

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 : Rathaus Bocholt
Bauteil : Verglasung eines Windfangs + Vordach
Inhalt : Nachweis gegenüber statischen Belastungen

Auftraggeber : AMP Ingenieurgesellschaft mbH
Bussardweg 1
41468 Neuss

Projektnummer : 9932-2

Index :

Seitenzahl : 63 – ohne Anlagen

Datum : 27. März 2026

Aufsteller :



Michael Schoppmeier

Bearbeiter
Diego Kahlert

Anhang

: *M. Schoppmeier* *Diego Kahlert*

Berechnungsprotokolle „SJ Mepla“

Inhaltsverzeichnis:

1	Indexverzeichnis	3
2	Vorbetrachtungen	4
2.1	Normen und Richtlinien	4
2.2	Hinweise	6
2.3	Beschreibung	9
2.4	Nachzuweisende Aufbauten und Formate	10
2.5	Vorgehensweise	11
2.6	Auflagersituation	12
2.7	Zeichnungen	13
2.7.1	<i>Ansicht West</i>	13
2.7.2	<i>Horizontalschnitt durch Windfang</i>	13
2.7.3	<i>Vertikalschnitt</i>	14
2.7.4	<i>Draufsicht</i>	16
2.8	Lastannahmen (charakteristische Lasten)	17
2.8.1	<i>Eigengewicht (Pos. 2)</i>	17
2.8.2	<i>Eigengewicht (Pos. 3)</i>	17
2.8.3	<i>Windlast (2,0 m²) – Pos. 1</i>	17
2.8.4	<i>Windlast (2,0 m²) – Pos. 2</i>	17
2.8.5	<i>Windlast (Vordach) – Pos. 3</i>	18
2.8.6	<i>Holmlast – Pos. 1</i>	18
2.8.7	<i>Klimalasten</i>	18
2.8.8	<i>Windlastermittlung</i>	19
2.9	Bemessungswiderstand von Float	23
2.10	Ermittlung des Bemessungswiderstands – ESG	25
2.11	Ermittlung des Bemessungswiderstands – TVG	26
2.12	Verformung	26
3	Nachweis Pos. 1	27
3.1	Ohne Schubverbund (Anlage 1)	27
3.1.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	27
3.1.2	<i>Auswertung</i>	28
3.1.3	<i>Grafische Auswertung</i>	29
3.2	Mit Schubverbund (Anlage 2)	31
3.2.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	31
3.2.2	<i>Auswertung</i>	32
3.2.3	<i>Grafische Auswertung</i>	33
4	Nachweis Pos. 2	34
4.1	Flächenlasten – ohne Schubverbund (Anlage 2)	34
4.1.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	34
4.1.2	<i>Ergebnis</i>	37
4.1.3	<i>Grafische Darstellung</i>	38
4.2	Flächenlasten – Mit Schubverbund (Anlage 4)	41
4.2.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	41
4.2.2	<i>Ergebnis</i>	42
4.2.3	<i>Grafische Darstellung</i>	43
4.3	Einzellast (Anlage 5)	44

4.3.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	44
4.3.2	<i>Ergebnis</i>	46
4.3.3	<i>Grafische Darstellung</i>	47
4.4	Flächenlasten – Ausfall der Außenscheiben (Anlage 6)	49
4.4.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	49
4.4.2	<i>Ergebnis</i>	50
4.4.3	<i>Grafische Darstellung</i>	50
4.5	Einzellast – Ausfall der Außenscheiben (Anlage 7)	52
4.5.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	52
4.5.2	<i>Ergebnis</i>	53
4.5.3	<i>Grafische Darstellung</i>	53
5	Nachweis Pos. 3	54
5.1	Flächenlasten (Anlage 8)	54
5.1.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	54
5.1.2	<i>Ergebnis</i>	55
5.1.3	<i>Grafische Darstellung</i>	56
5.2	Einzellast (Anlage 9)	58
5.2.1	<i>Nachweisprotokoll</i>	58
5.2.2	<i>Ergebnis</i>	59
5.2.3	<i>Grafische Darstellung</i>	59
6	Stoßnachweis betretbare Verglasungen	61
6.1	Auflager	61
6.2	Verglasung	61
6.3	Grenzmaße	62
6.4	Ergebnis	62
7	Resümee	63

1 Indexverzeichnis

Index	Datum	Beschreibung
--	--	--

2 Vorbetrachtungen

2.1 Normen und Richtlinien

Ausgewählte Normen und Richtlinien:

- | | | |
|------|---------------------------|--|
| [1] | DIN EN 572 Teil 1-9 | Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus KalkNatronsilicatglas |
| [2] | DIN EN 12150 Teil 1-2 | Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas |
| [3] | DIN EN 1863 Teil 1-2 | Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas |
| [4] | DIN EN 14449 | Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbundsicherheitsglas – Produktnorm/Konformitätsbewertung |
| [5] | DIN EN 14179 Teil 1 | Glas im Bauwesen – Heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas |
| [6] | DIN EN ISO 12543 Teil 2-3 | Glas im Bauwesen - Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas |
| [7] | DIN EN 1096 Teil 1-4 | Beschichtetes Glas |
| [8] | DIN 18008 | Glas im Bauwesen
- Teil 1 – Begriffe und allgemeine Grundlagen (05/2020)
- Teil 2 – Linienförmig gelagerte Verglasungen (05/2020)
- Teil 3 – Punktförmig gelagerte Verglasungen (07/2013)
- Teil 4 – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen (07/2013)
- Teil 5 – Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen (07/2013)
- Teil 6 – Zusatzanforderungen an zu Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen und an durchsturzsichere Verglasungen (02/2018) |
| [9] | DIN EN 1279 Teil 1-5 | Glas im Bauwesen - Mehrscheibenisolierglas |
| [10] | DIN EN 1990 | Grundlagen der Tragwerksplanung |
| [11] | DIN EN 1991-1 | Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke
- Teil 1 – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten (12/2010)
- Teil 3 – Schneelasten (12/2010)
- Teil 4 – Windlasten (12/2010)
- Teil 7 – Außergewöhnliche Einwirkungen (12/2010)
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- Teil 1 – Allgemeine Bemessungsregeln (12/2010) |
| [12] | DIN EN 1993-1 | - Teil 3 – kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche (12/2010)
- Teil 4 – Anwendung von nichtrostenden Stählen (02/2007)
- Teil 8 – Bemessung von Anschlüssen (12/2010) |
| [13] | DIN EN 1995-1 | Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- Teil 1 – Allgemeine Regeln (12/2010) |
| [14] | DIN EN 1999-1 | Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
- Teil 1 – Allgemeine Bemessungsregeln (05/2010)
- Teil 4 – Kaltgeformte Profiltafeln (05/2012) |
| [15] | DIN 4426 | Sicherheitseinrichtungen zur Instandsetzung baulicher Anlagen |
| [16] | GS-BAU-18 | Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung der bedingten Betretbarkeit oder Durchsturzsicherheit von Bauteilen bei Bau- oder Instandhaltungsarbeiten (02/2001) |

- | | | |
|------|--|--|
| [17] | DIN EN 81 Teil 1-2 | Sicherheitsregeln für die Konstruktion und Einbau von Aufzügen |
| [18] | ETB-Richtlinie | ETB-Richtlinie – Bauteile, die gegen Absturz sichern (6/1985) |
| [19] | Technische
Richtlinien des
Glaserhandwerks | <ul style="list-style-type: none"> - Nr. 3 – Klotzung von Verglasungseinheiten - Nr. 8 – Verkehrssicherheit mit Glas in öffentlichen Bereichen |

2.2 Hinweise

Wegfall der Bauregel-Listen und VVTB

Mit Einführung der „Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmung - VV TB“ und dem damit verbundenen Wegfall der Bauregellisten ist folgendes zu beachten:

1. charakteristische Festigkeit und Bruchbild der verwendeten Glasart

Gemäß DIN 18008-1 hat der Hersteller der zum Einsatz geplanten Glasprodukte, die durch eine *harmonisierte europäische Norm* geregelt sind, z.B.

- Floatglas
(DIN EN 572-2)
- teilvorgespanntes Kalknatronglas
(DIN EN 1863-1)
- thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
(DIN EN 12150-1)
- heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
(DIN EN 14179-2)
- heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas
(DIN EN 14179-2)
- Verbundsicherheitsglas
(DIN EN ISO 12543-2)

im Rahmen seiner Leistungserklärung über eine entsprechende Dokumentation Angaben zur charakteristischen Festigkeit und zum Bruchbild in Bauteilgröße zu machen.

Auszug DIN 18008-1

5.1.3 Festigkeitseigenschaften und Bruchbild

In dieser Normenreihe wird davon ausgegangen, dass durch die einschlägigen Regelungen zu Produkteigenschaften der Mindestwert der charakteristischen Biegezugfestigkeit (5 % Fraktilwert bei 95 % Aussagewahrscheinlichkeit) und das typische Bruchbild für Scheiben in Bauteilgröße gewährleistet werden.

2. „ESG-H“ gemäß DIN 18008

Mit Einführung der „Verwaltungsvorschrift technische Baubestimmung VV TB“ und dem damit verbundenen Wegfall der Bauregellisten wird das Produkt „ESG-H“ gestrichen. In der Anwendungsnorm DIN 18008 wird „ESG-H“ jedoch in den dort aufgeführten Einsatzgebieten nach wie vor gefordert.

Unter „ESG-H“ im Sinne dieser Normenreihe DIN 18008 ist dabei heißgelagertes Einscheibensicherheitsglas nach DIN EN 14179-2:2005-08 zu verstehen. Monolithische Einfachgläser oder äußere monolithische Scheiben von MIG aus Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) und heißgelagertem ESG dürfen aufgrund der Versagenswahrscheinlichkeit durch Nickelsulfid-Einschlüsse (Spontanbrüche) nur

eingebaut werden, wenn deren Oberkante unter 4 m über Verkehrsflächen liegt. Davon abweichend darf heißgelagertes ESG als monolithisches Einfachglas oder als äußere monolithische Scheibe von MIG ohne Begrenzung der Einbauhöhe verwendet werden, wenn durch geeignete Maßnahmen die Versagenswahrscheinlichkeit durch Nickelsulfid-Einschlüsse (Spontanbrüche) so reduziert wird, dass Verglasungskonstruktionen ausreichend sicher errichtet werden können.

Ausreichend sicher ist, wenn ein Mindestwert des Zuverlässigkeitsindex $\beta = 4,7$ (Bezugszeitraum 1 Jahr) bzw. $\beta = 3,8$ (Bezugszeitraum 50 Jahre) nach DIN EN 1990:2010-12 erreicht wird.

Auszug an DIN EN 1990:2010-12

Tabelle B.2 — Empfehlungen für Mindestwerte des Zuverlässigkeitsindex β

Zuverlässigkeits-Klasse	Mindestwert für β	
	Bezugszeitraum 1 Jahr	Bezugszeitraum 50 Jahre
RC 3	5,2	4,3
RC 2	4,7	3,8
RC 1	4,2	3,3

ANMERKUNG Die Bemessung nach EN 1990 mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach Anhang A sowie nach EN 1991 bis EN 1999 führt in der Regel zu einem Tragwerk mit einer Mindestzuverlässigkeit $\beta \geq 3,8$ für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren. Größere Zuverlässigkeitsklassen als RC 3 werden in diesem Anhang nicht weiter betrachtet, da für die betroffenen Bauteile Sonderuntersuchungen angestellt werden müssen.

B.5 Herstellungsüberwachung

(1) In Tabelle B.5 werden drei Überwachungsstufen für die Herstellung (IL) angegeben. Die verschiedenen Überwachungsstufen können mit den verschiedenen Qualitätsklassen verknüpft sein und durch verschiedene Qualitätssicherungsmaßnahmen konkretisiert werden (siehe 2.5). Weitere Hinweise sind den Ausführungsnormen zu entnehmen, auf die in EN 1992 bis EN 1996 und in EN 1999 Bezug genommen wird.

Tabelle B.5 — Überwachungsstufen (IL) für die Herstellung

Überwachungsstufe	Merkmale	Anforderungen
IL 3 In Verbindung mit RC 3	Verstärkte Überwachung	Überwachung durch unabhängige Drittstelle (Fremdüberwachung)
IL 2 In Verbindung mit RC 2	Normale Überwachung	Überwachung durch Überwachungsstelle der eigenen Organisation
IL 1 In Verbindung mit RC 1	Normale Überwachung	Eigenüberwachung

ANMERKUNG Zusammen mit den Überwachungsstufen werden Prüfpläne für Bauprodukte und die Herstellung von Bauwerken definiert. Da diese baustoffabhängig sind, werden Einzelheiten in den jeweiligen Ausführungsnormen angegeben.

Die Einhaltung dieser Vorgaben ist im Rahmen der freiwilligen Nachweise zu Leistungserklärung zu dokumentieren.

3. Verbundsicherheitsglas

Unter VSG im Sinne der Normenreihe DIN 18008 versteht man das nachfolgend näher im Auszug der M-VVTB 2020-2 spezifizierte Verbund-Sicherheitsglas nach DIN EN 14449-2005-07.

Auszug aus M-VVTB 2020-2

Anlage A 1.2.7/2

1 Unter VSG im Sinne der Normenreihe DIN 18008 ist Verbund-Sicherheitsglas nach EN 14449:2005¹ zu verstehen, das unter anderem im Hinblick auf die Stoßsicherheit, durch Leistungserklärung und CE-Kennzeichnung bestätigt, mindestens die Einstufung 2(B)2 gemäß DIN EN 12600:2003-04 aufweist. Um die in der Normenreihe DIN 18008 gestellten Bauwerksanforderungen im Hinblick auf die Resttragfähigkeit zu erfüllen, können zur Herstellung von VSG im Sinne von DIN 18008 z.B. Folien aus Polyvinyl-Butyral (PVB) mit folgenden Eigenschaften verwendet werden:

- Reißfestigkeit: > 20 N/mm
- Bruchdehnung: > 250 %.

(Prüfung nach DIN EN ISO 527-3:2003-07; Prüfgeschwindigkeit: 50 mm/min, Prüftemperatur: 23 °C.)

Bei beschichteten Gläsern muss die Beschichtung auf der von der PVB-Folie abgewandten Seite erfolgen.

Hinweise – Glas-Anwendungstechnik

1. Thermostress

In Abhängigkeit von den strahlungsphysikalischen Eigenschaften der zur Verwendung geplanten Gläser (u-Wert, Absorption der Einzelscheiben) sowie der Einsatzbedingungen (z.B. Wärmeübergangswerte außen und innen, Verschattungen, Behinderungen in der Belüftung etc.) können in den Glasscheiben zusätzliche durch Temperaturdifferenzen bedingte Zugspannungen induziert werden.

Insbesondere bei 3-fach Isoliergläsern kann dies dazu führen, dass die mittlere Scheibe des Isolierglases thermisch vorgespannt werden muss (ESG, ESG-H, TVG), um Glasbruch durch Temperaturspannungen zu vermeiden.

2. Kantenbearbeitung

Die gemäß DIN 18008 in den nachfolgenden Berechnungen angesetzten Bauteilwiderstände beziehen sich bei thermisch nicht vorgespannten Gläsern auf keine näher spezifizierte Kantenbearbeitungsart. Abhängig von der individuellen Anwendungssituation (z.B. Scheibengewicht, Einsatz von VSG, besondere thermische Beanspruchung der Glaskanten etc.) kann jedoch in Abstimmung mit dem Glas-Hersteller eine besondere Kantenbearbeitung sinnvoll sein.

2.3 Beschreibung

Gegenstand dieser Betrachtungen ist der statische Nachweis der Verglasungen des Windfangs samt Vordach des Eingangs genannten Bauvorhabens.

Als Pos. 1 wird die größte vertikale Isolierglasscheibe maßgebend auf alle anfallenden Belastungen hin untersucht.

Als Pos. 2 wird die größte zu Reinigungszwecken- und Instandhaltungsmaßnahmen betretbare im Überkopfbereich eingebaute Isolierglasscheibe nachgewiesen.

Als Pos. 3 wird die größte zu Reinigungszwecken- und Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Vordachverglasung nachgewiesen.

Die Nachweise zur Betretbarkeit werden in beiden Fällen über das herstellerunabhängige abP „P-2025-3039“ der Fa. GSK GmbH geführt.

Der statische Nachweis wird allgemein nach DIN 18008 geführt.

2.4 Nachzuweisende Aufbauten und Formate

Isoliergläser:

Pos. 1	Pos. 2
841 mm x 2625 mm	723 mm x 2535 mm
<i>Außen</i>	<i>Oben</i>
VSG aus 4 mm TVG	
0,76 mm PVB-Folie	8 mm ESG-H
4 mm TVG	
SZR 16 mm	SZR 16 mm
	VSG aus 8 mm Float
8 mm ESG-H	0,76 mm PVB-Folie
	8 mm Float
<i>Innen</i>	<i>Unten</i>

Vordachverglasung:

Pos. 3
723 mm x 2870 mm
<i>Oben</i>
8 mm Float
0,76 mm PVB-Folie
8 mm Float
<i>Unten</i>

2.5 Vorgehensweise

Die Spannungen und Verformungen der Scheiben werden mit Hilfe des Finite Elemente Programms "SJ MEPLA" der Firma SJ-Software, Aachen, berechnet.

verwendete Materialkenndaten:

Werkstoff	E-Modul in N/mm ²	Querkontraktionszahl
Float	70 000	0,23
ESG-H		

Bemessungswiderstände nach DIN 18008-2 (05:2020), 6.1:

VSG aus Float (kurze Belastungsdauer):	$\sigma_{R,d} = 34,7 \text{ N/mm}^2$
VSG aus Float (kurze Belastungsdauer, Randbereich):	$\sigma_{R,d} = 27,8 \text{ N/mm}^2$
VSG aus Float (mittlere Belastungsdauer):	$\sigma_{R,d} = 19,8 \text{ N/mm}^2$
VSG aus Float (mittlere Belastungsdauer, Randbereich):	$\sigma_{R,d} = 15,8 \text{ N/mm}^2$
VSG aus Float (kurze Belastungsdauer):	$\sigma_{R,d} = 12,4 \text{ N/mm}^2$
VSG aus Float (kurze Belastungsdauer, Randbereich):	$\sigma_{R,d} = 9,9 \text{ N/mm}^2$
ESG-H:	$\sigma_{R,d} = 80,0 \text{ N/mm}^2$
VSG aus TVG:	$\sigma_{R,d} = 51,3 \text{ N/mm}^2$

2.6 Auflagersituation

Die Vertikalverglasungen werden allseitig durchgehend linienförmig und einspannungsfrei gelagert. Der Glaseinstand beträgt für nicht absturzsichernde Elemente mindestens 10 mm.

Die Überkopfverglasungen aus Isolierglas werden allseitig durchgehend linienförmig und einspannungsfrei gelagert. Der Glaseinstand beträgt für zu Reinigungszwecken und Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen mindestens 12 mm.

Die Vordachverglasungen werden an den langen Kanten durchgehend linienförmig und einspannungsfrei gegenüber Druck- und Soglasten gelagert. Die kurzen Kanten werden zusätzlich gegenüber Drucklasten gelagert. Der Glaseinstand beträgt für zu Reinigungszwecken und Instandhaltungsmaßnahmen betretbare Verglasungen mindestens 12 mm. An den kurzen Kanten fällt das Drucklager deutlich größer aus, da hier die Auflagerbreite = der Profilbreite ist.

Bezüglich der Steifigkeit der Rahmenprofile sind die Vorgaben der Ausschreibung und der DIN 18008-2, 4.3, zu beachten und einzuhalten. Für den Nachweis der Verglasungen kann dann näherungsweise eine kontinuierliche starre Auflagerung vorausgesetzt werden.

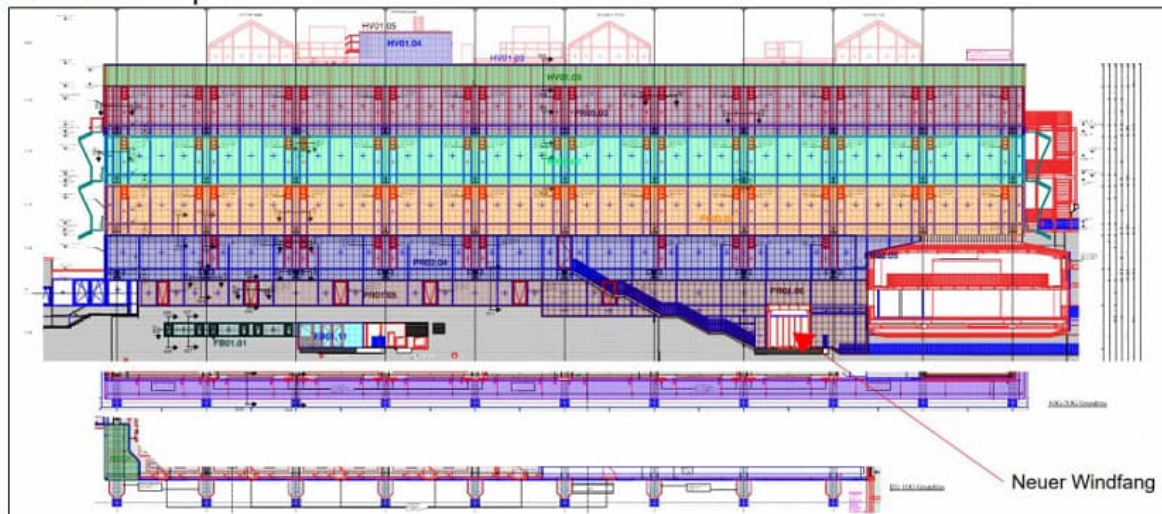
Unter Last- und Temperatureinwirkung darf kein Kontakt zwischen Glas und anderen harten Werkstoffen (z.B. Metall, Glas) auftreten.

Somit werden die Anforderungen an DIN 18008-2 und -6 erfüllt.

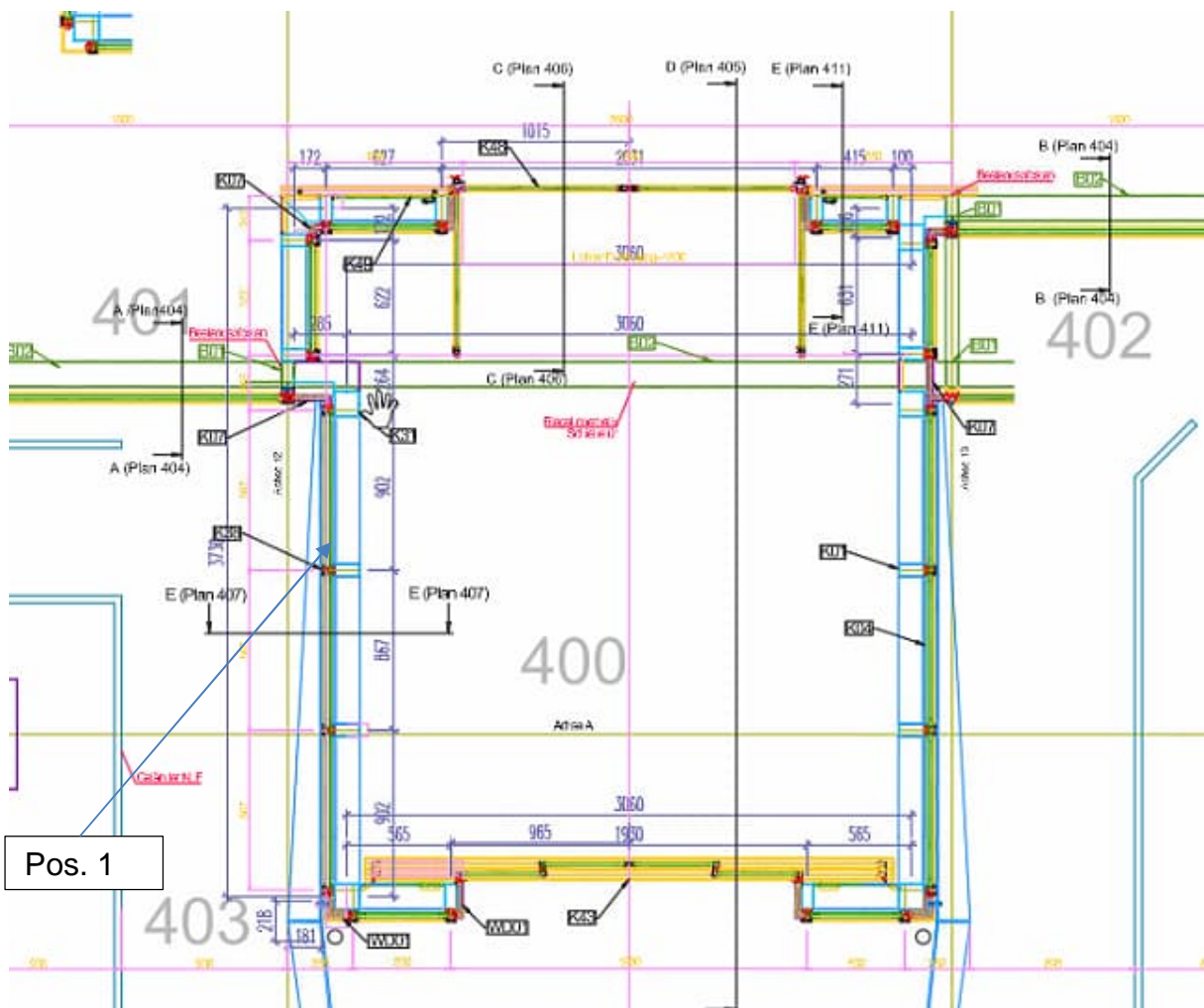
2.7 Zeichnungen

2.7.1 Ansicht West

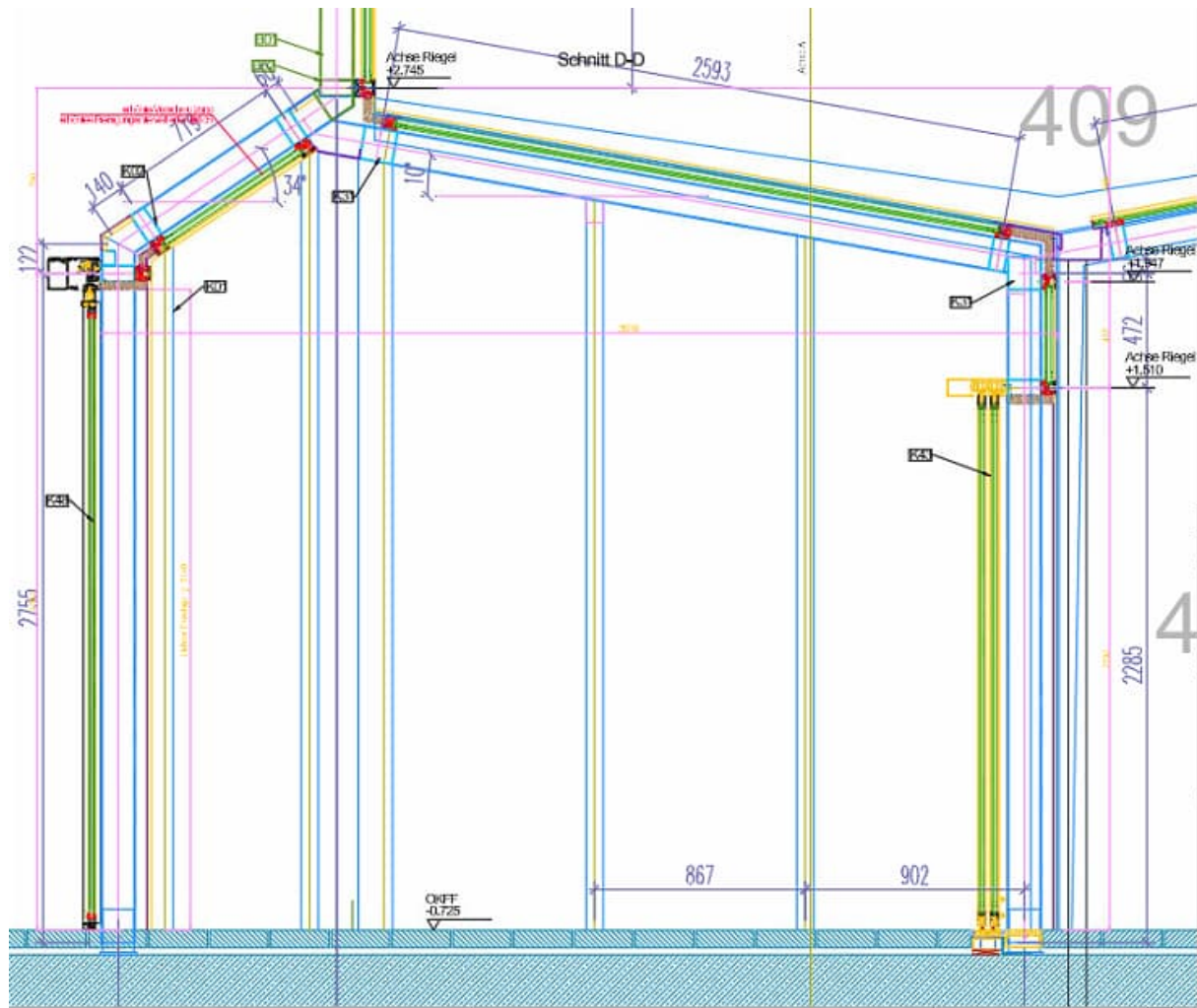
Ansicht West.pdf

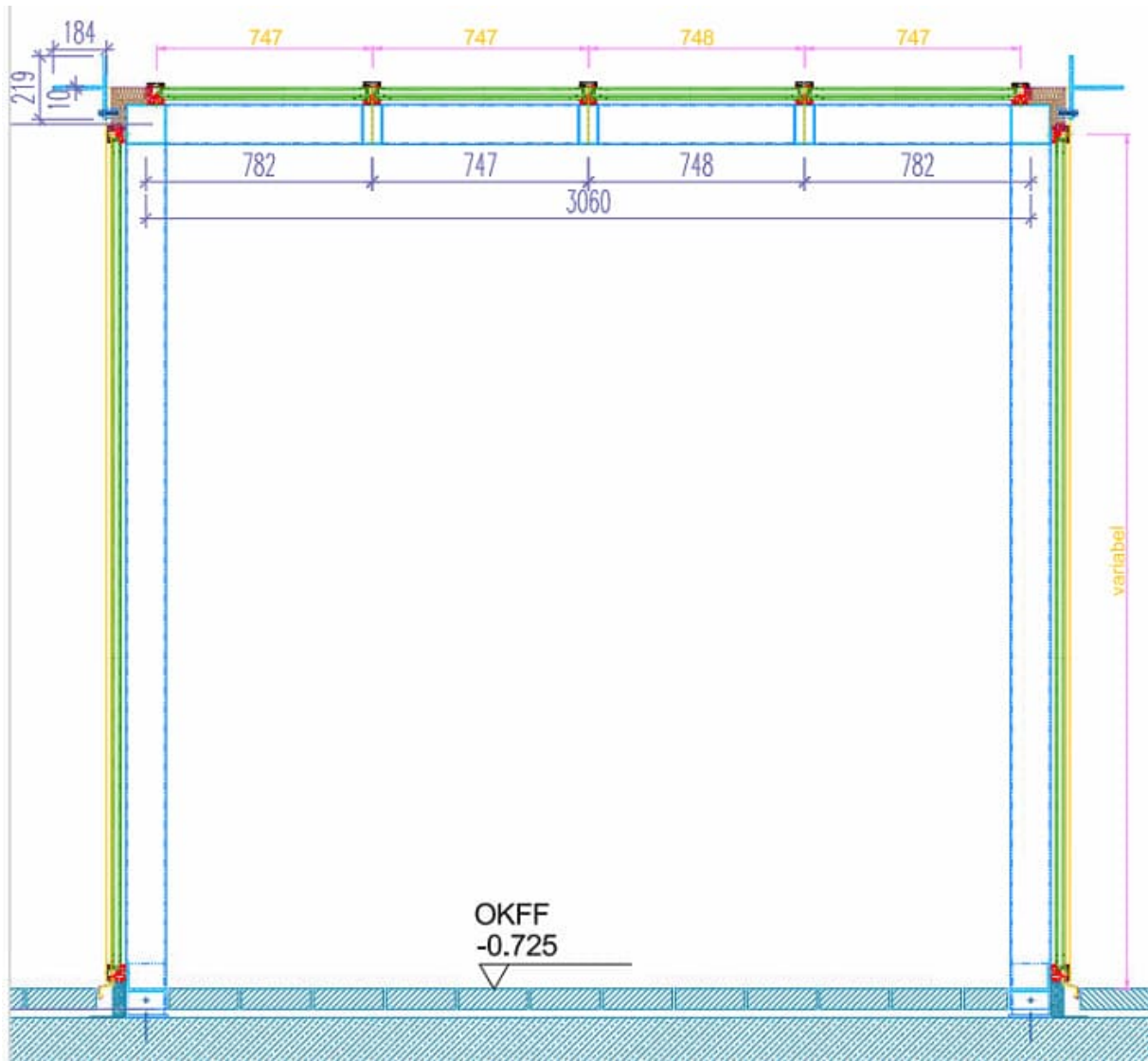


2.7.2 Horizontalschnitt durch Windfang

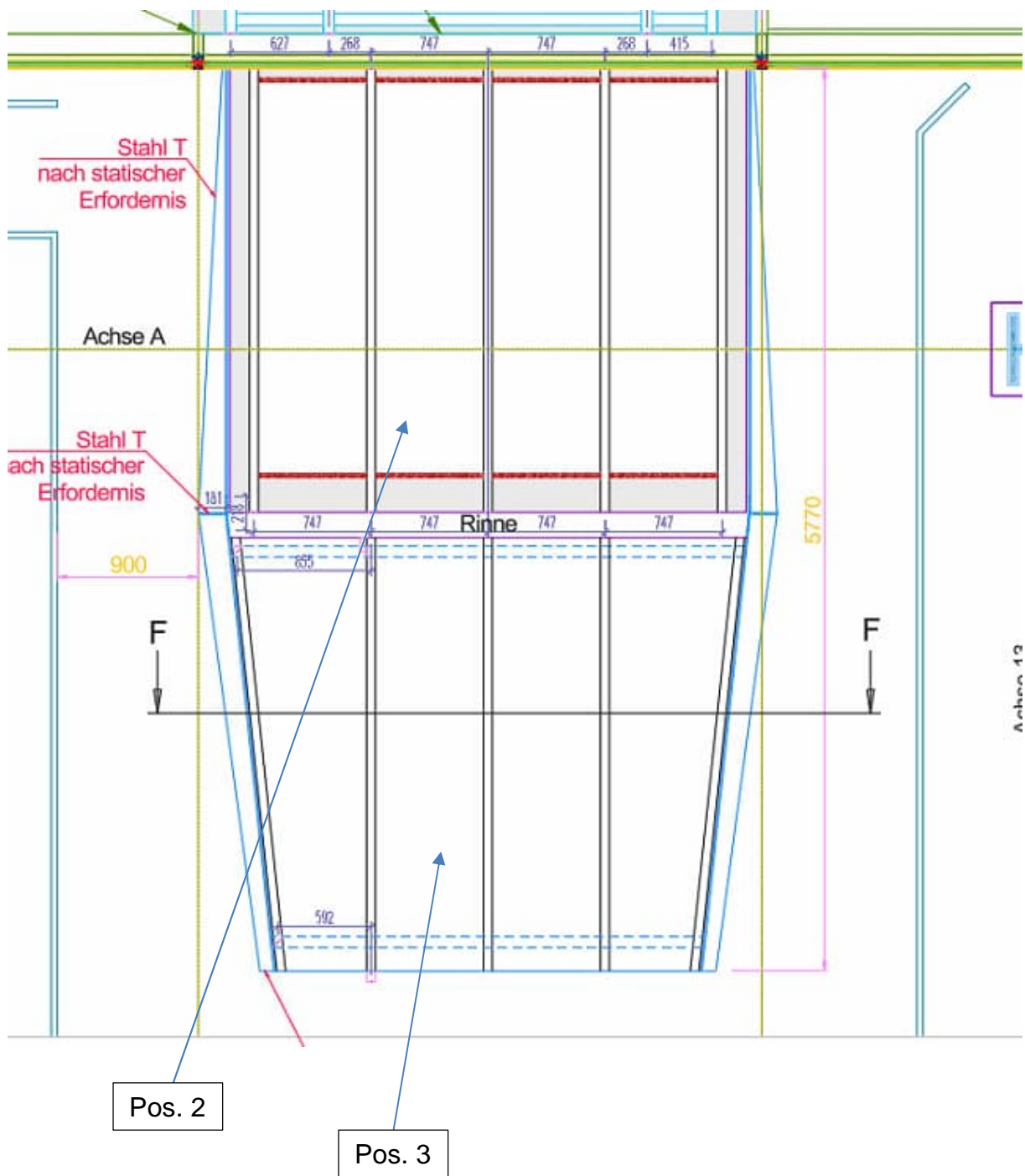


2.7.3 Vertikalschnitt





2.7.4 Draufsicht



2.8 Lastannahmen (charakteristische Lasten)

Die Teilsicherheitsbeiwerte lauten für

veränderliche Lasten: 1,5
ständige Lasten: 1,35

2.8.1 Eigengewicht (Pos. 2)

Flächengewicht von Glas: $F_G = 25 \frac{N}{mm * m^2}$

Glasdicke: $t = 24 \text{ mm}$

Flächenlast infolge Eigengewichts: $G = 600 \frac{N}{m^2}$

2.8.2 Eigengewicht (Pos. 3)

Flächengewicht von Glas: $F_G = 25 \frac{N}{mm * m^2}$

Glasdicke: $t = 16 \text{ mm}$

Flächenlast infolge Eigengewichts: $G = 400 \frac{N}{m^2}$

2.8.3 Windlast (2,0 m²) – Pos. 1

Winddruck: $q_{\text{Druck}} = 750 \text{ N/m}^2$
Windsog: $q_{\text{Sog}} = - 1080 \text{ N/m}^2$

2.8.4 Windlast (2,0 m²) – Pos. 2

Winddruck: $q_{\text{Druck}} = 160 \text{ N/m}^2$
Windsog: $q_{\text{Sog}} = - 1850 \text{ N/m}^2$

2.8.5 Windlast (Vordach) – Pos. 3

Winddruck:

$$q_{\text{Druck}} = 730 \text{ N/m}^2$$

Windsog:

$$q_{\text{Sog}} = - 780 \text{ N/m}^2$$

2.8.6 Holmlast – Pos. 1

Holmlast:

$$p_{\text{Holm}} = 1000 \text{ N/m}$$

Die Holmlast wird auf einer Höhe von 0,9 m angesetzt.

2.8.7 Klimalasten

Die Klimalasten werden programmintern angesetzt.

2.8.8 Windlastermittlung

1. Basisdaten

BAUVORHABEN:	Rathaus Bocholt		
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:	Bocholt, Stadt		
AMTL. GEMEINDESchlüssel:	05554008		
TYP:	Stadt		
Landkreis:	Borken		
Bundesland:	Nordrhein-Westfalen		
ERDBEBENWARNUNG:	keine Erdbebengefährdung nach EC8		
HÖHE ÜBER NN:	25 m		
WINDZONE:	2	⇒	$v_{b,0} = 25.00 \text{ m/s}$
SCHNEELASTZONE:	1	⇒	$s_k = 0.65 \text{ kN/m}^2$

2. Windlasten

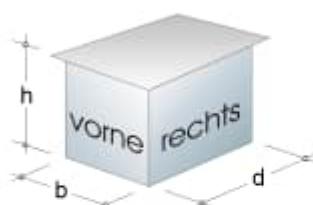
Lage: Geländekategorie III Topographie: Regelfall

2.1 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

$$q(z) = 1.5 \cdot q_{\text{ref}} \quad \text{für} \quad z < 8 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad q(h) = q(22.85) = 0.81 \text{ kN/m}^2$$

$$q(z) = 1.6 \cdot q_{\text{ref}} \left(\frac{z}{10} \right)^{0.31} \quad \text{für} \quad 8 \text{ m} < z < 300 \text{ m}$$

2.2 Eingangsdaten



Gebäudemodell:

Typ: Flachdach

h = 22.85 m

b = 36.60 m

d = 50.50 m

Dachrand: scharfkantig

Lage: Geländekategorie III

Topographie: Regelfall

Dachüberstände	vorne	rechts	hinten	links
in m	0.00	0.00	0.00	0.00

2.3 Wind von vorne

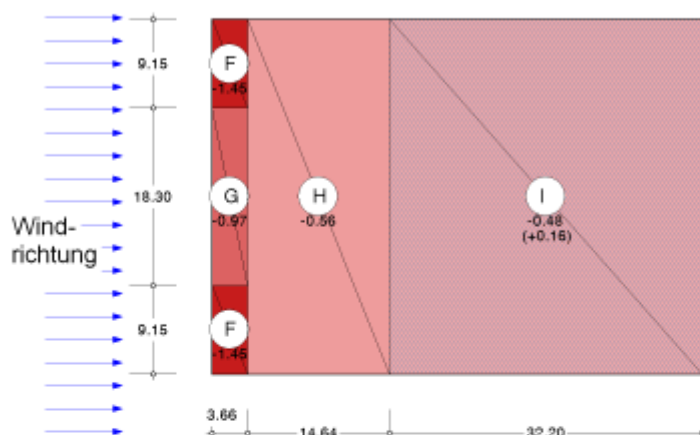
Kennwerte: $e = \min(b, 2h) = 36.60 \text{ m}$ Typ: $e < d$ $h/d = 0.45$



2.3.1 Belastung der Dachfläche (Wind von vorne)

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

Bereich	F	G	H	I	Bemerkung
$c_{pe,10}$	-1.80	-1.20	-0.70	-0.60	interpoliert
alternativ	-	-	-	+0.20	interpoliert
Ordinaten	-1.45	-0.97	-0.56	-0.48	kN/m²
alternativ	-	-	-	+0.16	kN/m²



2.3.2 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 = $c_{pe,Ai} \cdot q(h)$. Im Bereich I unterscheiden sich die Werte für $c_{pe,1}$ und $c_{pe,10}$ nicht. Die Windlasten können für diesen Bereich der vorangegangenen Tabelle entnommen werden.

Bereich	F	G	H	Bemerkung
Lasteinzugsfläche $A_i = 2.00 \text{ m}^2$				
$c_{pe,Ai}$	-2.29	-1.76	-1.05	interpoliert
Ordinaten	-1.85	-1.42	-0.85	kN/m²

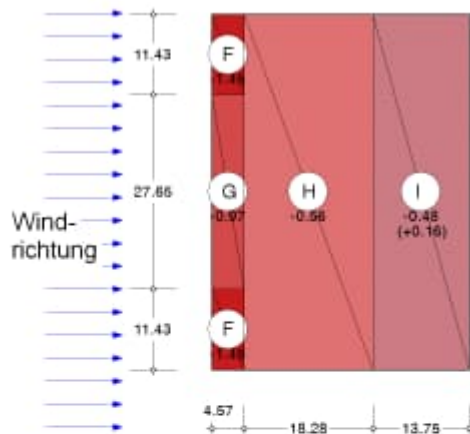
2.4 Wind von rechts

Kennwerte: $e = \min(d, 2h) = 45.70 \text{ m}$ Typ: $b \leq e \leq 5b$ $h/b = 0.62$

2.4.1 Belastung der Dachfläche (Wind von rechts)

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





2.5 Windlasten auf Vordach

Geometrie

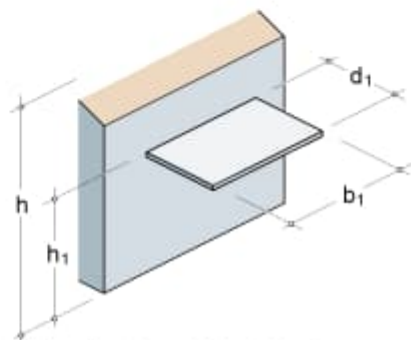
$$b_1 = 3.30 \text{ m}$$

$$d_1 = 5.00 \text{ m}$$

$$h_1 = 3.25 \text{ m}$$

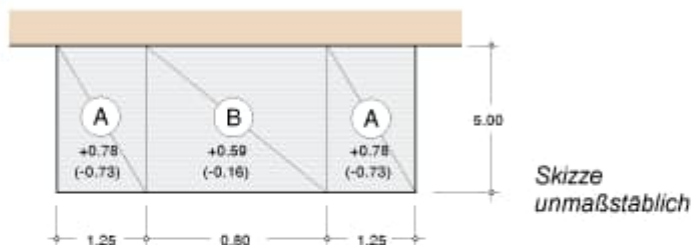
$$h = 22.85 \text{ m}$$

h ist die mittlere Höhe
des Hauptgebäudes



Die Lastermittlung erfolgt nach der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen vom Februar 2007 - Anlage 1.1/1 - Absatz 4.
Dies entspricht inhaltlich dem normativen Anhang NA.V des deutschen nationalen Anhangs DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 zu
Eurocode - und ist somit in Deutschland Euronorm.

$$e = \min (d_1/4, b_1/2) = 1.25 \text{ m} \quad q(h) = 0.81 \text{ kN/m}^2$$



Druckbeiwerte und Lastordinaten für Vordächer				
Lastrichtung	abwärts (+)	aufwärts (-)		
Bereich	A	B	A	B
$c_{p,net}$	+0.97	+0.73	-0.90	-0.20
Ordinaten	+0.78	+0.59	-0.73	-0.16

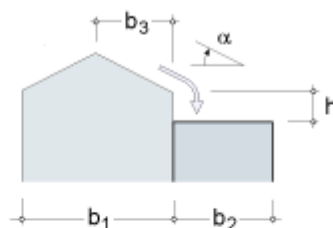
interpoliert
kN/m²

$$\text{Ordinate} = c_{p,net} q(h)$$

3. Schneelasten

3.1 Belastung aus Höhengsprung

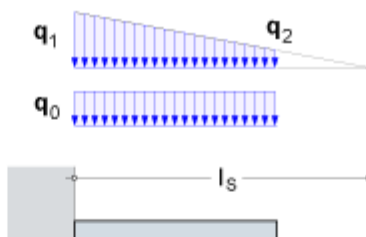
$$\begin{aligned}h &= 19.60 \text{ m} \\b_1 &= 36.60 \text{ m} \\b_2 &= 5.00 \text{ m} \\b_3 &= 18.30 \text{ m} \\\alpha &= 0.00^\circ\end{aligned}$$



Länge	$l_s = 5 \leq 2h \leq 15$	= 15.00 m
abrutschende Schneelast	$\mu_s = 0.8 b_3 / l_s$	= 0.00
Verwehung	$\mu_{W1} = (b_1 + b_2) / 2h$	= 1.06
(mit $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$)	$\mu_{W2} = \gamma h / s_k$	= 60.31
	$\mu_W = \min(\mu_{W1}, \mu_{W2})$	= 1.06
gesamt	$\mu_h = \mu_{\min} \leq \mu_s + \mu_W \leq \mu_{\max}$	= 1.06
Lastordinaten	$q_0 = \mu_1(0) s_k$	= <u>0.52 kN/m²</u>
	$q_1 = \mu_h s_k - q_0$	= <u>0.17 kN/m²</u>

Prinzipiskizze

$$\begin{aligned}q_2 &= \frac{q_1}{l_s} (l_s - b_2) \\&= \underline{0.11 \text{ kN/m}^2}\end{aligned}$$



2.9 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:

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

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

- Klimalasten ein Bemessungswiderstand ermittelt von:

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

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

- Höhenunterschied ein Bemessungswiderstand ermittelt von:

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

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

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 $\gamma_M = 1,8$ 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	$f_{g,k}$	45×10^6 Pa ^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.

2.10 Ermittlung des Bemessungswiderstands – ESG

Laut DIN 18008-1 wird für die Festigkeit von ESG (nach DIN 14179-1) ein Widerstand ermittelt von:

ESG-H:

$$R_d = (k_c \cdot f) / \gamma_M = (1,0 \cdot 120 \text{ N/mm}^2) / 1,5 = 80,0 \text{ N/mm}^2$$

R_d der Bemessungswert des Tragwiderstands;

k_c der Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Konstruktion. Sofern in den nachfolgenden Normteilen nichts anderes angegeben wird, gilt $k_c = 1,0$;

f_k der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit (siehe Abschnitt 5);

γ_M der Materialteilsicherheitsbeiwert. Für thermisch vorgespannte Gläser ist $\gamma_M = 1,5$ zu verwenden.

Tabelle 6: Werte der mechanischen Festigkeit von thermisch vorgespanntem Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas

Glasart	Werte der mechanischen Festigkeit N/mm ²
Float: – klar – in der Masse eingefärbt – beschichtet	120
emailliertes Floatglas (emaillierte Oberfläche unter Spannung)	75
Ornamentglas, gezogenes Floatglas	90

2.11 Ermittlung des Bemessungswiderstands – TVG

Laut DIN 18008-1 wird für die Festigkeit von TVG (mit allgemein bauaufsichtlicher Zulassung) ein Widerstand ermittelt von:

VSG aus TVG:

$$R_d = 1,1 \cdot k_c \cdot f_k / 1,5 = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 70 \text{ N/mm}^2 / 1,5 = 51,3 \text{ N/mm}^2$$

8.3.6 Der Bemessungswert des Tragwiderstandes gegen Spannungsversagen ist für thermisch vorgespannte Gläser vereinfachend wie folgt zu ermitteln:

$$R_d = \frac{k_c \cdot f_k}{\gamma_M} \quad (2)$$

Dabei ist

R_d der Bemessungswert des Tragwiderstands;

k_c der Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Konstruktion. Sofern in den nachfolgenden Normteilen nichts anderes angegeben wird, gilt $k_c = 1,0$;

f_k der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit (siehe Abschnitt 5);

γ_M der Materialteilsicherheitsbeiwert. Für thermisch vorgespannte Gläser ist $\gamma_M = 1,5$ zu verwenden.

Der charakteristische Wert der Biegezugfestigkeit von TVG lautet: 70 N/mm²

Zusätzlich gilt :

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

2.12 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.

Bei Horizontalverglasung muss nach DIN 18008 eine Verformungsgrenze von l/100 eingehalten werden.

3 Nachweis Pos. 1

3.1 Ohne Schubverbund (Anlage 1)

3.1.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
 2 TVG
 1 ESG

----- k_mod (K) -----
 Paket g w s l q Δp ΔT ΔH
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 1 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

	(A)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
Paket	fk	γ _M	D	E	F	G	k _z	k _c	VSG k _{vsg}
2	70.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	✓ 1.10
1	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	— 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

- Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.740	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	1.080 [kN/m²]
q(1) = Linienlasten		1.00 [kN/m]
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)		-300.0 [m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)		50.0 [m]
	p _a	p _{1i} p _{2i} p _{3i} 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 29.0 29.0 29.0

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
2	3	(oben)	Feld	14	14.72	51.33	28.68	✓
		(unten)	Feld	11	14.02	51.33	27.31	✓
2	1	(oben)	Feld	14	14.72	51.33	28.68	✓
		(unten)	Feld	11	14.02	51.33	27.31	✓
1	1	(oben)	Feld	7	22.39	80.00	27.99	✓
		(unten)	Feld	6	9.90	80.00	12.37	✓

3.1.2 Auswertung

Außenscheibe: Die maximale Auslastung von 28,7 % entsteht bei Lastfall 14 ($0,9 \cdot \text{Windsog} + 1,05 \cdot \text{Holmlast} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Sommer}$).

Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung ($14,7 \text{ N/mm}^2$).

Innenscheibe Die maximale Auslastung von 28,0 % entsteht bei Lastfall 7 ($1,5 \cdot \text{Windsog} + 1,05 \cdot \text{Holmlast} + 0,9 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$).

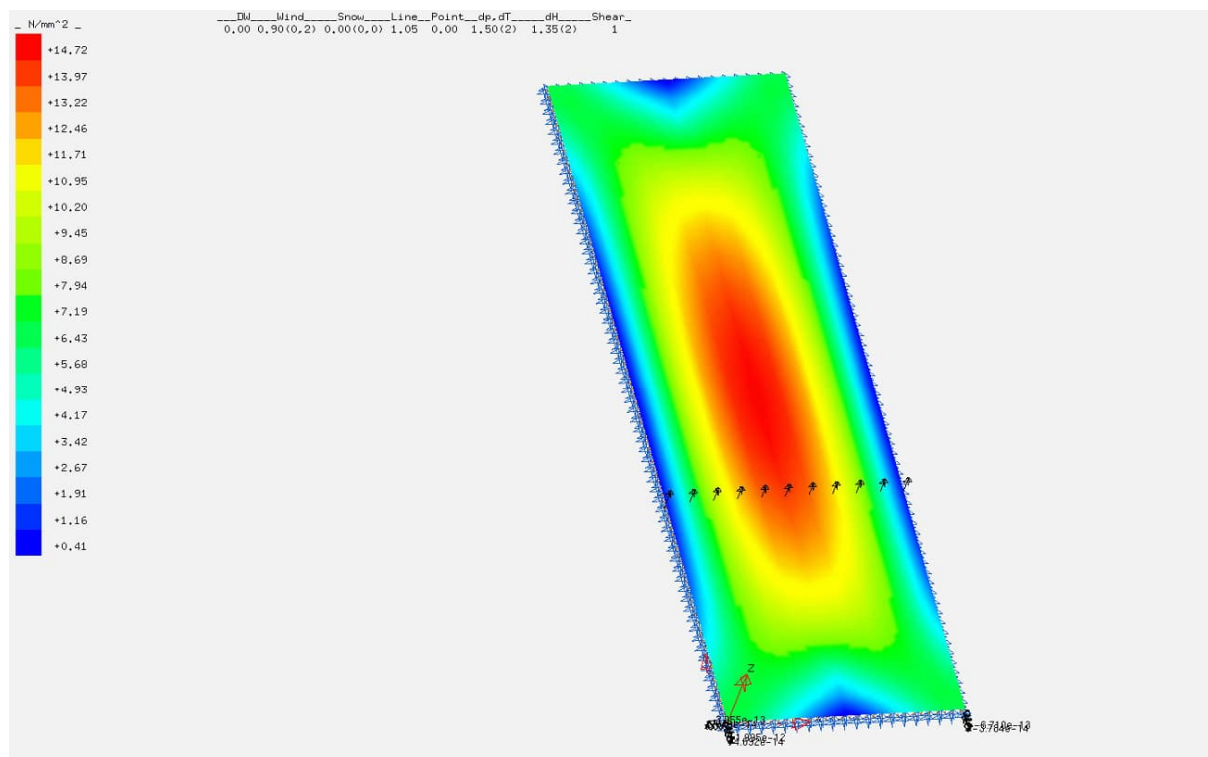
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung ($22,4 \text{ N/mm}^2$).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

3.1.3 Grafische Auswertung

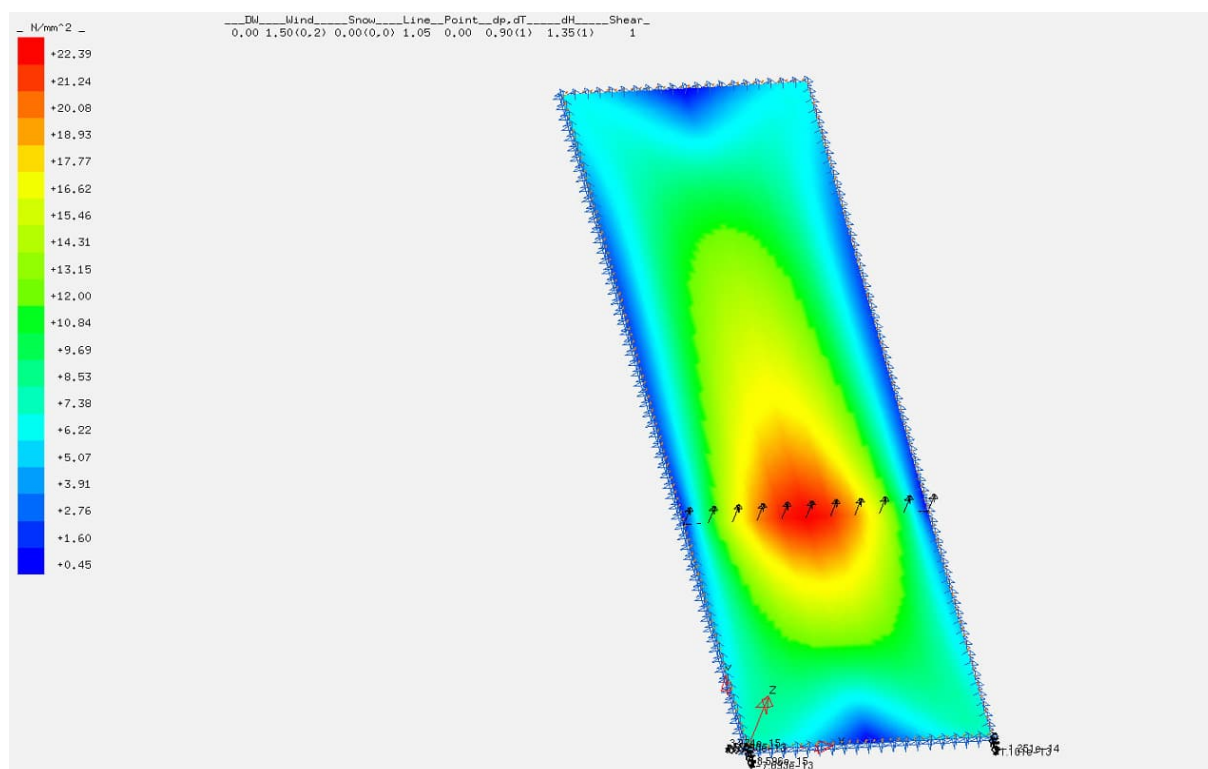
3.1.3.1 Außenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 14)

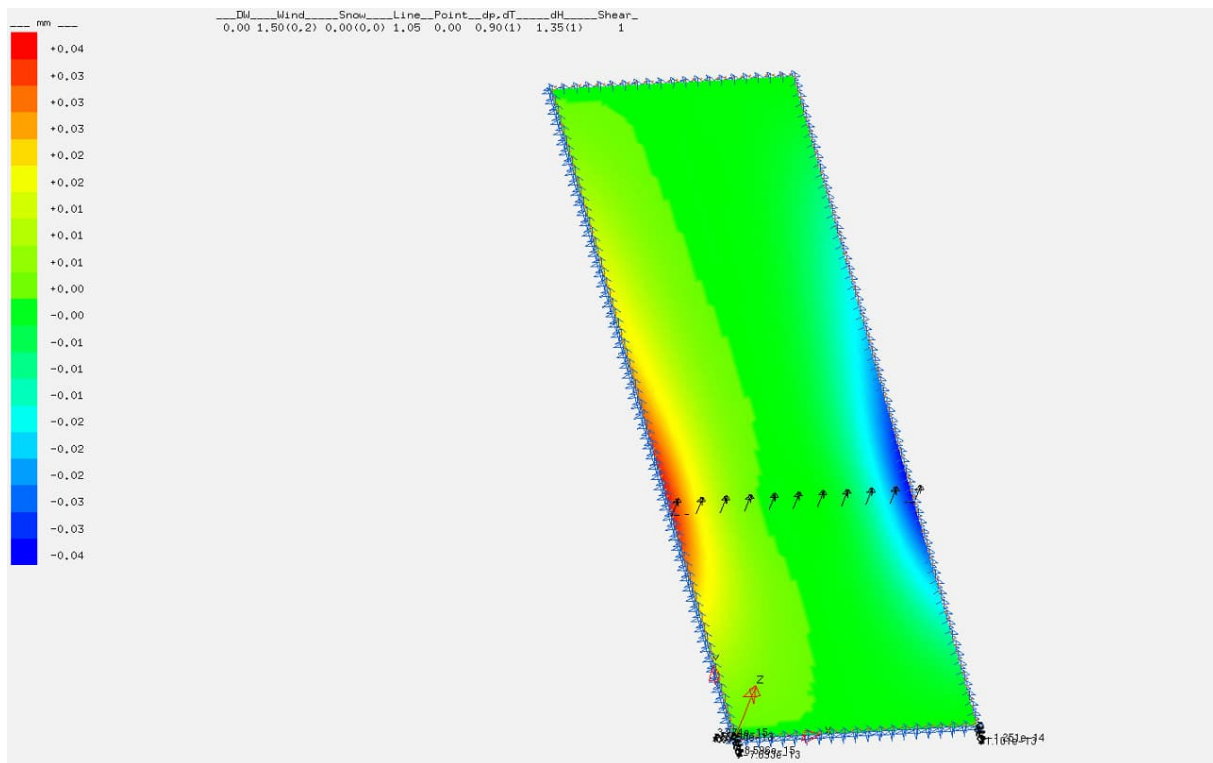


3.1.3.2 Innenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 7)



3.1.3.3 Scheibenverkürzung (LK 7)



Es kommt zu praktisch keiner Scheibenverkürzung (< 1 mm).

→ o.k.

3.2 Mit Schubverbund (Anlage 2)

3.2.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
 2 TVG
 1 ESG

----- k_mod (K) -----
 Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 1 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Paket	(A) fk	(C) Y_M	(D) D	(E) E	(F) F	(G) G	(H) k_z	(I) k_c	(J) VSG	(J) k_vsg
2	70.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	✓	1.10
1	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.10

Bemessungsformel:
 $R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$

- Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben				innen/unten		
w(1) = Wind	-0.740				0.000 [kN/m²]		
w(2) = Wind	0.000				1.080 [kN/m²]		
q(1) = Linienlasten					1.00 [kN/m]		
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)					-300.0 [m]		
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)					50.0 [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	29.0	29.0	29.0

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
2	3	(oben)	Feld	14	16.27	51.33	31.70	✓
		(unten)	Feld	11	2.64	51.33	5.15	✓
2	1	(oben)	Feld	14	2.72	51.33	5.29	✓
		(unten)	Feld	11	15.84	51.33	30.85	✓
1	1	(oben)	Feld	13	25.79	80.00	32.24	✓
		(unten)	Feld	12	15.41	80.00	19.26	✓

3.2.2 Auswertung

Außenscheibe: Die maximale Auslastung von 31,7 % entsteht bei Lastfall 14 ($0,9 \cdot \text{Windsog} + 1,05 \cdot \text{Holmlast} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Sommer}$).

Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung ($16,3 \text{ N/mm}^2$).

Innenscheibe Die maximale Auslastung von 32,2 % entsteht bei Lastfall 13 ($0,9 \cdot \text{Windsog} + 1,05 \cdot \text{Holmlast} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$).

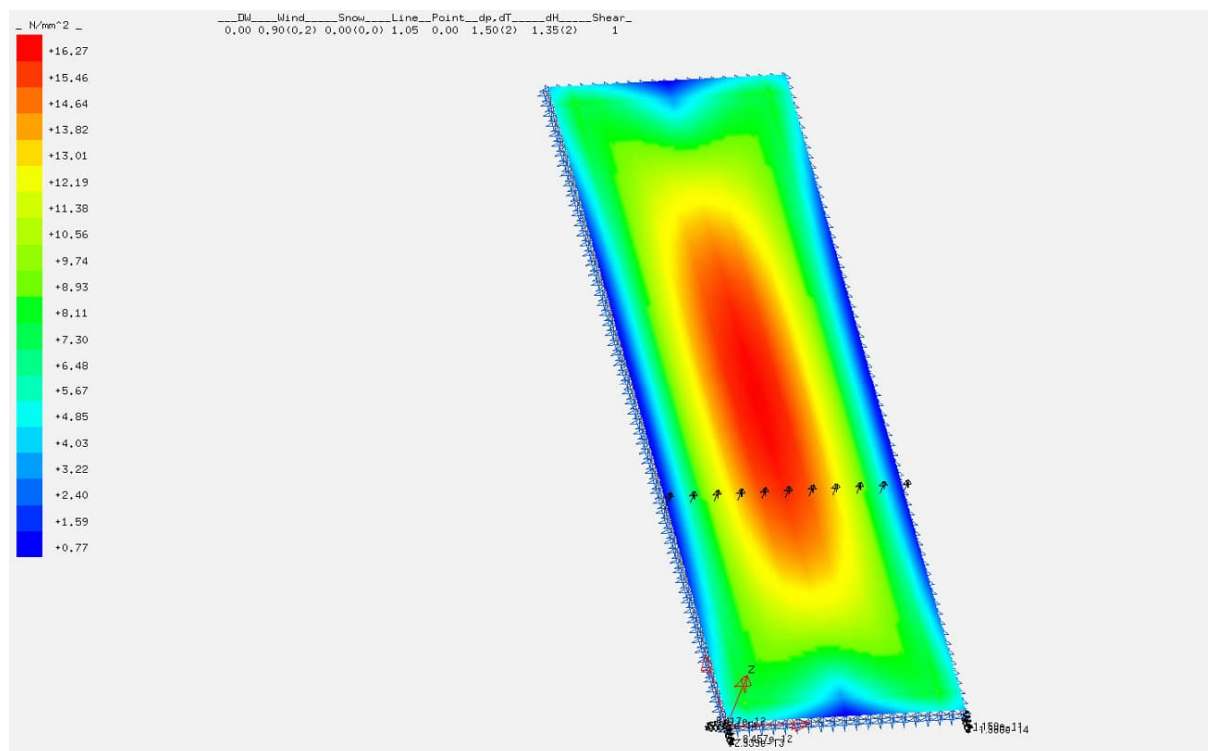
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung ($25,8 \text{ N/mm}^2$).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

3.2.3 Grafische Auswertung

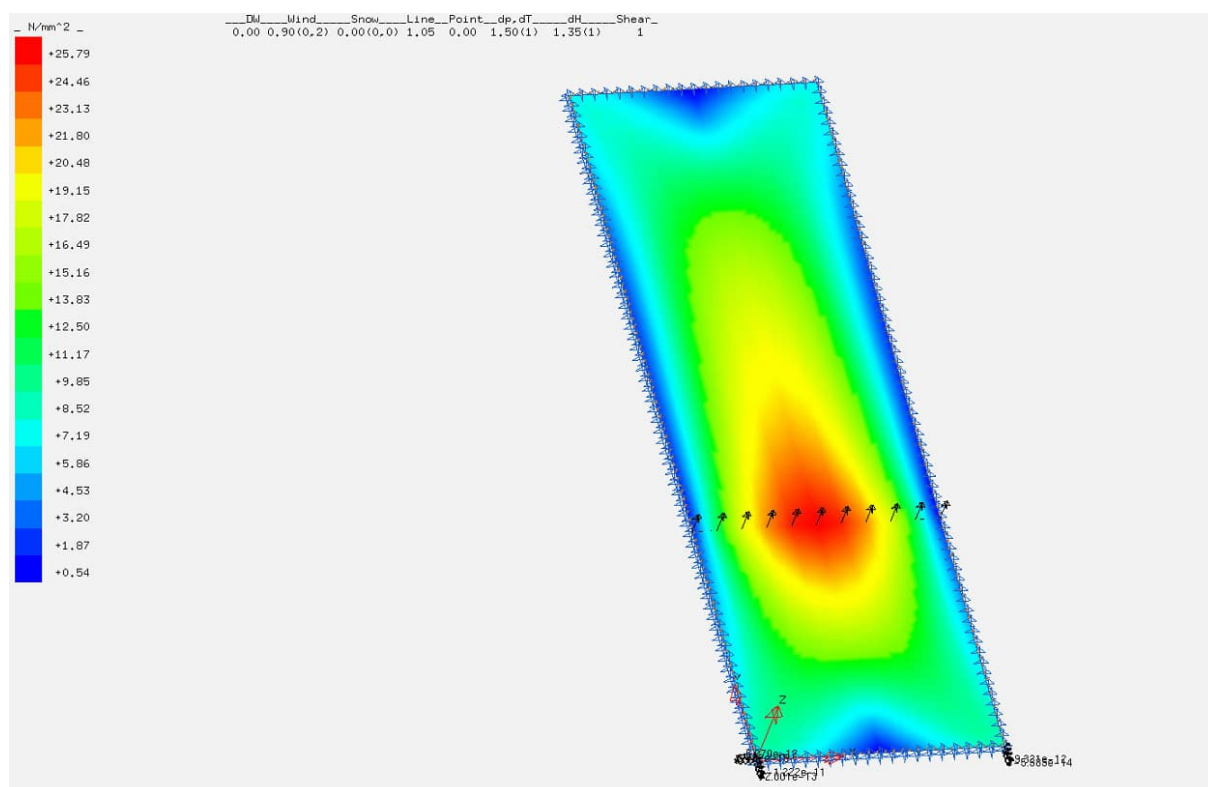
3.2.3.1 Außenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 14)



3.2.3.2 Innenscheibe

Max. Auslastung und Spannung (LK 13)



4 Nachweis Pos. 2

4.1 Flächenlasten – ohne Schubverbund (Anlage 2)

4.1.1 Nachweisprotokoll

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

Paket _____ Glasart _____
 2 ESG
 1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
 Paket _____ g _____ w _____ s _____ l _____ q _____ ΔpΔT _____ ΔH _____
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 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}
2	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	— 1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

• Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.160	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	1.850 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-1.300	[kN/m²]
g = Eigengewicht	α = 0.0°	
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)	-300.0	[m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)	50.0	[m]
	p _a	p _{1,i} p _{2,i} p _{3,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 29.0 29.0 29.0

LF	Beschreibung
1	1,35EG+0,9WD+1,5Schnee
2	1,35EG+1,5WD+0,75Schnee
3	1,35EG+1,5WD+0,75Schnee+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
4	1,35EG+0,9WD+0,9Schnee+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
5	1,35EG+0,9WD+1,5Schnee+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
6	0,9EG+1,5WS
7	0,9EG+1,5WS+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
8	0,9EG+0,9WS+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
9	0,9EG+1,5WS+0,9dPdT+1,35dH (Sommer)
10	0,9EG+0,9WS+1,5dPdT+1,35dH (Sommer)
11	1,35EG+1,5S+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
12	1,35EG+0,9S+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
13	1,35EG+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
14	1,35EG+1,5dPdT+1,35dH (Sommer)
15	1,35EG+1,35dH (Winter)

16 1,35EG+1.35dH (Sommer)
 17 EG+0,6WD+S
 18 EG+WD+0,5S
 19 EG+WD+0,5S+0,6dPdT+dH (Winter)
 20 EG+0,6WD+0,6S+dPdT+dH (Winter)
 21 EG+0,6WD+S+0,6dPdT+dH (Winter)
 22 0,9EG+WS
 23 0,9EG+WS+0,6dPdT+dH (Winter)
 24 0,9EG+0,6WS+dPdT+dH (Winter)
 25 0,9EG+WS+0,6dPdT+dH (Sommer)
 26 0,9EG+0,6WS+dPdT+dH (Sommer)

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima		Schub	Nachweis
1	1.35	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
2	1.35	1.50	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
3	1.35	1.50	0.75	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
4	1.35	0.90	0.90	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
5	1.35	0.90	1.50	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
6	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
7	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
8	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
9	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
10	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
11	1.35	0.00	1.50	0.00	0.00	0.90	1.35	1.00	GZT
12	1.35	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
13	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
14	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	1.00	GZT
15	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
16	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.00	GZT
17	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG
18	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG
19	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.60	1.00	1.00	GZG
20	1.00	0.60	0.60	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	GZG
21	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.60	1.00	1.00	GZG
22	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG
23	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	1.00	GZG
24	0.90	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	GZG
25	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	1.00	GZG
26	0.90	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	GZG

• Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 26

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_{grenz}	%	OK/NOK
2	1	(oben)	Feld	10	20.44	80.00	25.55	✓
		(unten)	Feld	4	27.74	80.00	34.68	✓
1	3	(oben)	Rand	2 14	4.34	15.84	27.40	✓
		(unten)	Rand	4 14	4.37	15.84	27.60	✓
1	3	(oben)	Feld	13	9.77	19.80	49.32	✓
		(unten)	Feld	14	11.05	19.80	55.80	✓
1	1	(oben)	Rand	2 14	4.34	15.84	27.40	✓
		(unten)	Rand	2 14	4.37	15.84	27.60	✓
1	1	(oben)	Feld	13	9.77	19.80	49.32	✓
		(unten)	Feld	14	11.05	19.80	55.80	✓

• Gebrauchstauglichkeit, GZG

Paket	Lastfall	x	y	mm	%	OK/NOK
2	26 (max)	361.50	1267.50	2.44	33.95	✓
	20 (min)	361.50	1267.50	-3.52	48.85	✓
1	24 (max)	361.50	1267.50	1.68	23.27	✓
	26 (min)	361.50	1267.50	-0.91	12.70	✓

4.1.2 Ergebnis

Außenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (34,7 %) tritt bei Lastfall 4 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,9 \cdot \text{Winddruck} + 0,9 \cdot \text{Schneelast} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$) mit 27,7 N/mm² auf.

Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (48,9 %) tritt bei Lastfall 20 ($\text{Eigengewicht} + 0,6 \cdot \text{Winddruck} + 0,6 \cdot \text{Schneelast} + \text{Klimalast} + \text{Höhenunterschied im Winter}$) mit 3,5 mm auf.

Innenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (55,8 %) tritt bei Lastfall 14 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Sommer}$) mit 11,1 N/mm² auf.

Die maximale Spannung (13,8 N/mm²) entsteht bei Lastfall 8 ($0,9 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,9 \cdot \text{Windsog} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$).

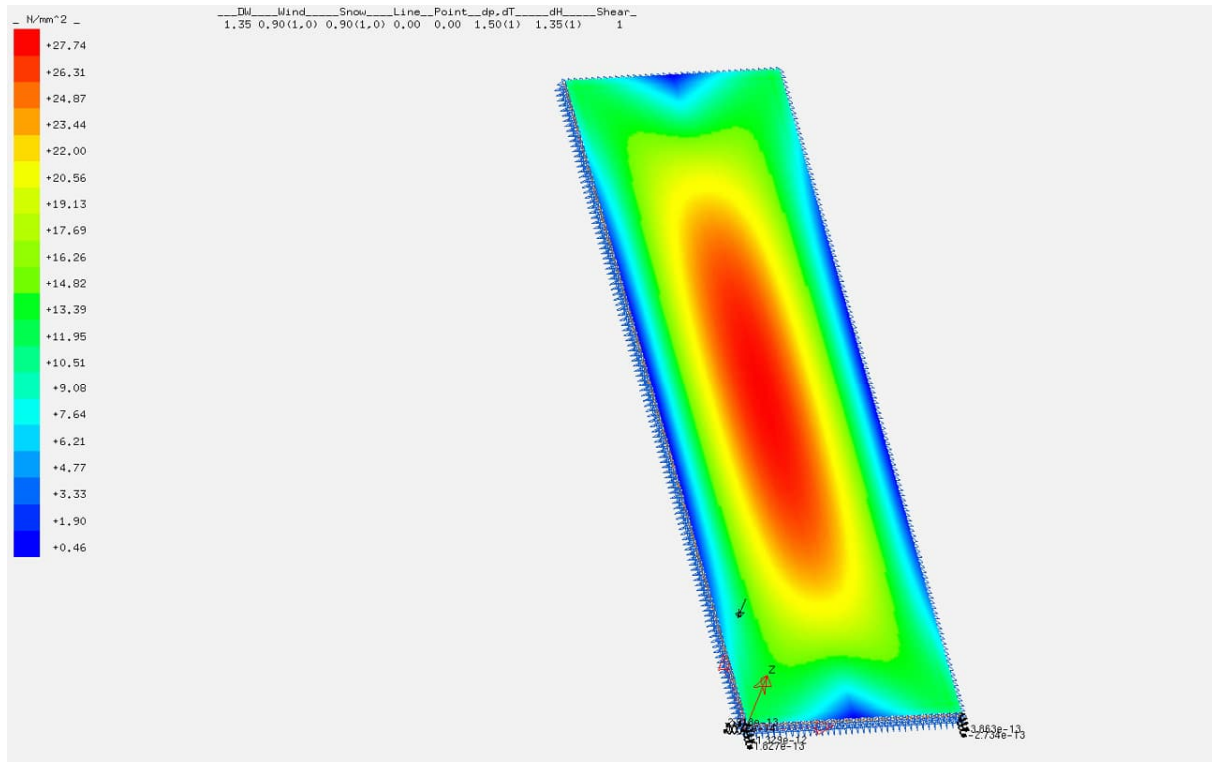
Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (23,3 %) tritt bei Lastfall 24 ($0,9 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,6 \cdot \text{Windsog} + \text{Klimalast} + \text{Höhenunterschied im Winter}$) mit 1,7 mm auf.

Alle Spannungen und Verformungen liegen unter den Bemessungswiderständen, bzw. zulässigen Verformungen

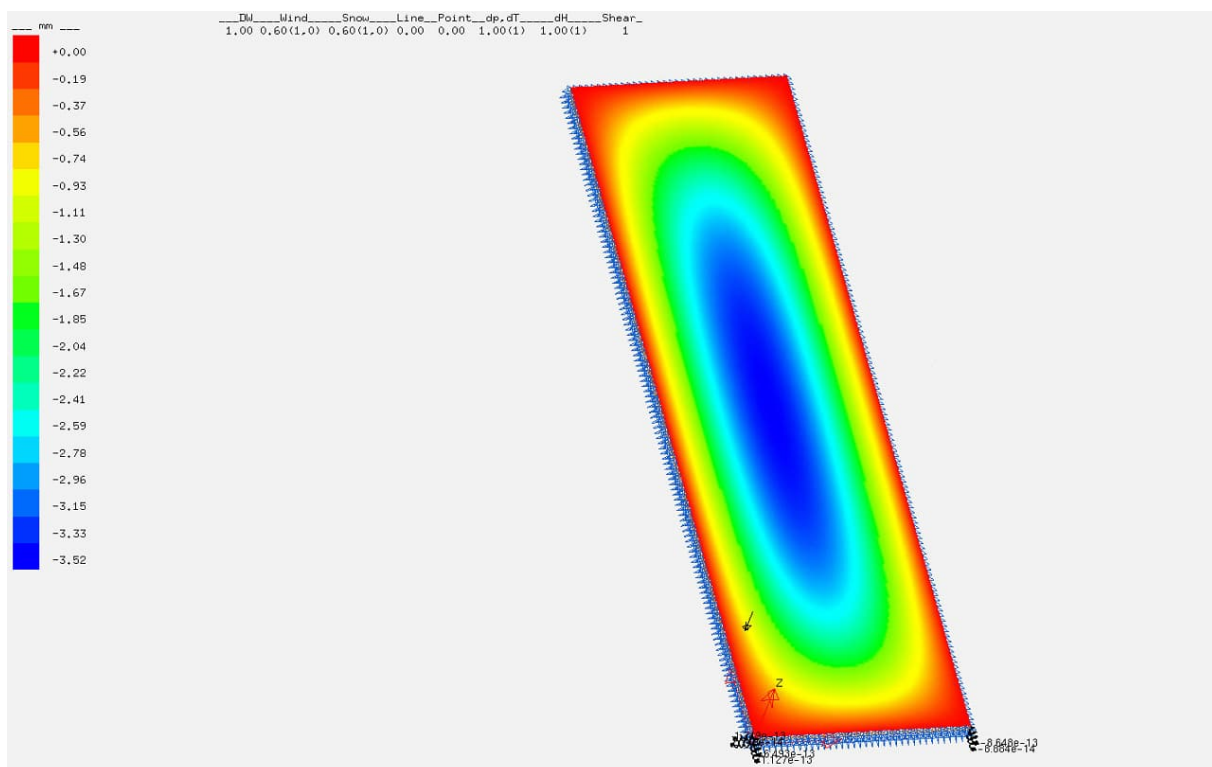
4.1.3 Grafische Darstellung

Außenscheibe:

Max. Auslastung und Spannung (LK 4):

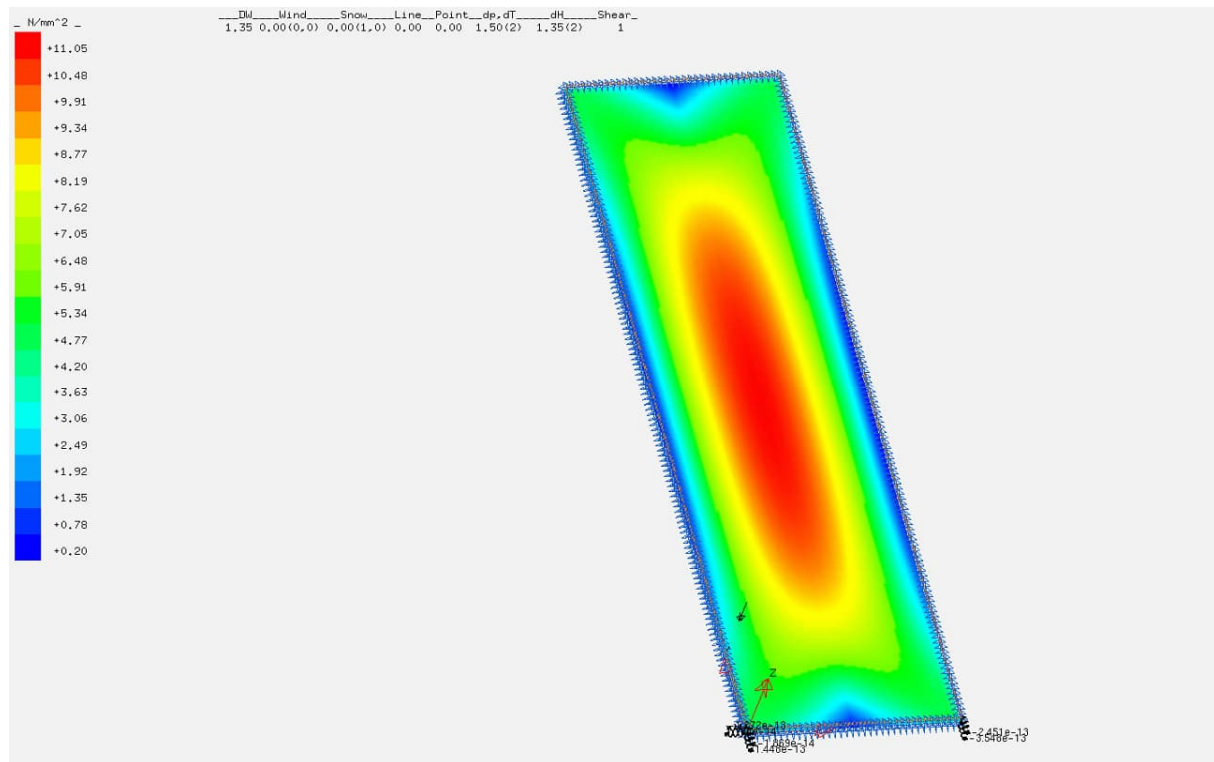


Max. Verformung (LK 20):

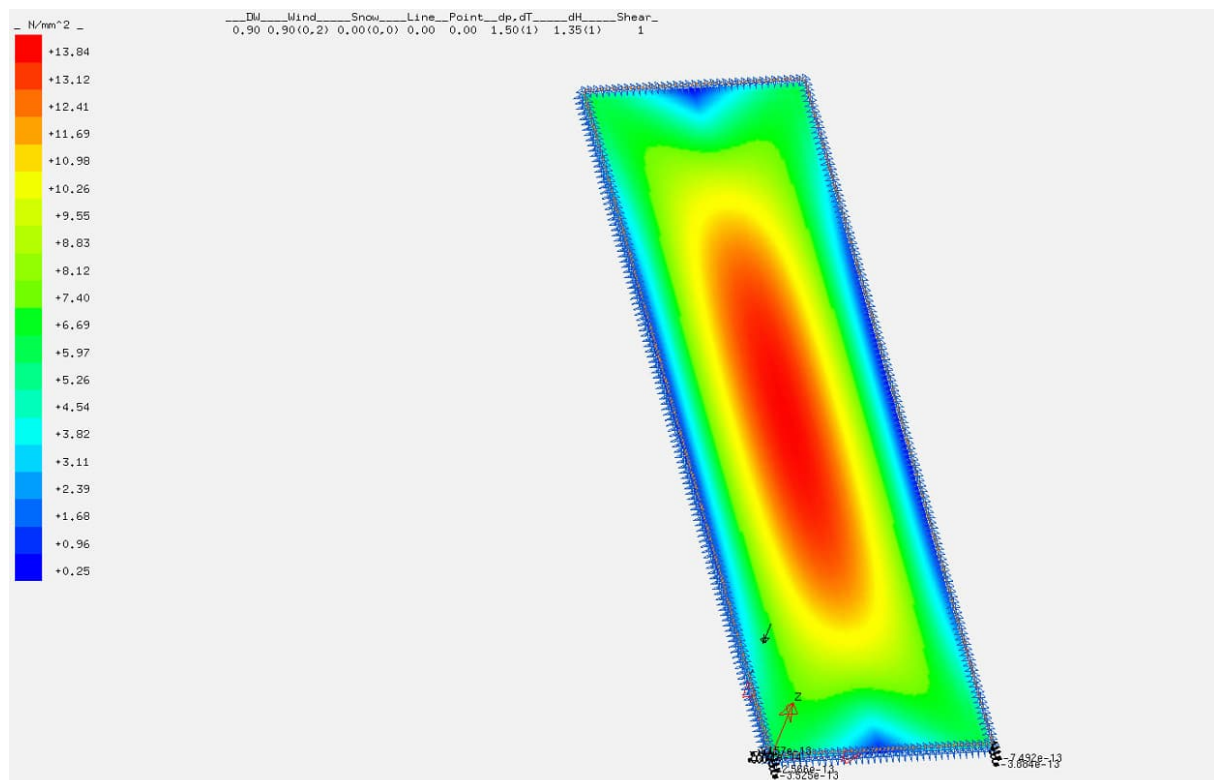


Innenscheibe:

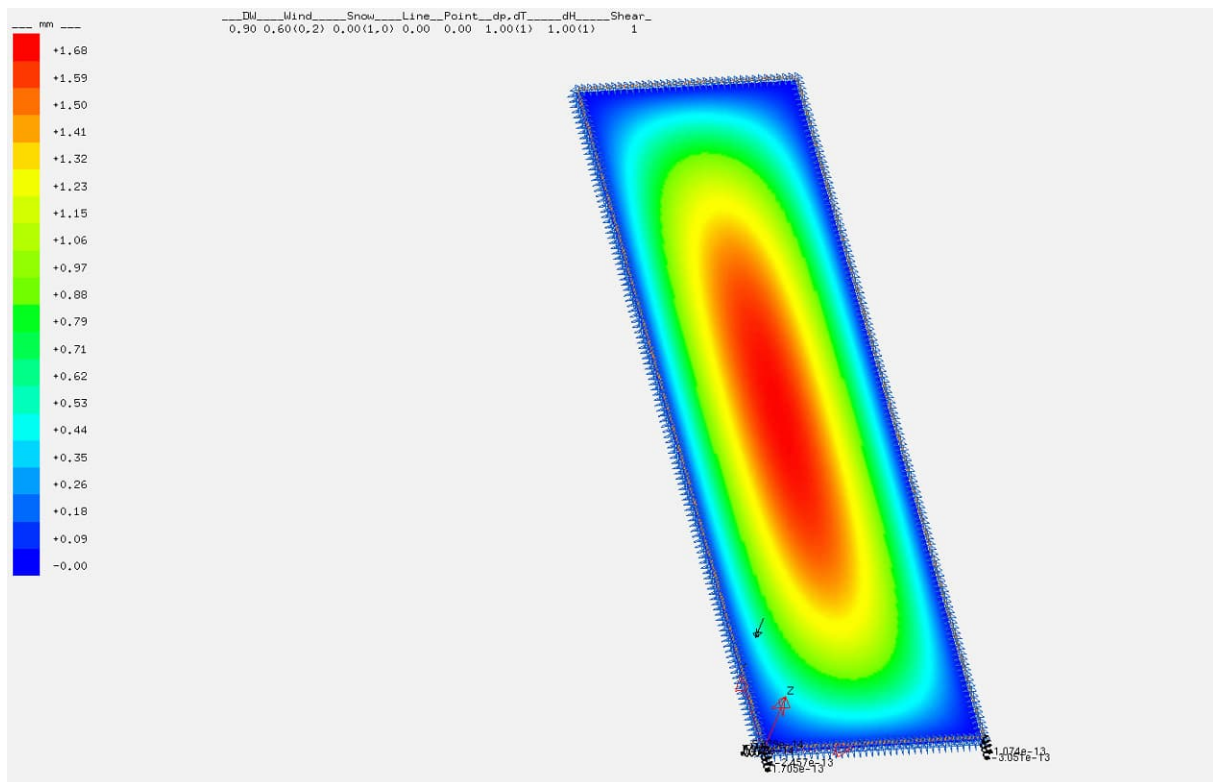
Max. Auslastung (LK 14):



Max. Spannung (LK 8):



Max. Verformung (LK 24):



4.2 Flächenlasten – Mit Schubverbund (Anlage 4)

4.2.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
 2 ESG
 1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
 Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 1 0.25 0.70 0.40 0.70 0.70 0.40 0.25

Paket	(A) fk	(C) Y_M	(D) D	(E) E	(F) F	(G) G	(H) k_z	(I) k_c	(J) VSG	(J) k_vsg
2	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10

Bemessungsformel:
 $R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$

- Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.160	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	1.850 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-1.300	[kN/m²]
g = Eigengewicht	α = 0.0°	
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)	-300.0	[m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)	50.0	[m]
	p_a	p1_i
	N/mm²	N/mm²
	p2_i	p3_i
	N/mm²	N/mm²
	ΔT1	ΔT2
	K	K
Δp, ΔT(1) = Winter (Vorgabe)	0.1030	0.0990
	0.0990	0.0990
	-25.0	-25.0
Δp, ΔT(2) = Sommer (Vorgabe)	0.1010	0.1030
	0.1030	0.1030
	29.0	29.0
	29.0	29.0

LF	Beschreibung
1	1,35EG+1,5WD+0,75Schnee+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
2	1,35EG+0,9WD+0,9Schnee+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
3	1,35EG+0,9WD+1,5Schnee+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
4	0,9EG+1,5WS+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
5	0,9EG+0,9WS+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
6	0,9EG+1,5WS+0,9dPdT+1,35dH (Sommer)
7	0,9EG+0,9WS+1,5dPdT+1,35dH (Sommer)
8	1,35EG+1,5S+0,9dPdT+1,35dH (Winter)
9	1,35EG+0,9S+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
10	1,35EG+1,5dPdT+1,35dH (Winter)
11	1,35EG+1,5dPdT+1,35dH (Sommer)
12	1,35EG+1,35dH (Winter)
13	1,35EG+1,35dH (Sommer)

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.35	1.50	0.75	0.00	0.00	0.90	1.35	100000000.00 GZT
2	1.35	0.90	0.90	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00 GZT

3	1.35	0.90	1.50	0.00	0.00	0.90	1.35	100000000.00	GZT
4	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	100000000.00	GZT
5	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00	GZT
6	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.90	1.35	100000000.00	GZT
7	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00	GZT
8	1.35	0.00	1.50	0.00	0.00	0.90	1.35	100000000.00	GZT
9	1.35	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00	GZT
10	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00	GZT
11	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.35	100000000.00	GZT
12	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	100000000.00	GZT
13	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	100000000.00	GZT

• Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 13

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_{grenz}	%	OK/NOK
2	1	(oben)	Feld	7	24.17	80.00	30.21	✓
		(unten)	Feld	2	32.14	80.00	40.17	✓
1	3	(oben)	Rand	4 11	1.90	15.84	11.97	✓
		(unten)	Rand	4 11	0.79	15.84	5.01	✓
1	3	(oben)	Feld	10	5.77	19.80	29.16	✓
		(unten)	Feld	11	0.75	19.80	3.81	✓
1	1	(oben)	Rand	2 10	0.71	15.84	4.50	✓
		(unten)	Rand	2 10	1.70	15.84	10.75	✓
1	1	(oben)	Feld	10	0.68	19.80	3.42	✓
		(unten)	Feld	11	6.43	19.80	32.46	✓

4.2.2 Ergebnis

Außenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (40,2 %) tritt bei Lastfall 2 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,9 \cdot \text{Winddruck} + 0,9 \cdot \text{Schneelast} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$) mit 32,1 N/mm² auf.

Innenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (32,5 %) tritt bei Lastfall 11 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Sommer}$) mit 6,4 N/mm² auf.

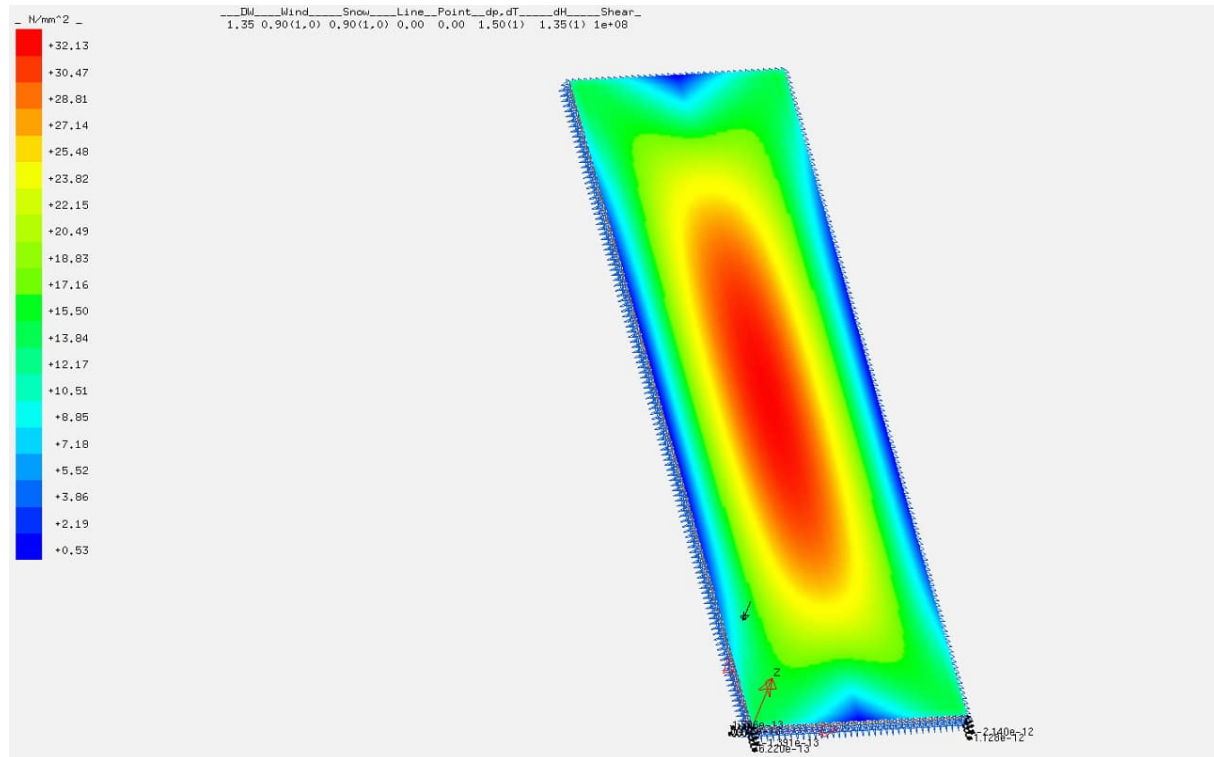
Die maximale Spannung (8,2 N/mm²) entsteht bei Lastfall 5 ($0,9 \cdot \text{Eigengewicht} + 0,9 \cdot \text{Windsog} + 1,5 \cdot \text{Klimalast} + 1,35 \cdot \text{Höhenunterschied im Winter}$).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

4.2.3 Grafische Darstellung

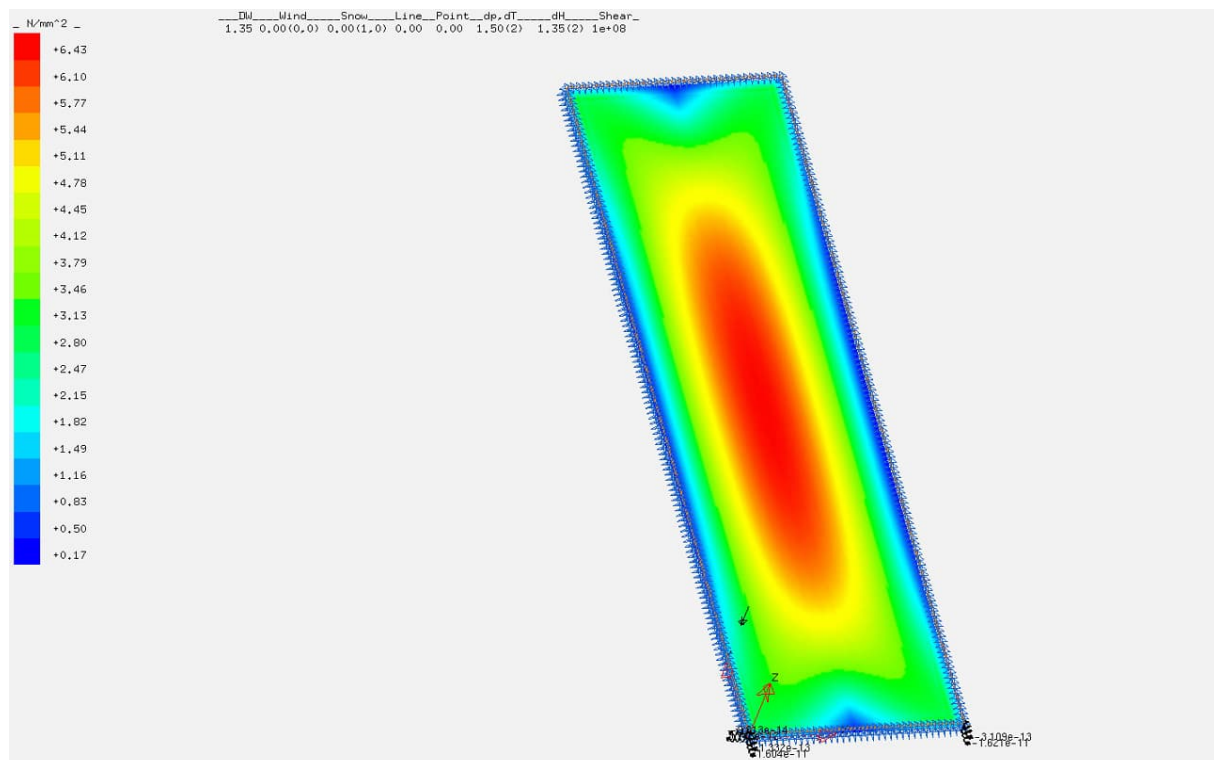
Außenscheibe:

Max. Auslastung und Spannung (LK 2):



Innenscheibe:

Max. Auslastung (LK 11):



4.3 Einzellast (Anlage 5)

4.3.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
 2 ESG
 1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
 Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 1 0.25 0.70 0.40 0.70 0.70 0.40 0.25

Paket	(A) fk	(C) Y_M	(D) D	(E) E	(F) F	(G) G	(H) k_z	(I) k_c	(J) VSG	(J) k_vsg
2	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓	1.10

Bemessungsformel:
 $R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$

- Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.260	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	2.990 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-2.040	[kN/m²]
p(1) = Punktlasten	-1.50	[kN]
g = Eigengewicht		α = 0.0°
ΔH(1) = Winter (Vorgabe)		-300.0 [m]
ΔH(2) = Sommer (Vorgabe)		600.0 [m]
	p_a N/mm²	p1_i N/mm²
	p2_i N/mm²	p3_i N/mm²
	ΔT1 K	ΔT2 K
	ΔT3 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 1,35EG+1,5*Punkt
 2 EG+Punkt

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	GZT
2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	GZG

- Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 2

- Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

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

Paket Glasart
 2 ESG
 1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
 Paket g w s l q Δp ΔT ΔH
 2 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
 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	Y_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG_k_vsg
2	120.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	— 1.10
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

• Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.260	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	2.990 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-2.040	[kN/m²]
p(1) = Punktlasten	-1.50	[kN]
g = Eigengewicht	α = 0.0°	
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 1,35EG+1,5*Punkt
 2 EG+Punkt

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.00	GZT
2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	GZG

• Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 2

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_grenz	%	OK/NOK
2	1	(oben)	Feld	1	7.34	80.00	9.17	✓
		(unten)	Feld	1	53.89	80.00	67.37	✓
1	3	(oben)	Rand	2	2.25	27.72	8.12	✓
		(unten)	Rand	2	2.26	27.72	8.17	✓
1	3	(oben)	Feld	1	2.43	34.65	7.00	✓
		(unten)	Feld	1	5.74	34.65	16.56	✓
1	1	(oben)	Rand	2	2.25	27.72	8.12	✓
		(unten)	Rand	2	2.26	27.72	8.17	✓
1	1	(oben)	Feld	1	2.43	34.65	7.00	✓
		(unten)	Feld	1	5.74	34.65	16.56	✓

- Gebrauchstauglichkeit, GZG

Paket	Lastfall	x	y	mm	%	OK/NOK
2	2 (max)	361.50	281.67	0.18	2.44	✓
	2 (min)	361.50	1267.50	-3.24	45.04	✓
1	2 (max)	0.00	0.00	0.00	0.00	✓
	2 (min)	361.50	1267.50	-0.73	10.14	✓

4.3.2 Ergebnis

Außenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (67,4 %) tritt bei Lastfall 1 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Einzellast}$) mit 53,9 N/mm² auf.

Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (45,0 %) tritt bei Lastfall 2 (Eigengewicht + Einzellast) mit 3,2 mm auf.

Innenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (16,6 %) tritt bei Lastfall 1 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Einzellast}$) mit 5,7 N/mm² auf.

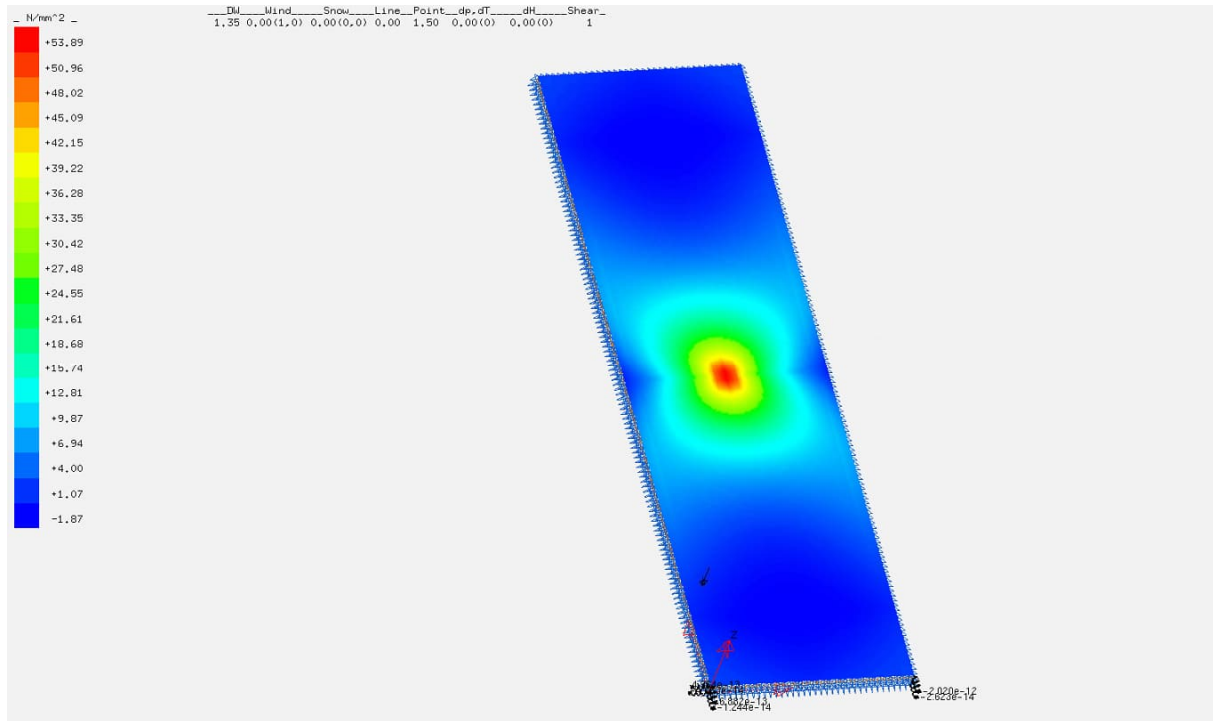
Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (10,1 %) tritt bei Lastfall 2 (Eigengewicht + Einzellast) mit 0,7 mm auf.

Alle Spannungen und Verformungen liegen unter den Bemessungswiderständen, bzw. zulässigen Verformungen.

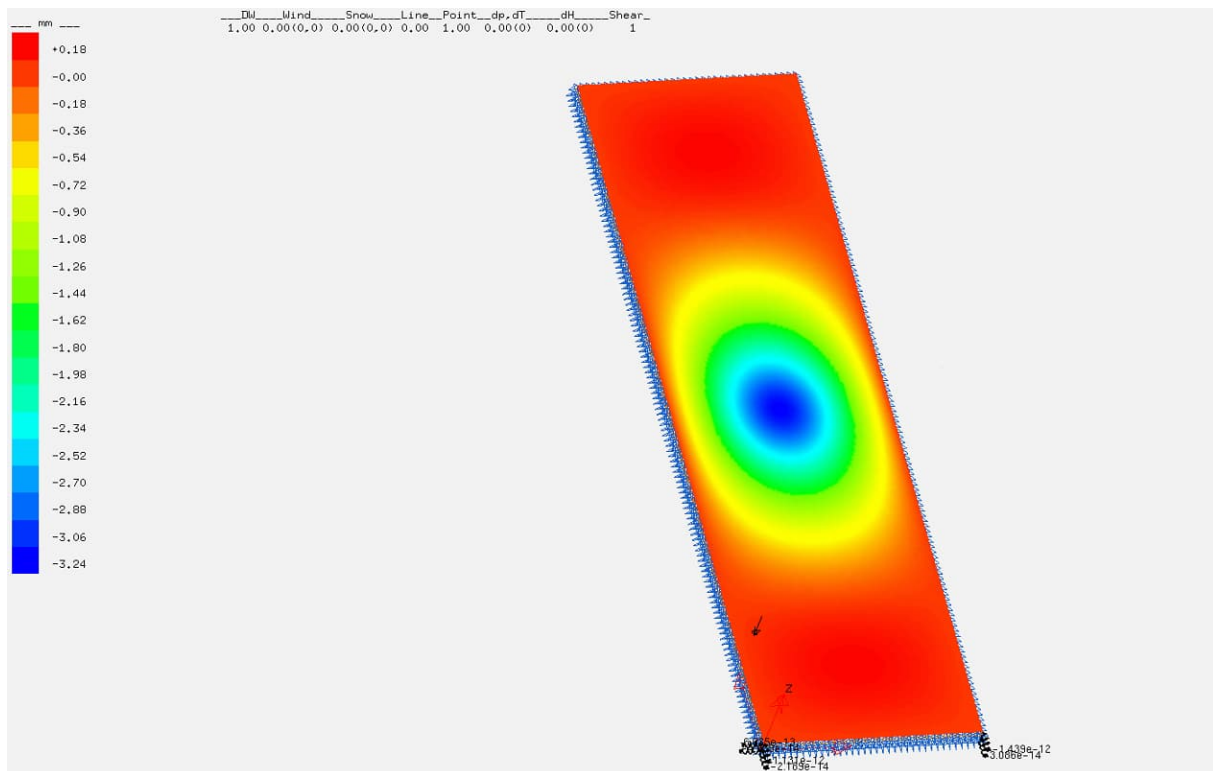
4.3.3 Grafische Darstellung

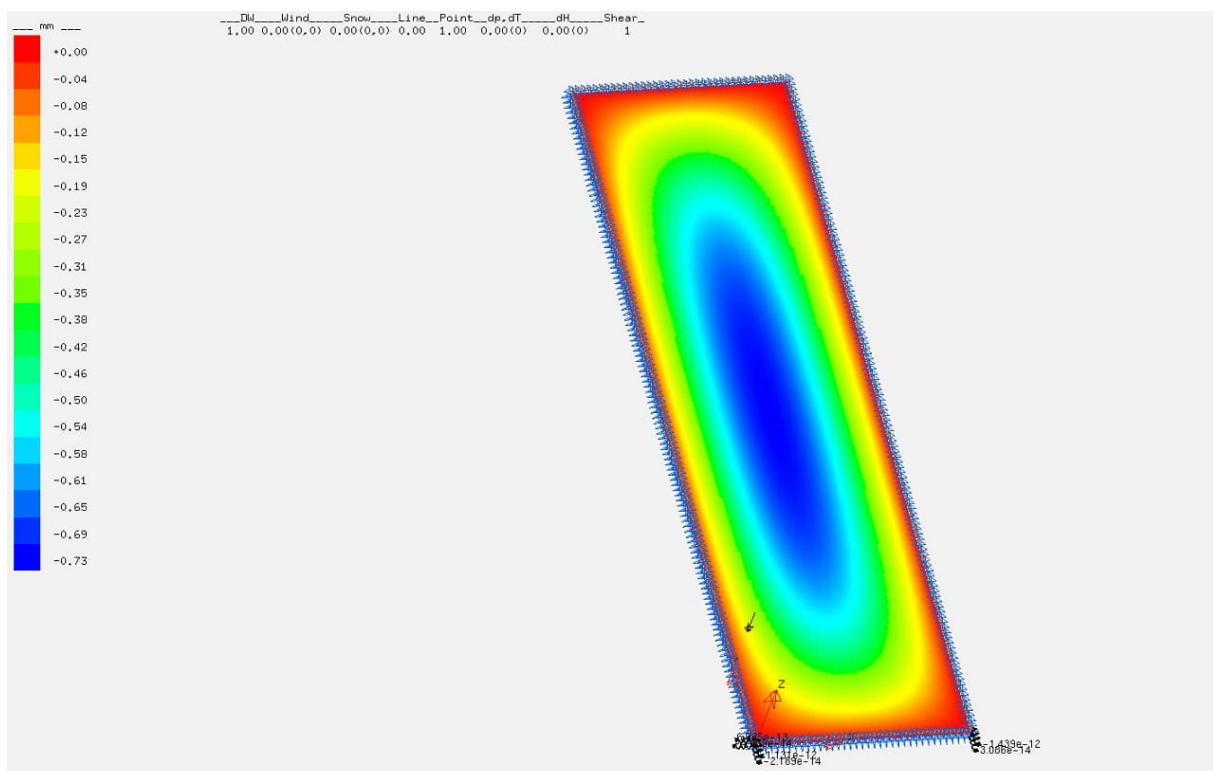
Außenscheibe:

Max. Auslastung und Spannung (LK 1):



Max. Verformung (LK 2):





4.4 Flächenlasten – Ausfall der Außenscheiben (Anlage 6)

4.4.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
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	Y_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG_k_vsg
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

- Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.160	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	1.850 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-1.300	[kN/m²]
g = Eigengewicht	α = 0.0°	

LF	Beschreibung
1	EG+0,6WD+S
2	EG+WD+0,5S
3	EG+S
4	0,9EG+WS

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.50	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
2	1.50	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
3	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
4	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT

- Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 4

- Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_grenz	%	OK/NOK
1	3	(oben)	Rand	2 3	2.24	15.84	14.14	✓
		(unten)	Rand	2 3	2.25	15.84	14.23	✓
1	3	(oben)	Feld	3	2.41	19.80	12.20	✓
		(unten)	Feld	3	5.71	19.80	28.83	✓
1	1	(oben)	Rand	2 3	2.24	15.84	14.14	✓
		(unten)	Rand	2 3	2.25	15.84	14.23	✓
1	1	(oben)	Feld	3	2.41	19.80	12.20	✓
		(unten)	Feld	3	5.71	19.80	28.83	✓

4.4.2 Ergebnis

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (28,8 %) tritt bei Lastfall 3 (Eigengewicht + Schneelast) mit 5,7 N/mm² auf.

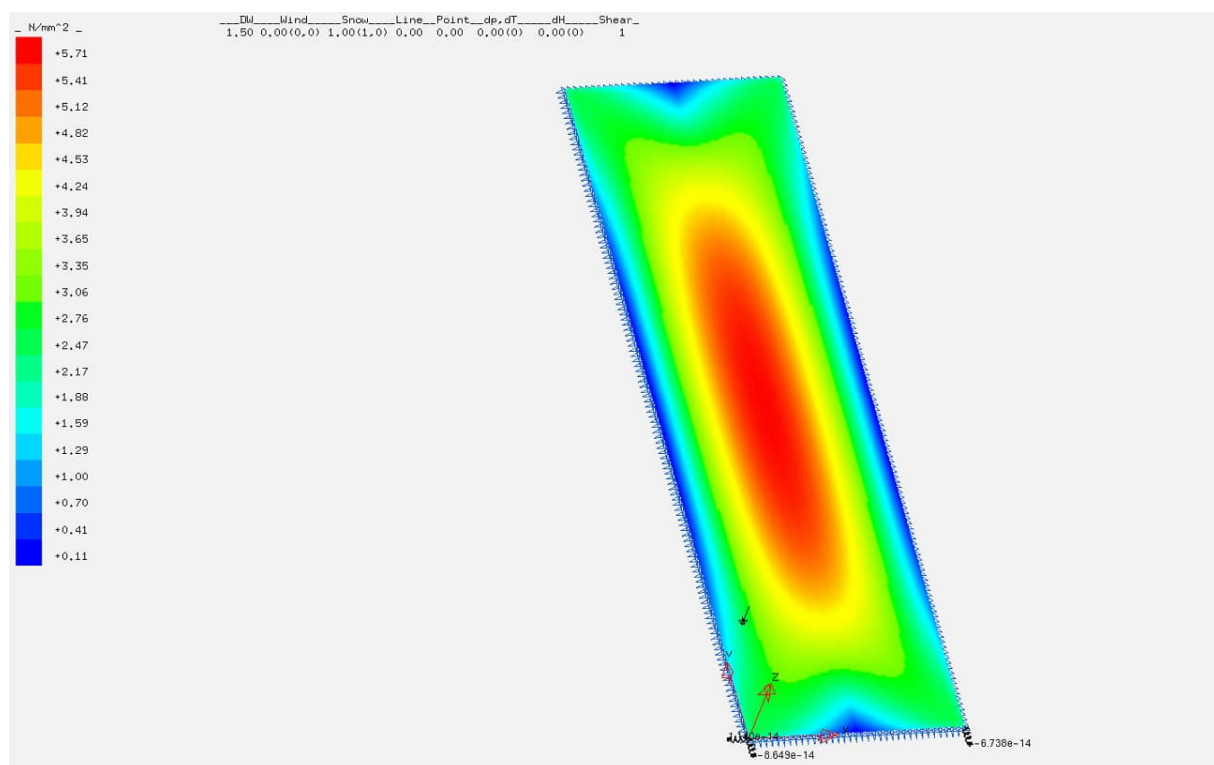
Die maximale Spannung (6,0 N/mm²) entsteht bei Lastfall 1 (Eigengewicht + 0,6 * Winddruck + Schneelast).

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

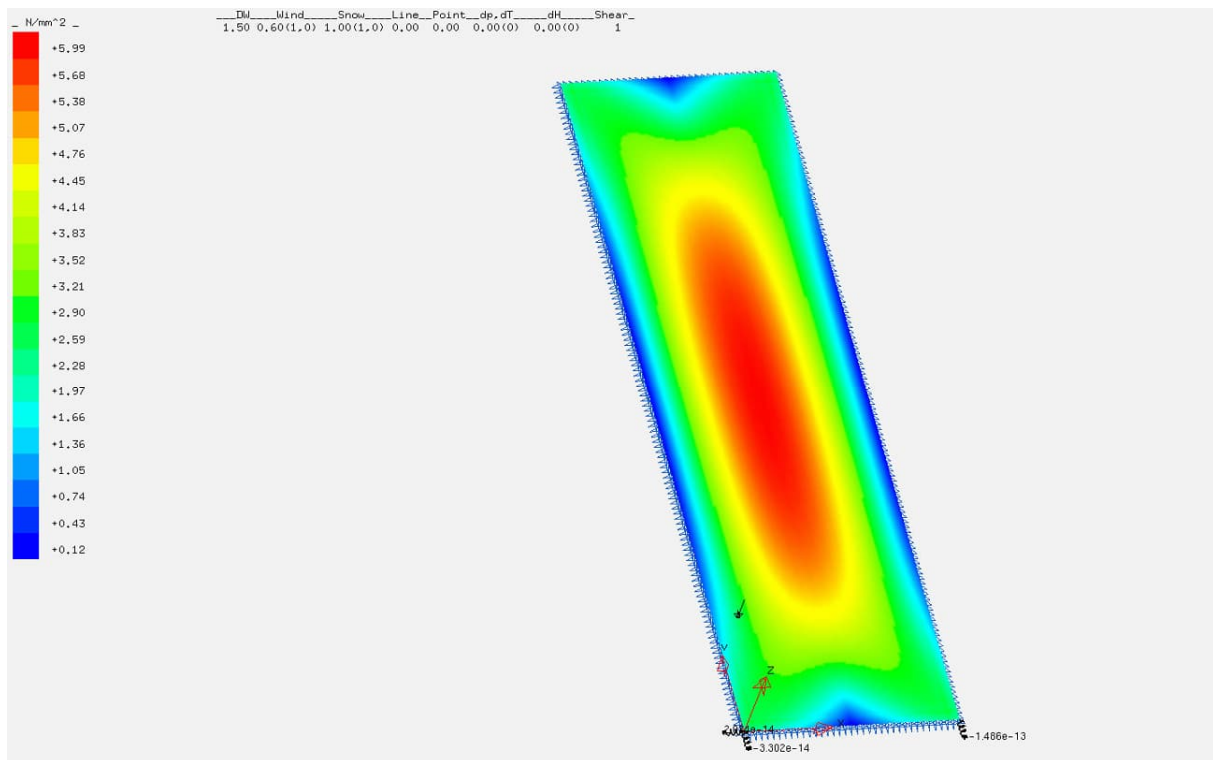
4.4.3 Grafische Darstellung

Innenscheibe:

Max. Auslastung (LK 3):



Max. Spannung (LK 1):



4.5 Einzellast – Ausfall der Außenscheiben (Anlage 7)

4.5.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
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	Y_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG_k_vsg
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

- Lastfallkombination

Bezeichnung		außen/oben	innen/unten	
w(1)	= Wind	-0.260	0.000	[kN/m²]
w(2)	= Wind	0.000	2.990	[kN/m²]
s(1)	= Schnee	-2.040		[kN/m²]
p(1)	= Punktlasten	-1.50		[kN]
g	= Eigengewicht		α = 0.0°	

LF Beschreibung
1 EG+Punkt

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	GZT

- Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 1

- Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_grenz	%	OK/NOK
1	3	(oben)	Rand	2 1	2.48	27.72	8.93	✓
		(unten)	Rand	2 1	2.47	27.72	8.92	✓
1	3	(oben)	Feld	1	2.44	34.65	7.04	✓
		(unten)	Feld	1	22.17	34.65	63.99	✓
1	1	(oben)	Rand	2 1	2.48	27.72	8.93	✓
		(unten)	Rand	2 1	2.47	27.72	8.92	✓
1	1	(oben)	Feld	1	2.44	34.65	7.04	✓
		(unten)	Feld	1	22.17	34.65	63.99	✓

4.5.2 Ergebnis

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (64,0 %) tritt bei Lastfall 1 (Eigengewicht + Einzellast) mit 22,2 N/mm² auf.

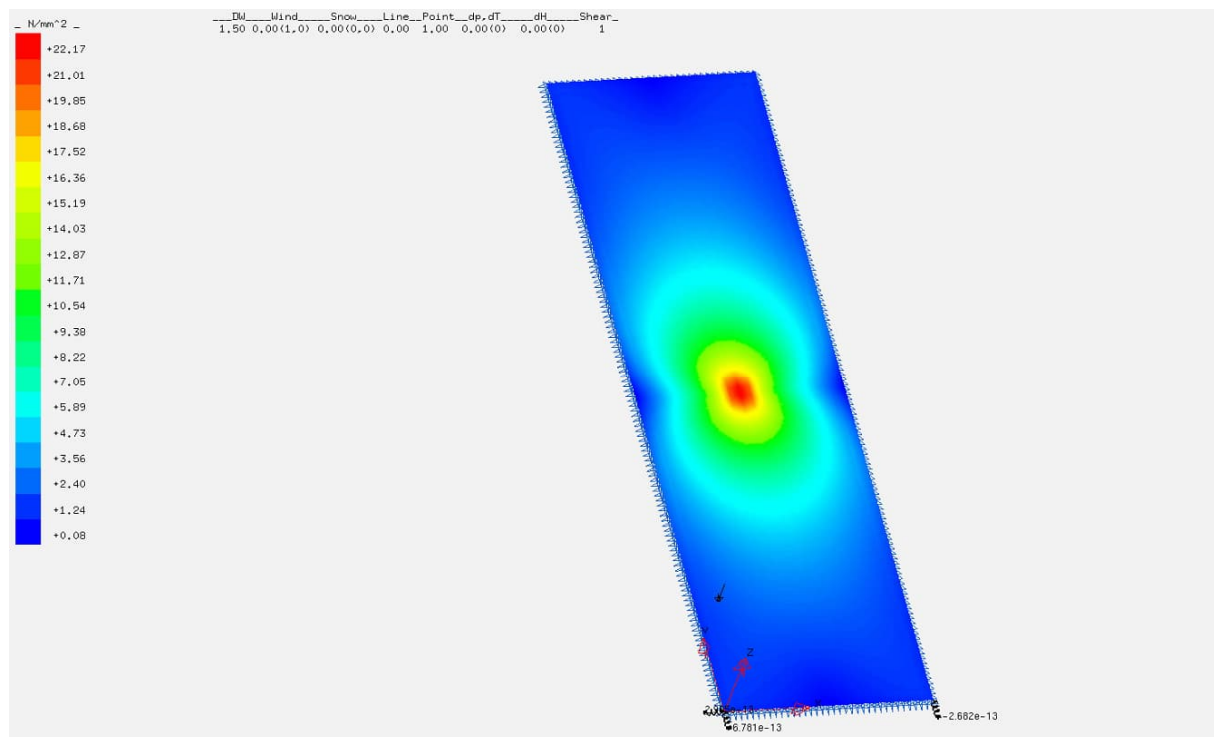
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung.

Alle Spannungen liegen unter den Bemessungswiderständen.

4.5.3 Grafische Darstellung

Innenscheibe:

Max. Auslastung und Spannung (LK 1):



5 Nachweis Pos. 3

5.1 Flächenlasten (Anlage 8)

5.1.1 Nachweisprotokoll

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

Paket _____ Glasart _____
1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
Paket _____ g _____ w _____ s _____ l _____ q _____ ΔpΔT _____ ΔH _____
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 _____	Y_M _____	D _____	E _____	F _____	G _____	k_z _____	k_c _____	VSG_k_vsg _____
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

• Lastfallkombination

Bezeichnung	außen/oben	innen/unten
w(1) = Wind	-0.730	0.000 [kN/m²]
w(2) = Wind	0.000	0.780 [kN/m²]
s(1) = Schnee	-1.300	[kN/m²]
g = Eigengewicht	α = 0.0°	

LF	Beschreibung
1	1,35*EG+1,5*WD+0,75*S
2	1,35*EG+0,9*WD+1,5*S
3	0,9*EG+1,5*WS
4	1,35*EG+1,5*S
5	1,35*EG
6	EG+WD+0,5*S
7	EG+0,6*WD+S
8	0,9*EG+WS

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.35	1.50	0.75	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
2	1.35	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
3	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
4	1.35	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
5	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZT
6	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG
7	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG
8	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	GZG

• Berechnungsergebnis – Ausnutzung – bis Lastfall 8

• Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall		σ	σ_{grenz}	%	OK/NOK
1	3	(oben)	Rand	2	4	2.43	15.84	15.36	✓
		(unten)	Rand	4	4	2.47	15.84	15.58	✓
1	3	(oben)	Feld		4	3.68	19.80	18.57	✓
		(unten)	Feld		4	7.44	19.80	37.56	✓
1	1	(oben)	Rand	2	4	2.43	15.84	15.36	✓
		(unten)	Rand	4	4	2.47	15.84	15.58	✓
1	1	(oben)	Feld		4	3.68	19.80	18.57	✓
		(unten)	Feld		4	7.44	19.80	37.56	✓

• Gebrauchstauglichkeit, GZG

Paket	Lastfall	x	y	mm	%	OK/NOK
1	8 (max)	361.50	0.00	0.26	3.60	✓
	7 (min)	361.50	1496.06	-1.17	16.24	✓

5.1.2 Ergebnis

Außenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (37,6 %) tritt bei Lastfall 4 (1,35 * Eigengewicht + 1,5 * Schneelast) mit 7,4 N/mm² auf.

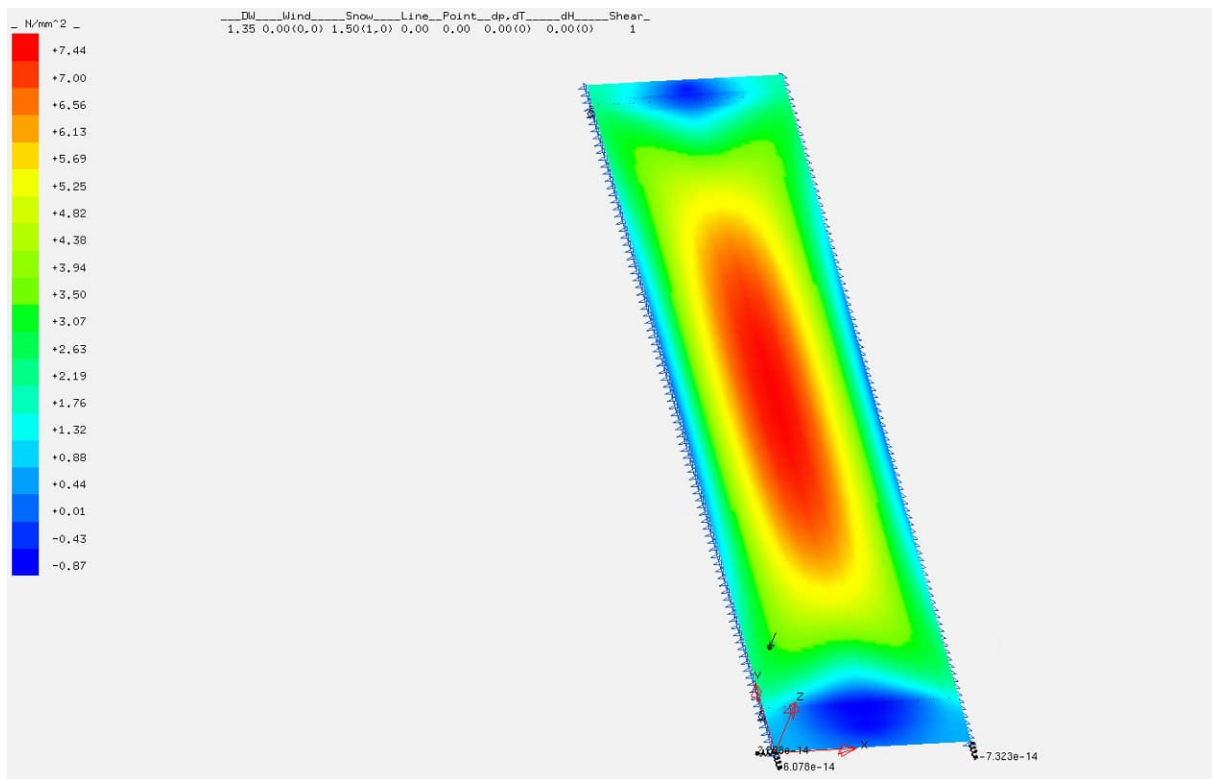
Die maximale Spannung (9,4 N/mm²) entsteht bei Lastfall 2 (1,35 * Eigengewicht + 0,9 * Winddruck + 1,5 * Schneelast).

Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (16,2 %) tritt bei Lastfall 7 (Eigengewicht + 0,6 * Winddruck + Schneelast) mit 1,2 mm auf.

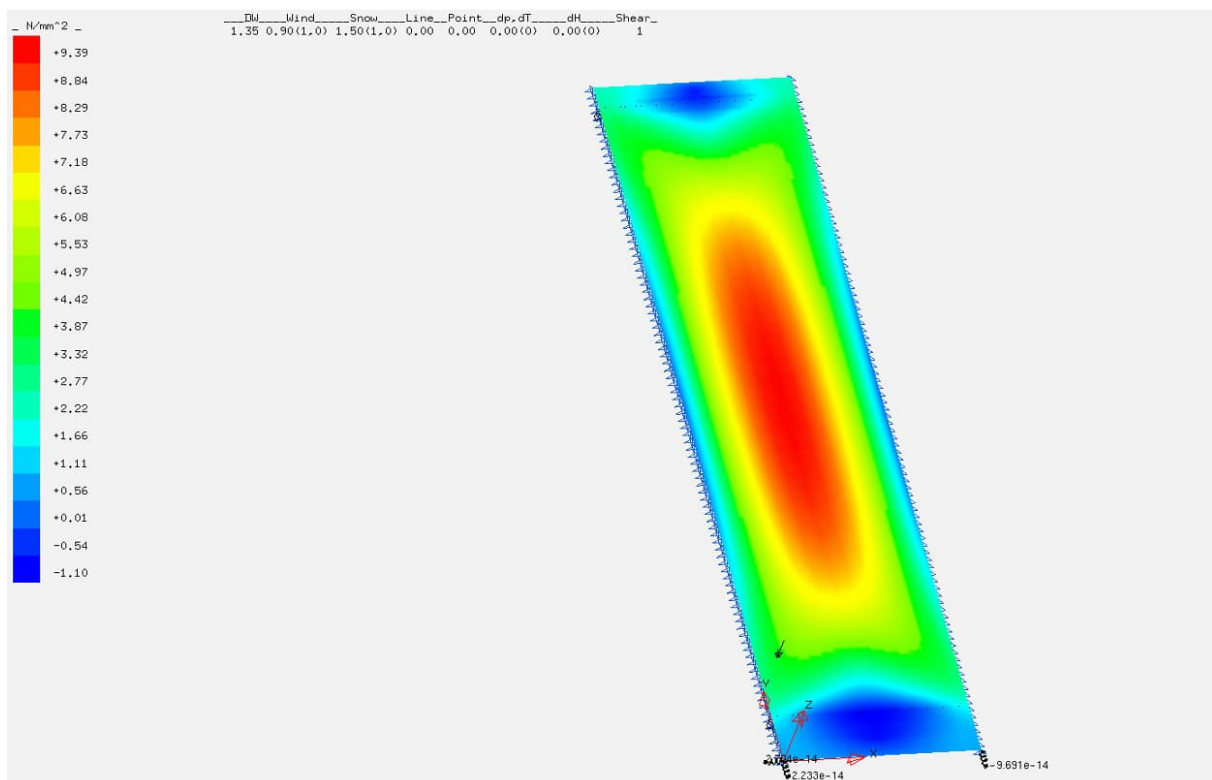
Alle Spannungen und Verformungen liegen unter den Bemessungswiderständen, bzw. zulässigen Verformungen

5.1.3 Grafische Darstellung

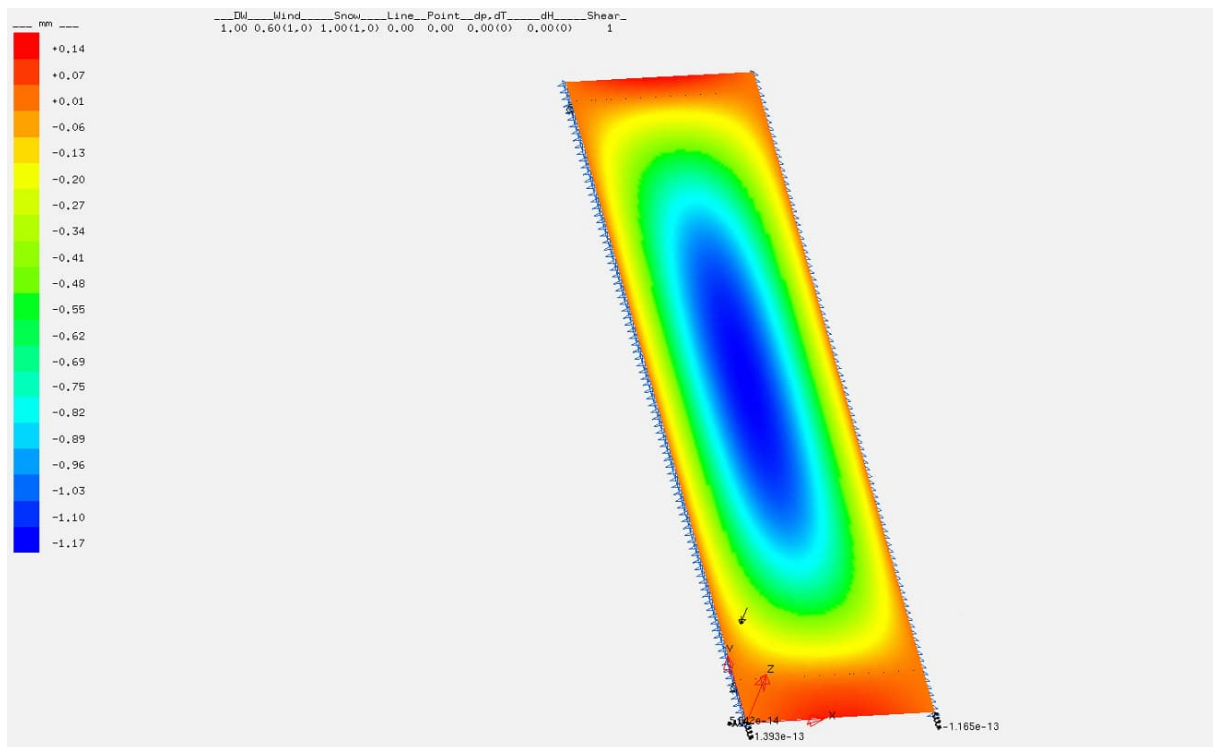
Max. Auslastung (LK 4):



Max. Spannung (LK 2):



Max. Verformung (LK 7):



5.2 Einzellast (Anlage 9)

5.2.1 Nachweisprotokoll

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

Paket Glasart
1 Floatglas

----- k_mod (K) -----
Paket g w s l q ΔpΔT ΔH
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	Y_M	D	E	F	G	k_z	k_c	VSG_k_vsg
1	45.00	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	1.80	✓ 1.10

Bemessungsformel:

$$R_d = A \cdot K \cdot I \cdot J \cdot H / C$$

- Lastfallkombination

Bezeichnung		außen/oben	innen/unten	
w(1)	= Wind	-0.260	0.000	[kN/m²]
w(2)	= Wind	0.000	2.990	[kN/m²]
s(1)	= Schnee	-2.040		[kN/m²]
p(1)	= Punktlasten	-1.50		[kN]
g	= Eigengewicht		α = 0.0°	

LF Beschreibung
1 1,35EG+1,5*Punkt
2 EG+Punkt

LF	EG	Wind	Schnee	Linie	Punkt	Klima	Schub	Nachweis
1	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.00	GZT
2	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	GZG

- Berechnungsergebnis - Ausnutzung - bis Lastfall 2

- Grenzzustand der Tragfähigkeit, GZT

Paket	Schicht	Seite	Bereich	Lastfall	σ	σ_grenz	%	OK/NOK
1	3	(oben)	Rand	2 1	3.89	27.72	14.02	✓
		(unten)	Rand	4 1	3.87	27.72	13.96	✓
1	3	(oben)	Feld	1	3.76	34.65	10.85	✓
		(unten)	Feld	1	32.23	34.65	93.02	✓
1	1	(oben)	Rand	4 1	3.89	27.72	14.02	✓
		(unten)	Rand	2 1	3.87	27.72	13.96	✓
1	1	(oben)	Feld	1	3.76	34.65	10.85	✓
		(unten)	Feld	1	32.23	34.65	93.02	✓

- Gebrauchstauglichkeit, GZG

Paket	Lastfall	x	y	mm	%	OK/NOK
1	2 (max)	361.50	0.00	0.06	0.80	✓
	2 (min)	361.50	1435.00	-2.26	31.40	✓

5.2.2 Ergebnis

Außenscheibe:

Spannungen Die maximale Auslastung des Bemessungswiderstandes (93,0 %) tritt bei Lastfall 1 ($1,35 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,5 \cdot \text{Einzellast}$) mit $32,2 \text{ N/mm}^2$ auf.

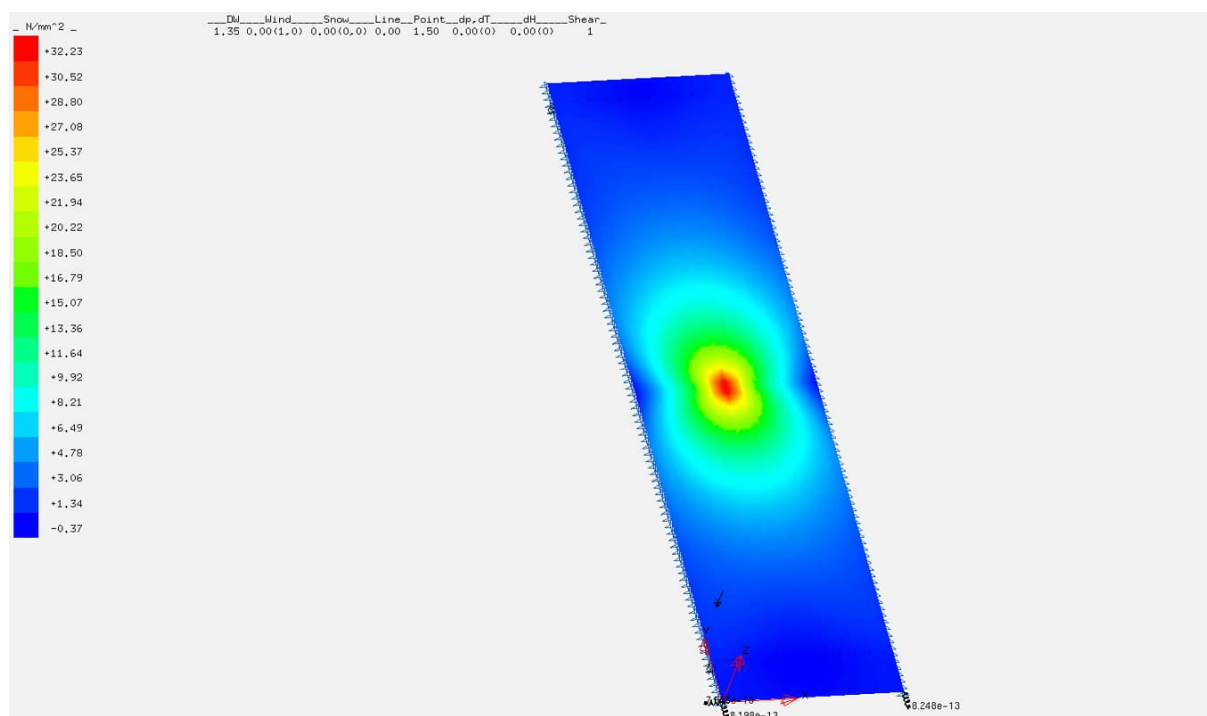
Es handelt sich gleichzeitig um die maximale Spannung.

Verformungen Die maximale Auslastung der Verformungsgrenze (31,4 %) tritt bei Lastfall 2 (Eigengewicht + Einzellast) mit $2,3 \text{ mm}$ auf.

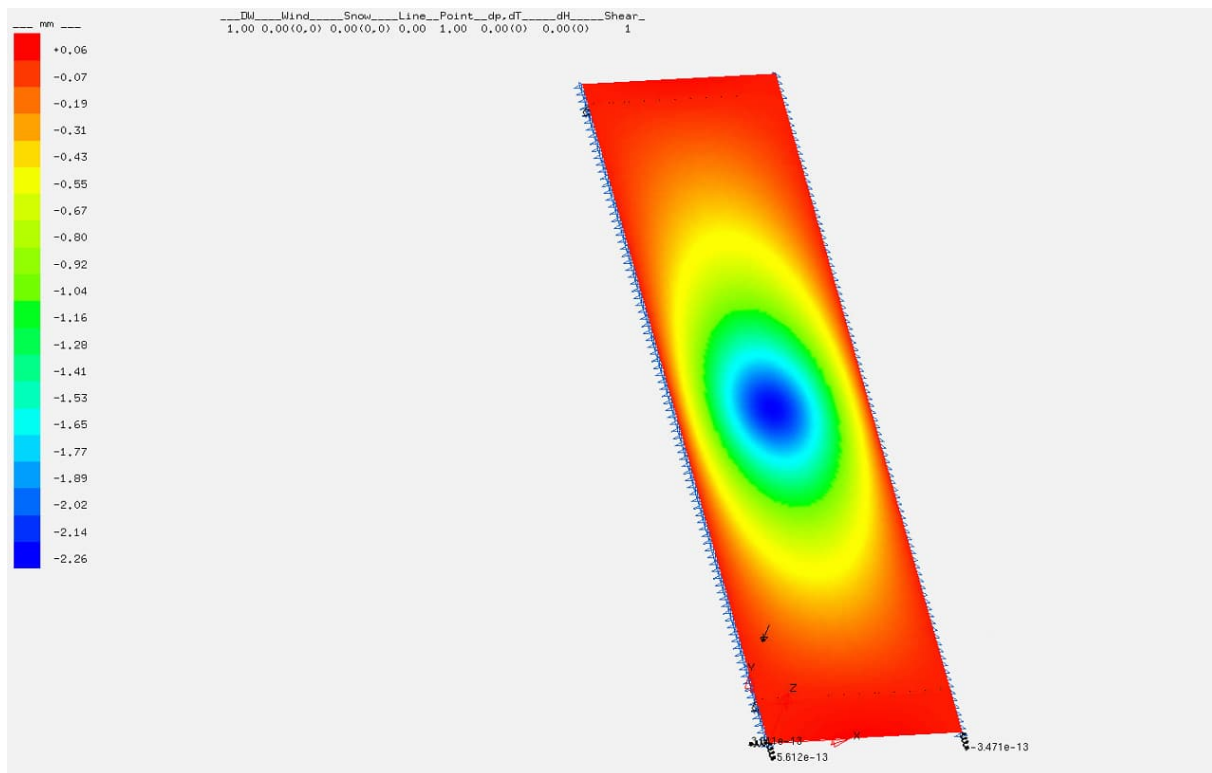
Alle Spannungen und Verformungen liegen unter den Bemessungswiderständen, bzw. zulässigen Verformungen.

5.2.3 Grafische Darstellung

Max. Auslastung und Spannung (LK 1):



Max. Verformung (LK 2):



6 Stoßnachweis betretbare Verglasungen

Der Stoßnachweis wird für beide Verglasungen (Isolierglas und Vordach) Anhand des abPs „P-2025-3039“ der Fa. GSK GmbH geführt. Beim Isolierglas wird die Außenscheibe vernachlässigt und nicht angesetzt (ESG-H, keine Verletzungsgefahr).

Es wird die IST-Situation mit der SOLL-Situation des abPs verglichen. Werden die Randbedingungen eingehalten so gilt der Stoßnachweis als erbracht.

6.1 Auflager

2.1.1 Auflagerung

Die Verglasungen werden allseitig linienförmig nach den Vorgaben der DIN 18008-2 gelagert.

Die Isoliergläser werden allseitig linienförmig gegenüber Druck und Sog gelagert. Die Vordachverglasungen werden an den langen Kanten linienförmig gegenüber Druck und Sog gelagert. An den kurzen Kanten befindet sich ca. 100 mm eingerückt ein Drucklager. Somit sind auch diese Verglasungen in Stoßrichtung allseitig linienförmig gelagert.

Das etreten der nicht gelagerten Überkragung ist nicht zulässig!

6.2 Verglasung

2.1.2 Verglasung

Es dürfen die im folgenden beschriebenen Glasaufbauten eingesetzt werden:

Floatglas (Spiegelglas)	8,00 mm
Polyvinyl - Butyral - Folie (PVB)	0,76 mm
Floatglas (Spiegelglas)	8,00 mm

Es sind nur Glaserzeugnisse nach DIN 18008-6 zu verwenden. Die oben genannten Glas- und Foliendicken dürfen überschritten werden. Ebenso stellt der Scheibenzwischenraum einen Mindestwert dar, dieser kann bis zu 40 mm betragen. Die Floatglasscheiben können durch teilvorgespanntes Glas gleicher Stärke ersetzt werden. Diese Scheiben dürfen auch keramisch bedruckt werden. Als Zwischenfolie im Verbundsicherheitsglas dürfen alle Zwischenschichten verwendet werden für die eine entsprechende allgemeine Bauartgenehmigung nach DIN 18008 vorliegt.

Der Glasaufbau wird eingehalten. Es kommt VSG aus 2 x 8 mm Float + 0,76 mm PVB-Folie zum Einsatz.

6.3 Grenzmaße

3.1 Geltungsbereich

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis besitzt Gültigkeit für die unter Abschnitt 2 beschriebene Bauart. In der folgenden Tabelle sind die zulässigen Abmessungen angegeben.

Tabelle 1: Abmessungsspektrum

Breite [mm]		Höhe [mm]	
min.	max.	min	max.
500	2000	500	4000

Die Verglasungen haben eine Breite von 723 mm.

Die Verglasungen haben eine Höhe von 2535 mm, bzw. 2870 mm.

Die Verglasungen lassen sich in die Tabelle einordnen.

6.4 Ergebnis

Alle Anforderungen des abPs werden eingehalten. Der Stoßnachweis wurde somit erbracht.

7 Resümee

Die Berechnungen zeigen, dass die Verglasungen ausreichend dimensioniert sind. Alle Spannungen und Verformungen liegen unter den Bemessungswiderständen / zulässigen Werten.

Die Betretbarkeit zu Reinigungszwecken und Instandhaltungsmaßnahmen wurde nachgewiesen.