Statische Berechnung

GLAS STATIK KONSTRUKTION

INGENIEURBÜRO FÜR KONSTRUKTIVEN GLASBAU

Tiberstraße 21
48 249 Dülmen

Telefon: 0 25 94 – 89 39 50

E-Mail: d.kahlert@gsk-gmbh.com
Internet: www.gsk-gmbh.com

Bauvorhaben	:	Eingangsgebäude und Kindermuseum Im Westfalenpark Dortmund
Bauteil	:	**HAUS DER ROSE - FLEXRAUM** Fassaden- und Fensterkonstruktionen
Inhalt	:	Dimensionierung von Profilen, Anschlüssen und Verglasungen
Auftraggeber	:	Stadt Dortmund Sport- und Freizeitbetriebe
Projektnummer	:	9690-3
Index	:	A
Seitenzahl	:	36
Datum	:	6. Mai 2026
Aufsteller	:	



Wolfgang Kahlert

Inhaltsverzeichnis:

1 Vorwort 3

2 Lastannahmen 5
2.1 Windlasten 5
2.2 Holmlasten 7
2.3 Schneelasten 7

3 Vorgehensweise 8
3.1 Glasstatik 8
3.1.1 Auflagersituation 8
3.1.2 Bemessungswiderstand von Float 9
3.2 Verformung 10

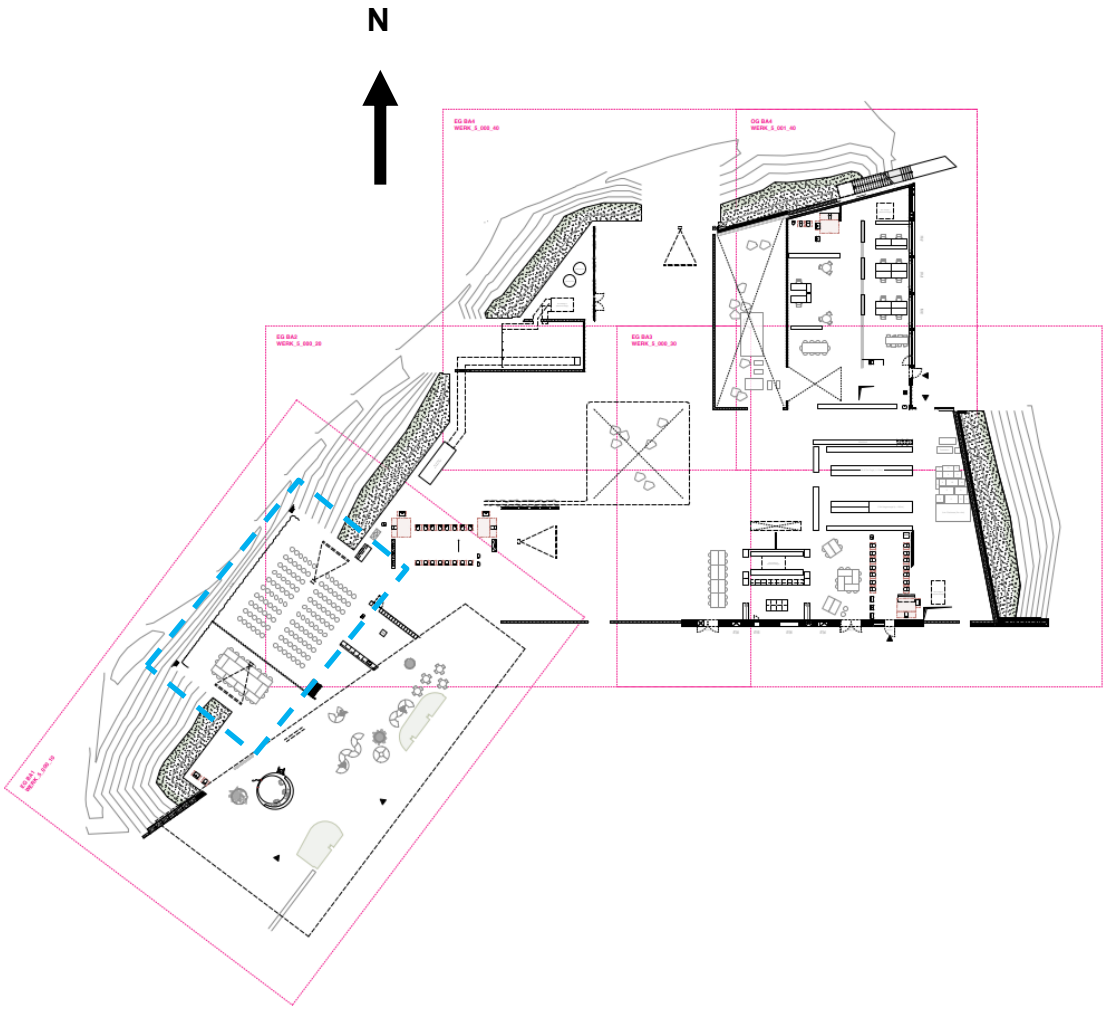
4 Nachweis Verglasung-Pos. 3.1 11
4.1 Ohne Schubverbund (Anlage 3) 12
4.1.1 Nachweisprotokoll 12
4.1.2 Auswertung 14
4.1.3 Grafische Auswertung 15
4.2 Mit Schubverbund (Anlage 4) 17
4.2.1 Nachweisprotokoll 17
4.2.2 Auswertung 19
4.2.3 Grafische Auswertung 20

5 Nachweis der Tragkonstruktion 22
5.1 Pfostenprofil 23
5.1.1 Lastannahmen 23
5.1.2 Ergebnisse FE-Berechnung 25
5.1.3 Nachweis 26
5.1.4 Auflagerreaktionen 28
5.1.5 Nachweis Tiefpunkt-Pfosten 29
5.1.6 Dübelnachweis - 2 x HST4-R M 10 – eff. Verankerungstiefe 30mm 30
5.1.7 Schrauben zur Lasteinleitung aus dem Holzpfosten in die Konsole 31
5.1.8 Nachweis Hochpunkt Pfosten 33
5.2 Anschluss Pfosten an Riegel 36

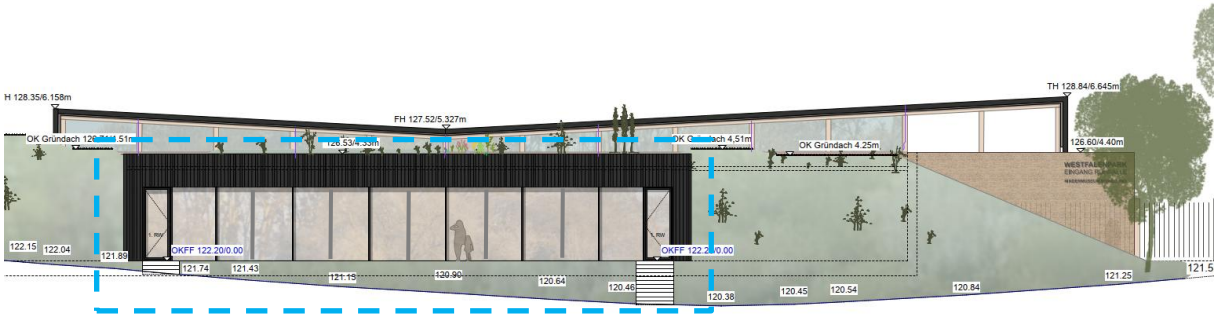
1 Vorwort

Das nachfolgende Dokument beinhaltet die statischen Nachweise der Verglasungen für die Fenster– und Fassadenkonstruktionen sowie deren Tragprofile und Anschlüsse an den Baukörper im Fassadenbereich HAUS DER ROSE-FLEXRAUM.

Übersicht Grundriss

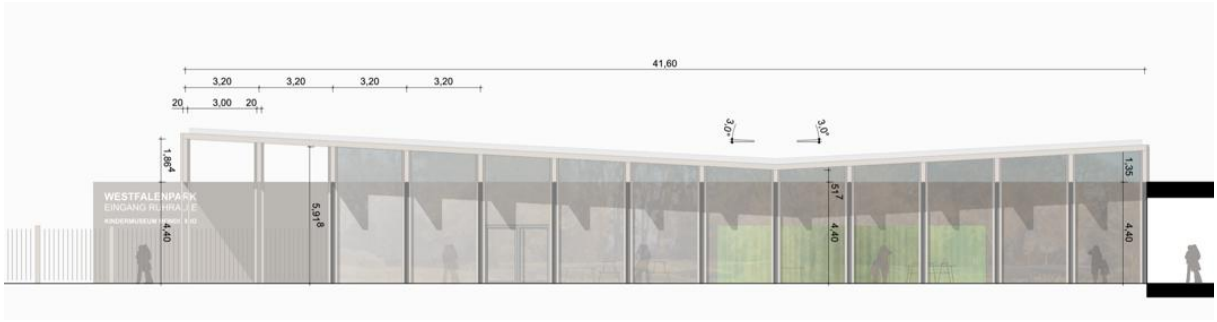


Ansicht West – Haus der Rose - Flexraum



2 Lastannahmen

2.1 Windlasten



1. Basisdaten

ZUGRUNDELIEGENDE NORM:	Eurocode:	Wind:	DIN EN 1991-1-4:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-4:2010-12/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-4 genannt
		Schnee:	DIN EN 1991-1-3:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-3:2019-04/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-3 genannt

STANDORT:	Dortmund, Stadt
AMTL. GEMEINDESCHLÜSSEL:	05913000
TYP:	Kreisfreie Stadt
LANDKREIS:	Dortmund
BUNDESLAND:	Nordrhein-Westfalen
ERDBEBENWARNUNG:	keine Erdbebengefährdung nach EC8
HÖHE ÜBER NN:	76 m
WINDZONE:	1 ⇒ $v_{b,0}$ = 22.50 m/s
SCHNEELASTZONE:	1 ⇒ s_k = 0.65 kN/m²

2. Windlasten

Lage: Binnenland Topographie: Regelfall

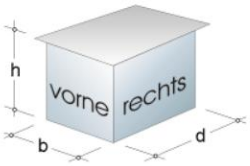
2.1 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

$q(z) = 1.5\ q_{ref}$ *für* $z < 7\ m$ ⇒ $q(h) = q(7.00) = 0.48\ kN/m^2$

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

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

2.2 Eingangsdaten



Gebäudemodell:
Typ: Flachdach Dachrand: scharfkantig
h = 7.00 m
b = 17.00 m
d = 42.00 m

Lage: Binnenland
Topographie: Regelfall

Dachüberstände	vorne	rechts	hinten	links
in m	0.00	0.00	0.00	0.00

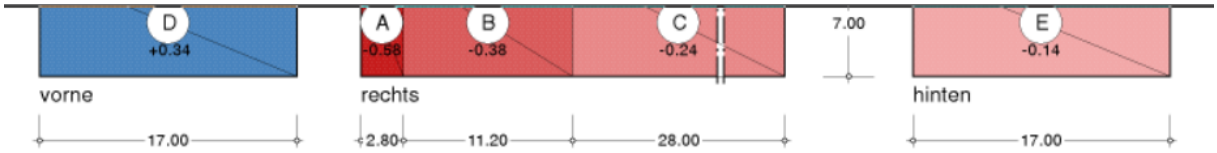
2.3 Wind von vorne

Kennwerte: e = min(b, 2h) = 14.00 m Typ: e < d h/d = 0.17

2.3.1 Belastung der vertikalen Wände (Wind von vorne)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten nach EC1-1-4 / Tab. 7.1
Ordinate = $c_{pe,10}$ * q(h), (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
$c_{pe,10}$	-1.20	-0.80	-0.50	+0.70	-0.30	interpoliert
Ordinaten	**-0.58**	**-0.38**	**-0.24**	**+0.34**	**-0.14**	kN/m²



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

2.3.2 Erhöhte Windlasten auf vertikale Wände (Wind von vorne)

für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

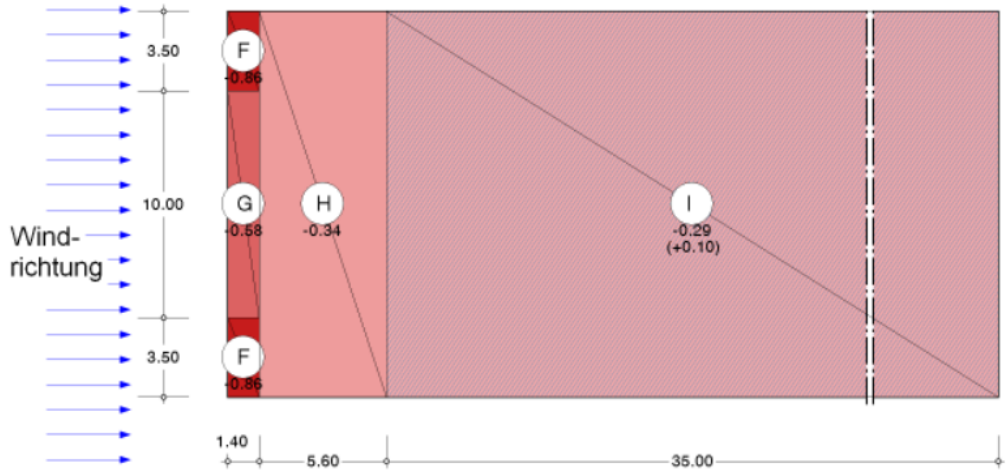
logarithmisch interpolierte Außendruckbeiwerte in Abhängigkeit vorgegebener Lasteinzugsflächen A_i nach EC1-1-4 / 7.2.1
Ordinate = $c_{pe,Ai}$ * q(h), (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
Lasteinzugsfläche A1 = 1.00 m²						
Cpe,A1	-1.40	-1.10	-0.50	+1.00	-0.50	interpoliert
Ordinaten	-0.67	-0.53	-0.24	+0.48	-0.24	kN/m²

2.3.3 Belastung der Dachfläche (Wind von vorne)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten für Flachdächer nach EC1-1-4 / Tab. 7.2
Ordinate = $c_{pe,10}$ * q(h), (+) = Druck

Bereich	F	G	H	I	Bemerkung
Cpe,10	-1.80	-1.20	-0.70	-0.60	interpoliert
alternativ	-	-	-	+0.20	interpoliert
Ordinaten	-0.86	-0.58	-0.34	-0.29	kN/m²
alternativ	-	-	-	+0.10	kN/m²



2.3.4 Erhöhte Soglasten auf Dachfläche (Wind von vorne)

für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

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

Bereich	F	G	H	Bemerkung
Lasteinzugsfläche A1 = 1.00 m²				
Cpe,A1	-2.50	-2.00	-1.20	interpoliert
Ordinaten	-1.20	-0.96	-0.58	kN/m²

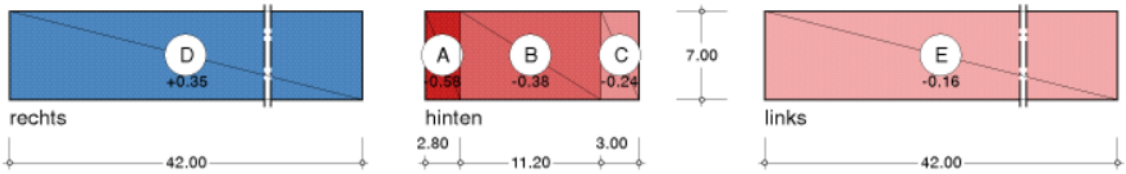
2.4 Wind von rechts

Kennwerte: e = min(d, 2h) = 14.00 m Typ: e < b h/b = 0.41

2.4.1 Belastung der vertikalen Wände (Wind von rechts)

Außendruckbeiwerte und Lastordinaten nach EC1-1-4 / Tab. 7.1
Ordinate = $c_{pe,10} * q_i$ (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
Cpe,10	-1.20	-0.80	-0.50	+0.72	-0.34	interpoliert
Ordinaten	**-0.58**	**-0.38**	**-0.24**	**+0.35**	**-0.16**	kN/m²



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

2.4.2 Erhöhte Windlasten auf vertikale Wände (Wind von rechts)
für Anschlussberechnungen und Detailnachweise

logarithmisch interpolierte Außendruckbeiwerte in Abhängigkeit vorgegebener Lasteinzugsflächen A_i nach EC1-1-4 / 7.2.1
Ordinate = $c_{pe,Ai} * q(h)$, (+) = Druck

Bereich	A	B	C	D	E	Bemerkung
Lasteinzugsfläche A1 = 1.00 m²						
Cpe,A1	-1.40	-1.10	-0.50	+1.00	-0.50	interpoliert
Ordinaten	**-0.67**	**-0.53**	**-0.24**	**+0.48**	**-0.24**	kN/m²

➔

Winddruck-max (10m²) : + 0,48 kN/m²

Windsog-max (10m²) : - 0,58 kN/m²

2.2 Holmlasten

p = 1 kN/m

2.3 Schneelasten

3. Schneelasten

3.1 Grundbelastung

Dachform: Flachdach

μ_1 = 0.80 (gemäß EC 1-1-3 / Tab. 5.2) $q = \mu_1 s_k = 0.52$ kN/m²

(konstant auf der gesamten Dachfläche)

3 Vorgehensweise

3.1 Glasstatik

Folgende Verglasungen werden nachgewiesen:

Pos. 3.1

Format: 1550mm x 3100mm – allseitig gelagert

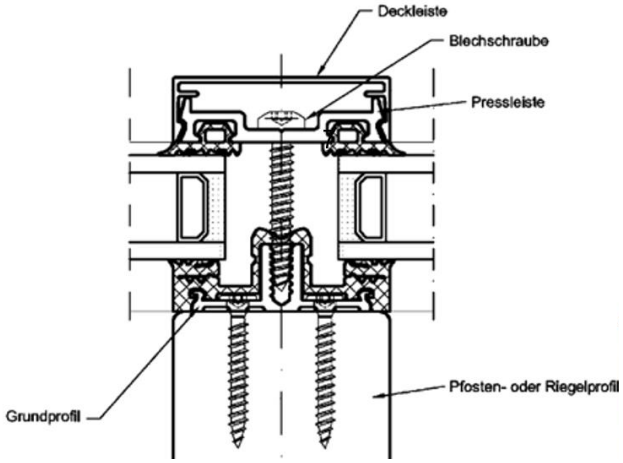
A: **VSG 2 x 4 mm Float** + 0,76 mm PVB - Folie
SZR: 12 -16
M: 6 mm Float
SZR: 12-16mm
I: VSG **2 x 4 mm Float** + 0,76 mm PVB - Folie

Scheibengewicht: ca. 265 kg (Abtragung Standard-Glasträger)

3.1.1 Auflagersituation

Die Verglasungen werden gegenüber Druck und Sog mit einem Glaseinstand von mindestens 10 mm allseitig, durchgehend linienförmig und einspannungsfrei gelagert.

Als Verglasungssystem wird das RAICO Aufsatzsystem gemäß Z-14-4-516 oder vergleichbar verwendet.



3.1.2 Bemessungswiderstand von Float

Laut DIN 18008-1 wird für die Festigkeit von Float (nach DIN 572-1 2004) bei Belastungen durch

- Wind und Holmlasten ein Bemessungswiderstand ermittelt von:

$R_{d,kurz,VSG} = 1,1 * (k_{mod} * k_c * f_k) / \gamma_M = 1,1 * (0,7 * 1,8 * 45 N/mm^2) / 1,8 = 34,7 N/mm^2$

$R_{d,kurz,Rand,VSG} = 34,7 N/mm^2 * 0,8 = 27,8 N/mm^2$

$R_{d,kurz} = 34,7 N/mm^2 / 1,1 = 31,5 N/mm^2$

$R_{d,kurz,Rand} = 27,8 N/mm^2 / 1,1 = 25,2 N/mm^2$

- Klimalasten ein Bemessungswiderstand ermittelt von:

$R_{d,mittel,VSG} = 1,1 * (k_{mod} * k_c * f_k) / \gamma_M = 1,1 * (0,4 * 1,8 * 45 N/mm^2) / 1,8 = 19,8 N/mm^2$

$R_{d,mittel,Rand,VSG} = 19,8 N/mm^2 * 0,8 = 15,8 N/mm^2$

$R_{d,mittel} = 19,8 N/mm^2 / 1,1 = 18,0 N/mm^2$

$R_{d,mittel} = 15,8 N/mm^2 / 1,1 = 14,4 N/mm^2$

- Höhenunterschied ein Bemessungswiderstand ermittelt von:

$R_{d,ständig,VSG} = 1,1 * (k_{mod} * k_c * f_k) / \gamma_M = 1,1 * (0,25 * 1,8 * 45 N/mm^2) / 1,8 = 12,4 N/mm^2$

$R_{d,ständig,Rand,VSG} = 12,4 N/mm^2 * 0,8 = 9,9 N/mm^2$

$R_{d,ständig} = 12,4 N/mm^2 / 1,1 = 11,3 N/mm^2$

$R_{d,ständig,Rand} = 9,9 N/mm^2 / 1,1 = 9,0 N/mm^2$

DIN 18008-1:2010-12

8.3.7 Für Gläser ohne planmäßige thermische Vorspannung (z. B. Floatglas) gilt:

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{\gamma_M} \quad (3)$$

In Gleichung (3) ist γ_M = 1,8 zu verwenden.

Die Abhängigkeit der Festigkeit thermisch nicht vorgespannter Gläser von der Lasteinwirkungsdauer wird durch den Modifikationsbeiwert k_{mod} (siehe Tabelle 6) berücksichtigt.

Tabelle 6 — Rechenwerte für den Modifikationsbeiwert k_{mod}

Einwirkungsdauer	Beispiele	k_{mod}
ständig	Eigengewicht, Ortshöhendifferenz	0,25
mittel	Schnee, Temperaturänderung und Änderung des meteorologischen Luftdruckes	0,40
kurz	Wind, Holmlast	0,70

EN 572-1:2004 (D)

Tabelle 1 — Allgemeine Eigenschaften

Eigenschaft	Symbol	Zahlenwert und Einheit
Dichte (bei 18 °C)	ρ	2 500 kg/m^3
Härte (Knoop)	$HK_{0,1/20}$	6 Gpa
Youngmodul (Elastizitätsmodul)	E	7×10^{10} Pa
Poisson-Zahl	μ	0,2
Charakteristische Biegezugfestigkeit	$f_{g,k}$	45×10^6Pa[a]
Spezifische Wärmekapazität	c	$0,72 \times 10^3$ J/(kg·K)
Mittlerer thermischer Längenausdehnungskoeffizient zwischen 20 °C und 300 °C	α	9×10^{-6} K^{-1}
Beständigkeit gegen Temperaturunterschiede und plötzliche Temperaturwechsel		40 K[b]
Wärmeleitfähigkeit	λ	1 W/(m·K)
Mittlerer Brechungsindex im sichtbaren Bereich (380 bis 780) nm	N	1,5
Emissivität (korrigiert)	ϵ	0,837

[a] Die charakteristische Biegezugfestigkeit ist in Verbindung mit dem Berechnungsverfahren nach prEN 13474 anzuwenden.

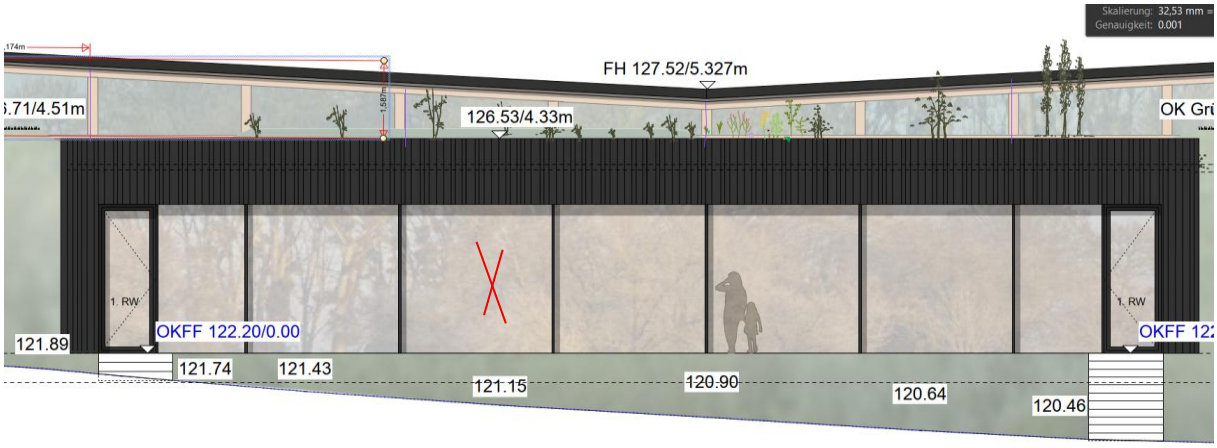
[b] Allgemein anerkannter Wert, der von der Kantenqualität und der Glasart beeinflusst wird.

8.3.9 Bei der Verwendung von Verbund-Sicherheitsglas (VSG) und Verbundglas (VG) dürfen die Bemessungswerte des Tragwiderstandes pauschal um 10 % erhöht werden.

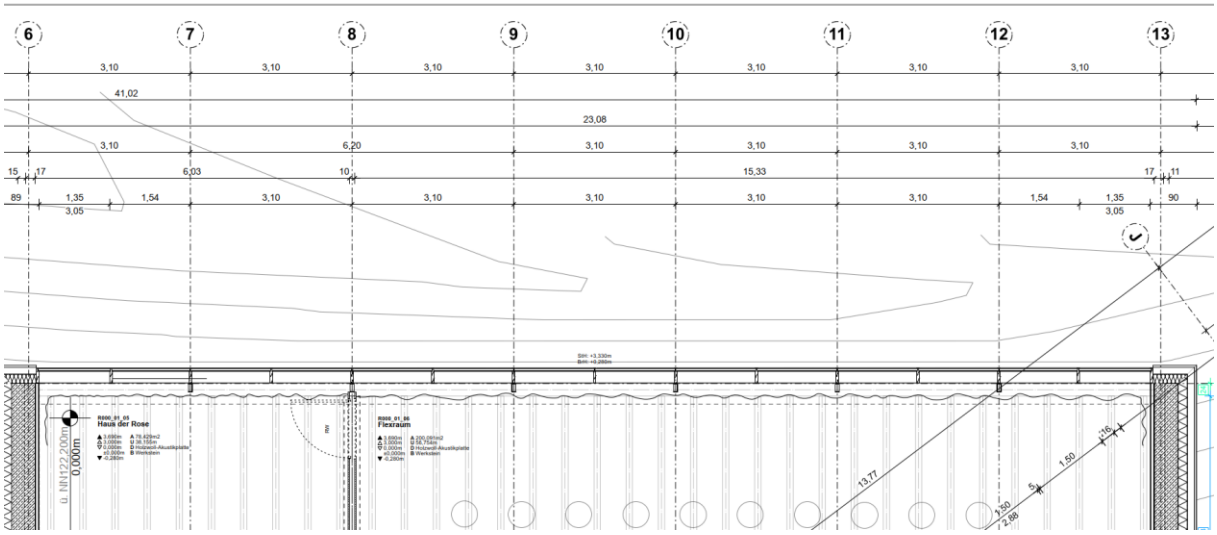
3.2 Verformung

Für Vertikalverglasungen muss nach DIN 18008 eine Verformungsgrenze von l/100 eingehalten werden, oder nachgewiesen werden, dass der Glaseinstand im Belastungsfall nicht unter 5 mm sinkt.

4 Nachweis Verglasung-Pos. 3.1



Halbierte Scheibenteilung



Pos. 3.1

Format: 1550mm x 3100mm – allseitig gelagert

A: VSG 2 x 4 mm Float + 0,76 mm PVB - Folie
SZR: 12 -16
M: 6 mm Float
SZR: 12-16mm
I: VSG 2 x 4 mm Float + 0,76 mm PVB - Folie

4.1 Ohne Schubverbund (Anlage 3)

4.1.1 Nachweisprotokoll

• Scheibenaufbau und Festigkeit, DIN18008 - Deutschland - Orte < 1000m, hohe Schadensfolge

---

Paket	Glasart
3	Floatglas
2	Floatglas
1	Floatglas

	k_mod (K)					
Paket	g	w	s	l	q	ΔpΔT	ΔH
3	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25
2	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25
1	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25

	(A)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)		(J)
Paket	fk	γ_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG	k_vsg
3	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10
2	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	—	1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10

Bemessungsformel:
Rd = A*K*I*J*H/C

• Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten	
w(1) = Wind	-0.400	0.000	[kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	0.610	[kN/m²]
q(1) = Linienlasten		1.00	[kN/m]
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)	-300.0		[m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)	600.0		[m]

	p_a	p1_i	p2_i	p3_i	ΔT1	ΔT2	ΔT3
	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	K	K	K
Δp,ΔT(1) = Winter (Vorgabe)	0.1030	0.0990	0.0990	0.0990	-25.0	-25.0	-25.0
Δp,ΔT(2) = Sommer (Vorgabe)	0.1010	0.1030	0.1030	0.1030	20.0	20.0	20.0

LF	Beschreibung
1	+1.35ΔH(Winter)
2	+1.35ΔH(Sommer)
3	+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
4	+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
5	+1.50wd+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
6	+1.50wd+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
7	+1.50ws+1.05q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
8	+1.50ws+1.05q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
9	+0.90ws+1.50q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
10	+0.90ws+1.50q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
11	+0.90wd+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
12	+0.90wd+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
13	+0.90ws+1.05q+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
14	+0.90ws+1.05q+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima		Schub	Nachweis
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
5	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
7	0.00	1.50	0.00	1.05	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
8	0.00	1.50	0.00	1.05	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
9	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
10	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
11	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
12	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
13	0.00	0.90	0.00	1.05	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
14	0.00	0.90	0.00	1.05	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT

• Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 14

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall		σ	σ_grenz	%	OK/NOK
3	3	(oben)	Rand	4	8	11.31	27.72	40.80	✓
		(unten)	Rand	4	8	10.52	27.72	37.94	✓
3	3	(oben)	Feld		8	12.39	34.65	35.77	✓
		(unten)	Feld		8	10.44	34.65	30.13	✓
3	1	(oben)	Rand	4	8	11.31	27.72	40.80	✓
		(unten)	Rand	4	8	10.52	27.72	37.94	✓
3	1	(oben)	Feld		8	12.39	34.65	35.76	✓
		(unten)	Feld		8	10.44	34.65	30.13	✓
2	1	(oben)	Rand	4	7	9.58	25.20	38.02	✓
		(unten)	Rand	4	7	9.22	25.20	36.59	✓
2	1	(oben)	Feld		7	15.58	31.50	49.45	✓
		(unten)	Feld		5	9.41	31.50	29.88	✓
1	3	(oben)	Rand	2	7	13.32	27.72	48.06	✓
		(unten)	Rand	2	7	12.39	27.72	44.69	✓
1	3	(oben)	Feld		9	22.13	34.65	63.86	✓
		(unten)	Feld		7	12.17	34.65	35.12	✓
1	1	(oben)	Rand	2	7	13.32	27.72	48.06	✓
		(unten)	Rand	2	7	12.39	27.72	44.69	✓
1	1	(oben)	Feld		9	22.13	34.65	63.86	✓
		(unten)	Feld		7	12.17	34.65	35.12	✓

4.1.2 Auswertung

Außenscheibe: Die maximale Auslastung von 40,8 % entsteht bei Lastfall 8 (1,5 * Windsog + 1,05 * Holmlast + 0,9 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Sommer) am Scheibenrand.

Die maximale Spannung (12,4 N/mm²) entsteht beim selben Lastfall im Feld.

Mittelscheibe: Die maximale Auslastung von 49,5 % entsteht bei Lastfall 7 (1,5 * Windsog + 1,05 * Holmlast + 0,9 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Winter).

Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung (15,6 N/mm²).

Innenscheibe Die maximale Auslastung von 63,9 % entsteht bei Lastfall 9 (0,9 * Windsog + 1,5 * Holmlast + 0,9 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Winter).

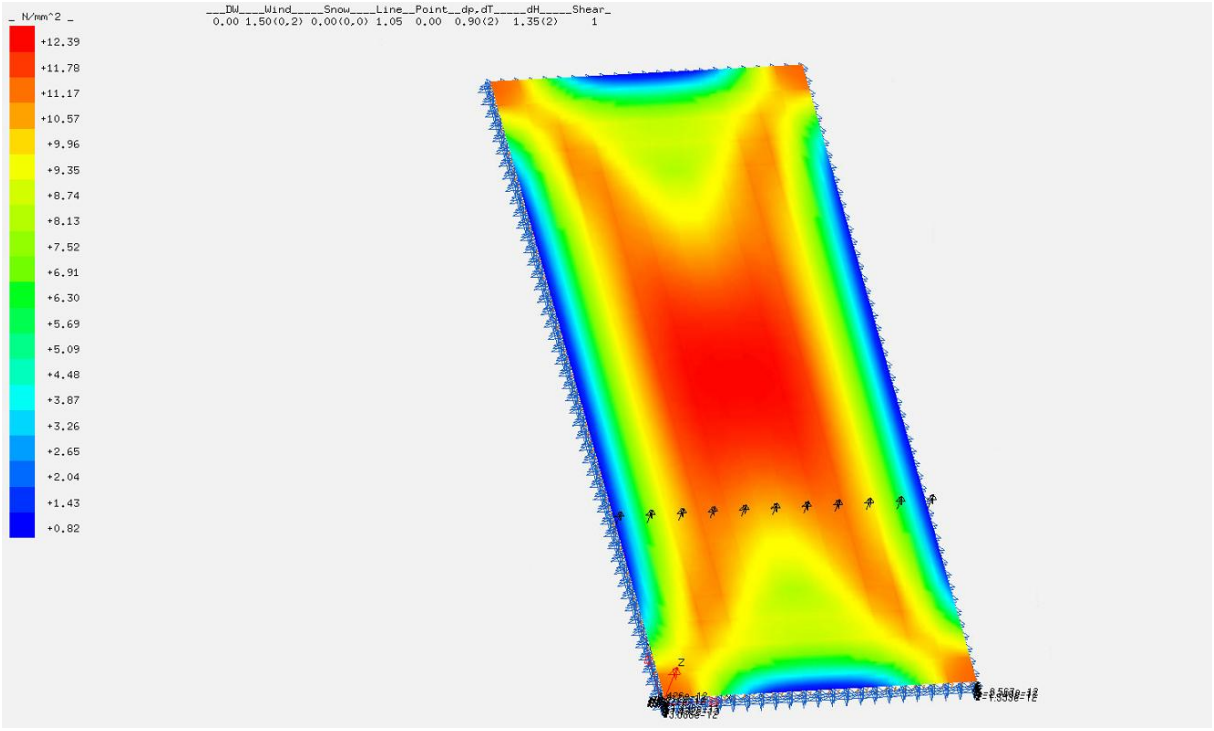
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung (22,1 N/mm²).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

4.1.3 Grafische Auswertung

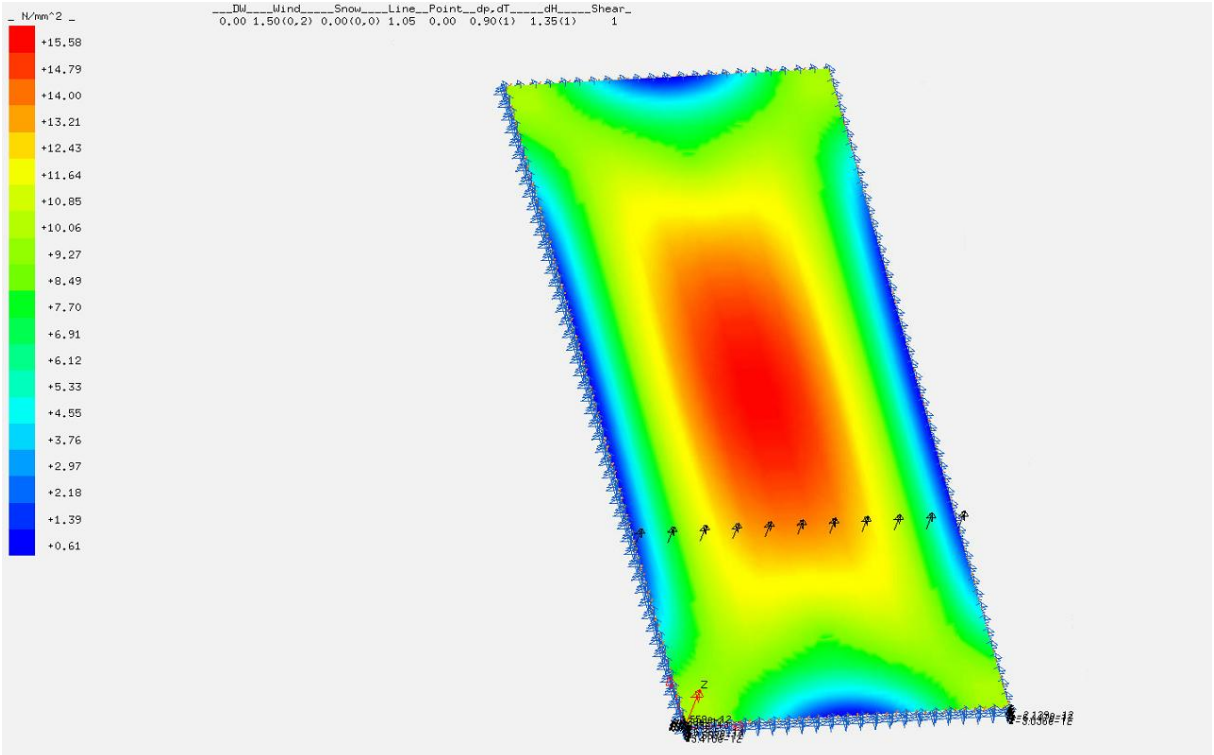
4.1.3.1 Außenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 8)



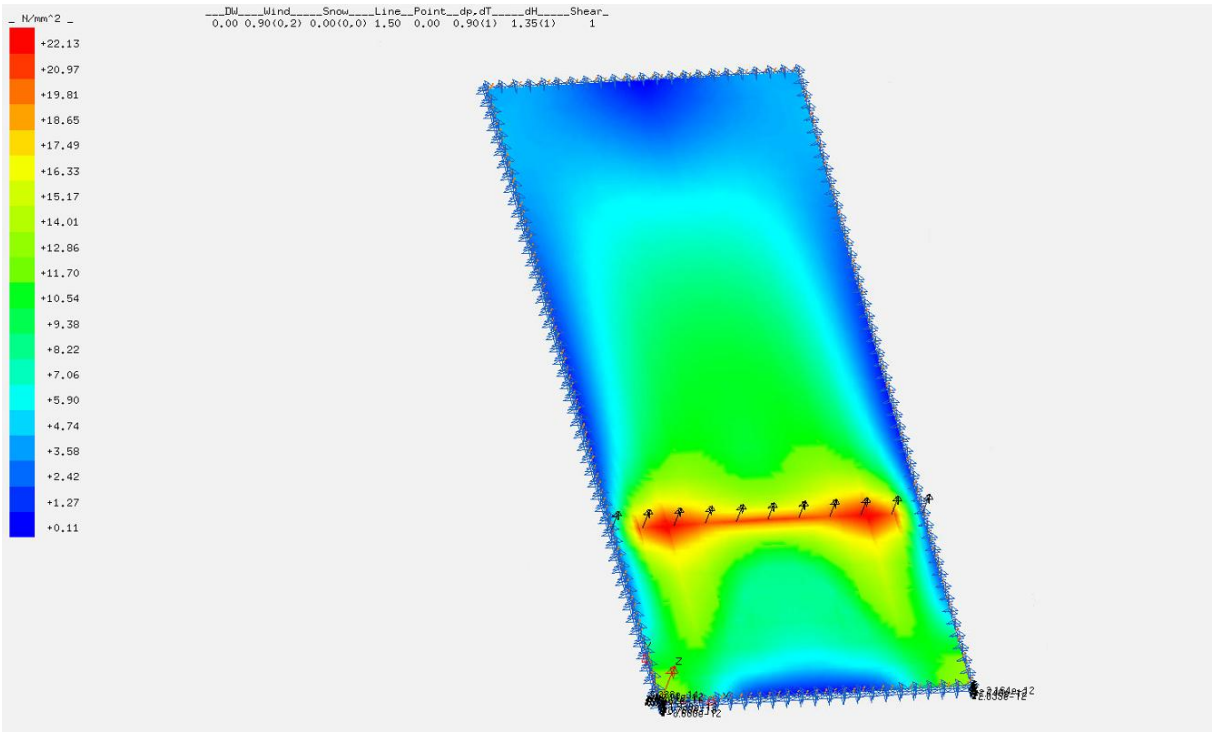
4.1.3.2 Mittelscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 7)

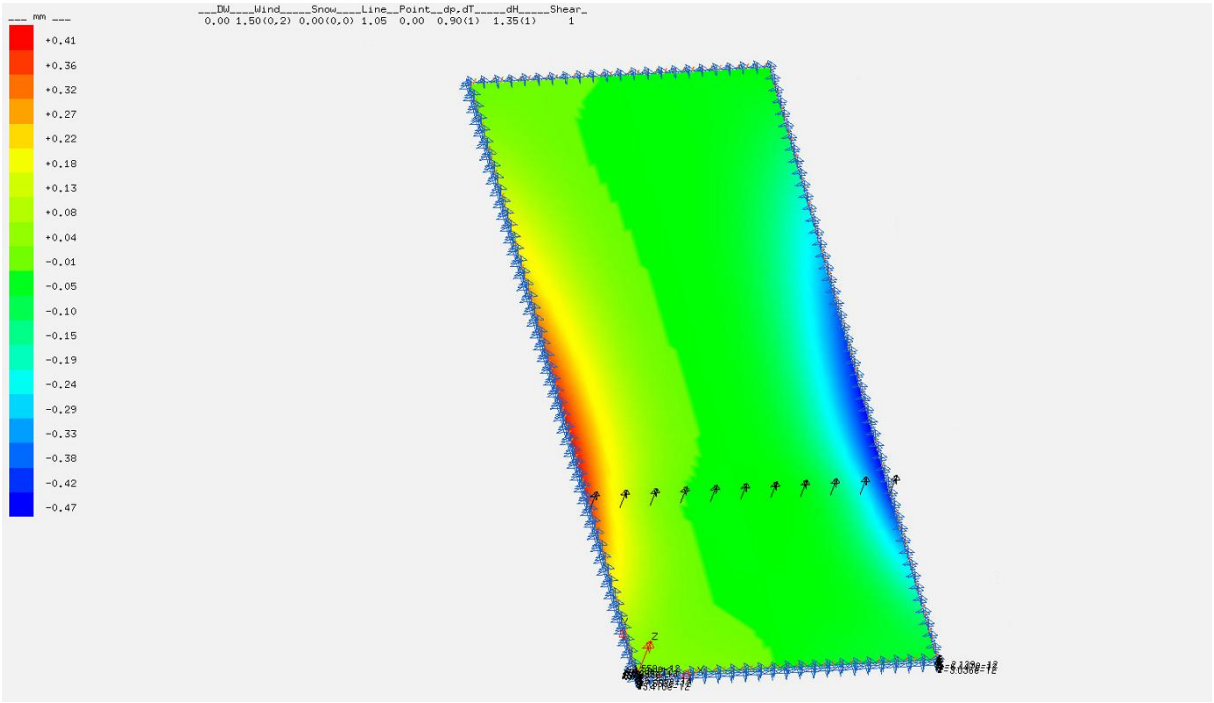


4.1.3.3 Innenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 9)



4.1.3.4 Scheibenverkürzung (LK 7)



Es kommt zu einer Scheibenverkürzung von ca. 1 mm.
Bei einem Anfangsglaseinstand von mindestens 10 mm beträgt der Restglaseinstand somit noch mindestens 9 mm. → o.k.

4.2 Mit Schubverbund (Anlage 4)

4.2.1 Nachweisprotokoll

• Scheibenaufbau und Festigkeit, DIN18008 - Deutschland - Orte < 1000m, hohe Schadensfolge

---

Paket	Glasart
3	Floatglas
2	Floatglas
1	Floatglas

	k_mod (K)					
Paket	g	w	s	l	q	ΔpΔT	ΔH
3	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25
2	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25
1	0.25	0.70	0.40	0.70	0.70	0.40	0.25

	(A)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)		(J)
Paket	fk	γ_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG	k_vsg
3	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10
2	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	—	1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10

Bemessungsformel:
Rd = A*K*I*J*H/C

• Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten	
w(1) = Wind	-0.400	0.000	[kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	0.610	[kN/m²]
q(1) = Linienlasten		1.00	[kN/m]
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)	-300.0		[m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)	600.0		[m]

	p_a	p1_i	p2_i	p3_i	ΔT1	ΔT2	ΔT3
	N/mm²	N/mm²	N/mm²	N/mm²	K	K	K
Δp,ΔT(1) = Winter (Vorgabe)	0.1030	0.0990	0.0990	0.0990	-25.0	-25.0	-25.0
Δp,ΔT(2) = Sommer (Vorgabe)	0.1010	0.1030	0.1030	0.1030	20.0	20.0	20.0

LF	Beschreibung
1	+1.35ΔH(Winter)
2	+1.35ΔH(Sommer)
3	+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
4	+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
5	+1.50wd+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
6	+1.50wd+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
7	+1.50ws+1.05q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
8	+1.50ws+1.05q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
9	+0.90ws+1.50q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
10	+0.90ws+1.50q+0.90Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
11	+0.90wd+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
12	+0.90wd+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)
13	+0.90ws+1.05q+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Winter)
14	+0.90ws+1.05q+1.50Δp,ΔT+1.35ΔH(Sommer)

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
5	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
7	0.00	1.50	0.00	1.05	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
8	0.00	1.50	0.00	1.05	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
9	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
10	0.00	0.90	0.00	1.50	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
11	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
12	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
13	0.00	0.90	0.00	1.05	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
14	0.00	0.90	0.00	1.05	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT

• Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 14

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall		σ	σ_grenz	%	OK/NOK
3	3	(oben)	Rand	4	4	5.22	15.84	32.94	✓
		(unten)	Rand	3	3	1.34	15.84	8.44	✓
3	3	(oben)	Feld		4	11.64	19.80	58.81	✓
		(unten)	Feld		14	3.17	34.65	9.16	✓
3	1	(oben)	Rand	3	4	1.54	15.84	9.70	✓
		(unten)	Rand	4	4	5.14	15.84	32.44	✓
3	1	(oben)	Feld		4	1.40	19.80	7.05	✓
		(unten)	Feld		3	10.28	19.80	51.92	✓
2	1	(oben)	Rand	4	8	3.71	25.20	14.73	✓
		(unten)	Rand	4	8	3.66	25.20	14.52	✓
2	1	(oben)	Feld		8	6.77	31.50	21.50	✓
		(unten)	Feld		8	3.64	31.50	11.55	✓
1	3	(oben)	Rand	4	4	5.14	15.84	32.44	✓
		(unten)	Rand	3	4	1.54	15.84	9.70	✓
1	3	(oben)	Feld		9	21.69	34.65	62.58	✓
		(unten)	Feld		9	4.98	34.65	14.36	✓
1	1	(oben)	Rand	1	13	2.62	27.72	9.46	✓
		(unten)	Rand	2	4	5.22	15.84	32.94	✓
1	1	(oben)	Feld		9	2.81	34.65	8.11	✓
		(unten)	Feld		4	11.64	19.80	58.81	✓

4.2.2 Auswertung

Außenscheibe: Die maximale Auslastung von 58,8 % entsteht bei Lastfall 4 (1,5 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Sommer).

Die maximale Spannung (18,1 N/mm²) entsteht bei Lastfall 14 (0,9 * Windsog + 1,05 * Holmlast + 1,5 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Sommer).

Mittelscheibe: Die maximale Auslastung von 21,5 % entsteht bei Lastfall 8 (1,5 * Windsog + 1,05 * Holmlast + 0,9 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Winter) am Scheibenrand.

Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung (6,8 N/mm²).

Innenscheibe Die maximale Auslastung von 62,6 % entsteht bei Lastfall 9 (0,9 * Windsog + 1,5 * Holmlast + 0,9 * Klimalast + 1,35 * Höhenunterschied im Winter).

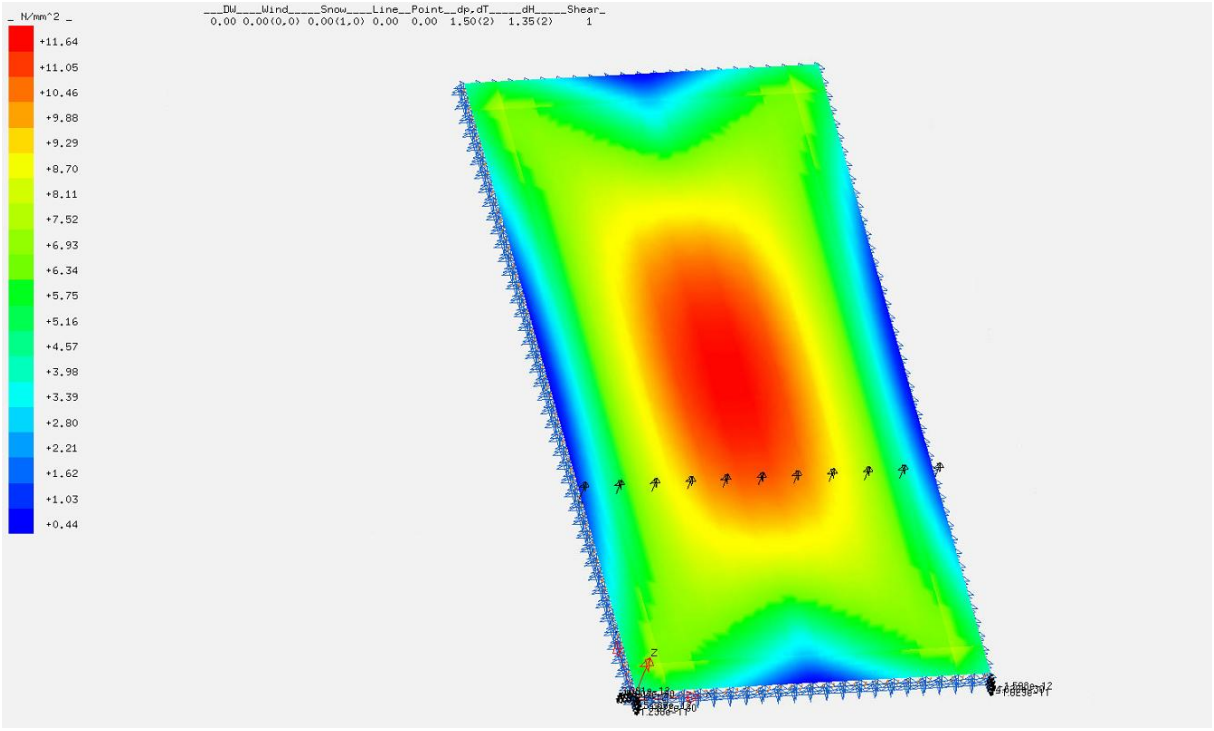
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung (21,7 N/mm²).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

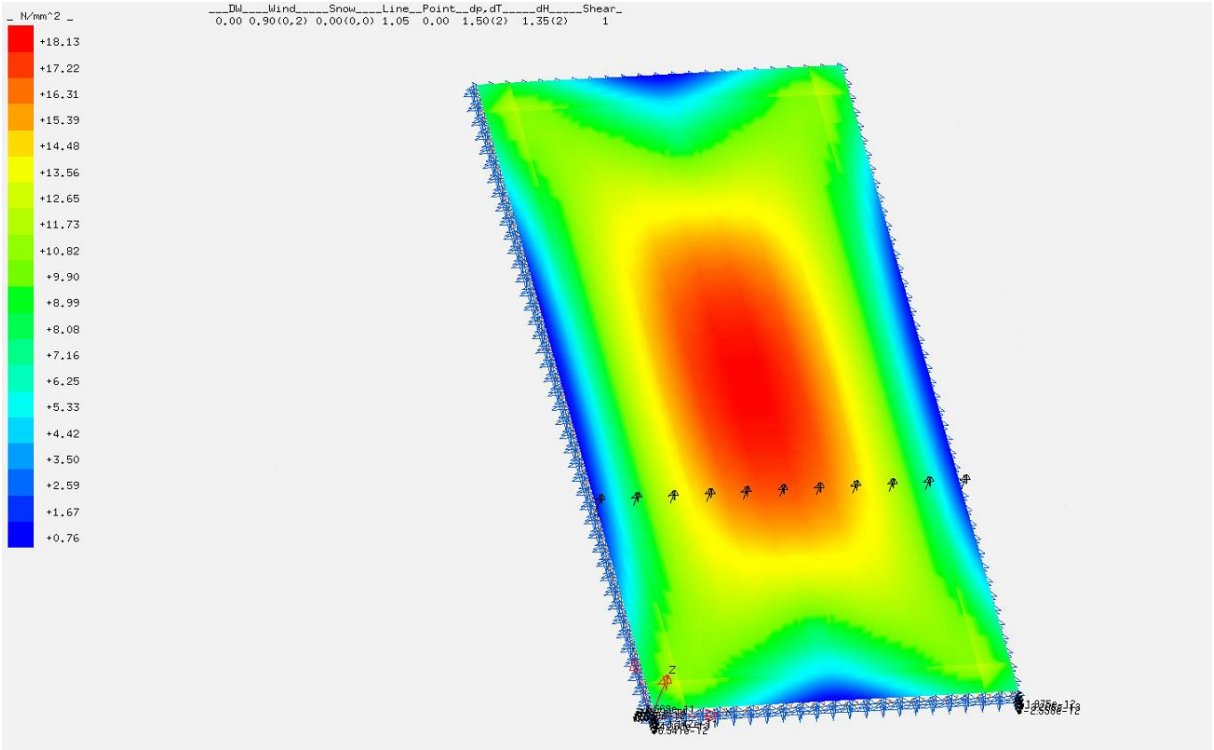
4.2.3 Grafische Auswertung

4.2.3.1 Außenscheibe

Max. Auslastung (LK 4)

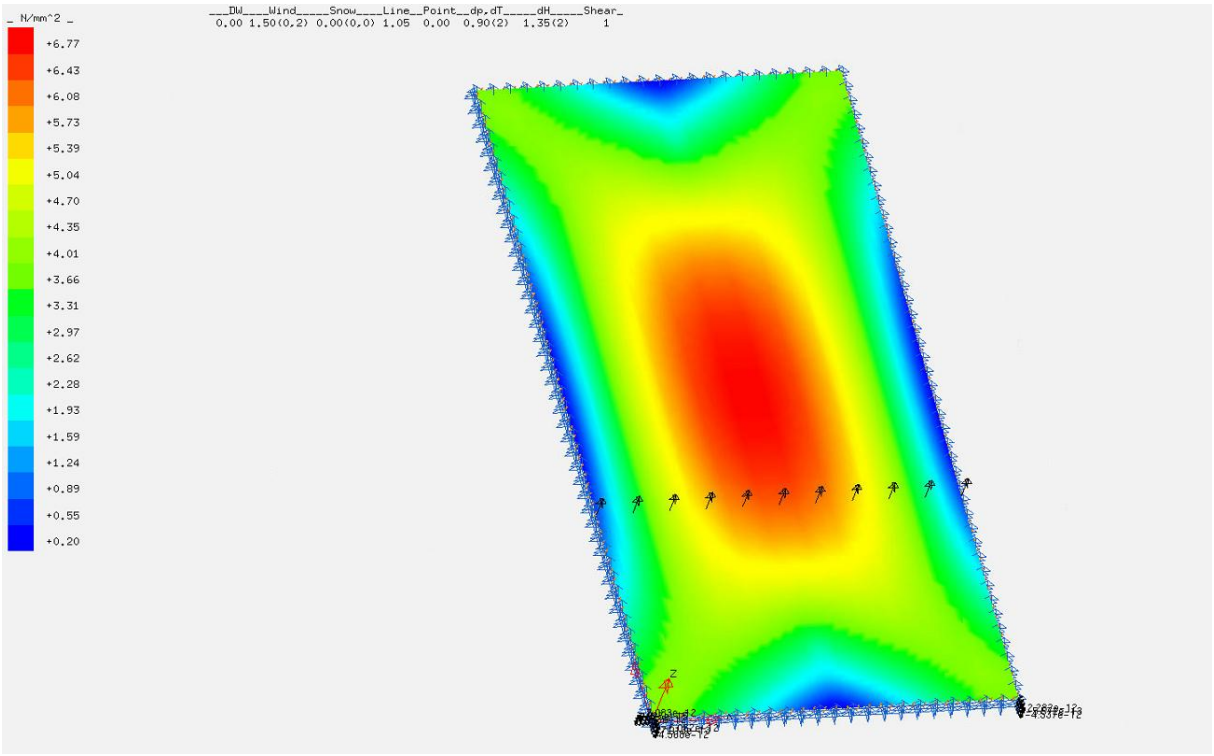


Max. Spannung (LK 14)



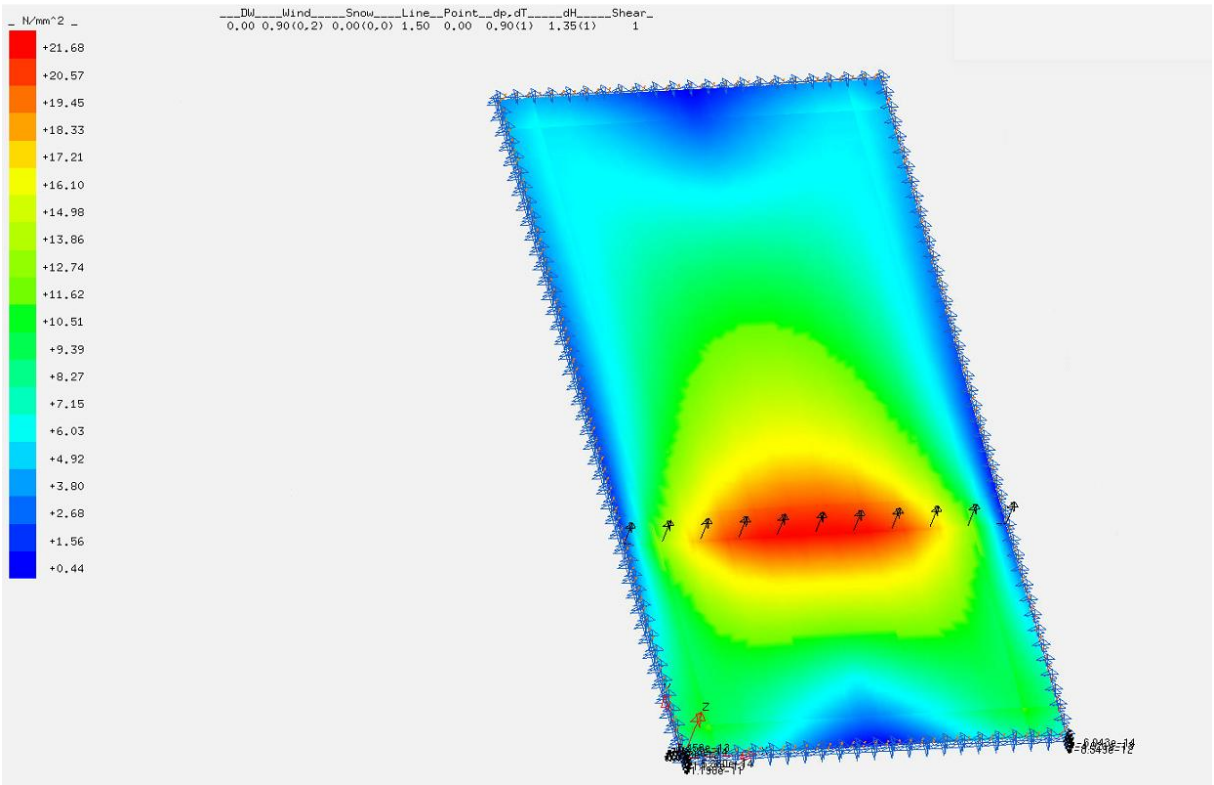
4.2.3.2 Mittelscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 8)



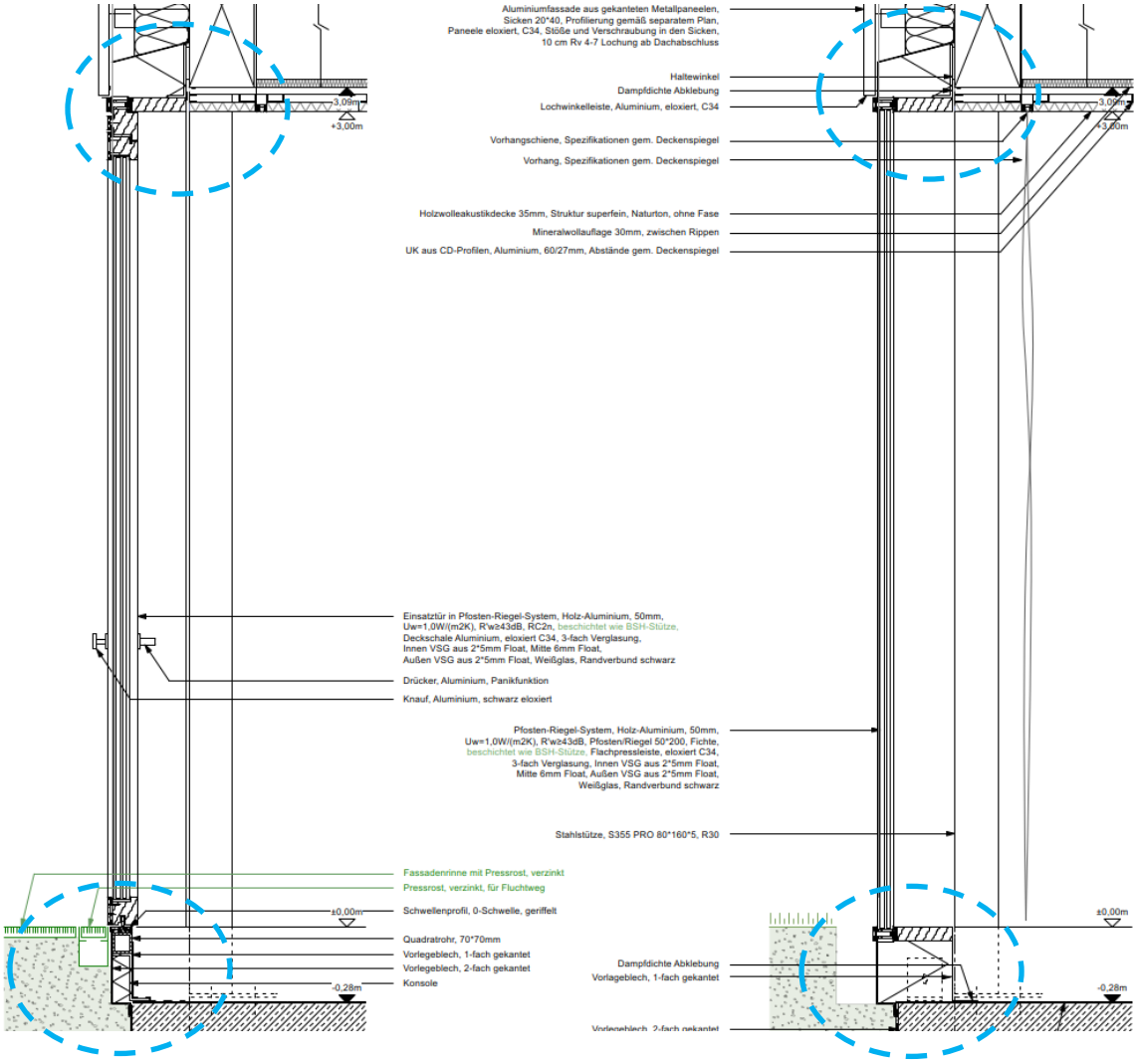
4.2.3.3 Innenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 9)



5 Nachweis der Tragkonstruktion

Im Türbereich Regelbereich **Hochpunkt**



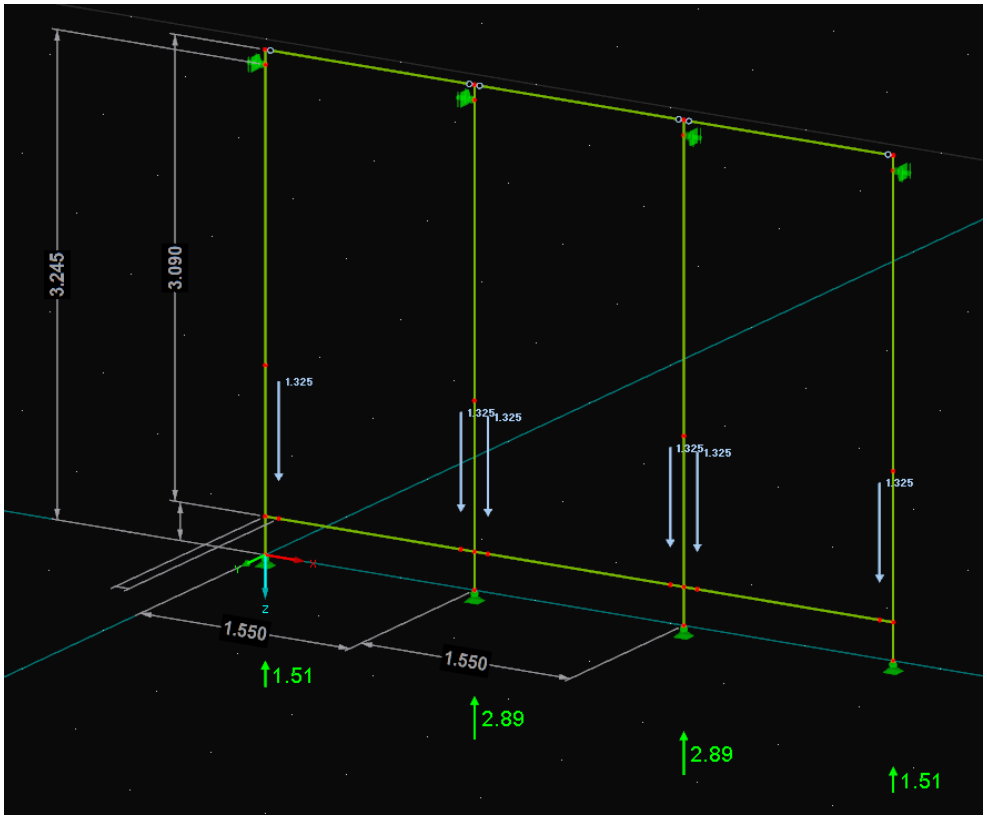
Fusspunkt

5.1 Pfostenprofil

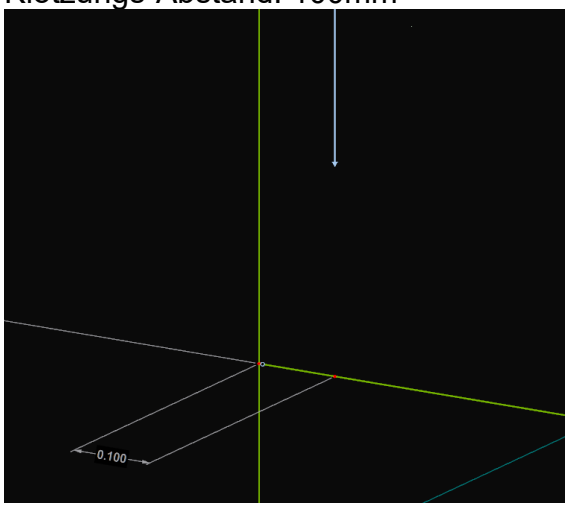
Fichte **150 x 50** C 24 – spannt zwischen Kopf- und Fusspunkt über 3245mm.

5.1.1 Lastannahmen

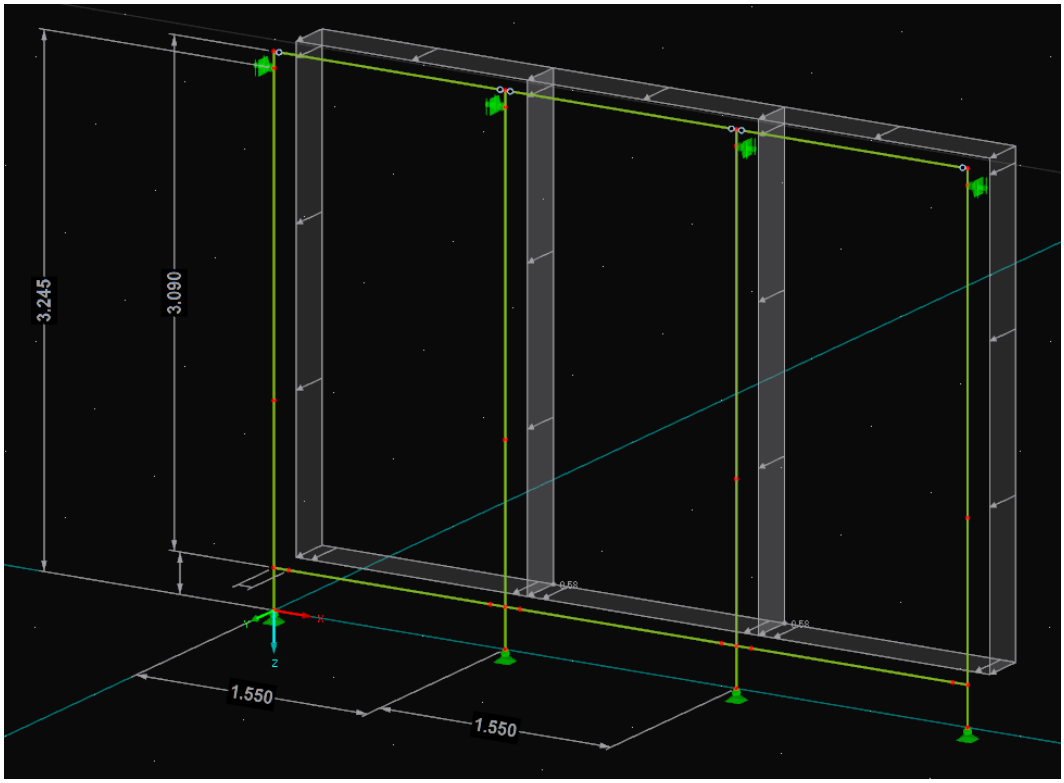
LF 1 Eigengewicht



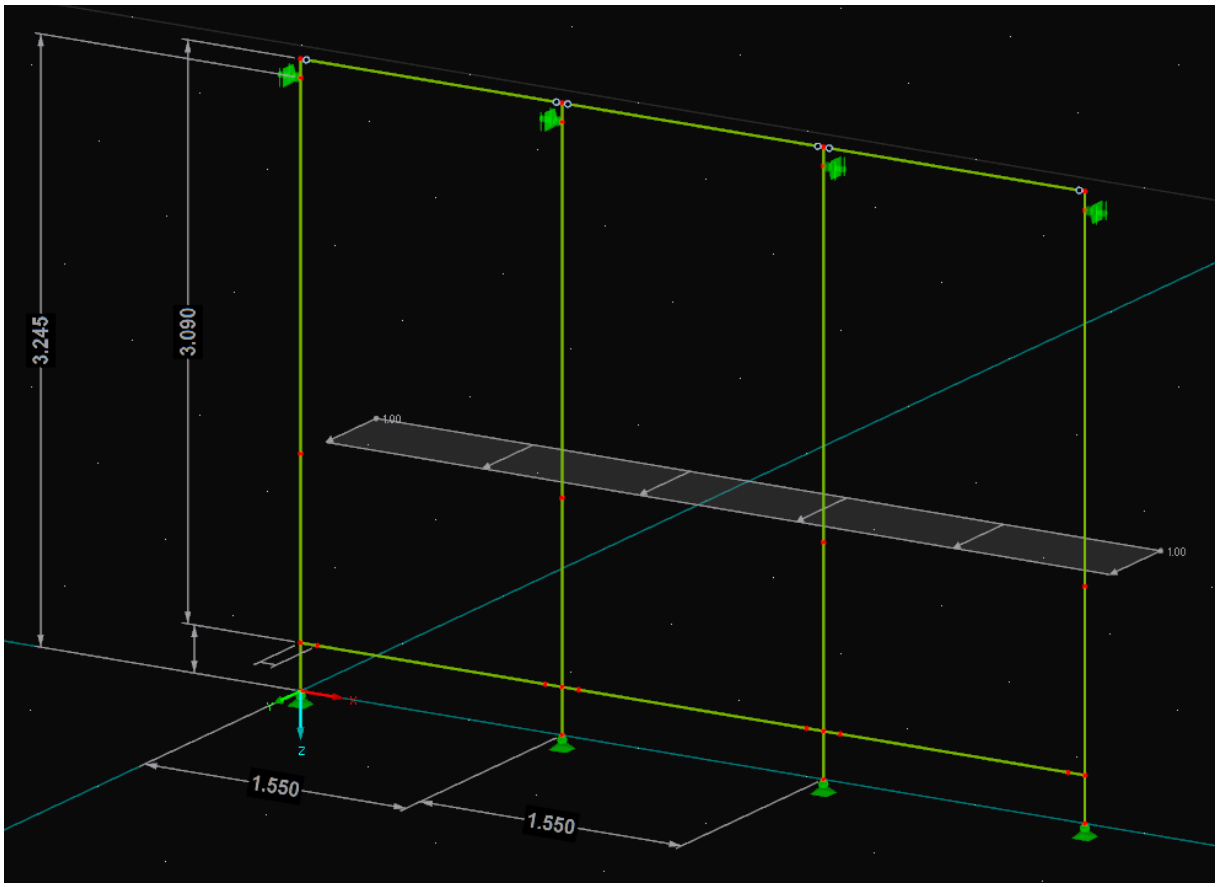
Klotzungs-Abstand: 100mm



LF 2 Windsog – 0,58 kN/m²

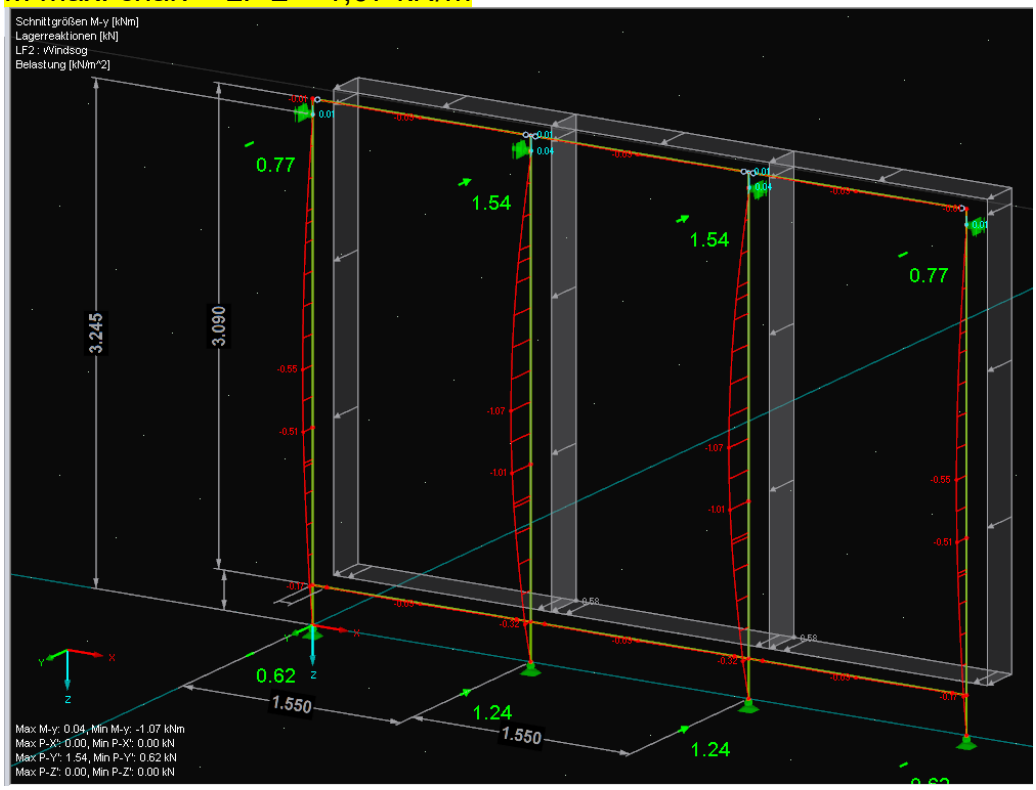


LF 3 Holmlast – 1 kN/m

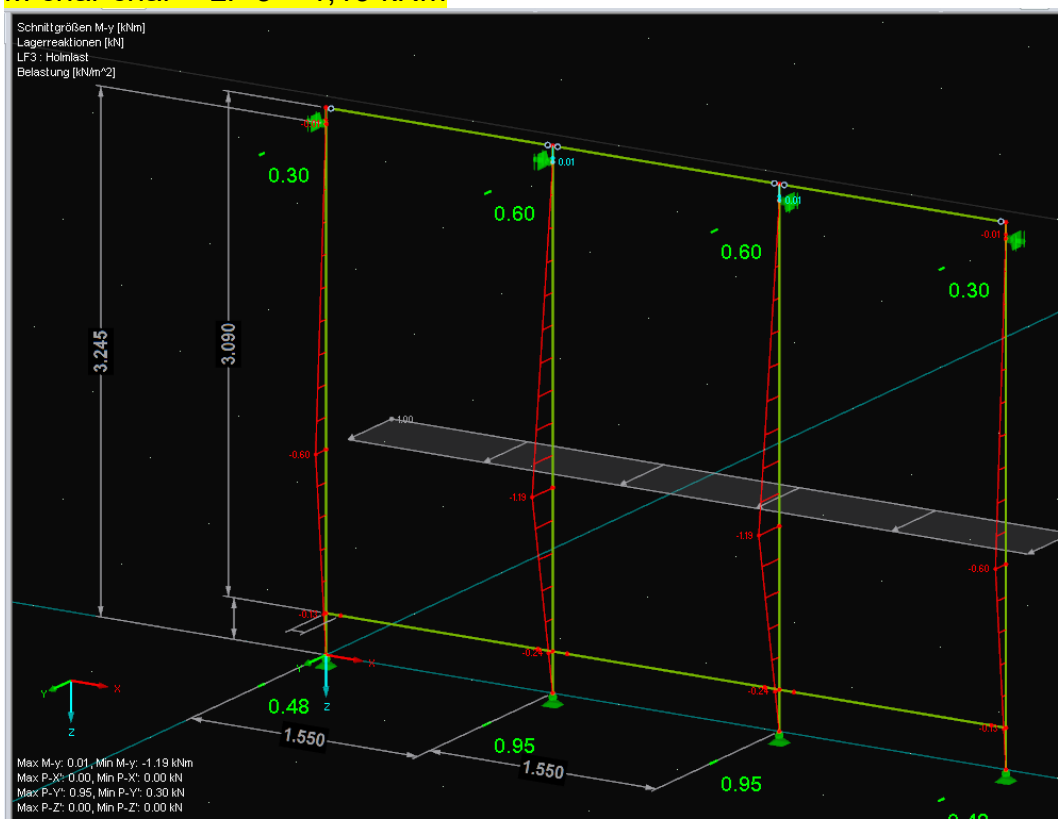


5.1.2 Ergebnisse FE-Berechnung

M max. char. – LF 2 = 1,07 kN/m



M char char – LF 3 = 1,19 kNm



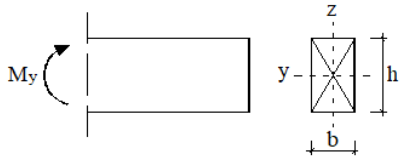
5.1.3 Nachweis

Schneider **Bautabellen** für Ingenieure, **22**. Auflage — Bundesanzeiger Verlag

Colling: HOLZBAU

Biegung einachsig

Breite b [cm]	5,0
Höhe h [cm]	15,0
Material	C24
NKL	1



Nachweis eingehalten!

Biegemoment	$M_{y,k}$ [kNm]	KLED	ψ_0		
aus Eigenlast (g)	0,00	ständig	---		
aus Schneelast (s)	0,00		0,5	Höhe >1000 m	nein
aus Nutzlast (p)	1,19	kurz	0,7	Gebäudekategorie	C
aus Windlast (w)	1,07	kurz/sehr kurz	0,6	k_{mod} =	1,00

Biegespannungsnachweis:

maßgeb. LK: **g+w+p** **mit** M_d = **2,85 kNm**

SpA = $\frac{M_d / W}{k_h \cdot f_{m,d}}$ = **0,82** < 1,0

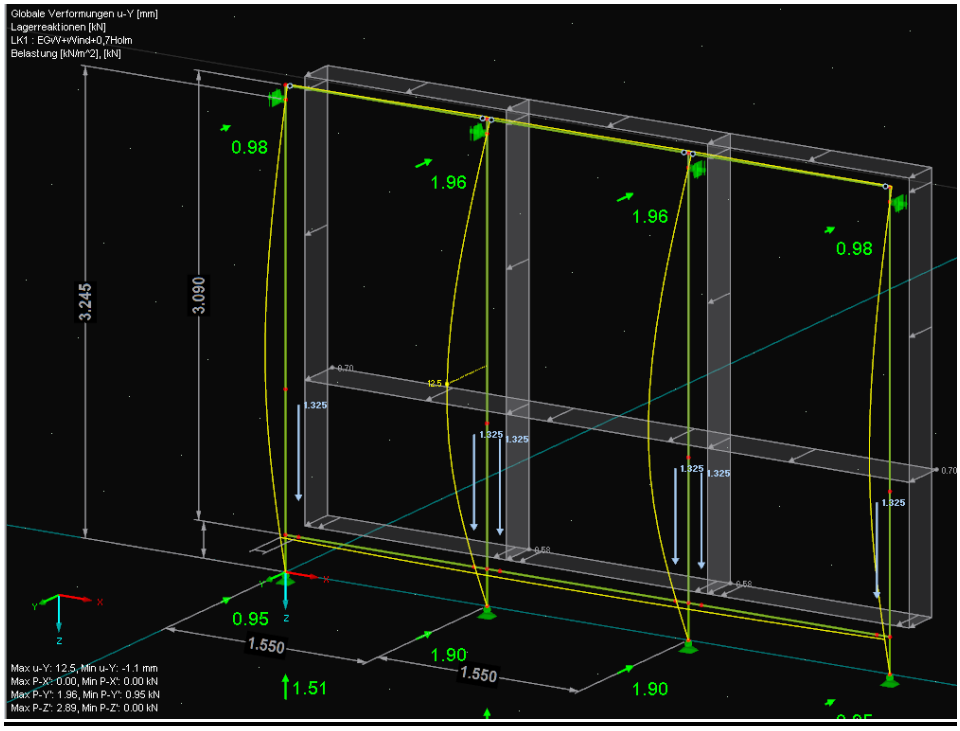
Nachweis eingehalten!

Rechenwerte: W = 188 cm³ $f_{m,d}$ = 18,46 N/mm²

k_h = 1,000

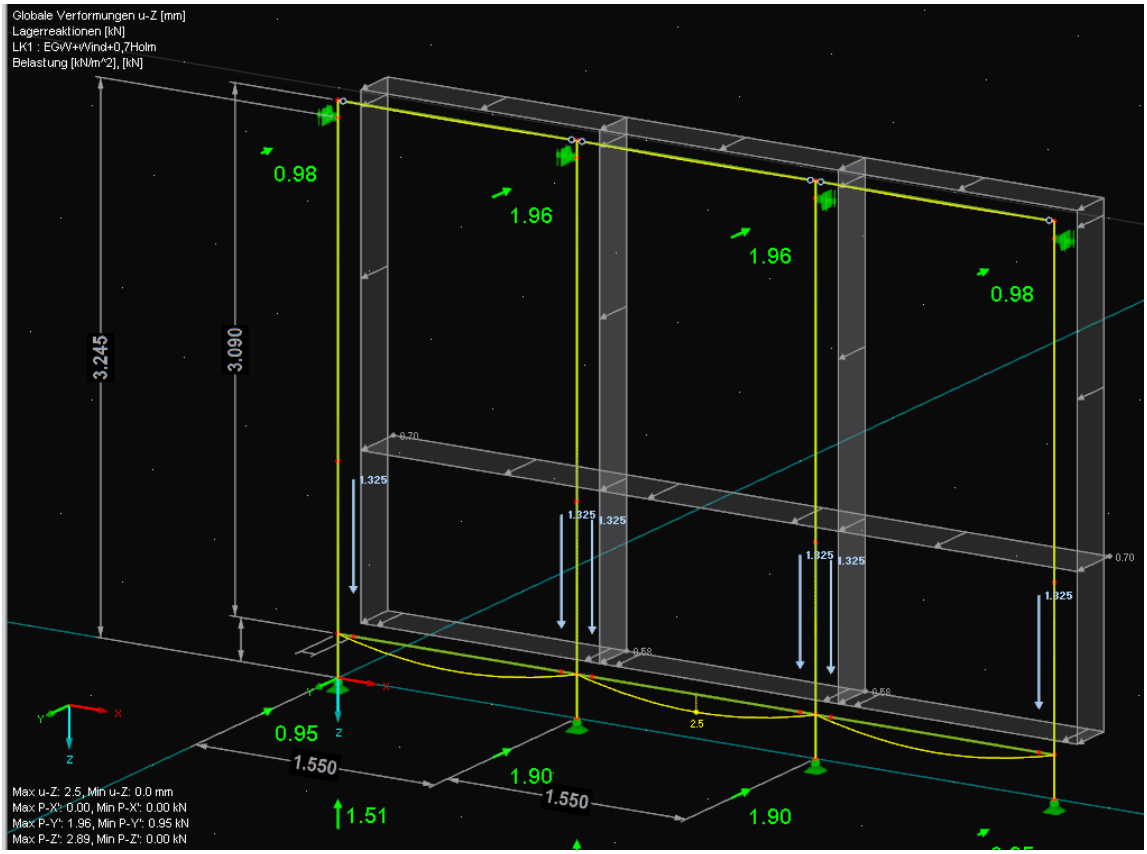
Verformungen – in y- Richtung

f max = 13 mm < L/200 = 3245mm/200 = 16mm ➔ Nachweis erfüllt!

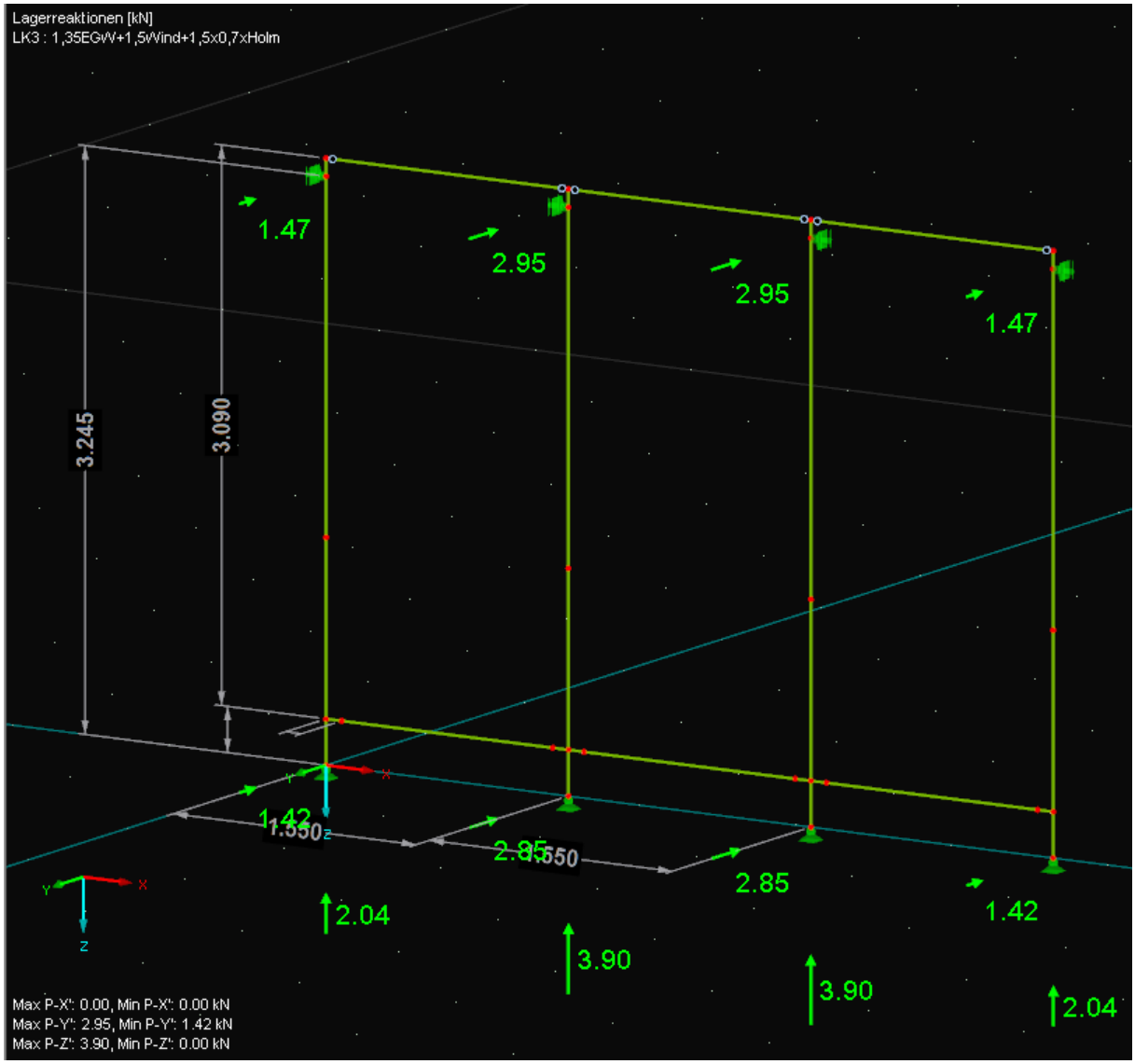


Verformungen – inz- Richtung

f max = 2,5mm < f zul = 3mm ➔ Nachweis erfüllt!



5.1.4 Auflagerreaktionen



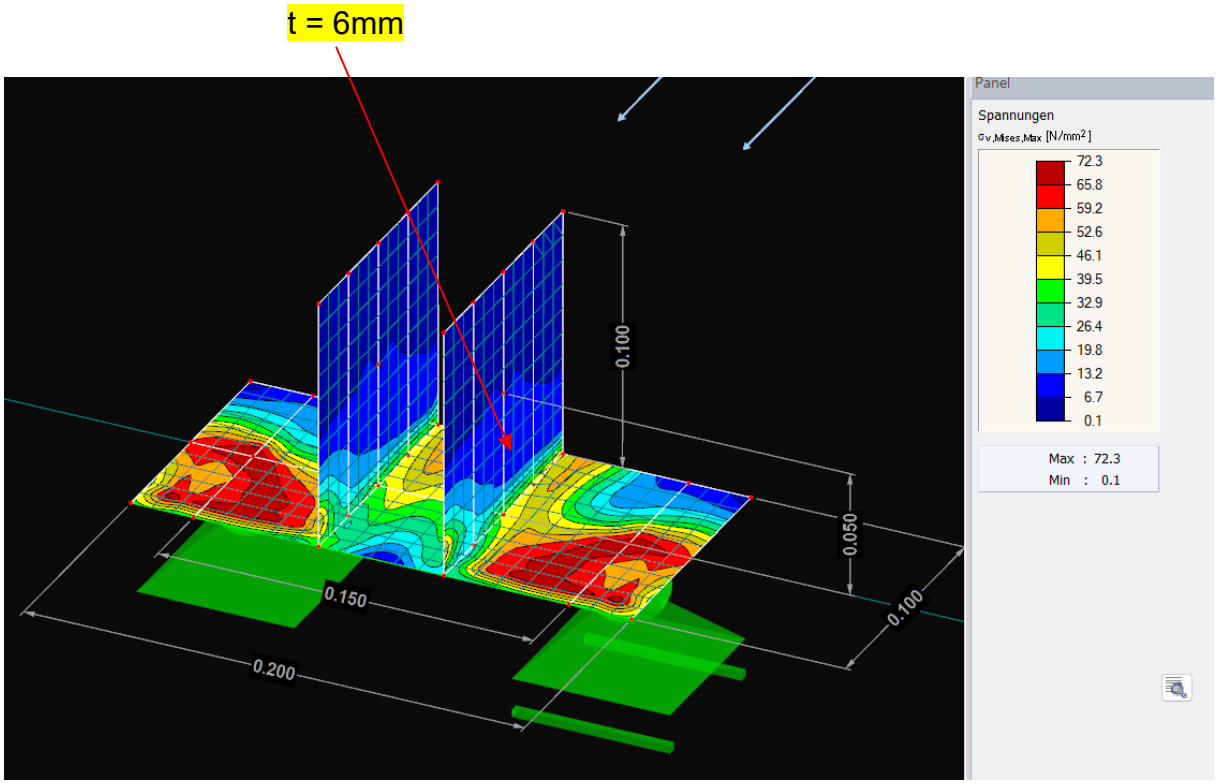
Hochpunkt-Pfosten : H d max = 2,95 kN

Tiefpunkt Pfosten : H d max = 2,85 kN

EG-Konsole : V d max = 3,9 kN

5.1.5 Nachweis Tiefpunkt-Pfosten

Last H d = 2,885 kN



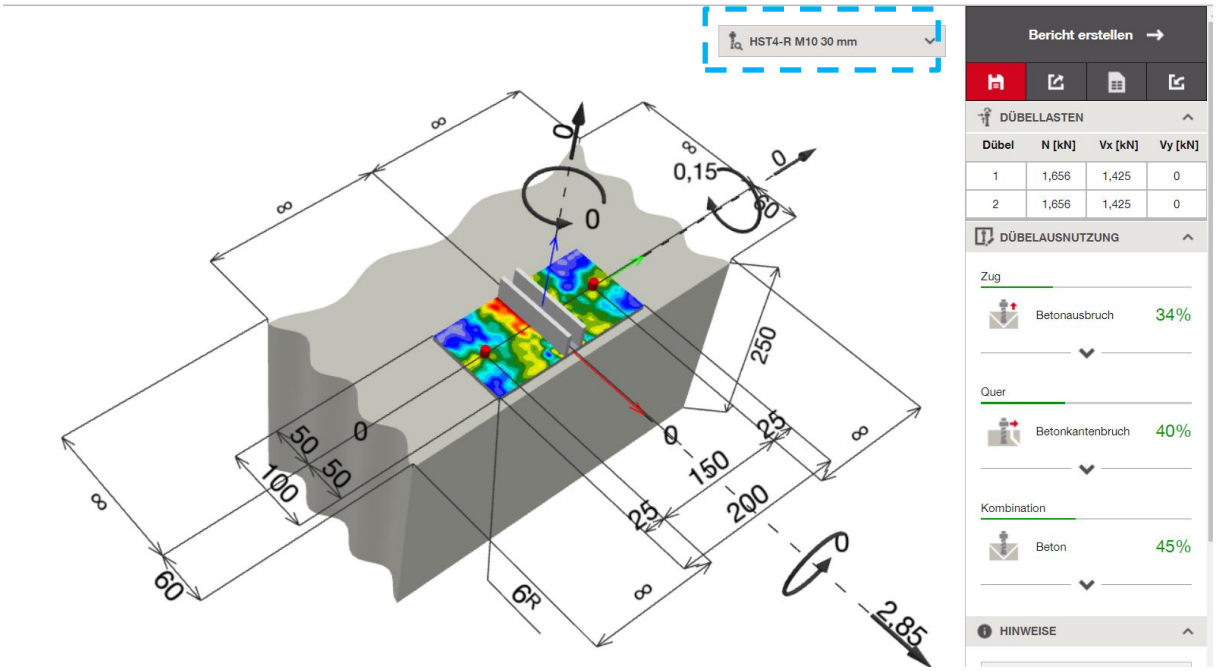
Ergebnisse

s d max = 72 N/mm² < s R,d= 235 N/mm² ➔ Nachweis erfüllt

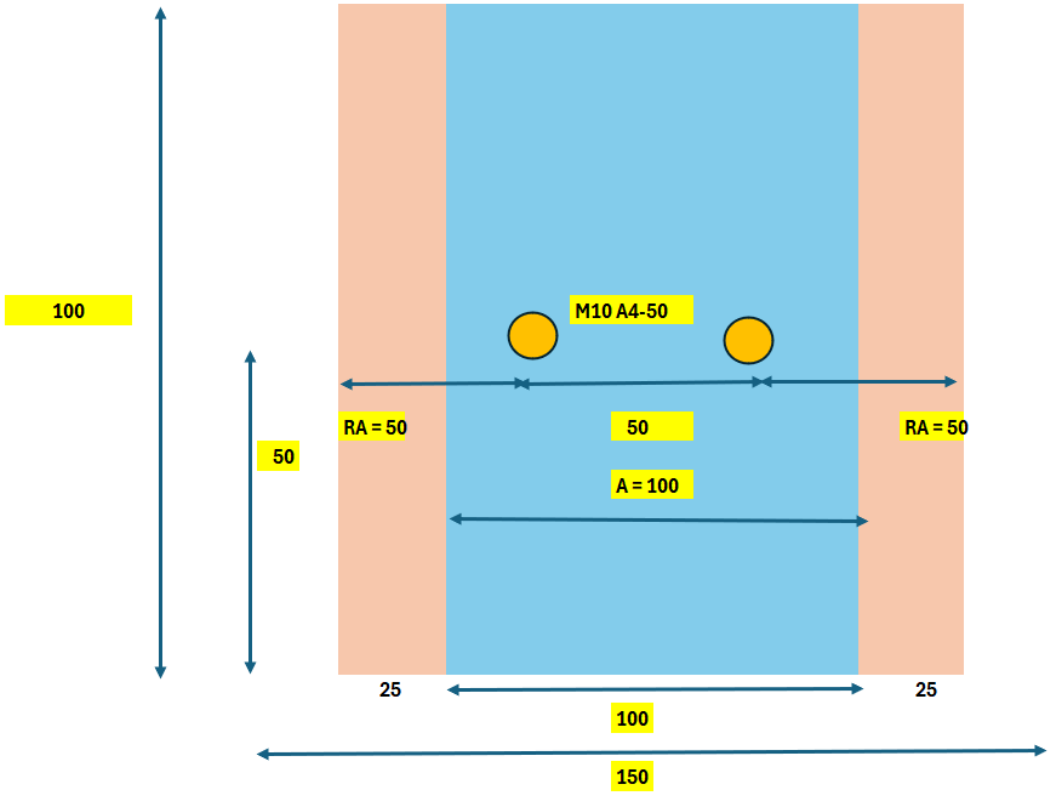
5.1.6 Dübelnachweis - 2 x HST4-R M 10 – eff. Verankerungstiefe 30mm

M d = 2,85 kNx0,05 m = 0,143 kNm

V d = 2,85 kN



5.1.7 Schrauben zur Lasteinleitung aus dem Holzpfosten in die Konsole



5.1.7.1 Lochleibung im Holz

H d = 2,85 kN

gewählt 2 x M 10 A4-50

Randabstände min= 40 mm vorhanden = 50 mm

für d=50 mm pro Scherfuge: F v Rk = 5,44 kN x 50/73 = 3,73 kN

Windlasten ➔ k_{mod} / γ_m = 0,818

➔ F v, Rd = 0,818 x 3,72 kN = **3,04 kN** > F v, d = 2,85 kN/2 = **1,43 kN**

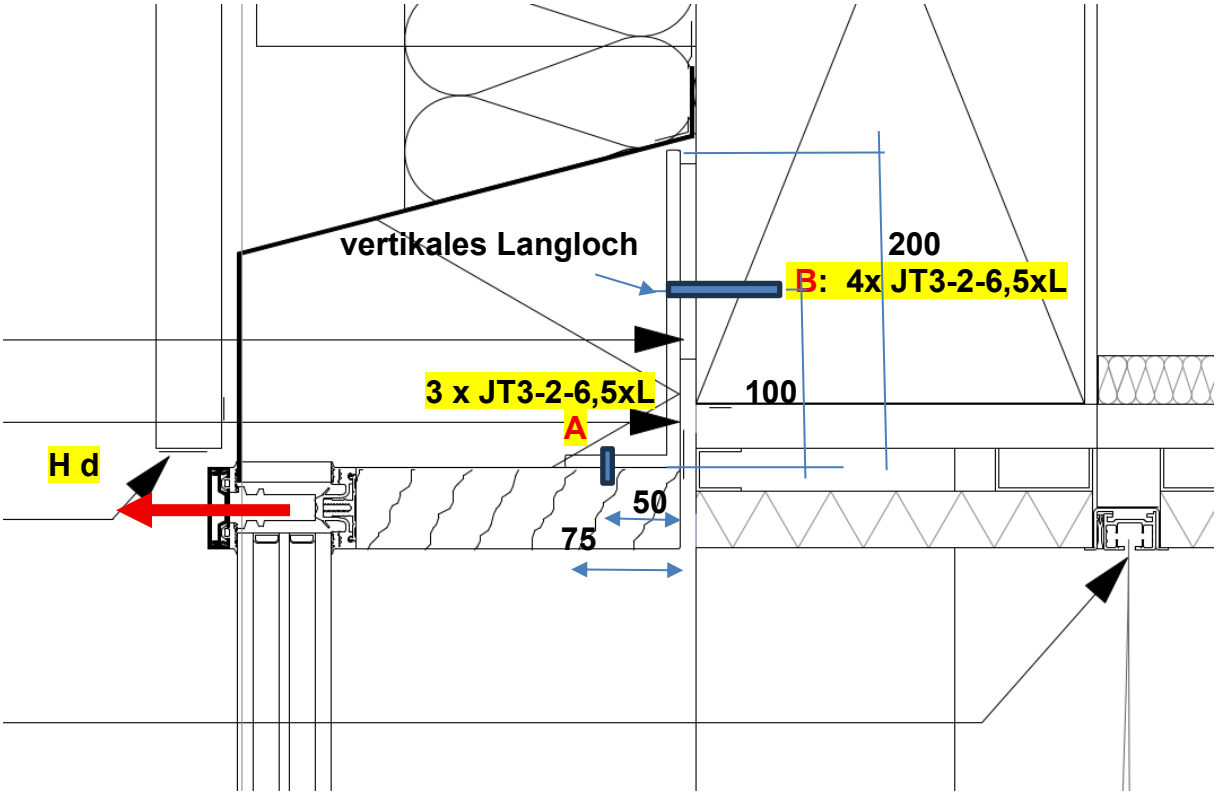
➔ Nachweis erfüllt !

5.1.7.2 Nachweis Schrauben 2 x M10 A4-50

Nachweis nach EOTA

Festigkeit	A4-50	
Durchmesser M	**10**	**2 x**
NSd	**0**	**N**
Vd	**2890**	**N**
fuk =	**500**	**N/mm²**
fyk =	**210**	**N/mm²**
As =	**58**	**mm²**
Wel =	**62,3**	**mm³**
Hebelarm	**2**	**mm**
NRks	**29000**	**N**
γms =	**2,85714286**	
NRds	**10150**	**N**
M0Rks	**37380**	**Nmm**
MRks	**37380**	**Nmm**
VRks	**18690**	**N**
γms =	**2,381**	
VRds=	**7850**	**N**
Auslastung	**0,37**	
Nachweis	o.k.	

5.1.8 Nachweis Hochpunkt Pfosten



Last H d = 2,95 kN

Nachweis Winkel L 75 x 200 x 8 S 235

s d max =2950 N x 100mm x 6 / 200x8² = 138 N/mm² < s R,d= 235 N/mm²

➔ Nachweis erfüllt

Querkraft in Schrauben A (Einschraublänge L=42mm)

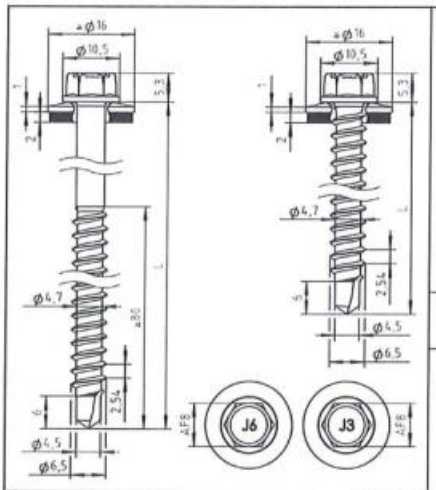
V d max = 2950 N / 3 Schrauben = 983 N

< V Rd = 2170 / 1,33 = 1632 N ➔ Nachweis erfüllt

Zugkraft in Schrauben B (Einschraublänge L=52mm)

N d max = 2950 N x 200mm / 100 mm / 4 Schrauben = 1475 N

< N Rd = 2310/ 1,33 = 1737 N ➔ Nachweis erfüllt



Material:

Schraube: nichtrostender Stahl (A2) – EN ISO 3506
nichtrostender Stahl (A4) – EN ISO 3506

Scheibe: nichtrostender Stahl (A2/A4) – EN ISO 3506
mit aufvulkanisierter EPDM-Dichtung

Bauteil I: S320GD bis S350GD – EN 10346

Bauteil II: Holz – EN 14081

Bohrleistung: $\Sigma t \leq 2{,}00$ mm

Holz-Unterkonstruktionen:

Eigenschaften ermittelt mit

$M_{y,Rk}$ = 9,742 Nm
$f_{ax,k}$ = 8,575 N/mm² für $l_{ef} \geq 26$ mm

	$t_{N,I}$ [mm]	l_g [mm] 32	38	42	48	52	58	62	68	72	78	82	
$V_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ =	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,63	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
	0,75	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	0,88	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,67	2,80
	1,00	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,67	3,30
	1,13	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,67	3,30
	1,25	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,67	3,30
	1,50	2,04	2,10	2,17	2,23	2,29	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,67	3,30
	1,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$N_{R,k}$ [kN] für $t_{N,I}$ =	0,50	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	0,55	1,30	1,56	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
	0,63	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
	0,75	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,10	3,10	3,10	3,10
	0,88	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,31	3,56	3,80	3,80
	1,00	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,31	3,56	3,81	4,60
	1,13	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,31	3,56	3,81	5,50
	1,25	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,31	3,56	3,81	6,30
	1,50	1,30	1,56	1,81	2,06	2,31	2,56	2,81	3,06	3,31	3,56	3,81	6,30
	1,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Lochleibungstragfähigkeit Bauteil I

Durchknöpftragfähigkeit Bauteil I

– Die oben in Abhängigkeit von der Einschraubtiefe l_g angegebenen Werte gelten für k_{mod} = 0,9 und die Holz-Festigkeitsklasse C24 (ρ_a = 350 kg/m³). Für andere Werte für k_{mod} und Holz-Festigkeitsklassen siehe Abschnitt 4.2.2.

Befestigungsschrauben JA, JB, JT, JZ und JF

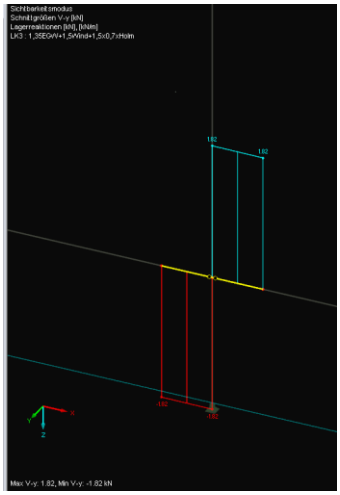
Bohrschraube JT3-2-6,5xL, JT6-2-6,5xL
mit Sechskantkopf und Dichtscheibe ≥ Ø16 mm

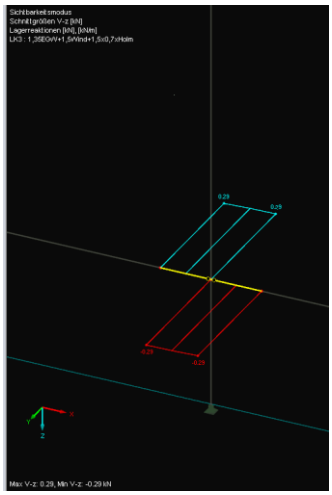
Anhang 92

Z80955.17 8.06.02-23/15

5.2 Anschluss Pfosten an Riegel

Am Anschluss sind folgende Schnittkräfte nachzuweisen (Auszug aus FE-Berechnung):



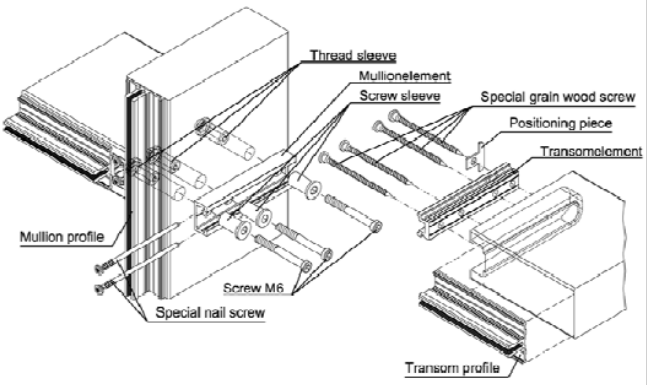


F – y d = 1,82 kN **F – z, d = 0,29 kN**

Die Verbindung über Systemverbinder der Fa. RAICO (oder vergleichbar) gemäß ETA 13/0765 realisiert:

Seite 9 von 41 der Europäischen Technischen Zulassung ETA-13/0765

Anhang A
Montage, Produktdetails und Definitionen



article description	material	norm
Special grain wood screw	stainless steel 1.4301	EN 10027
Positioning piece	aluminium EN AW 2017 A	EN 573-3
Transomelement	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Screw M6	stainless steel 1.4301	EN 10027
Special nail screw	stainless steel 1.4301	EN 10027
Screw sleeve	aluminium EN AW 2007	EN 573-3
Thread sleeve	aluminium EN AW 2007	EN 573-3
Mullionelement	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Transom profile	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Mullion profile	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Transom profile KOMBI	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Mullion profile KOMBI	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Transom profile INTEGRAL	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Mullion profile INTEGRAL	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3
Wood screw	stainless steel 1.4301	EN 10027
Pan head screw M6	stainless steel 1.4301	EN 10027
Expansion base profile	aluminium EN AW 6060 - T66	EN 573-3

RAICO
Bautechnik GmbH
Gewerbegebiet Nord 2
87772 Pfaffenhausen

RAICO timber connector (TC)
for timber facade

Timber-transom-mullion-connection
SOLO

Annex 1
European technical approval