nachweis für den GZT - Querlast	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Ausnutzung
Stahlversagen	n/a	n/a	n/a
Betonkantenbruch	n/a	n/a	n/a
Rückwärtiger Betonausbruch	n/a	n/a	n/a
Nachweis für GZT - Kombinierte Zug- und Querlast	β_N	β_V	Ausnutzung
Interaktion	n/a	n/a	n/a

* n/a = nicht relevant

Nachweise vollständig erbracht.

Bemessung der Halfen DEMU Anker gemäß EN 1992-4:2019-04**Produktspezifische Kennwerte (ETA 13/0401):**

Ankertyp: Einbetonierter Hülseanker

**1988 FV M16x220**

Abmessung		M16-220
Effektive Verankerungslänge	h_{ef}	212.0 [mm]
Charakteristischer Stahlwiderstand - Zuglast	$N_{Rk/s}$	78.50 [kN]
Charakteristischer Stahlwiderstand - Querlast	$V_{Rk/s} / M^{\circ}_{Rk/s}$	39.30 [kN] / 166.50 [Nm]
Teilsicherheitsbeiwerte für Stahl:		
- Teilsicherheitsbeiwerte für Zuglasten	$\gamma_{Ms,Zugkraft}$	2.00
- Teilsicherheitsbeiwerte für Querlasten	$\gamma_{Ms,Querkraft}$	1.67 / 1.67
Befestigungsschraube (nicht im Lieferumfang enthalten)		M16, Güte 5.6
Vorschlag zur Schraubenwahl:		HSK M16x70 FV5.6 DIN933

Betoneigenschaft / Bewehrungen

Betonfestigkeitsklasse		C30/37
Betondeckung	c_{nom}	25.0 [mm]
Gerissener Beton		Ja
Teilsicherheitsbeiwerte für Beton	γ_c	1.50
$\gamma_{Mc} = \gamma_{Mp} = \gamma_{Msp} = \gamma_c$		
Dichte Bewehrung		Nein
Spaltbewehrung vorhanden		Ja
Randbewehrung		Ohne Randbewehrung

Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten

Durchmesser der Zusatzbewehrung	Ø	8.0 [mm]
Verbundbedingungen		Gut
Bügel mit Haken		Ja
Anzahl der Bügelschenkel je Anker	n	2
Charakt. Streckgrenze der Zusatzbewehrung	f_{yk}	500.0 [N/mm ²]
Teilsicherheitsbeiwert für Zusatzbewehrung	$\gamma_{Ms/re}$	1.15

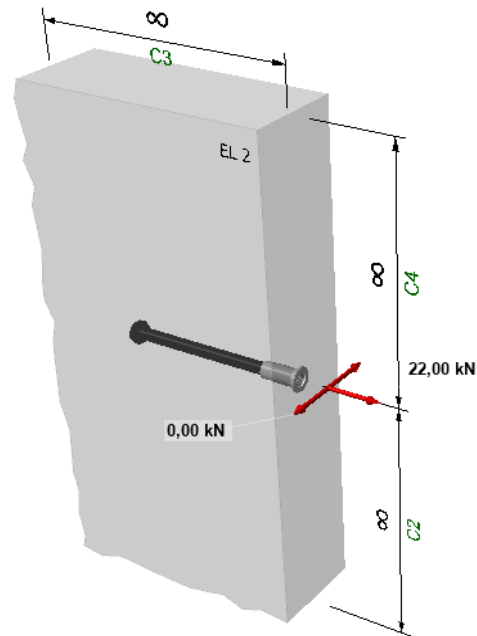
Einwirkende Bemessungslasten

Axiale Zugkraft	$N_{Ed,x}$	22.00 [kN]
Querkraft in y-Richtung	$V_{Ed,y}$	0.00 [kN]
Abstand zwischen Querlast und Betonoberfläche, volle Einspannung ($\alpha_M=2.0$)	$l_a = t_{1,fix} + t_{2,fix}/2$	31.0 [mm]

Fertigteilabmessung

Tiefe des Fertigteils		n/a
Randabstände:		
Linker Rand	c_{11}	50.0 [mm]
Rechter Rand	c_{12}	70.0 [mm]
Unterer Rand	c_{21}	n/a
Oberer Rand	c_{22}	n/a

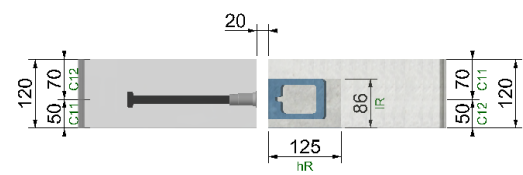
Anordnung und Richtungen der Beanspruchungen des Fertigteilverbinders



3D-Ansicht



Draufsicht



Übersicht der Bemessungslasten / -widerstände nach Versagensarten; Ausnutzungsgrade

Nachweis für den GZT - Zuglast	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	Ausnutzung
Stahlversagen	22.00	39.25	56.05 %
Herausziehen	22.00	44.67	49.25 %
Kegelförmiger Betonausbruch	n/a	n/a	n/a
Versagen durch Spalten	n/a	n/a	n/a
Lokaler Betonausbruch	22.00	27.41	80.26 %
Stahlversagen der Zusatzbewehrung	22.00	43.71	50.33 %
Verbundversagen der Zusatzbewehrung	22.00	35.74	61.56 %
Nachweis für den GZT - Querlast	V_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Ausnutzung
Stahlversagen	n/a	n/a	n/a
Betonkantenbruch	n/a	n/a	n/a
Rückwärtiger Betonausbruch	n/a	n/a	n/a
Nachweis für GZT - Kombinierte Zug- und Querlast	β_N	β_V	Ausnutzung
Interaktion	n/a	n/a	n/a

* n/a = nicht relevant

Nachweise vollständig erbracht.**Wichtige Hinweise**

Die Berechnung basiert auf den produktspezifischen Kennwerten der DEMU Bolzenanker 1988 / 1985, Plattenanker 1980-P und des DEMU T-FIXX.

Anordnung Spaltbewehrung:

Die Spaltbewehrung ist bei flächenartigen Tragwerken (z. B. Platten) in beiden Richtungen erforderlich. Sie ist bei überwiegend auf Zug beanspruchten Bauteilen auf beiden Querschnittsseiten und bei überwiegend auf Biegung beanspruchten Bauteilen auf der zugbeanspruchten Seite anzuordnen. Sie soll aus mindestens drei Stäben mit einem Stababstand ≤ 150 mm bestehen und ist außerhalb der Verankerung mit der Verankerungslänge entsprechend den nationalen Regelungen zu verankern. Bei Linientragwerken (z. B. Balken) braucht die Spaltbewehrung nur in einer Richtung angeordnet werden. Bei Verankerungen an Bauteilrändern muss diese Bewehrung ebenfalls als Randbewehrung mit entsprechender Rückhängebewehrung vorhanden sein.

Zusatzbewehrung zur Aufnahme von Zuglasten:

Die Zusatzbewehrung sollte unmittelbar neben dem Anker angeordnet werden. Die Bügelschenkel sollten den gleichen Durchmesser besitzen und sind außerhalb des Ausbruchkegels mit einer Verankerungslänge von l_{bd} nach DIN EN 1992-1-1 zu verankern. Als Zusatzbewehrung dürfen nur Bügel und Schlaufen angesetzt werden, die in einem Abstand $\leq 0,75 h_{ef}$ vom Anker angeordnet sind. Für die Zusatzbewehrung ist der Biegerolldurchmesser nach DIN EN 1992-1-1 zu verwenden.

Bitte beachten Sie für den Einbau auch die Hinweise entsprechend der Montageanleitung "INST_DEMU-FIX" (verfügbar unter www.halfen.com).

Stücklist:(Position: 1, Anzahl: 1)

Position	Artikelbezeichnung	Anzahl	Bestell-Nr.	Hinweis
HEK 3	HEK3-100-T-HDG	1	1000204582	
Rasterungsplatte	HEK3-100-C-17-A4	1	1000211008	
U-Scheibe	HEK3-100-W-17-A4	1	1000211010	
Ausgleichsplatten	HEK3-SW-100-17x2-A4	1**	1000211012	
	HEK3-SW-100-17x3-A4	1**	1000211013	
	HEK3-SW-100-17x5-A4	3**	1000211014	
Befestigungsschraube	HSK M16x70 FV 5.6 DIN933	1	7000204651	
Einbetonierter Hülseanker	DEMU 1988 FV M16x220	1	1000200589	
Aussparungskörper	Alternative 1: HEK3-100-RF-BB	1*	1000204588	Wiederverwendbare Aussparungskörper aus Kunststoff, geeignet für den Einsatz in nicht magnetischen Schalungen
	Alternative 2: HEK3-100-RF-BB-MAG		1000204589	Wiederverwendbare Aussparungskörper aus Kunststoff für den Einsatz in Stahlschalungen mit selbstverdichtendem Beton
	Alternative 3: HEK3-100-RF-BB-MAG-S		1000204590	Wiederverwendbarer Aussparungskörper aus Polyurethan mit starkem Magneten für Anwendungen, die eine erhöhte Haftkraft erfordern.

* Insgesamt nur so viele bestellen, wie für einen Betontagevorgang benötigt werden.

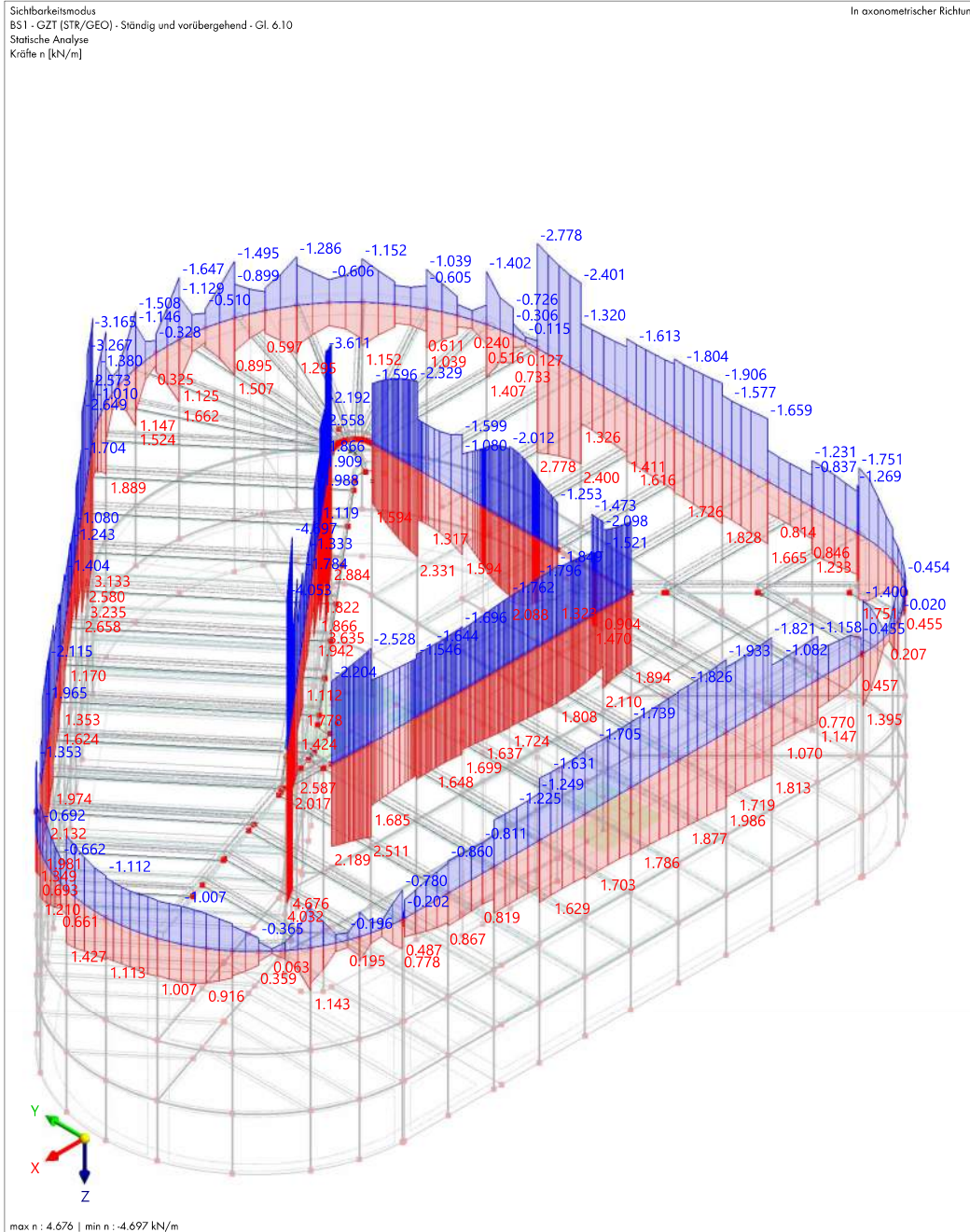
** Der Vorschlag für die Stückzahl der Ausgleichsplatten deckt nur die min. Stückzahl ab. Für eine optimale Montage nach Erfordernis kann ggf. auch eine deutlich größere Anzahl an Ausgleichsplatten sinnvoll sein.

Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Schubspannungen zwischen Dach und Unterzügen

3.4 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



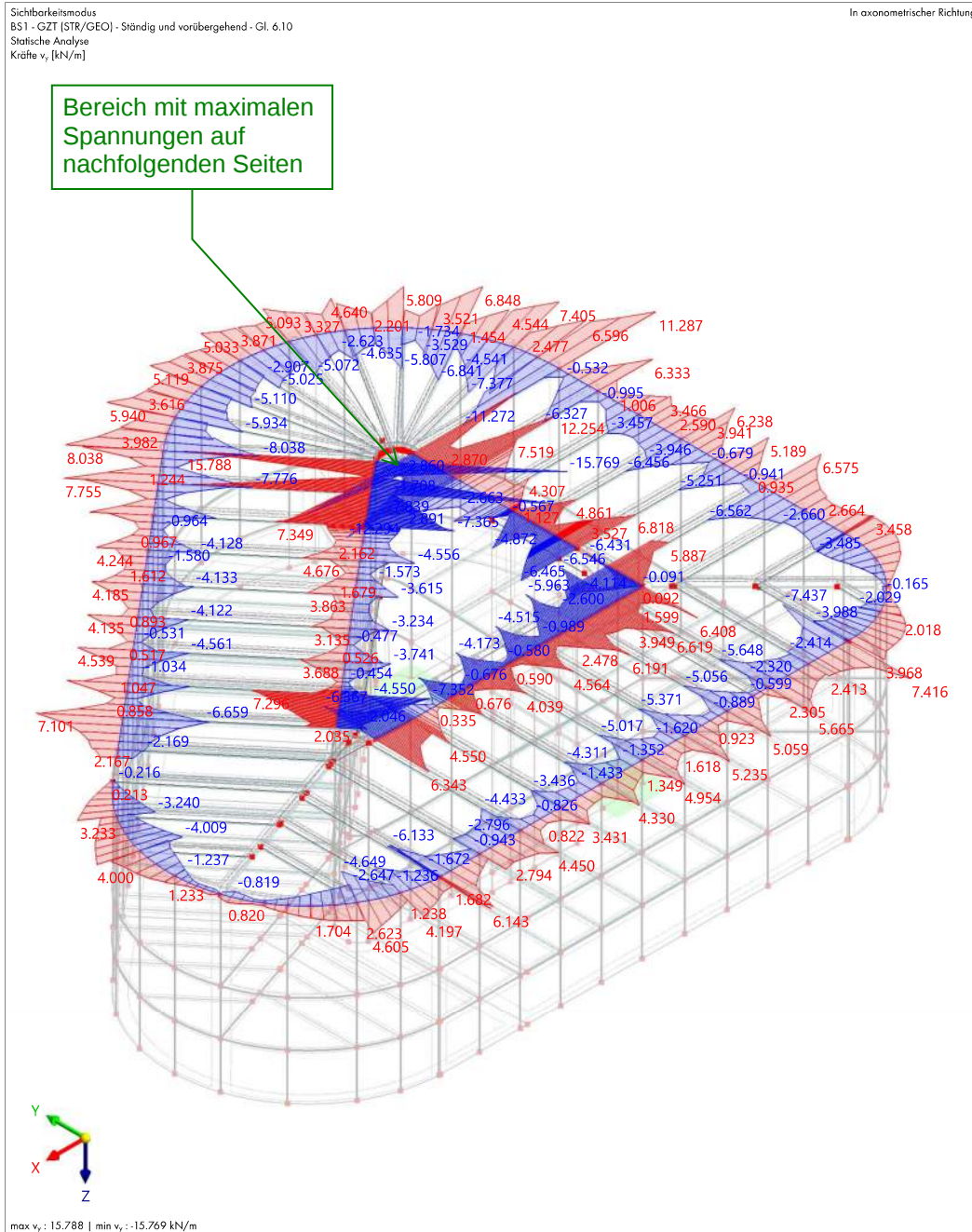
Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Querspannungen zwischen Dach und Unterzügen

3.5

BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



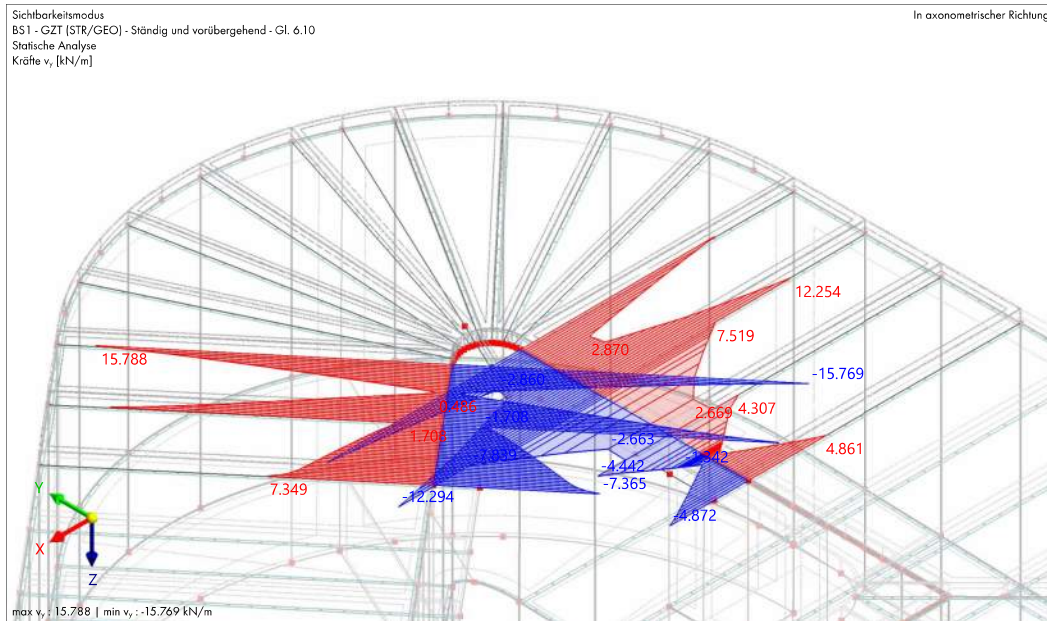
$$F_{\text{res}} = \sqrt{(11,3^2 + 4,7^2)} = 12,3 \text{ kN/m} < 16,76 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Bereich der maximalen Schub- und Querspannungen

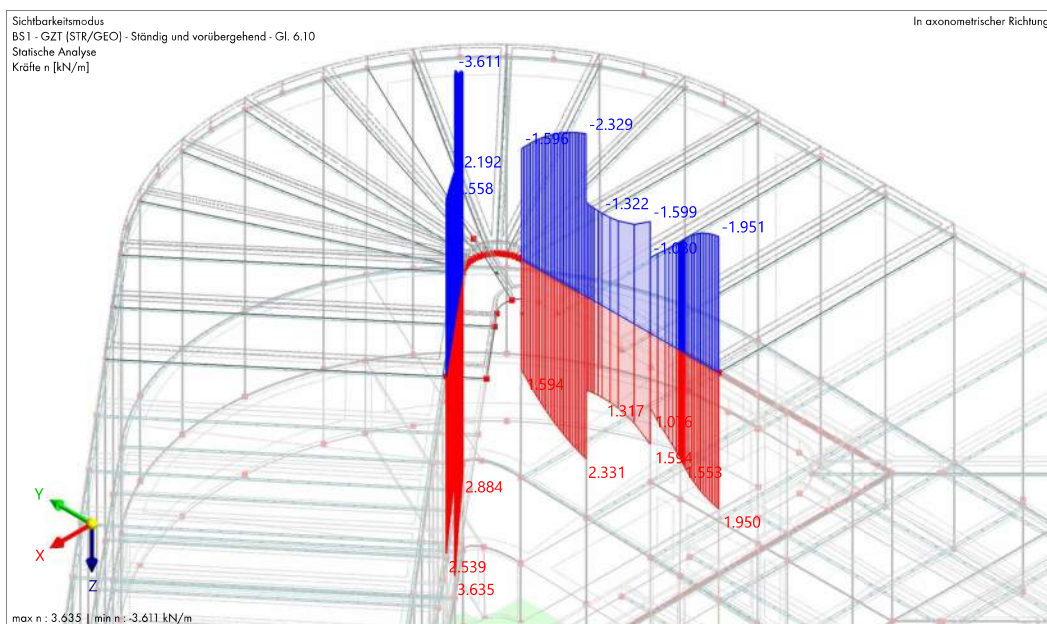
3.6 BS1: ERGEBNISUMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



3.7 BS1: ERGEBNISUMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse

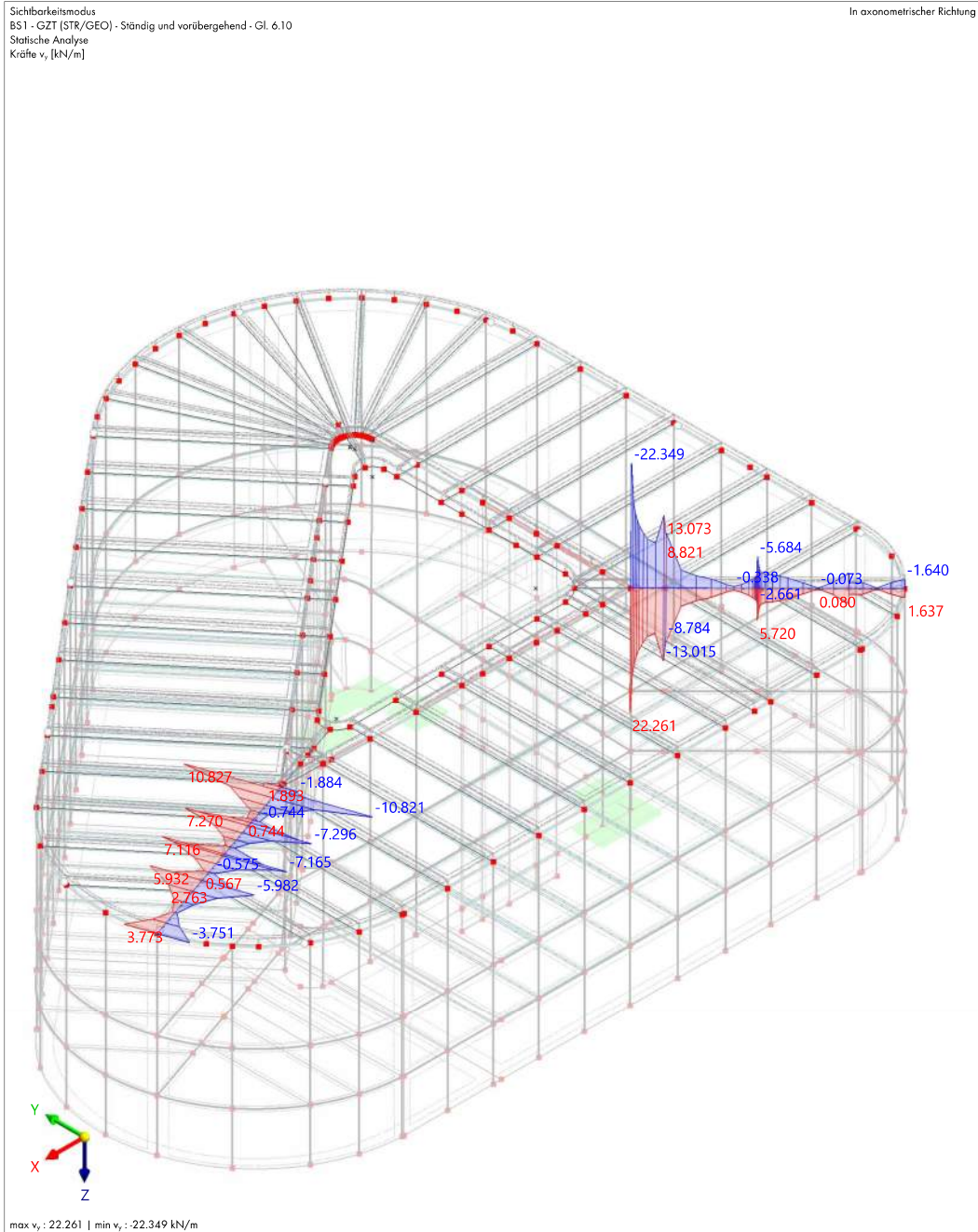


$$F_{\text{res}} = \sqrt{15,8^2 + 3,6^2} = 16,2 \text{ kN} < 16,76 \text{ kN/m} = F_{R,d} \text{ (als Spannungsspitzen)}$$

Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Schubspannungen zwischen Dach und Deltabeam

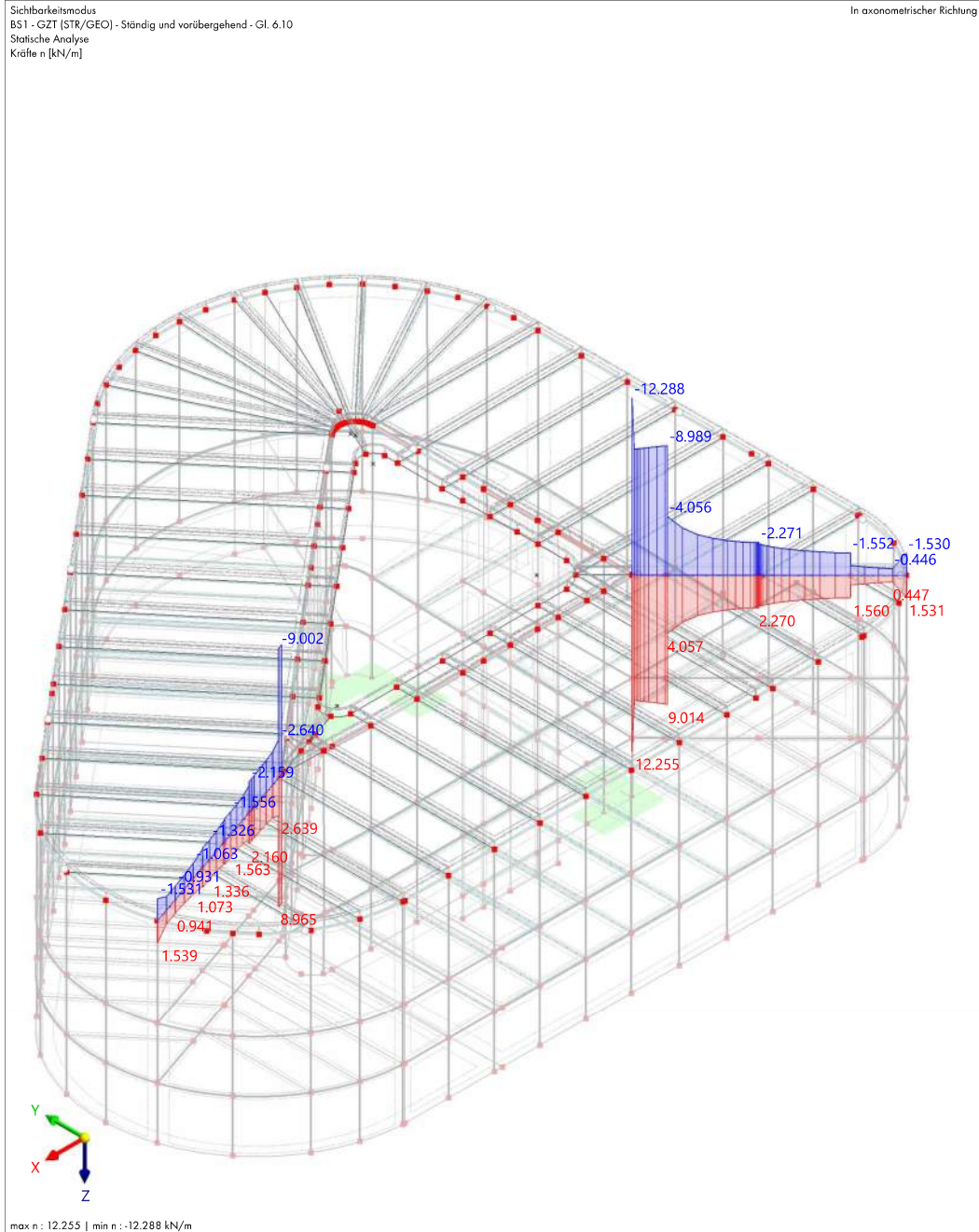
3.7 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Schubspannungen zwischen Dach und Deltabeam

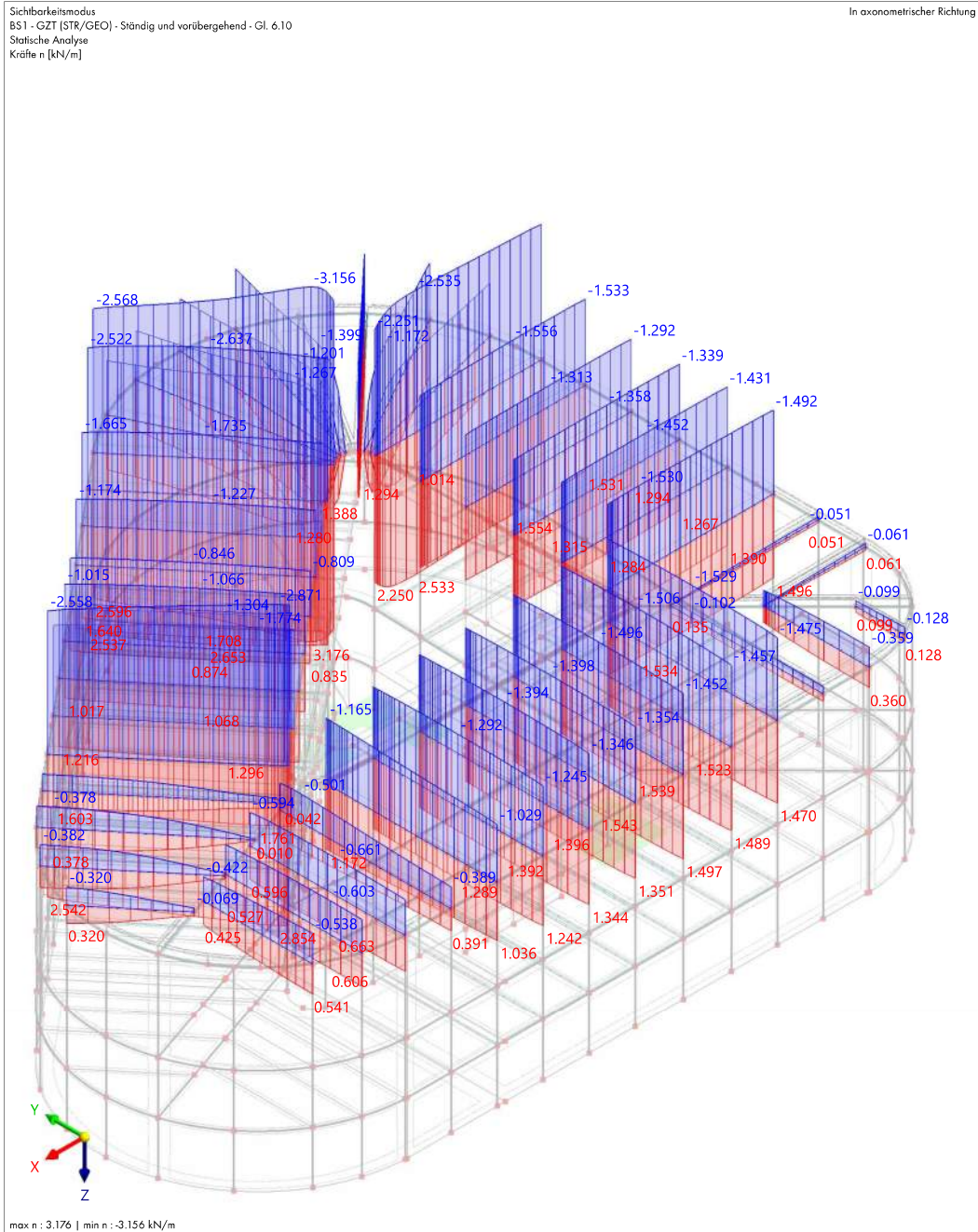
3.8 BS1: ERGEBNISUMHÜLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.2 BS1: ERGEBNISHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse

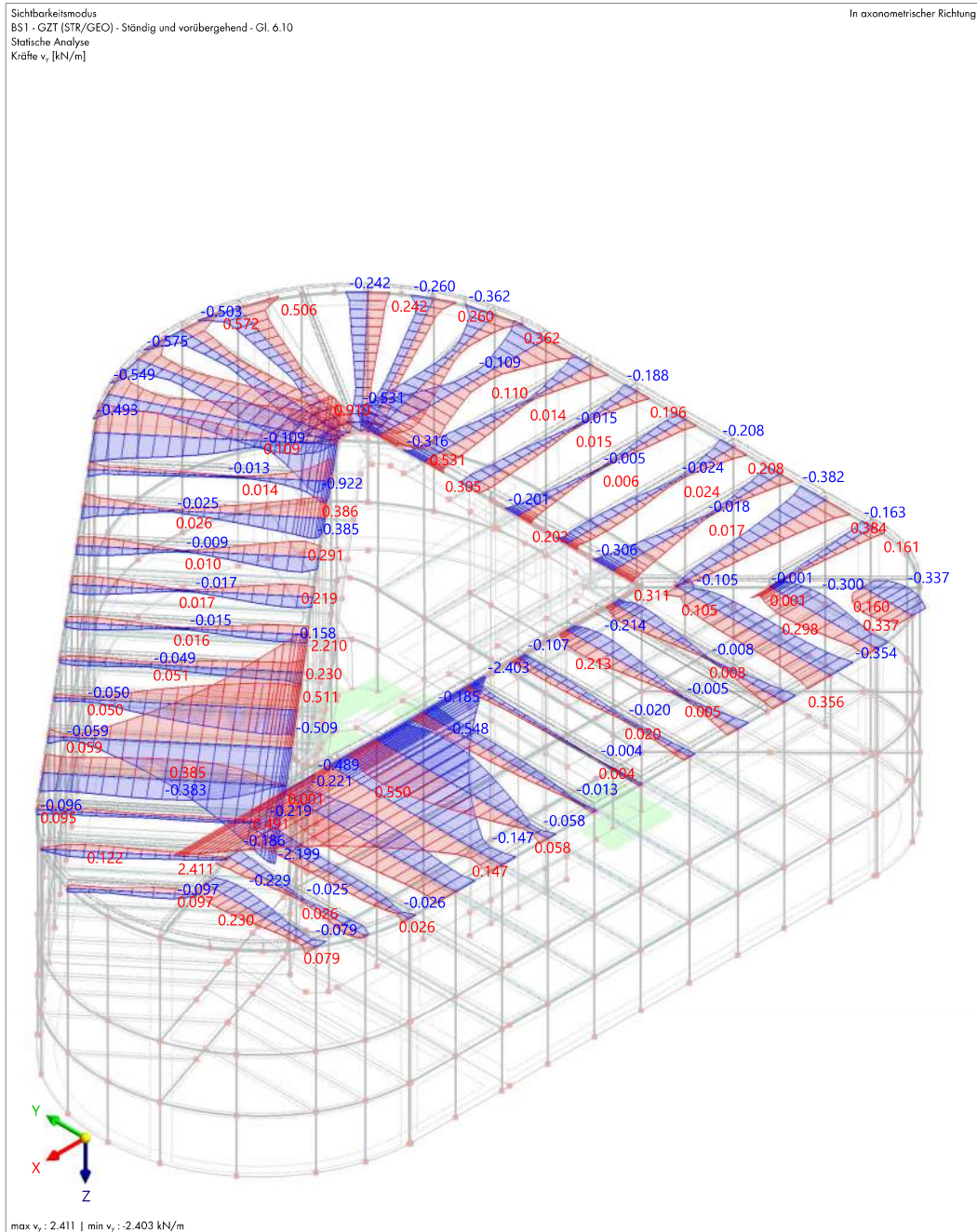


Aussteifungslasten Decke über 2.OG

Querspannungen zwischen Dachplatten

3.3 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse

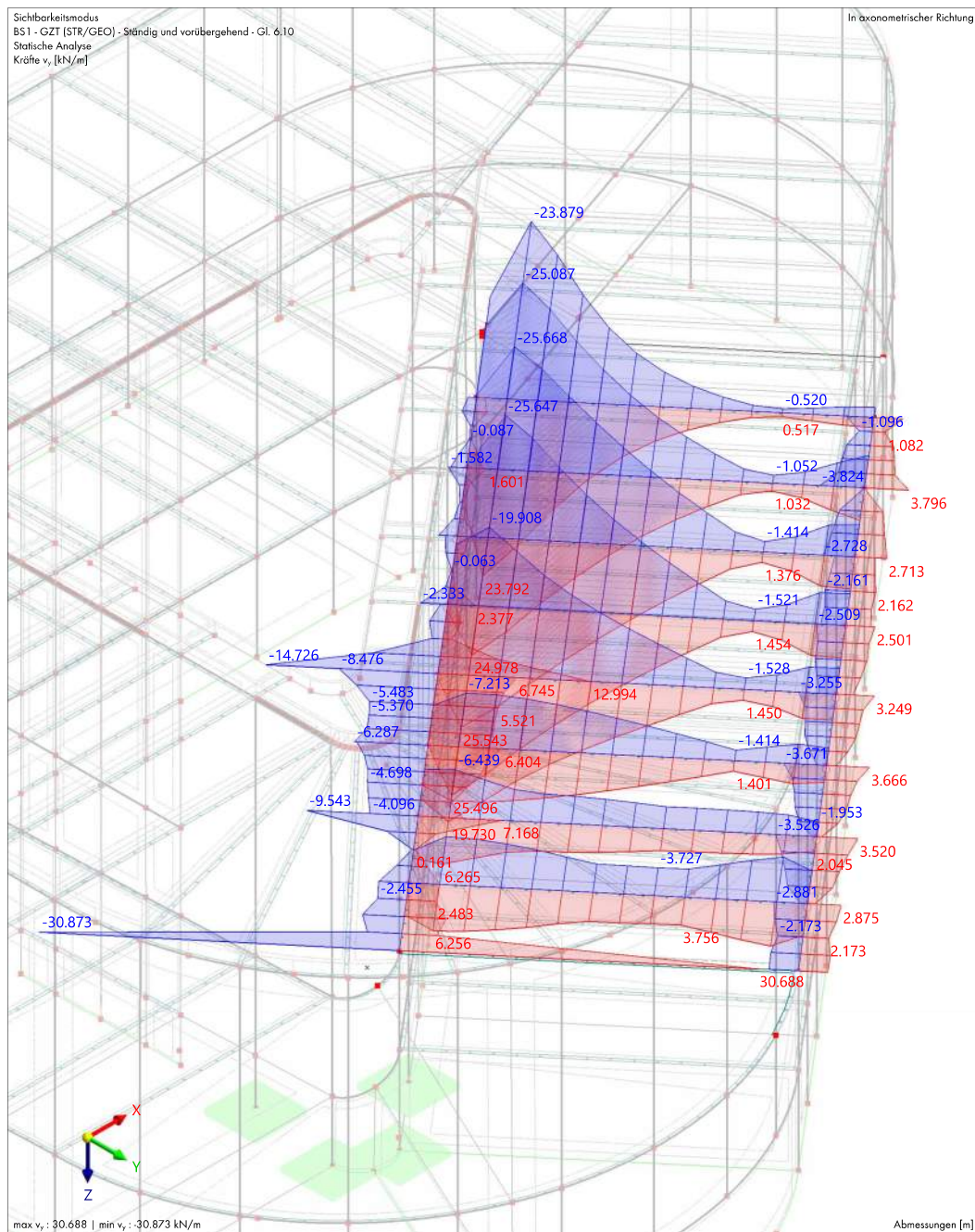


$$F_{\text{res}} = \sqrt{3,2^2 + 2,4^2} = 4 \text{ kN/m} \ll 52 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

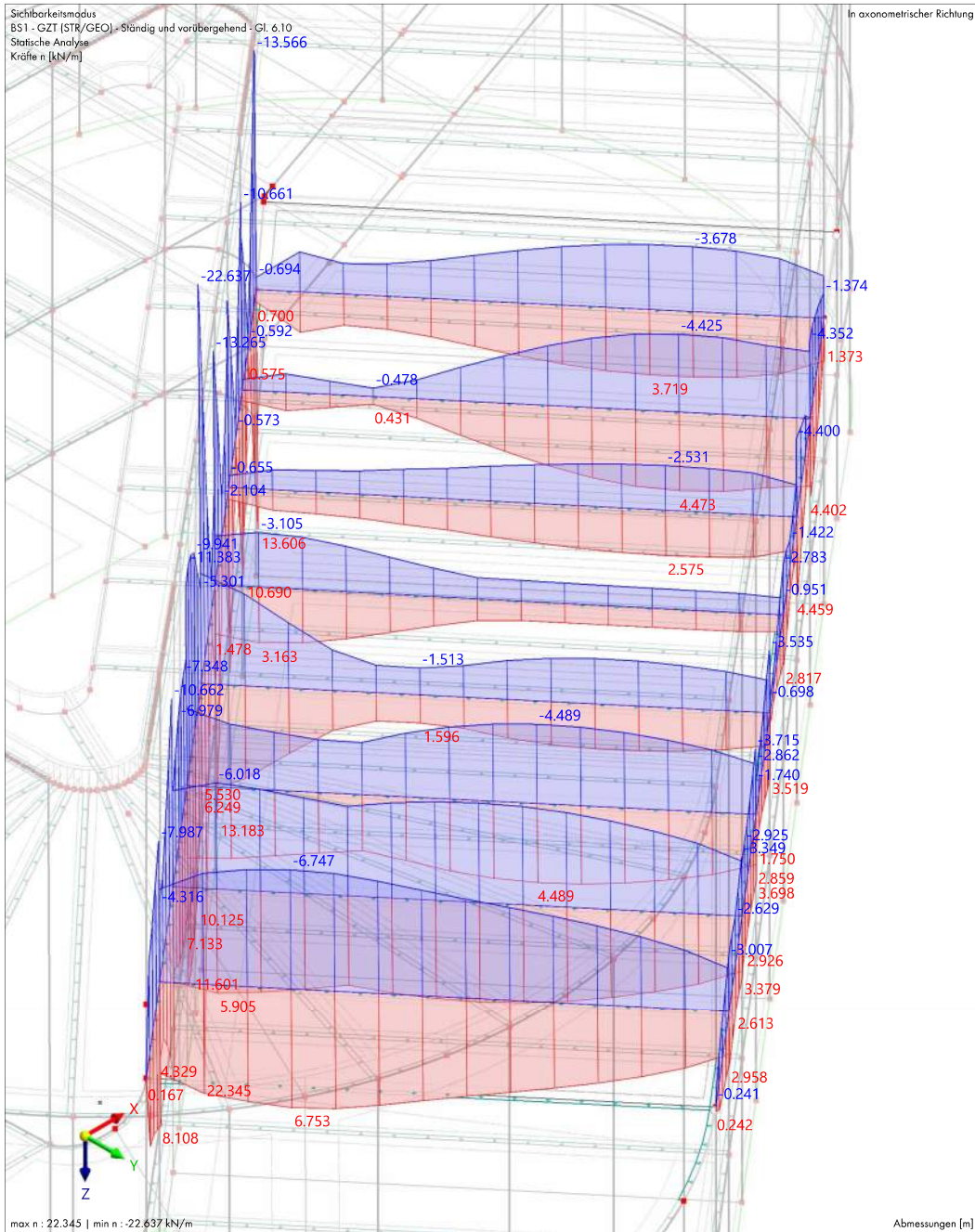
3.12 **BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG** **Statische Analyse**



Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.13 **BS1: ERGEBNISHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG** Statische Analyse

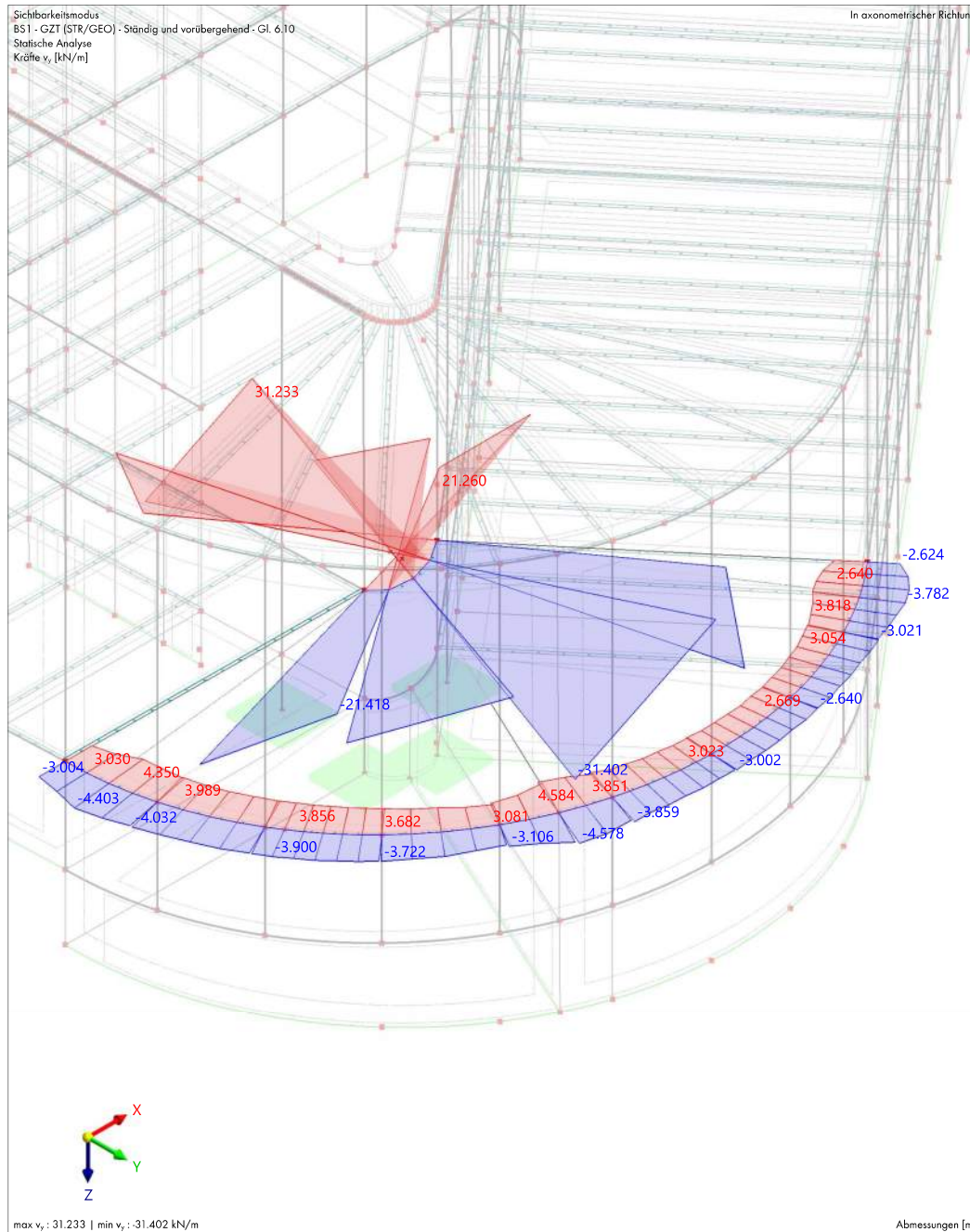


$$F_Z = 23,9 + \tan(30) \times 3,6 = 26 \text{ kN/m} < 32,6 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

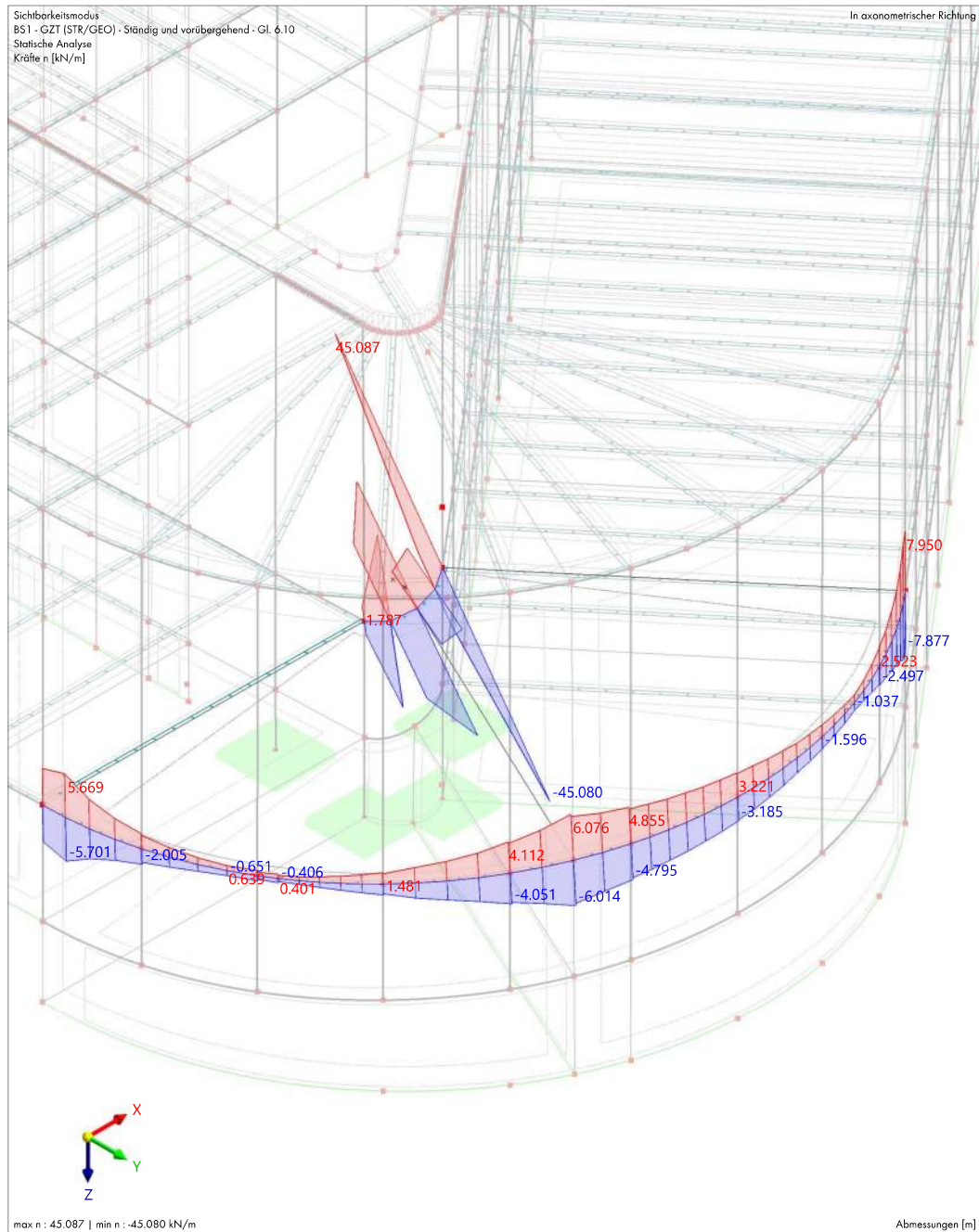
3.14 **BS1: ERGEBNISHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG** Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

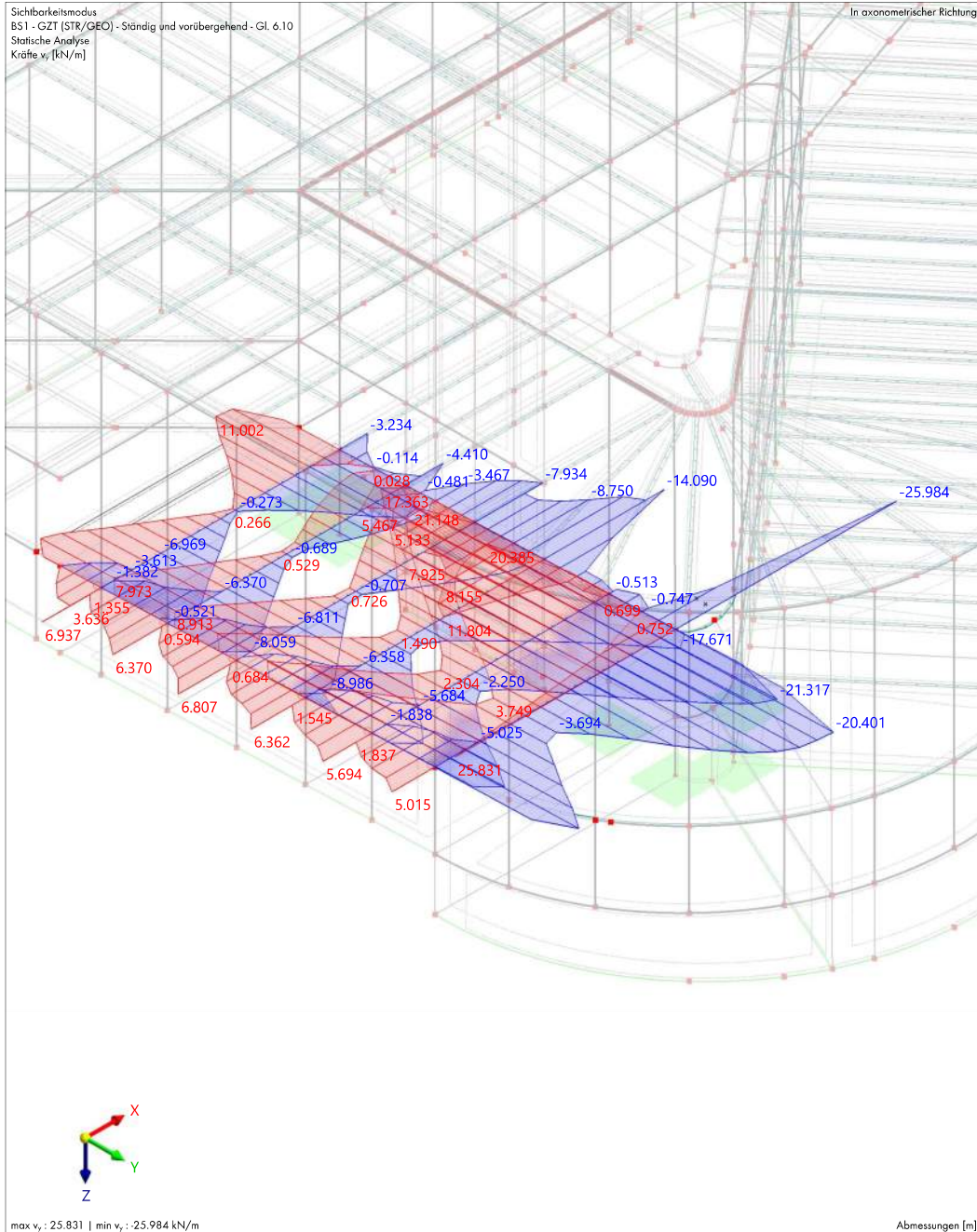
3.15 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

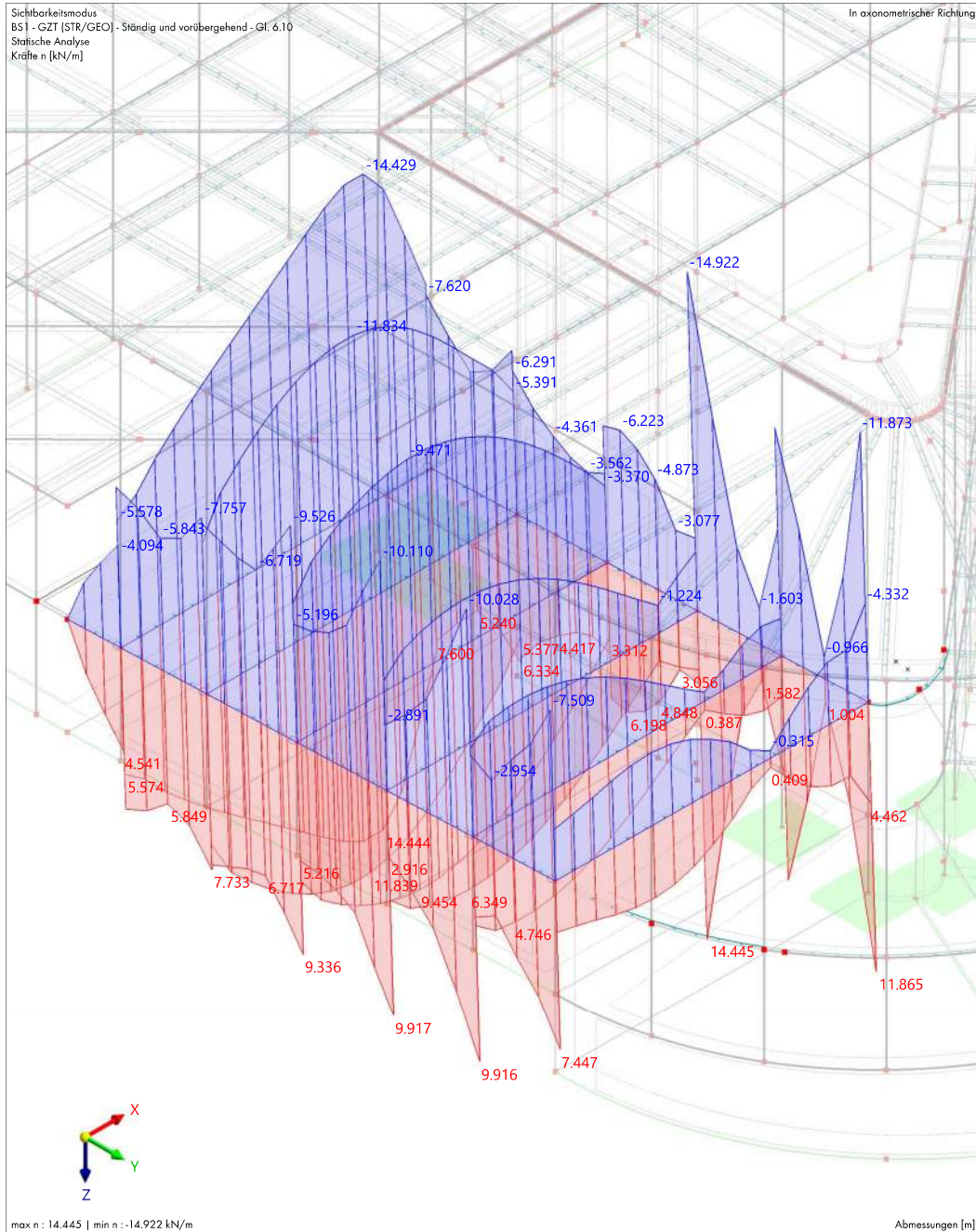
3.16 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.17 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse

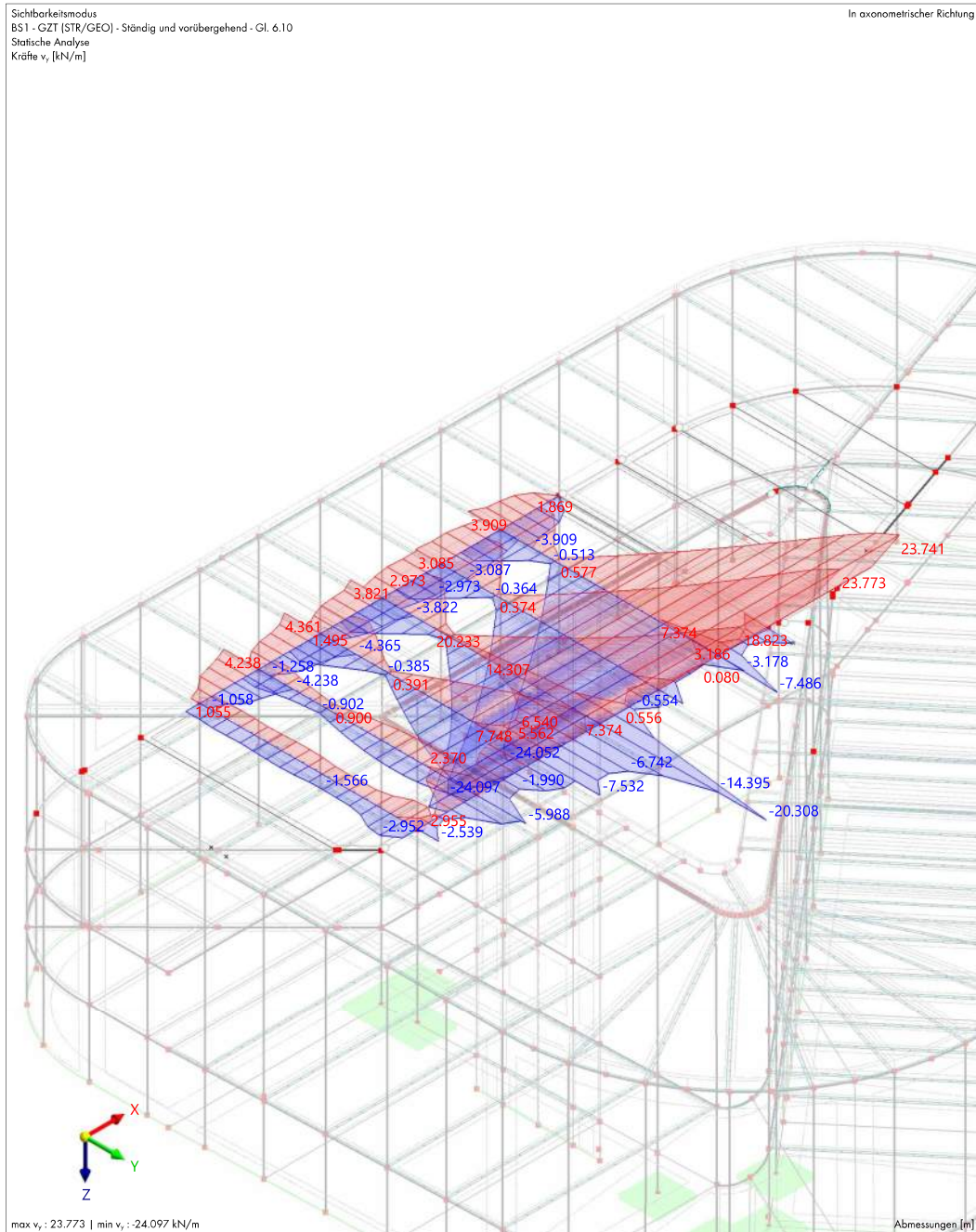


$$F_z = 20,4 + \tan(30) \times 14,4 = 28,7 \text{ kN/m} < 32,6 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.18 BS1: ERGEBNISHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



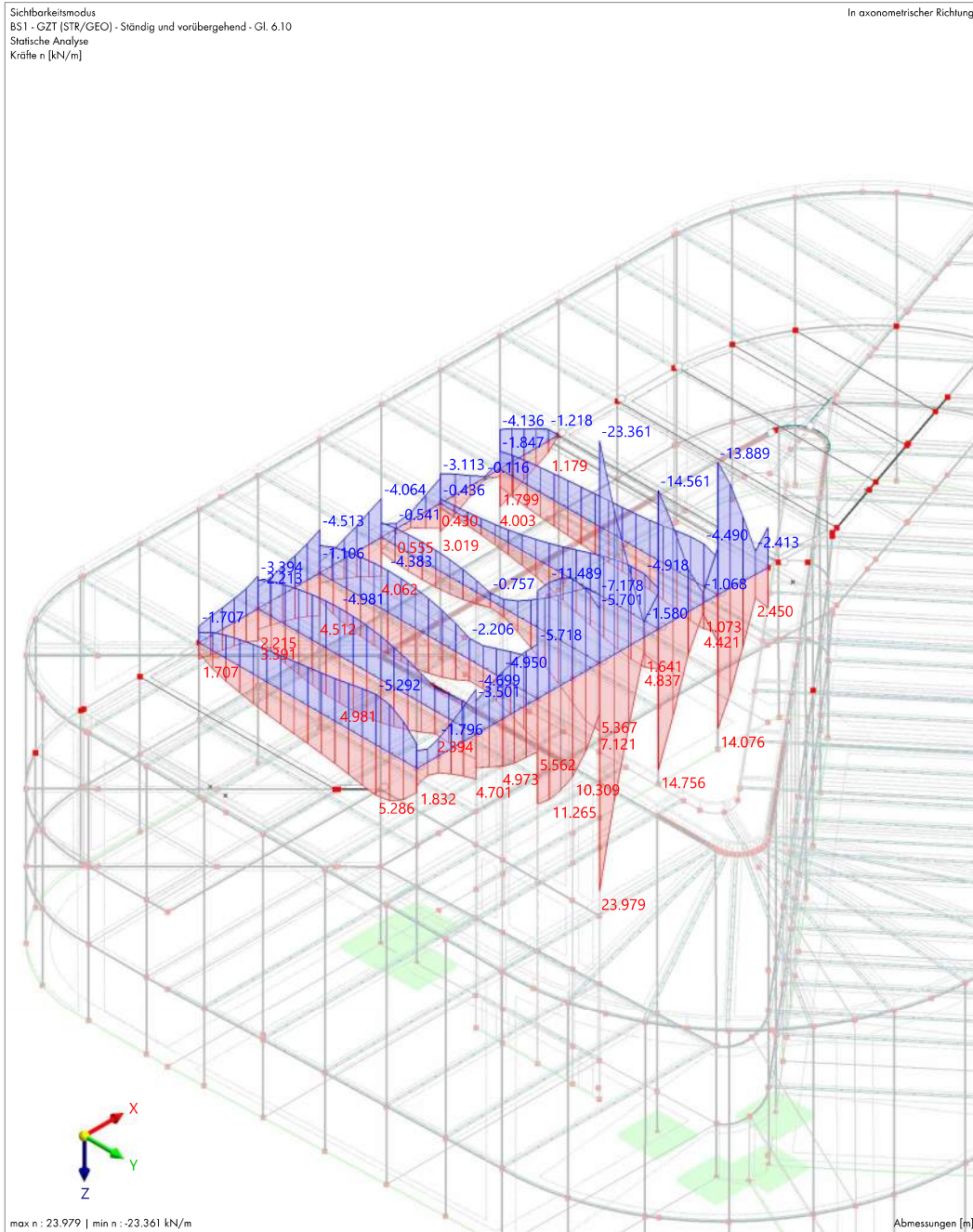
Aussteifungslasten Decke über 1.OG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.19

BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



$$F_Z = 23,7 + \tan(30) \times 5,3 = 26,8 \text{ kN/m} < 32,6 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

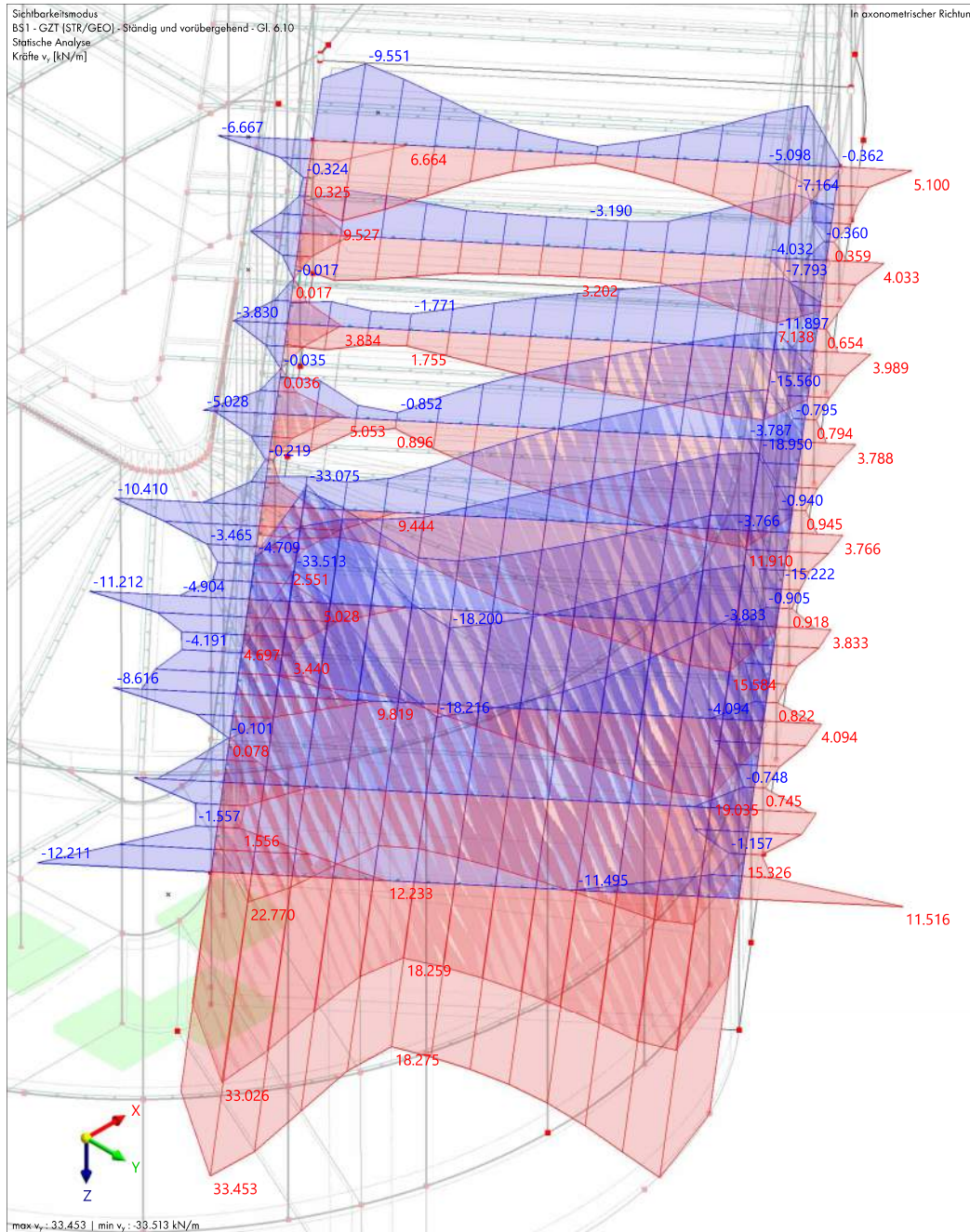
Aussteifungslasten Decke über EG

Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.20

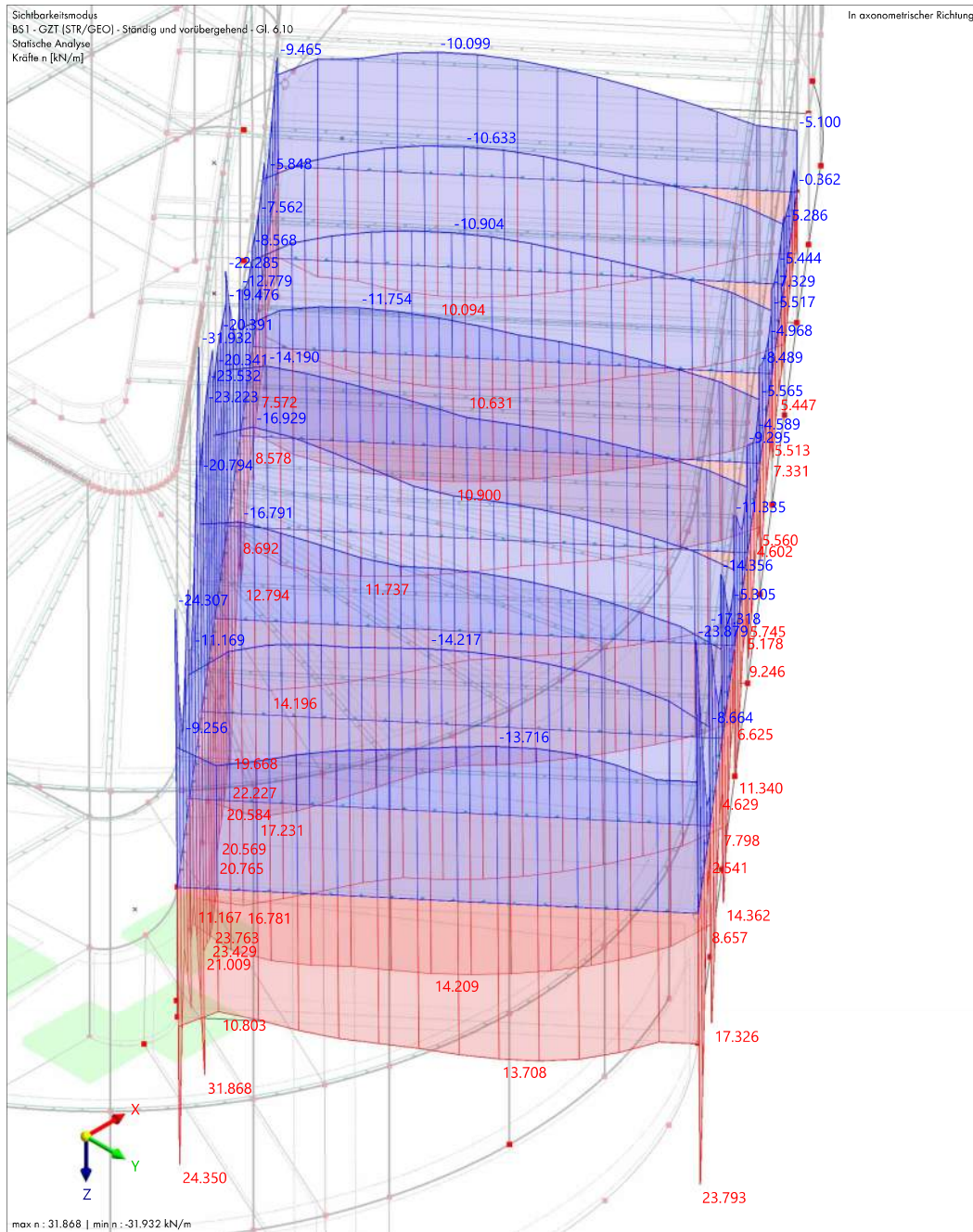
BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_x , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über EG Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.21 **BS1: ERGEBNISHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG** Statische Analyse

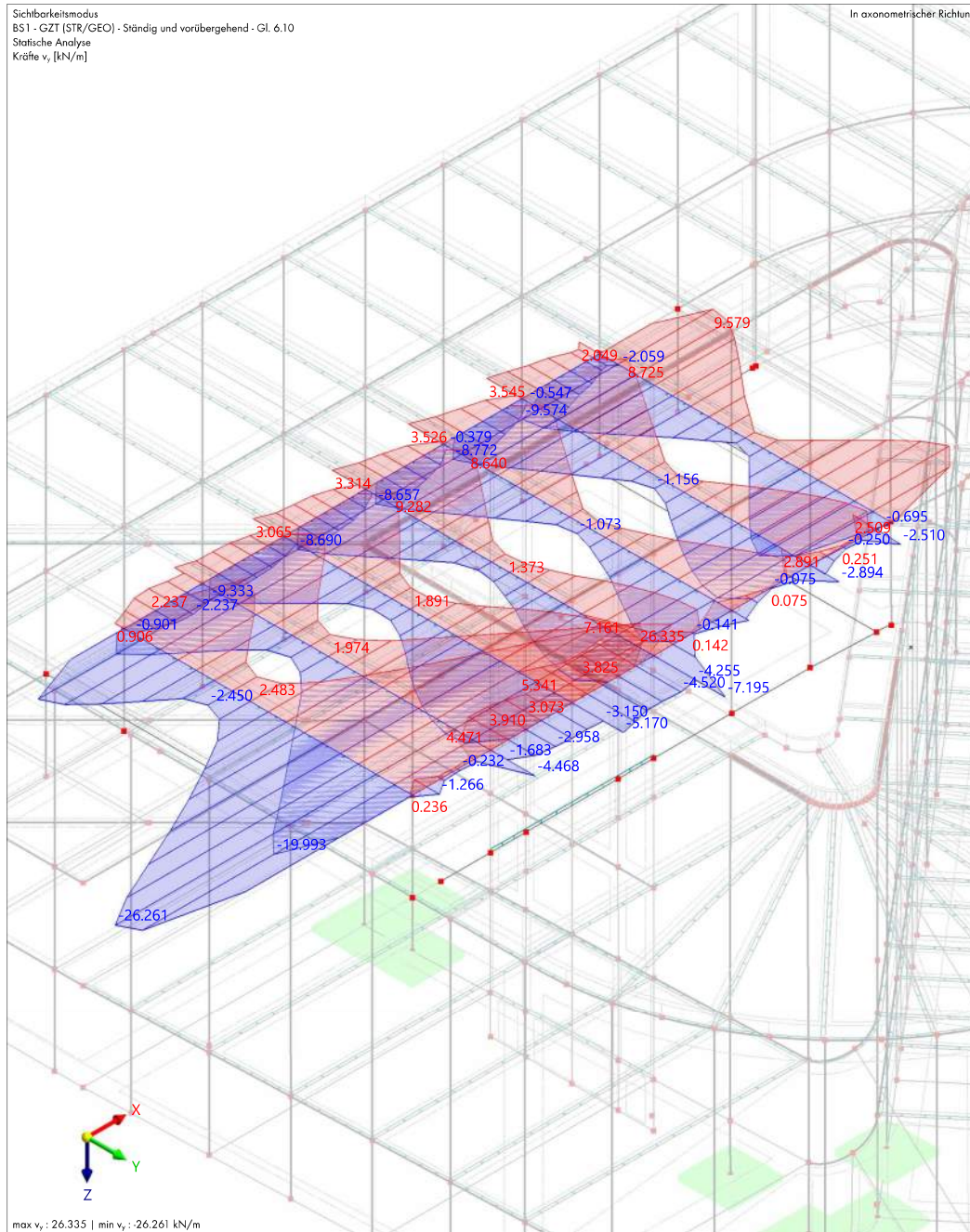


$$F_Z = 33,4 + \tan(30) \times 11,0 = 39,8 \text{ kN/m} < 32,6 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Nachweis an ersten beiden Elementen nicht erfüllt Ausführung nach Variante 2

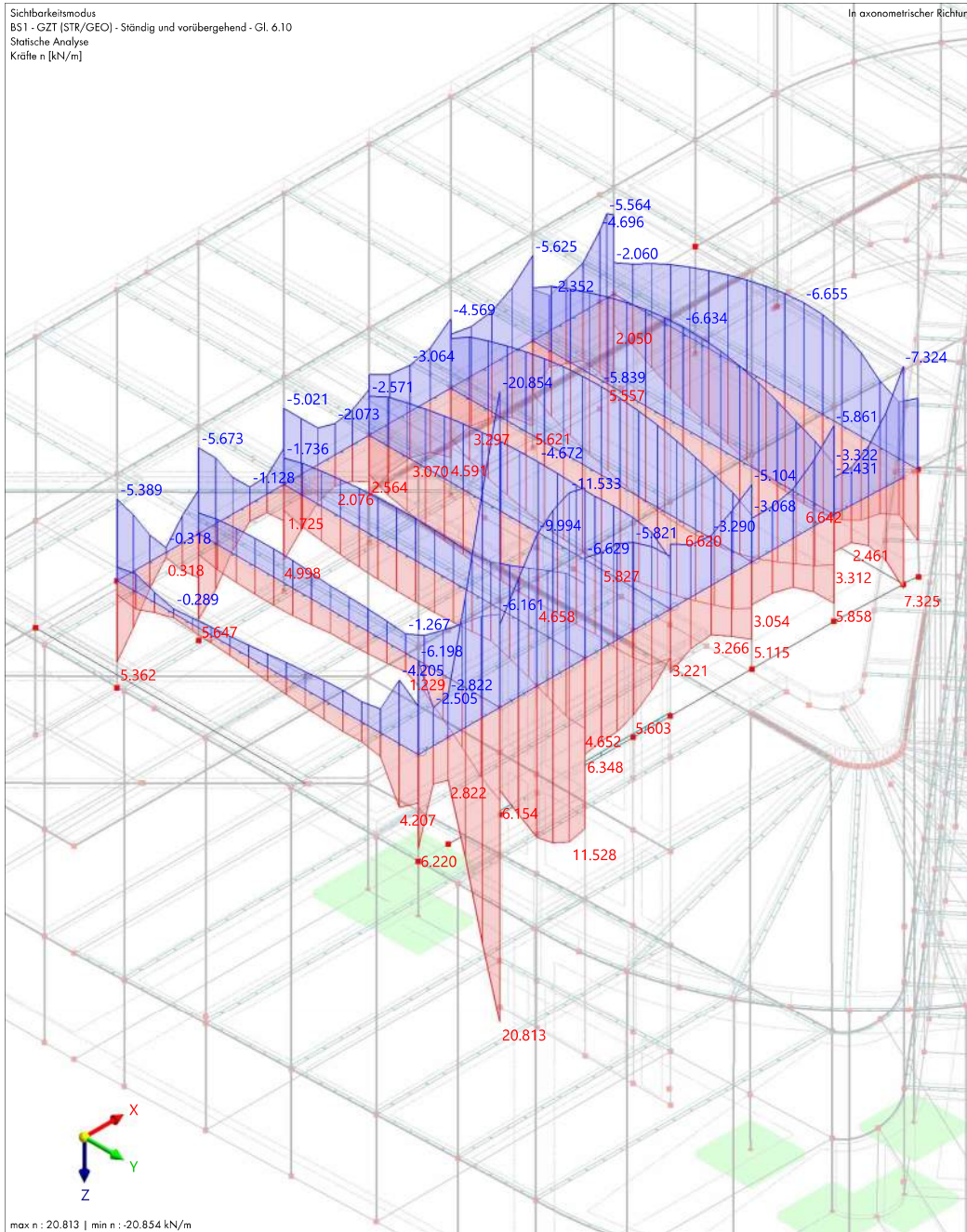
Aussteifungslasten Decke über EG Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.22 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE V_y , IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



Aussteifungslasten Decke über EG Schubspannungen zwischen Dachplatten

3.23 BS1: ERGEBNISUMHÜLLENDE - MAX- UND MIN-WERTE, KRÄFTE N, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG Statische Analyse



$$F_Z = 26,3 + \tan(30) \times 4,3 = 28,8 \text{ kN/m} < 32,6 \text{ kN/m} = F_{R,d}$$

Bemessung Unterzüge

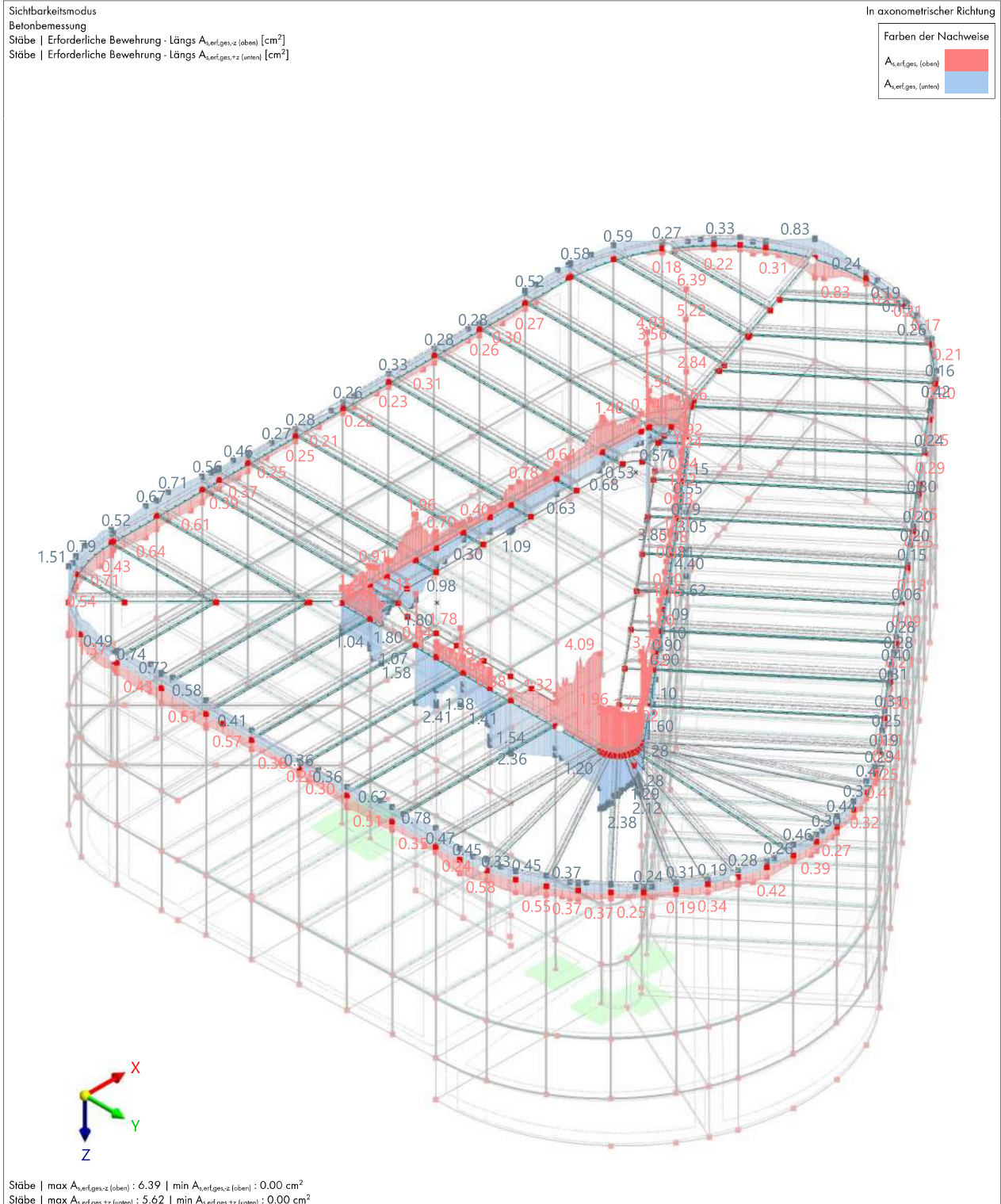
Nachfolgend wird die erforderliche Längs- und Schubbewehrung für die Aussteifung in den Unterzügen zusammengetragen. Im Kapitel Unterzüge wird diese Bewehrung mit der Bewehrung aus vertikalen Lasten kombiniert.

Längsbewehrung Unterzüge über 2.OG

5.1.2

BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

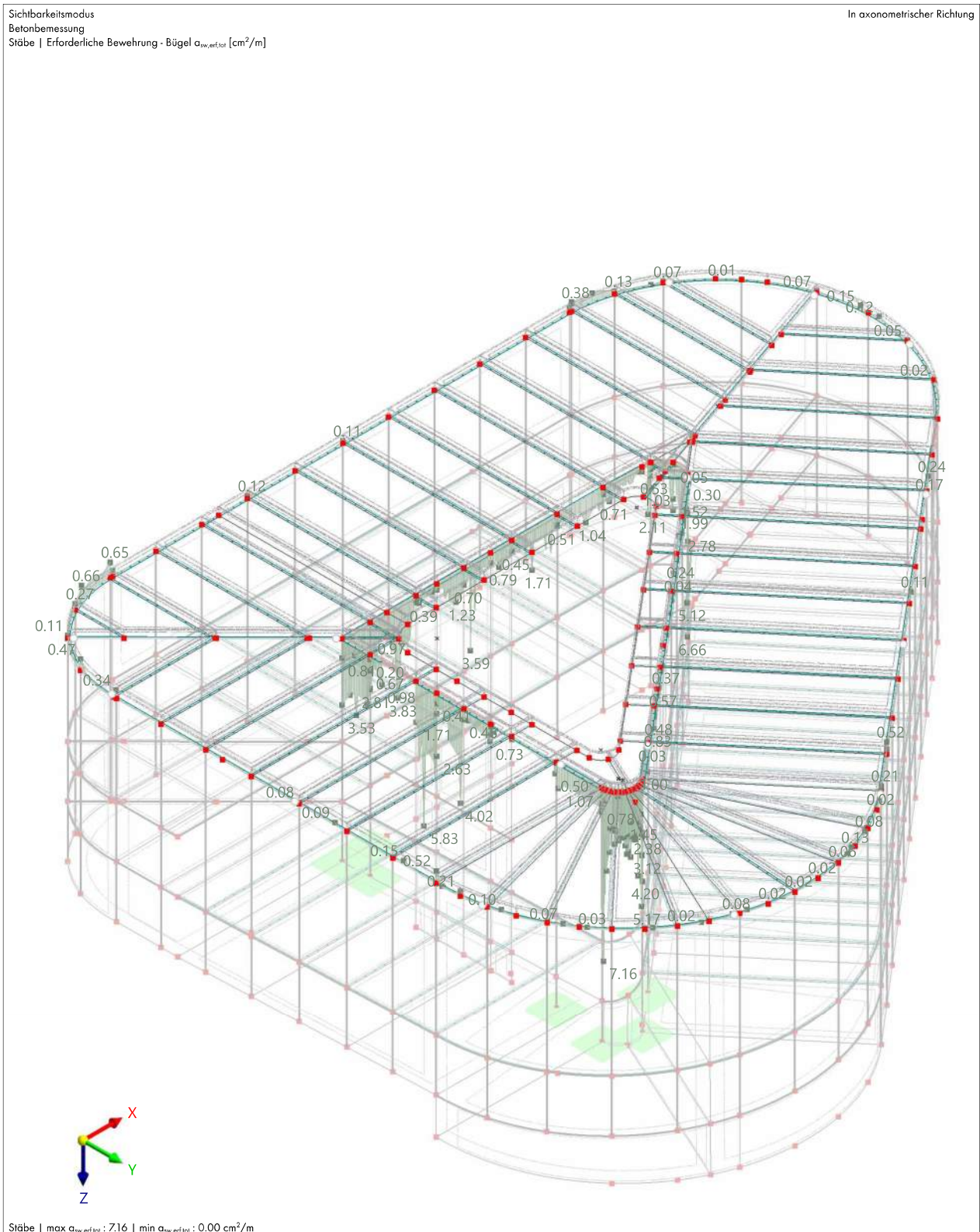
Betonbemessung



Schubbewehrung Unterzüge über 2.OG

5.1.1 BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, $\alpha_{sw,erf,tot}$, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Betonbemessung

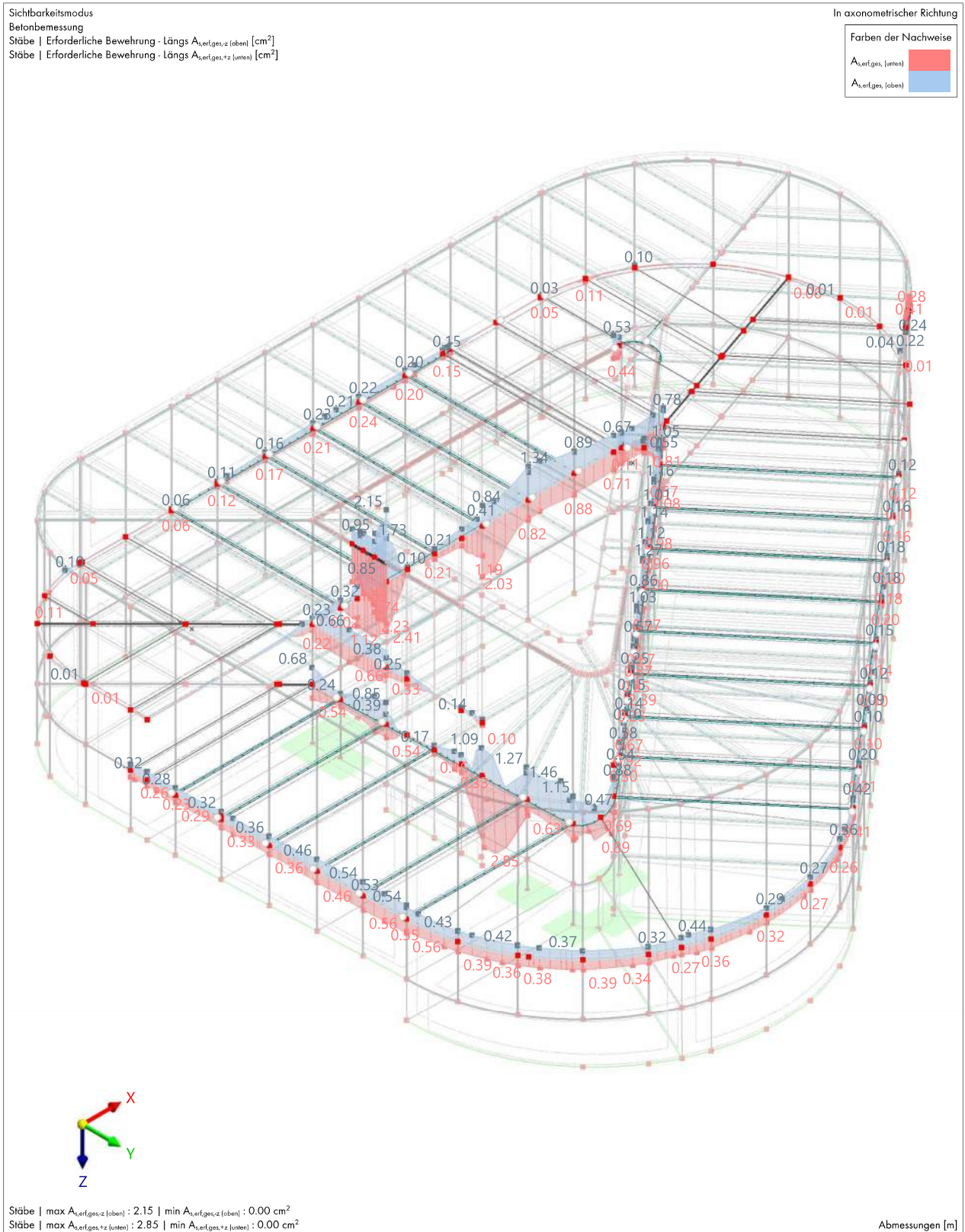


Längsbewehrung Unterzüge über 1.OG

5.1.3

BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Betonbemessung

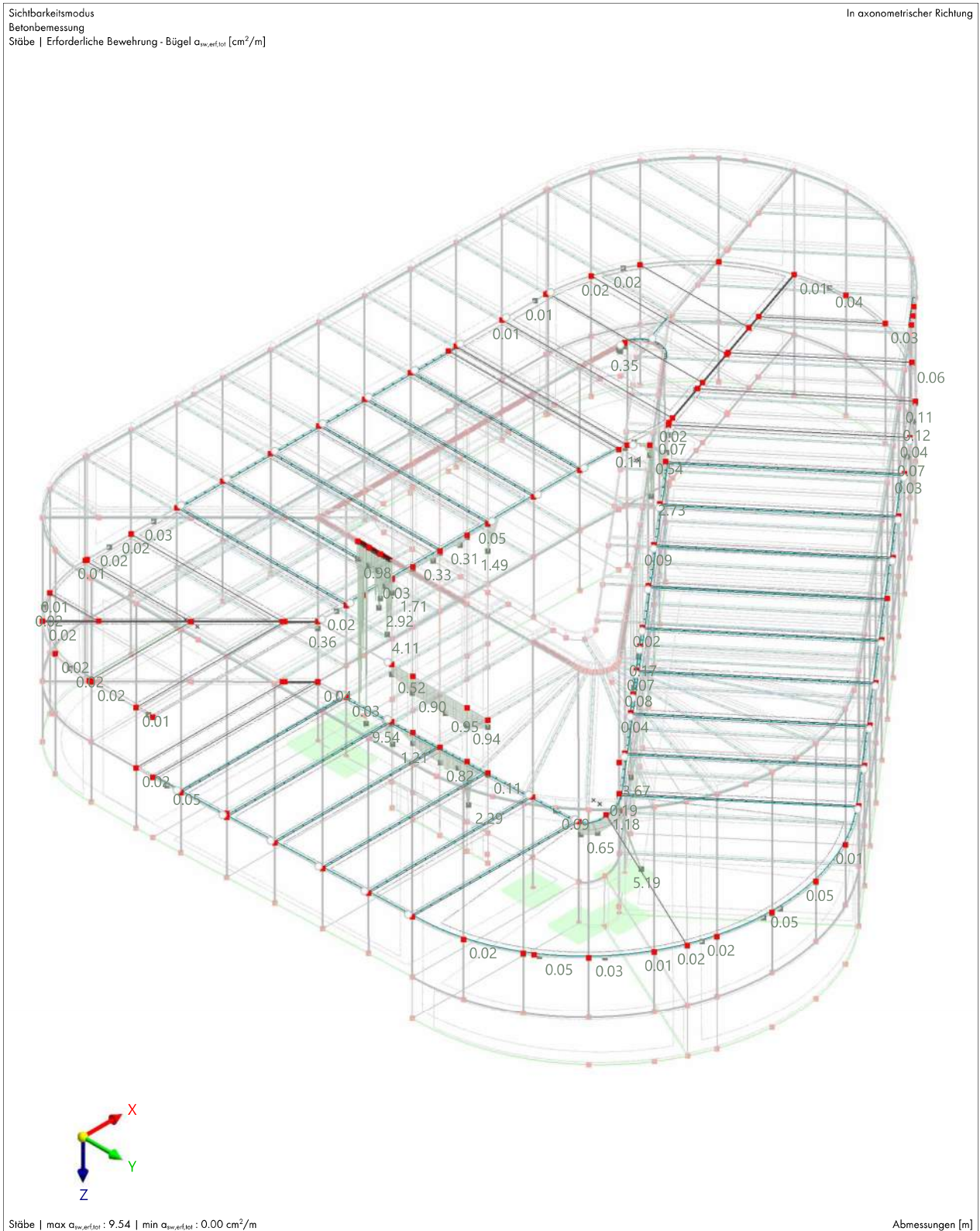


Schubbewehrung Unterzüge über 1.OG

5.1.4

BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, $\alpha_{sw,erf,tot}$ IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Betonbemessung

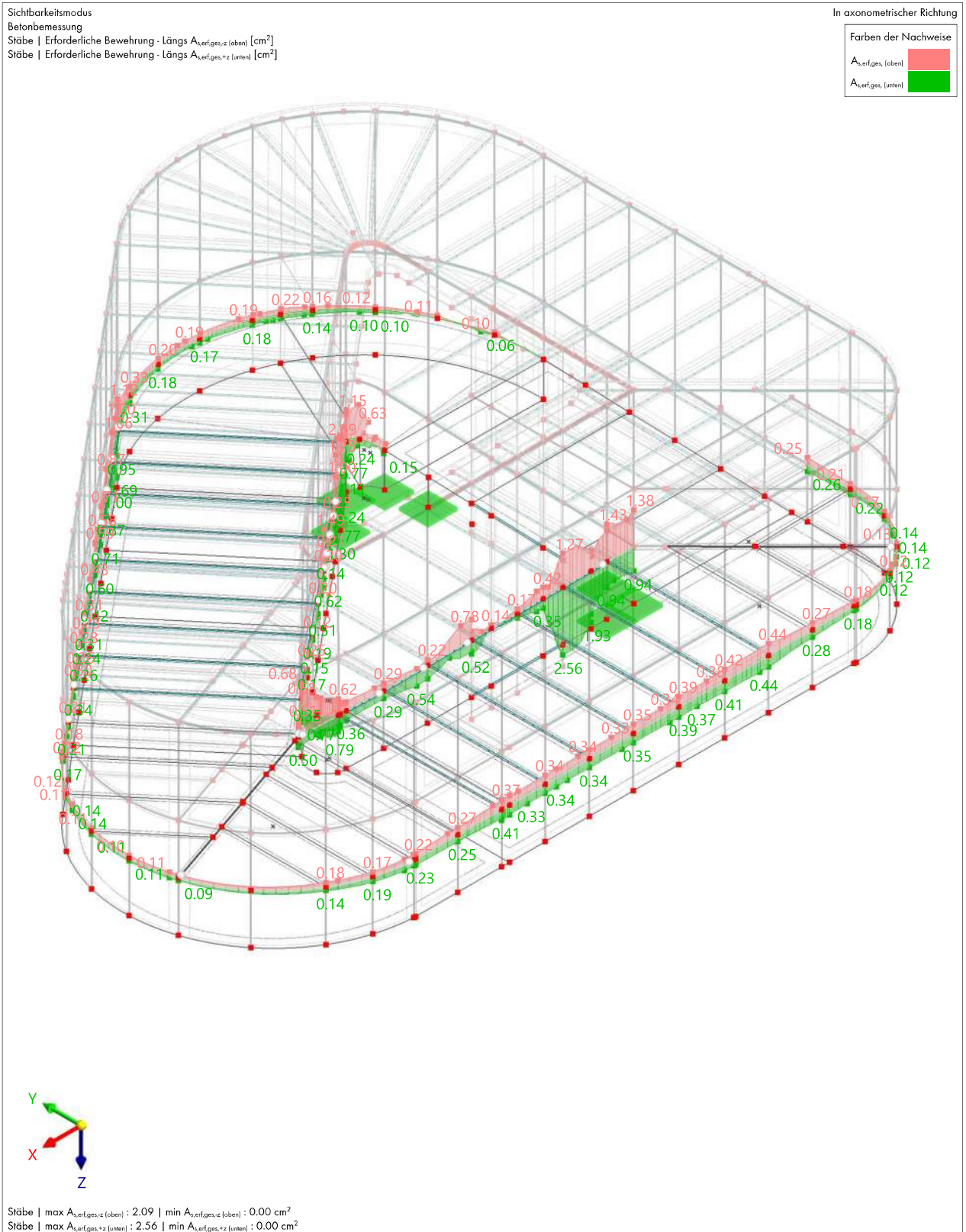


Längsbewehrung Unterzüge über EG

5.1.5

BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

Betonbemessung



Schubbewehrung Unterzüge über EG

5.1.6 BETONBEMESSUNG: ERFORDERLICHE BEWEHRUNG, IN AXONOMETRISCHER RICHTUNG

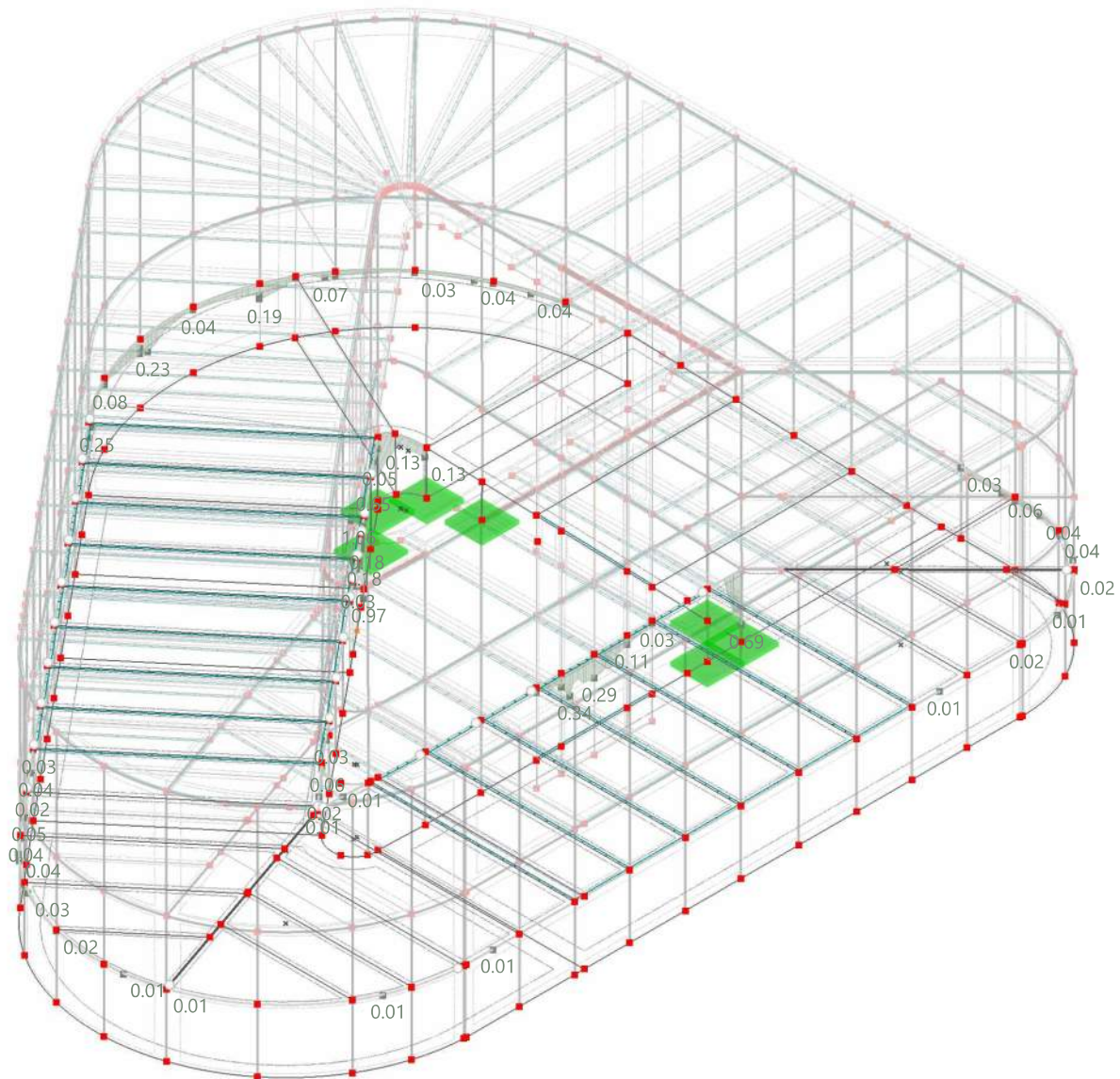
Betonbemessung

Sichtbarkeitsmodus

Betonbemessung

Stäbe | Erforderliche Bewehrung - Bügel $\alpha_{sw,erf,tot}$ [cm²/m]

In axonometrischer Richtung



Stäbe | max $\alpha_{sw,erf,tot}$: 1.06 | min $\alpha_{sw,erf,tot}$: 0.00 cm²/m

Die Seiten B-56 bis B-92 entfallen