

PROJEKT:

## Glasbrüstungssystem Defender DF810FR (DE)

INHALT:

### 01 Ermittlung Widerstände des Systems mittels statischer Bemessung

REV.: 00

DATUM: 13/12/2023

Auftraggeber:

Logli Massimo S.p.A  
Via Giovanni Bensi, 8  
I - 20152 Milano

**solidic**  
STRUCTURAL ENGINEERING

Nicolodistraße 39  
I-39100 Bozen (BZ)

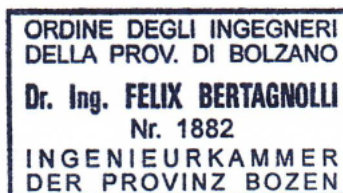
T +39 0471 180 00 23

info@solidic.it

www.solidic.it

Bearbeiter

DI Felix Bertagnolli



*Felix Bertagnolli*

## Änderungen

REV.	Datum	Bearbeiter	Kommentare
00	13.12.2023	BF	Erstfassung

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Grundlagen.....	5
1.1	Beschreibung.....	5
1.2	Aufstellungsort.....	8
1.3	Lebensdauer.....	8
1.4	Statisches Konzept.....	8
1.5	Berücksichtigte Grenzzustände.....	8
1.6	Absturzsicherheit - Pendelschlagversuch.....	8
1.7	Geometrie.....	9
1.8	Normative Grundlagen Deutschland.....	13
1.8.1	Allgemeines.....	13
1.8.2	Lastannahmen.....	13
1.8.3	Aluminium.....	13
1.8.4	Glasbau.....	13
1.9	Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite laut DIN.....	14
1.10	Dauerhaftigkeit lt. EN 1990 2.4.....	14
1.11	Verwendete Programme.....	14
2	Materialien.....	15
2.1	Aluminium nach EN 1999-1-1.....	15
2.2	Glas nach DIN 18008.....	17
2.3	Zwischenfolie.....	17
2.3.1	PVB.....	17
2.3.2	SGP-Folie.....	18
3	Lasten.....	19
3.1	Horizontale Holmlast.....	19
3.2	Lastkombination Holm + Wind.....	19

4	Statische Berechnung.....	20
4.1	Glasbemessung.....	20
4.1.1	Allgemeines.....	20
4.1.2	Glasbemessung mit Mepla .....	24
4.1.3	Ergebnistabellen Glasbemessung DF810FR - Lasten nach außen.....	30
4.1.4	Ergebnistabellen Glasbemessung DF810FR - Lasten nach innen .....	37
4.2	Bemessung Aluminiumprofil.....	42
4.2.1	Allgemeine Informationen .....	42
4.2.2	Ergebnistabellen Profilbemessung DF810FR - Lasten nach außen .....	44
4.2.3	Ergebnistabellen Profilbemessung DF810FR - Lasten nach innen.....	46
5	Zusammenfassung Ergebnisse Glas- und Profilbemessung .....	48
5.1	Maximale zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast $w_k$ .....	48
5.2	Zusammenfassung Systemwiderstand für Holmlasten .....	51
5.3	Reaktionskräfte Verankerung .....	53
Anhang 55		
a)	Grundlagen der numerischen Berechnung .....	55
b)	Ergebnisse numerische Berechnung DF810FR.....	60

# 1 Grundlagen

## 1.1 Beschreibung

Auf den folgenden Seiten ist die Ermittlung der maximalen Traglast des Ganzglasgeländers **Defender DF810FR** der Firma **Massimo Logli** für die Anwendung in Deutschland (DE) dokumentiert. Die Berechnung des Brüstungssystems (Glas + Basisprofil in Aluminium) erfolgt nach den in Deutschland geltenden Vorschriften und dem Stand der Technik. Das absturzsichernde Glasgeländer entspricht einer unten eingespannten Glasbrüstung der Kategorie B nach DIN 18008-4. Die statischen Berechnungen wurden unter Berücksichtigung einer variablen Brüstungshöhe von 600 mm bis 1600 mm für eine lineare Holmlast  $h_k$  von 0.5 kN/m, 1.0 kN/m und 2.0 kN/m in Absturzrichtung sowie für 0.50 kN/m und 1.0 kN/m entgegen der Absturzrichtung entsprechend der DIN EN 1991-1-1.NA durchgeführt. Die minimale Glasbreite in den Berechnungen beträgt 500 mm. Bei absturzsichernden Einbausituationen (Kat. B lt. DIN 18008-4) sind zusätzlich die minimalen und maximalen Abmessungen aus der **AbP-P-2023-3022** (Absturzsicherheit) einzuhalten.

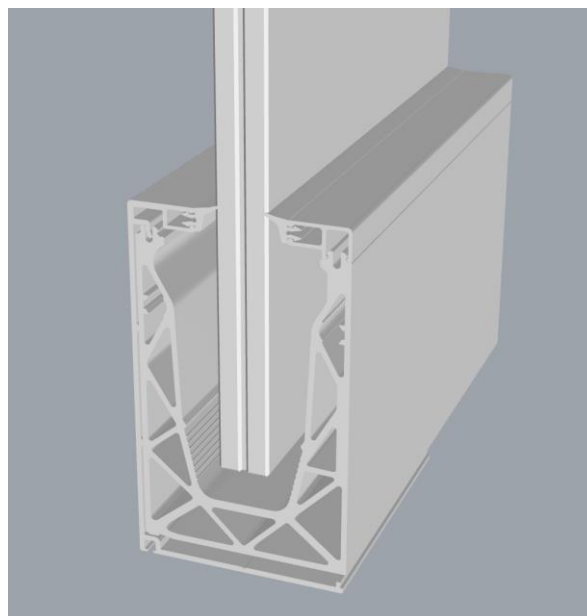
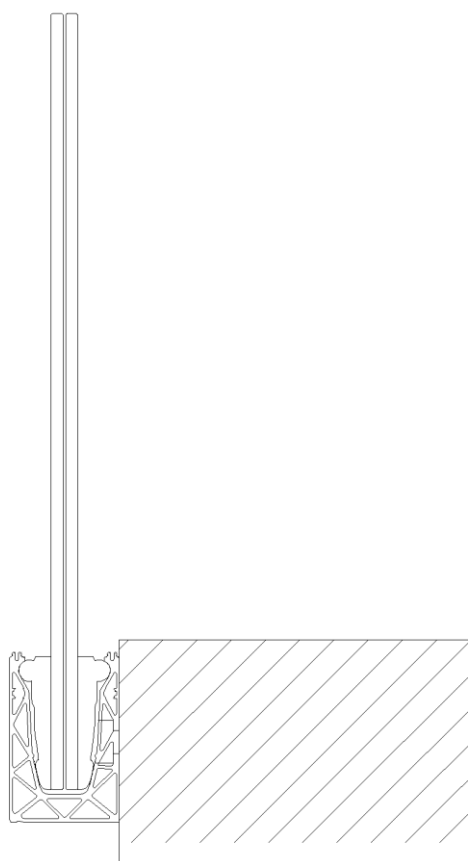
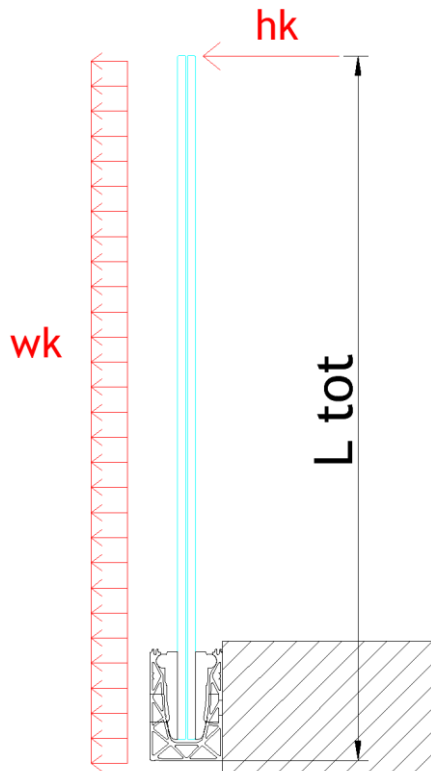


Abb: Brüstungssystem Defender DF810FR

Die Referenzhöhen  $L_{tot}$  in den Ergebnistabellen und -grafiken beziehen sich für das System DF810FR auf die Unterkante des Profils - siehe Grafik:



Die berechneten Glasaufbauten für den Einsatz mit dem Profil Defender DF810FR sind folgende:

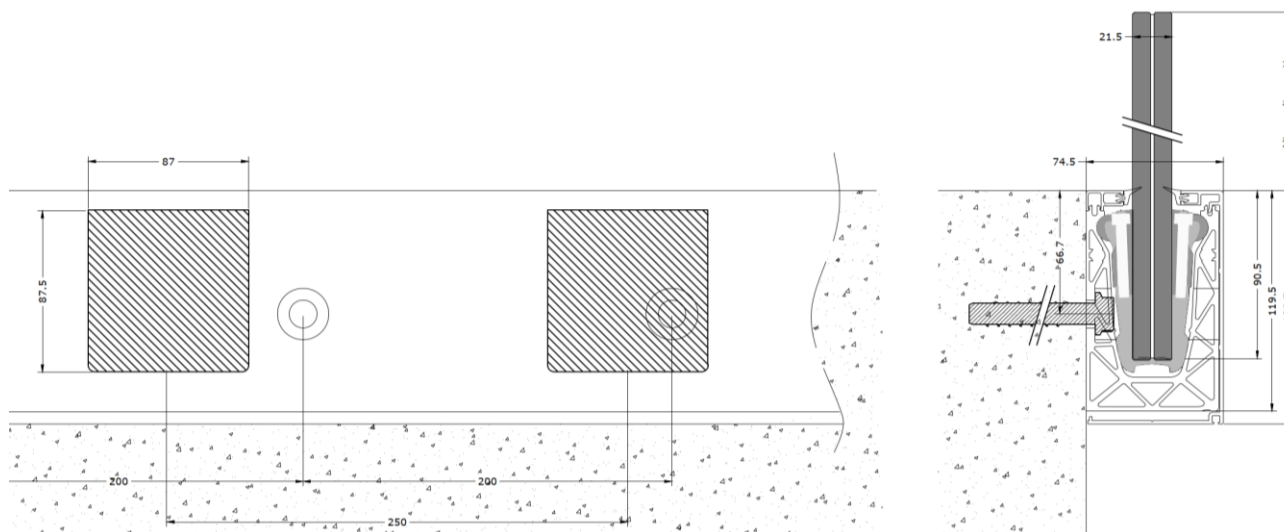
- VSG aus 8+8 ESG mit  $\geq 0.76$  mm PVB-Folie
- VSG aus 10+10 ESG mit  $\geq 0.76$  mm PVB-Folie
- VSG aus 8+8 ESG mit  $\geq 0.76$  mm SGP-Folie
- VSG aus 10+10 ESG mit  $\geq 0.76$  mm SGP-Folie

**Der Einsatz von ESG-H wird empfohlen.**

Die Bemessung berücksichtigt Glas ohne Oberflächenbehandlungen. Der Einsatz von Emaillierungen und Siebdrucken ist projektbezogen zu untersuchen.

Für die Glasbemessung mit PVB-Folie ist entsprechend den Vorgaben aus der DIN 18008-1 kein Schubverbund angesetzt worden. Für die SGP-Folie ist ein Schubverbund je nach Einsatzort- und Zweck und maximaler Zwischenschichttemperatur entsprechend der AbZ-Z-70.3-253 berücksichtigt - siehe entsprechende nachfolgende Kapitel.

Die Fixierung der Scheibe im Aluminiumprofil erfolgt über lokale Kunststoffklemmen, welche alle  $\leq 250$  mm vorgesehen werden müssen, bei einem Randabstand von  $\leq 125$  mm. Dies ist in der Glasbemessung entsprechend als lokale Linienlagerung berücksichtigt worden.



Das Strangpressprofil in Aluminium DF810FR wird aus der Legierung EN AW6063-T6 hergestellt und ist mittels Dübel oder anderen geeigneten mechanischen Verbindungsmitteln im Abstand von maximal 200 mm am Untergrund zu befestigen.

**Der Nachweis der Befestigungsmittel ist nicht Teil dieses Dokumentes und muss projektbezogen entsprechend den vorherrschenden Randbedingungen durch einen qualifizierten Techniker erfolgen.**

**Alle Kanten der Brüstung sind zu schützen.** Der maximale Abstand zwischen den Verglasungen muss  $\leq 30$  mm betragen. An der Oberkante der Verglasung ist ein **Handlauf bzw. Kantenschutz** vorzusehen entsprechend den Vorgaben der DIN 18008-4 bzw. des **AbP-P-2023-3022**. Alle Vorgaben des AbP sind einzuhalten.

Es ist außerdem der Nachweis des **Ausfalls** einer Scheibe nach DIN 18008-4, Abschnitt 6.1.2 geführt und in den Ergebnistabellen und -grafiken entsprechend berücksichtigt (Minimum aus Berechnung im GZT und als Ausfall). Da alle Kanten zu schützen sind, wird nur der Ausfall der stoßzugewandten Scheibe als außergewöhnliche Lastsituation angesetzt.

Die Bestimmung, Bewertung und Kombination der horizontalen Holmlasten, der Windlasten oder eventueller weiterer Lasten, die Überprüfung der maximalen baurechtlichen Geländerhöhe, die Bemessung der Befestigungsmittel **bzw. die generelle Eignung des Geländers für die Einbausituation** muss auf Basis des realen Ausführungsprojektes von einem qualifizierten Techniker gemäß den derzeit geltenden europäischen und deutschen Vorschriften durchgeführt werden.

## 1.2 Aufstellungsort

Deutschland

## 1.3 Lebensdauer

50 Jahre wie für gewöhnliche Tragwerke

## 1.4 Statisches Konzept

Das für die Berechnung der Brüstung verwendete statische System entspricht einem oben freien und an der Basis eingespanntem Kragarm mit doppelter Linienlagerung unten.

## 1.5 Berücksichtigte Grenzzustände

In der nachfolgend dokumentierten Berechnung werden folgende Grenzzustände berücksichtigt:

- Grenzzustand der Tragfähigkeit - Tragfähigkeit (ruhende Belastung)

## 1.6 Absturzsicherheit - Pendelschlagversuch

Die Absturzsicherheit (Pendelschlagversuch - weicher Stoß) wird über das bauaufsichtliche Prüfzeugnis **P-2023-3022** nachgewiesen und erfüllt. Alle Vorgaben des AbP sind einzuhalten.

## 1.7 Geometrie

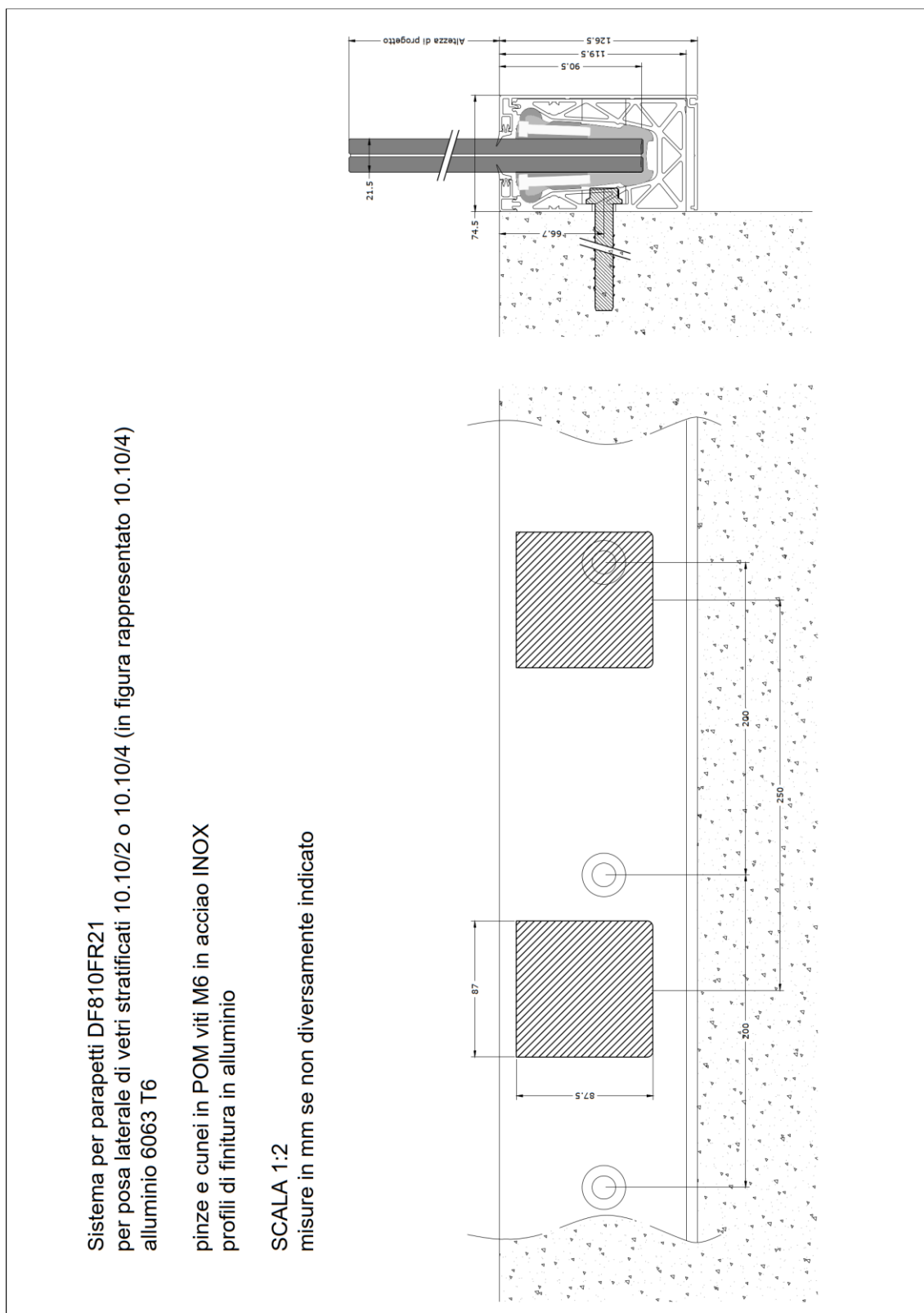


Abb: System DF810FR21

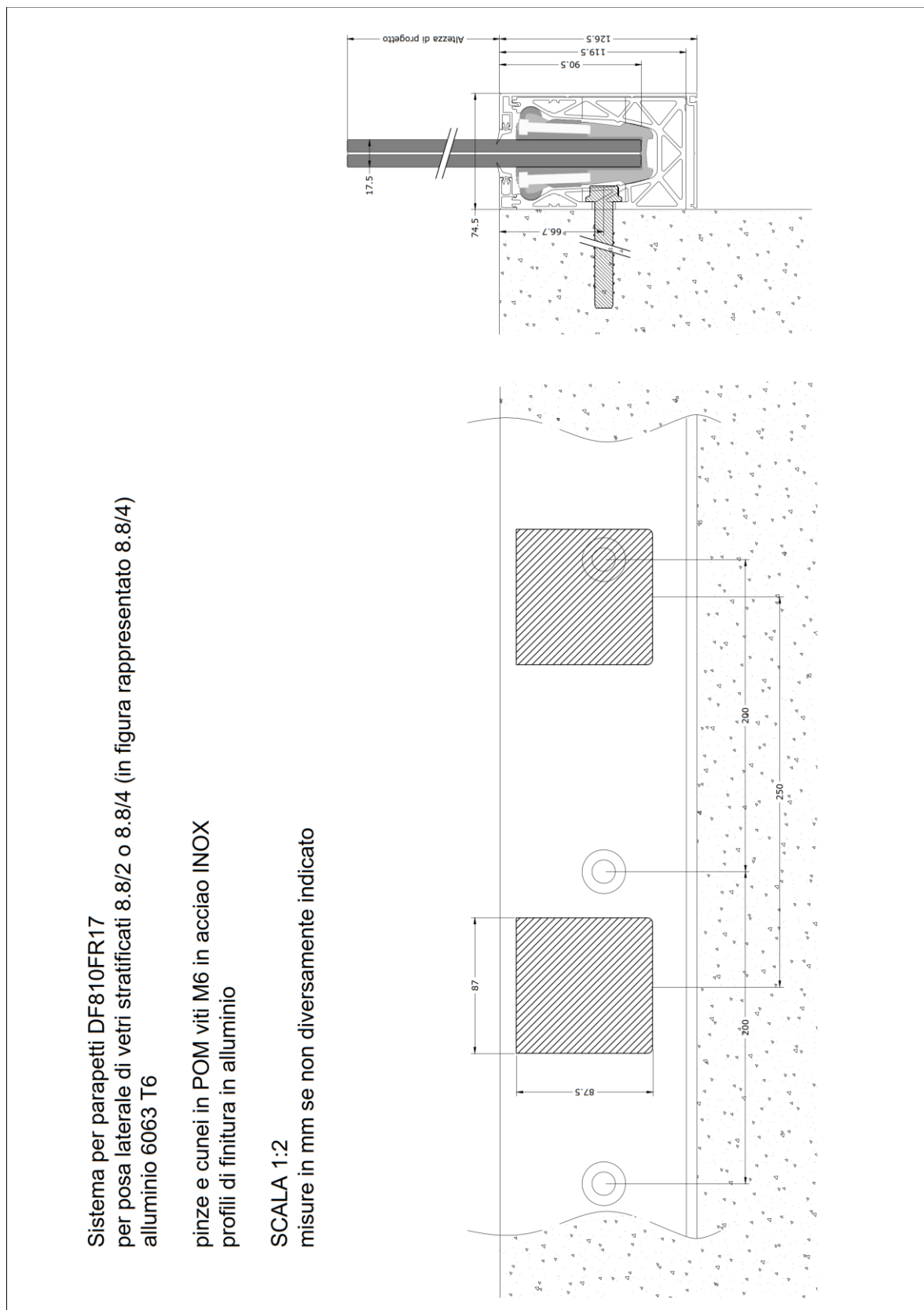
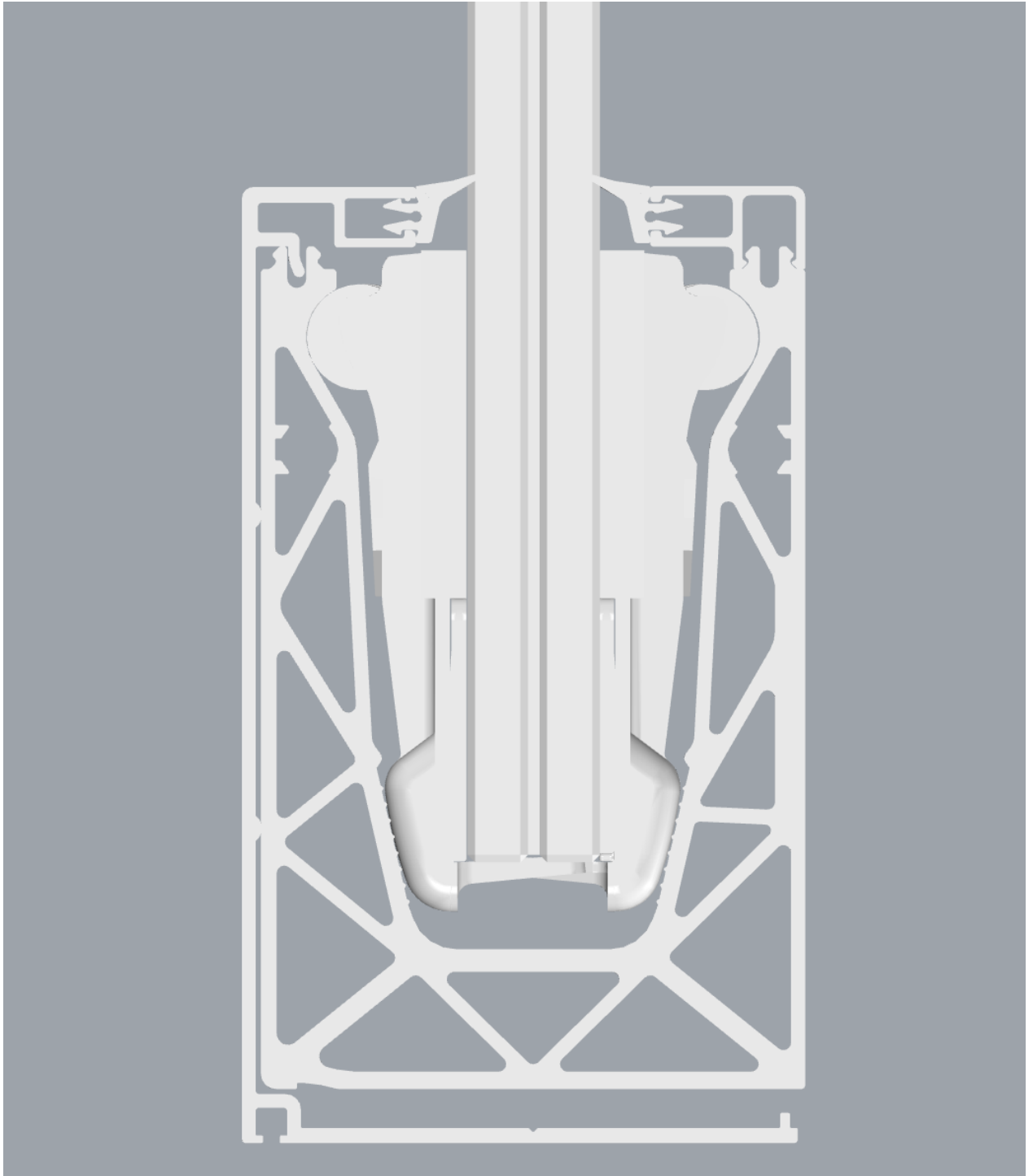


Abb: System DF810FRF17



*Abb: Querschnitt DF810FR*

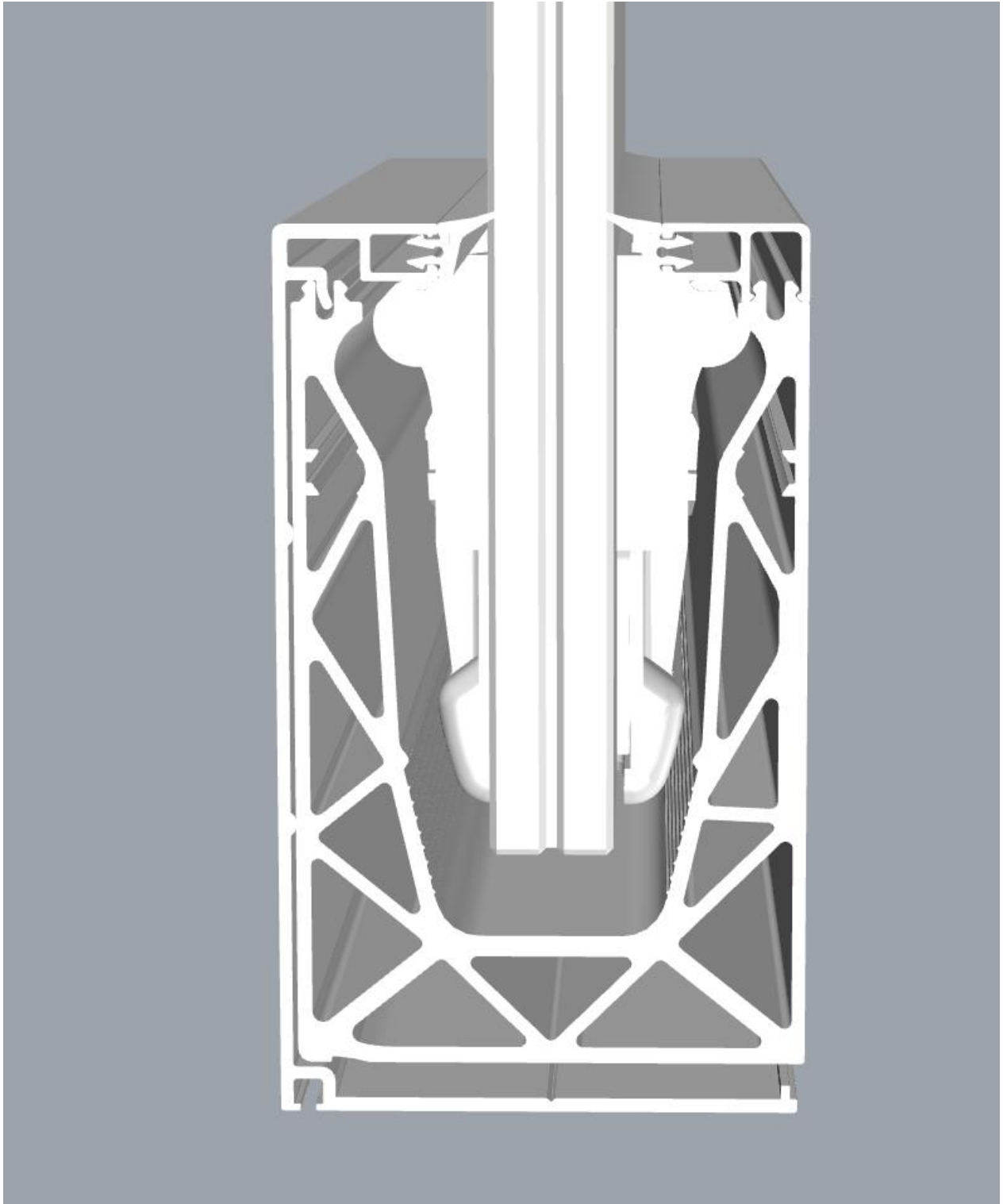


Abb: 3D-Ansichten DF810FR

## 1.8 Normative Grundlagen Deutschland

### 1.8.1 Allgemeines

#### EN 1090 Ausführung von Aluminium- und Stahltragwerken

DIN EN 1090-1	Teil1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile	02.2012
DIN EN 1090-2	Teil2: Technische Anforderungen an Tragwerke aus Stahl	09.2018
DIN EN 1090-3	Teil3: Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken	07.2019

### 1.8.2 Lastannahmen

#### Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung	10.2021
DIN EN 1990/NA	NAD Grundlagen der Tragwerksplanung	10.2012
DIN EN 1990/NA/A1	NAD Grundlagen der Tragwerksplanung	08.2012

#### Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1991-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau	12.2010
DIN EN 1991-1-4	Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten	12.2010

### 1.8.3 Aluminium

#### Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken

DIN EN 1999-1-1	Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	03.2014
DIN EN 1999-1-1/NA	NAD Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln	03.2021
DIN EN 1999-1-5	Teil 1-5: Schalentragwerke	03.2017
DIN EN 1999-1-5/NA	NAD Teil 1-5: Schalentragwerke	12.2010

### 1.8.4 Glasbau

#### Glas im Bauwesen - Bemessungs- und Konstruktionsregeln

DIN 18008-1	Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen	12.2010
DIN 18008-2	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	12.2010
DIN 18008-2 Berichtigung 1	Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen	04.2011
DIN 18008-3	Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen	07.2013

DIN 18008-4	Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen	07.2013
DIN 18008-5	Teil 5: Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen	07.2013

## 1.9 Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite laut DIN

Die Teilsicherheitsbeiwerte müssen ungünstig angesetzt werden.

Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite:

- Ständige Lasten                    1.35/1.00
- Variable Lasten                    1.50/0.00

## 1.10 Dauerhaftigkeit lt. EN 1990 2.4

Die in diesem Dokument vorgegebene Nutzung der Bauteile und deren Nutzungsdauer sind in der konstruktiven Ausbildung und bei Wahl des Korrosionsschutzes zu berücksichtigen. Inspektion und Instandhaltung der einzelnen Bauteile ist sicherzustellen, bzw. ein dauerhafter Korrosionsschutz vorzusehen.

## 1.11 Verwendete Programme

Programm	Softwarehaus/Lieferant	Version
Sofistik	Sofistik AG	2023
SMath Studio	SMath	1.0.8253
SJ Mepla	SJ Software GmbH	5.0.14
Microsoft Excel	Microsoft	365

## 2 Materialien

### 2.1 Aluminium nach EN 1999-1-1

Materialkennwerte für die für das Basisprofil verwendete Legierung **EN AW 6063-T6** und EP (extrudierte Profile) für  $t \leq 25\text{mm}$ :

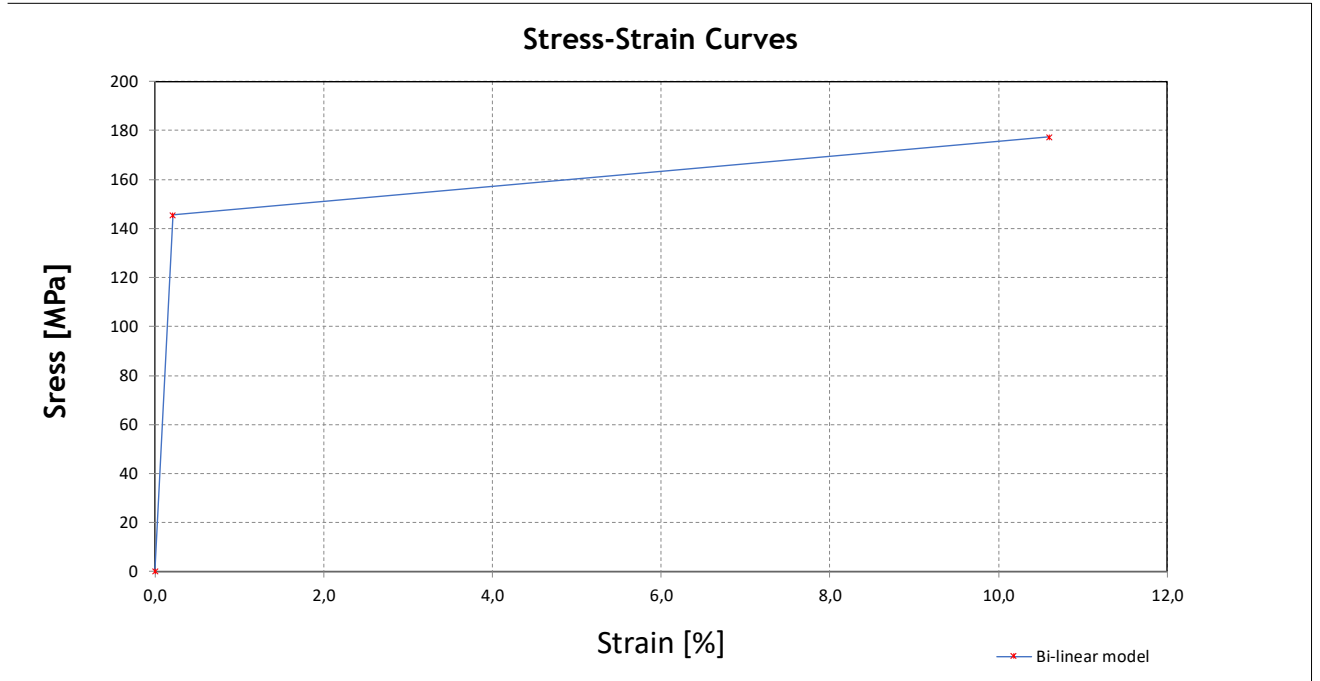
E-Modul:	$E=70000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnzahl nach Poisson:	$\nu=0.30$
Thermischer Ausdehnungskoeffizient:	$\alpha=23 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Dichte:	$\rho=2700 \text{ kg/m}^3$
Streckgrenze:	$f_{ok}=160 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit:	$f_{uk}=195 \text{ N/mm}^2$
Teilsicherheitsbeiwert Material:	$\gamma_m=1.10$

Für die numerische Berechnung des Profils mittels finiter Elemente ist ein bilineares elastisch-plastisches Materialgesetz mit Wiederverfestigung angesetzt:

Stress - Strain curves According to EN 1999-1-1 Annex E

Standard	Material	$\gamma_M$	E	$f_o = f_y$	$f_{Max} = f_u$	$f_{od}$	$f_{ud}$
DIN-EN 1999-1-1	EN AW 6063 T6 $t \leq 25$	[ - ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
		1,1	70000	160	195	145,455	177,2727

Bi-linear model



Formulas

$\sigma = E \times \epsilon$	<i>for</i> $0 \leq \epsilon \leq \epsilon_p$	(E.1)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Bi-linear model</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;"><math>\sigma</math> (MPa)</th> <th style="text-align: center;"><math>\epsilon</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">145,5</td> <td style="text-align: center;">0,20779</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">177,3</td> <td style="text-align: center;">10,60000</td> </tr> </tbody> </table>	Bi-linear model		$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$	0	0,0	145,5	0,20779	177,3	10,60000
Bi-linear model													
$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$												
0	0,0												
145,5	0,20779												
177,3	10,60000												
$\sigma = f_p + E1 \times (\epsilon - \epsilon_p)$	<i>for</i> $\epsilon_p \leq \epsilon \leq \epsilon_{max}$	(E.2)											
$\epsilon_u = 0.3 - 0.22 \times \frac{f_o}{400}$	= 21,2	[%] (E.2.1.1)											
$\epsilon_p = \frac{f_o}{E}$	= 0,2078	[%]											
$\epsilon_{max} = 0.5 \times \epsilon_u$	= 10,600	[%]											
$E1 = \frac{(f_u - f_o)}{(\epsilon_u - \epsilon_p)}$	= 2	[N/mm <sup>2</sup> ]											

## 2.2 Glas nach DIN 18008

E-Modul:	$E=70000 \text{ N/mm}^2$
Querdehnzahl nach Poisson:	$\nu=0.23$
Thermischer Ausdehnungskoeffizient:	$\alpha=9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Dichte:	$\rho=2500 \text{ kg/m}^3$

### Charakteristische Glasfestigkeiten $f_k$ :

Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach EN 12150-1 (2000):	$f_k=120 \text{ N/mm}^2$
Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach EN 1863-1 (2011):	$f_k=70 \text{ N/mm}^2$
Floatglas (FL) nach EN 572-1 (2012):	$f_k=45 \text{ N/mm}^2$

### Bemessungswert des Tragwiderstandes gegen Spannungsversagen $f_{Rd}$ :

Einscheibensicherheitsglas (ESG) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=80 \text{ N/mm}^2$
Teilvorgespanntes Glas (TVG) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=46.66 \text{ N/mm}^2$
Floatglas (FL) nach DIN 18008-1 und DIN 18008-2	$f_{Rd}=25.2 \text{ N/mm}^2$ *

\* für Floatglas mit  $k_{mod}=0.7$  für kurze Lasteinwirkungsdauer wie Wind und Holm sowie mit Reduktion auf 80% der charakteristischen Biegezugfestigkeit wegen planmäßig unter Zugbeanspruchung stehenden Kanten.

## 2.3 Zwischenfolie

### 2.3.1 PVB

Polyvinyl-Butyral-Interlayer (PVB)

Mechanische Eigenschaften bei 23°C:

Bruchlast	$> 20 \text{ N/mm}^2$
Bruchdehnung	$> 250 \%$

Diese Eigenschaften müssen vom Hersteller der Zwischenfolien mit der Konformitätsbescheinigung 2.1 nach EN 10204: 1995-08 bestätigt werden.

Die Norm DIN 18008 erlaubt für PVB-Folien keinen Schubverbund wenn er günstig wirkt.

### 2.3.2 SGP-Folie

Die Steifigkeitskennwerte der SGP-Folie sind der AbZ Z-70.3-253, gültig bis 14.04.2025, entnommen.

Tabelle 1: Kennwerte für Einfachverglasungen

Lastfall		Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	k <sub>vsg</sub> <sup>2</sup>	k <sub>mod</sub>
Fassadenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall horizontale Nutzlast infolge von Personen <sup>3</sup>	4	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Innenbereich	<b>Verglasungen ohne absturzsichernde Funktion</b>			
	Lastfall Wind	100	1	0,7
	<b>Verglasungen mit absturzsichernder Funktion</b>			
	Lastfall Holm	65	1	0,7
	Lastfall Holm und Wind	65	1	0,7
Überkopfbereich	Lastfall Schnee	60	1	0,4
	Lastfall Wind und Schnee	60	1	0,7
	Lastfall Eigengewicht	0	1,1	0,25

Tabelle 2: Kennwerte für Schubmodule entsprechend der Zwischenschichttemperatur

Zwischenschichttemperatur T [°C]	30	35	40	45	50	55	60
Schubmodul G [N/mm <sup>2</sup> ]	65	30	9	7	4	3	2

Dabei werden in der statischen Berechnung 2 Einsatzsituationen untersucht:

Einsatz im Fassadenbereich (EXTERN):  $G_{\text{ext}}=4 \text{ N/mm}^2 \rightarrow E_{\text{ext}} = G \cdot 2 \cdot (1+\nu)=11.92 \text{ N/mm}^2$

Einsatz im Innenbereich (INTERN):  $G_{\text{int}}=65 \text{ N/mm}^2 \rightarrow E_{\text{int}} = G \cdot 2 \cdot (1+\nu)=193.7 \text{ N/mm}^2$

### 3 Lasten

#### 3.1 Horizontale Holmlast

Laut der DIN EN 1991-1-1 sind folgende horizontalen Linienlasten als variable Nutzlasten am Holm (Handlauf) bzw. Oberkante der Verglasung je nach Nutzungskategorie ungünstig aufzubringen: 0.5 kN/m, 1.0 kN/m und 2.0 kN/m.

Dabei sind die Lasten an der Oberkante des Geländers sowohl in Hauptrichtung=Absturzrichtung in voller Größe als auch in Gegenrichtung= gegen die Absturzrichtung in halber Größe aber zumindest mit 0.50 kN/m anzusetzen.

➔ Nach außen: 0.50 kN/m, 1.00 kN/m, 2.00 kN/m

➔ Nach innen: 0.50 kN/m, 1.00 kN/m

#### 3.2 Lastkombination Holm + Wind

Die auf die Oberkante der Glasscheibe aufgebraachte lineare Holmlast und der Wind, der auf die gesamte Oberfläche der Brüstung einwirkt, werden nach den Vorgaben der DIN EN 1990 durch die folgenden Beziehungen kombiniert:

$$f_{Ed1} = \gamma_Q \cdot f_{hk} + \psi_{0, \text{Wind}} \cdot \gamma_Q \cdot f_{wk}$$

$$f_{Ed2} = \gamma_Q \cdot f_{hk} \cdot \psi_{0, \text{Holm}} + \gamma_Q \cdot f_{wk}$$

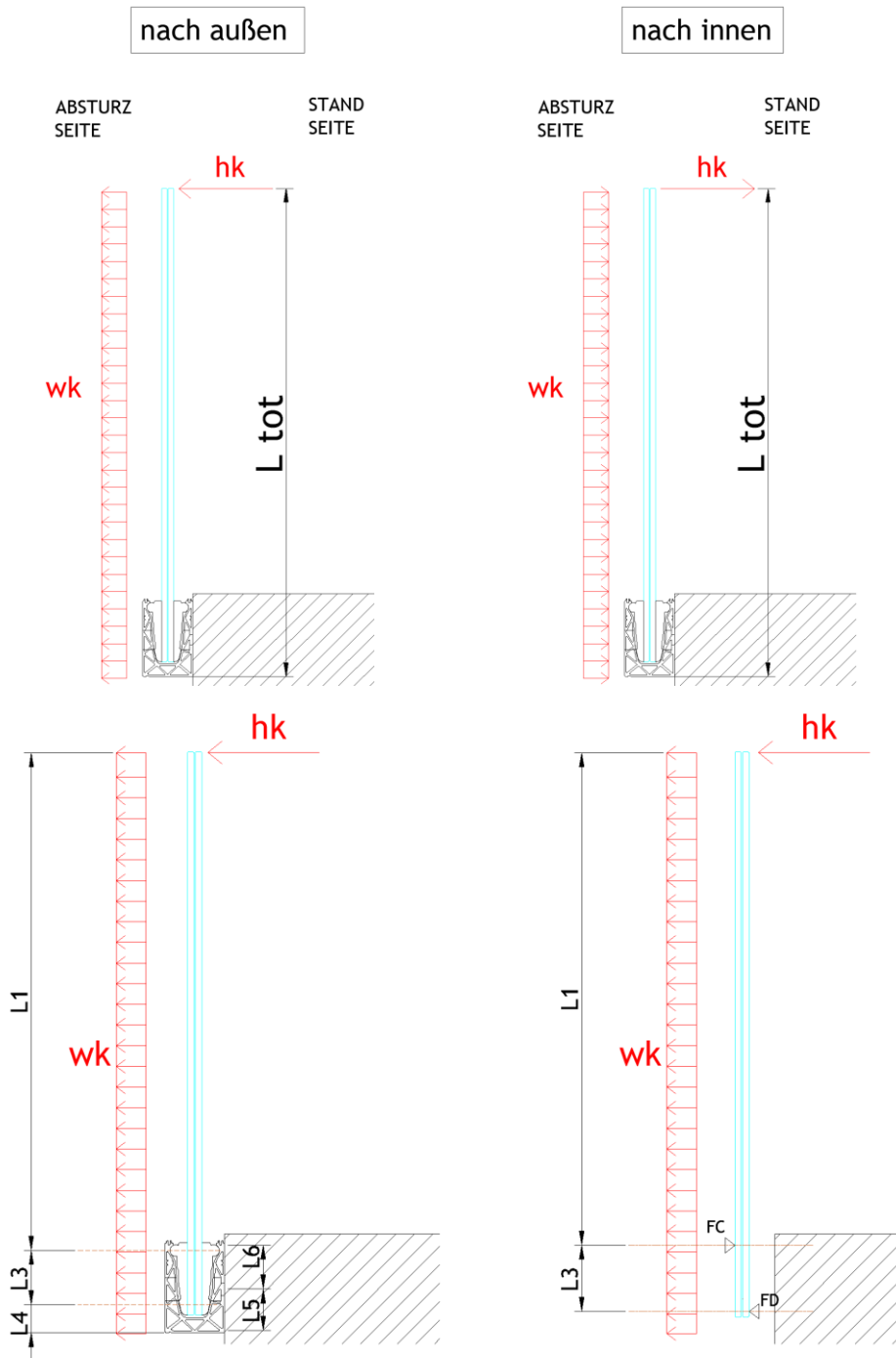
mit  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_{0, \text{Wind}} = 0.60$ ,  $\psi_{0, \text{Holm}} = 0.70$

## 4 Statische Berechnung

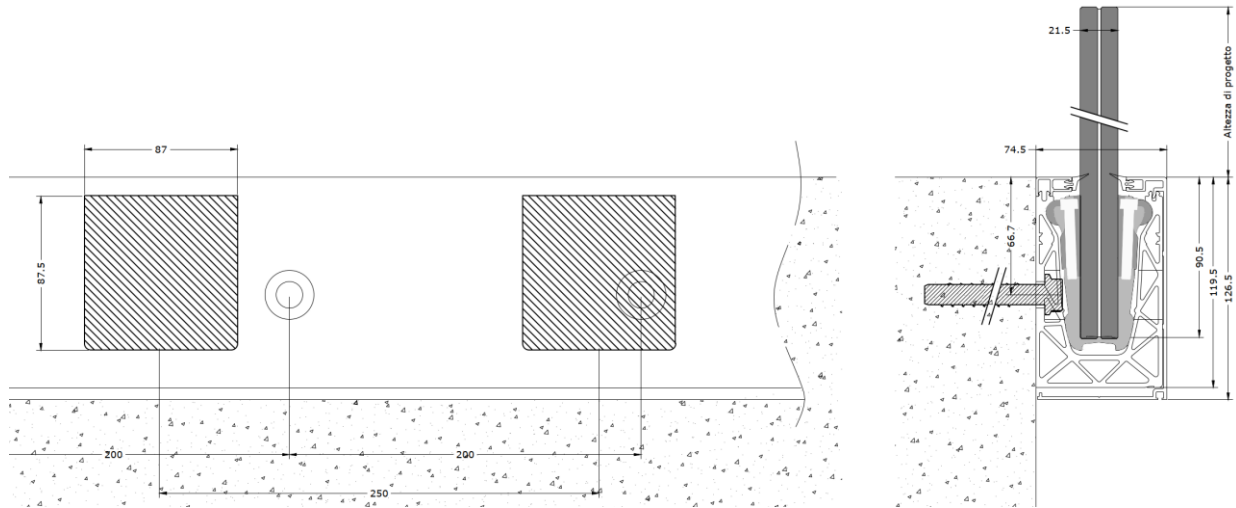
### 4.1 Glasbemessung

#### 4.1.1 Allgemeines

Der statische Nachweis der Verglasung wird mit dem Programm SJ Mepla durchgeführt.



Für die Berechnung der Spannungen in der Glasscheibe ist eine realitätsnahe Lagerung auf den Kunststoffklemmen als abschnittsweise elastische Linienlagerung mit der Länge von 87 mm, einem Abstand von 250 mm sowie einem Randabstand von 125 mm berücksichtigt. Die Breite der Glasscheibe beträgt dabei 500 mm, d.h. es sind 2 Klemmen pro Scheibe vorgesehen.



Es werden für die Berechnung folgende Parameter verwendet - siehe dazu auch Grafik auf der nächsten Seite:

Profil	Abmessungen [mm]								
	L2	L3	L4	L5	L6	L7	e fix	b Klemme	e Klemme
DF810FR17 / DF810FR21	12	70	29,5	50	53	-0,5	200	87	250

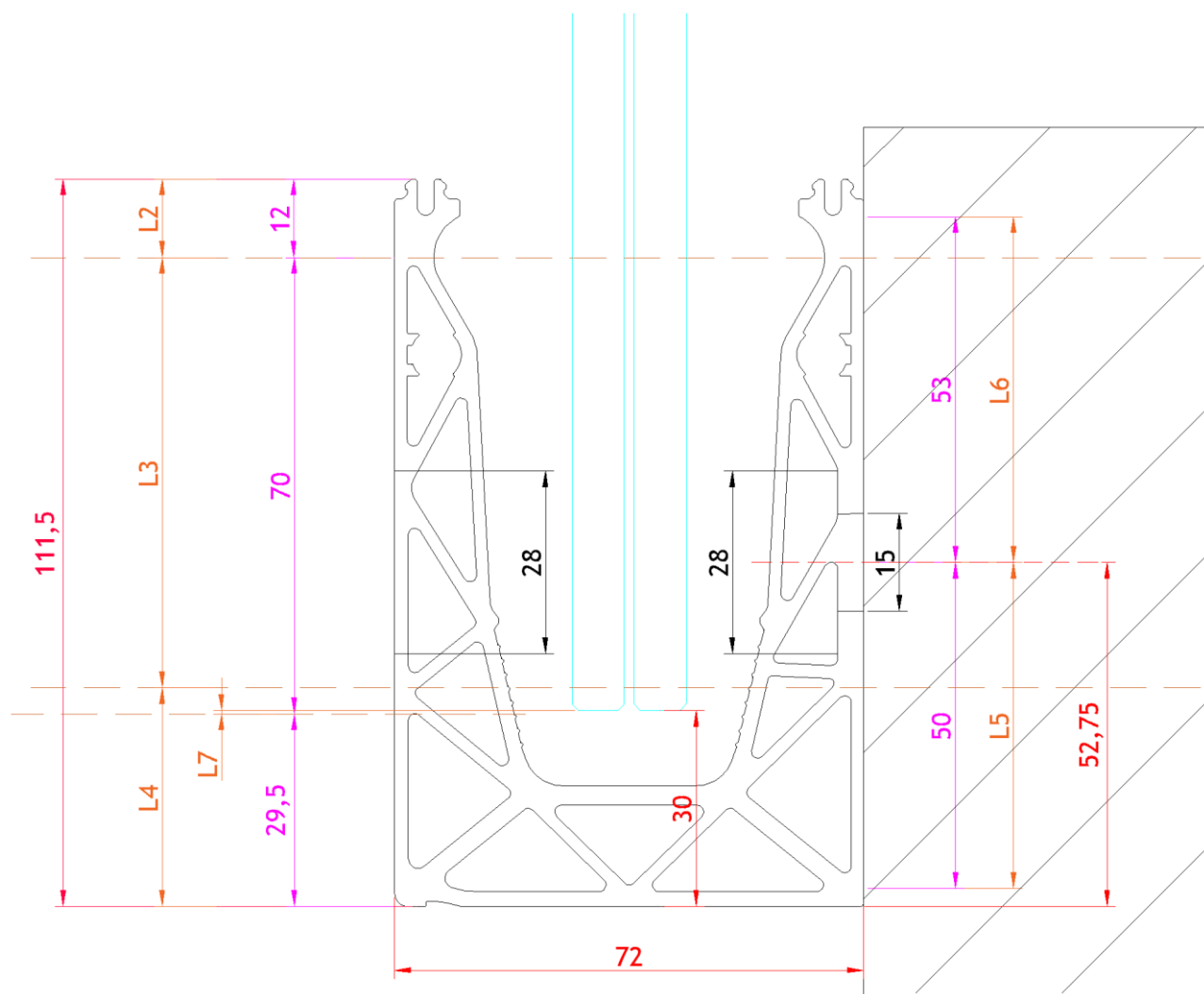


Abb: Berechnungsparameter DF810FR

Die Berechnung der maximalen Spannungen in den Glasscheiben erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt wird eine gleichmäßig verteilte Linienlast von  $h_u = 1.0 \text{ kN/m}$  auf den Holm (Oberkante) der Glasbrüstung aufgebracht, wobei in 50-mm-Schritten unterschiedliche Höhen von 600 mm bis 1600 mm simuliert werden.

In einem zweiten Schritt kann dann bei Kenntnis der maximal zulässigen Spannung im Glas die zusätzlich zur Holmlast  $h_k$  noch eventuell aufnehmbare gleichmäßig über die Höhe der Glasscheibe verteilte Windlast  $w_k$  berechnet werden.

$$f_{d,\text{Glas}} = \gamma_Q \cdot \sigma h_k + \psi_{0,\text{Wind}} \cdot \gamma_Q \cdot \sigma w_{k1}$$

$$f_{d,\text{Glas}} = \gamma_Q \cdot \sigma h_k \cdot \psi_{0,\text{Holm}} + \gamma_Q \cdot \sigma w_{k2}$$

$$\sigma_{wk1} = (f_{d.Glas} - \gamma_Q \cdot \sigma_{hk}) / (\psi_{0.Wind} \cdot \gamma_Q) \quad \rightarrow \quad w_{k1} = \sigma_{wk1} / \sigma_{max.wu} \quad \rightarrow \quad w_{kmin} = \min(w_{k1}, w_{k2})$$
$$\sigma_{wk2} = (f_{d.Glas} - \gamma_Q \cdot \sigma_{hk} \cdot \psi_{0.Holm}) / \gamma_Q \quad \rightarrow \quad w_{k2} = \sigma_{wk2} / \sigma_{max.wu}$$

mit  $\gamma_Q = 1.50$ ,  $\psi_{0.Wind} = 0.60$ ,  $\psi_{0.Holm} = 0.70$

Dazu sind auch die Spannungen des Glases aus der gleichmäßig über die Höhe und Länge verteilten Windlast mit einem Einheitsdruck  $w_u$  von 1 kN/m<sup>2</sup> berechnet.

Nachfolgend ist exemplarisch für einen Glasaufbau und eine bestimmte Höhe die Mepla-Berechnung für die Einheitslasten  $h_u = 1$  kN/m und  $w_u = 1$  kN/m<sup>2</sup> sowie Ausfallsszenario dargestellt.

Für alle anderen Glasaufbauten und Glashöhen wurde die Berechnung auf die gleiche Weise durchgeführt, indem die Variablen wie Glashöhe, E-Modul Folie und Glasstärke angepasst wurden.

Hinweis: Die Glasbemessung in Mepla ist auf Basis des Profils DF810LM durchgeführt, welches das idente Klemmsystem hat und daher in gleicher Weise für das Profil DF810FR gültig ist.

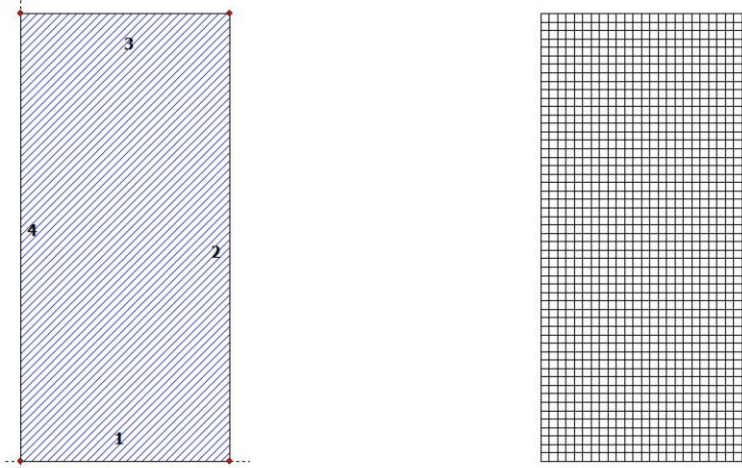
### 4.1.2 Glasbemessung mit Mepla

#### Berechnung für Einheitslinienlast hu an der Oberkante der Brüstung - intakte VSG-Scheibe:

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:



Geometrie:

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

Lager:

Randlager:

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

Elastische Linienlager:

Nr	von	nach	E-Modul	Breite	Höhe	Kontakt		
	x	y	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm			
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0

Federlager:

Paket	Schicht	x	y	z	C_x	C_y	C_z	C_φ	C_θ
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

Schichten:

Schichtenaufbau:

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

Kennwerte:

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	αt	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	--- von ---		-- nach --		qx	qy	qz
	x	y	x	y	N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1070.00	500.00	1070.00	0.00	0.00	1.00

**Flächenlasten:**

- konstant verteilt:

Paket	Druck
	N/mm <sup>2</sup>
1	0.00000e+00

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	
	mm	mm	mm
1	500.00	0.00	-0.10 (min)
	10.00	1070.00	29.94 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	162.25	2.28	15.52	38.86
	(unten)	370.00	78.48	38.86	
1	1 (oben)	162.25	2.28	15.52	38.86
	(unten)	370.00	78.48	38.86	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	
1	3.759 (max)	4039.77
	1.637 (min)	
2	3.759 (max)	4039.77
	1.637 (min)	
3	-0.522 (max)	-3789.77
	-6.323 (min)	
4	-0.522 (max)	-3789.77
	-6.323 (min)	

**Extremwerte:**

x	y	σ
mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
332.37	69.50	3.759 (max)
332.37	3.50	-6.323 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.10	0.0000	-0.0013	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
( 500.00 / 0.00 )											
1	1	0.00	0.00	-0.10	0.0000	-0.0013	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

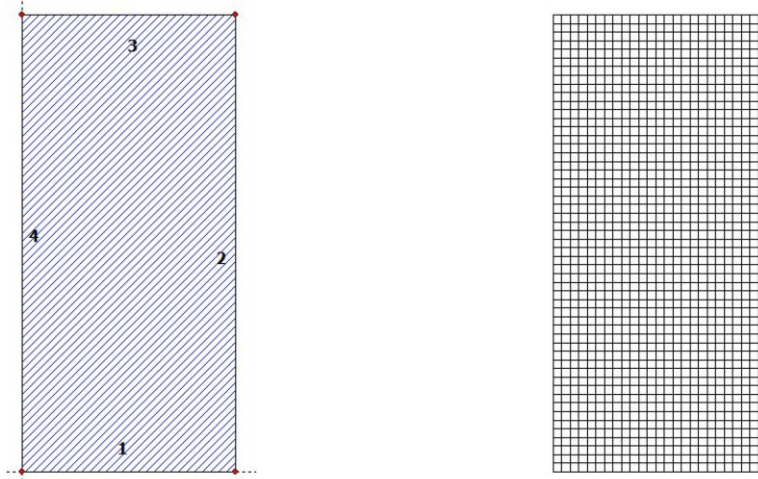
Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Berechnung für Einheitsflächenlast wu auf der gesamten Fläche der Brüstung - intakte VSG-Scheibe:

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

**Elastische Linienlager:**

Nr	von		nach		E-Modul N/mm <sup>2</sup>	Breite mm	Höhe mm	Kontakt
	x	y	x	y				
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod. N/mm <sup>2</sup>	ν	Dicke mm	Dichte kg/m <sup>3</sup>	α <sub>T</sub> 1/K	ΔT K
1	3	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Flächenlasten:**  
- konstant verteilt:  
Paket            Druck  
                  N/mm<sup>2</sup>  
1            1.00000e-03

**Berechnungsverfahren:**  
geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**  
Elementgröße       : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten   : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---			Verformung w mm
	x mm	y mm		
1	500.00	0.00		-0.05 (min)
	500.00	1070.00		11.59 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht		x	y	σ	σ (max)
			mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3	(oben)	162.25	2.28	7.57	19.50
		(unten)	370.00	78.48	19.50	19.50
1	1	(oben)	162.25	2.28	7.57	19.50
		(unten)	130.00	78.48	19.50	19.50

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	(Fz) N
1	2.063 (max)	2154.19

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_W - 10\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

2	0.845 (min)	
	2.063 (max)	2154.19
	0.845 (min)	
3	-0.281 (max)	-1886.69
	-3.095 (min)	
4	-0.281 (max)	-1886.69
	-3.095 (min)	

**Extremwerte:**

	x	y	σ
	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
	332.37	69.50	2.063 (max)
	332.37	3.50	-3.095 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
(	0.00 /	0.00)									
1	1	0.00	0.00	-0.05	0.0000	-0.0007	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
(	500.00 /	0.00)									
1	1	0.00	0.00	-0.05	0.0000	-0.0007	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

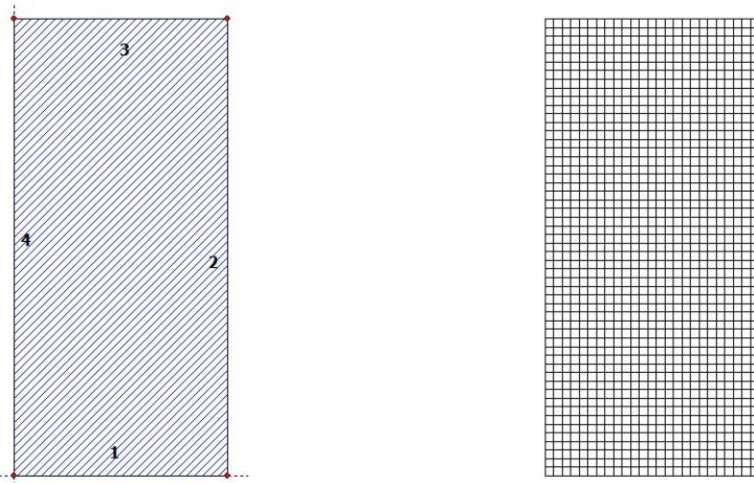
Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

**Berechnung für Einheitslinienlast hu an der Oberkante der Brüstung - Ausfall einer Scheibe:**

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 1

**SJ MEPLA Berechnungsprotokoll:**



**Geometrie:**

Rand	Randpunkt	Bogenmitte	Drehrichtung
	mm	mm	+/-
1	0.00	0.00	
2	500.00	0.00	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 2

3	500.00	1070.00
4	0.00	1070.00

**Lager:**

**Randlager:**

Rand	Lagerungsart
2	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)
4	u,φ : fest - w,v,θ : frei (Symmetrie in x-Richtung)

**Elastische Linienlager:**

Nr	von	nach	E-Modul	Breite	Höhe	Kontakt		
	x	y	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm			
1	81.50	69.50	168.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
2	331.50	69.50	418.50	69.50	3000.00	20.00	10.00	0
3	81.50	3.50	168.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0
4	331.50	3.50	418.50	3.50	3000.00	20.00	10.00	0

**Federlager:**

Paket	Schicht	x	y	z	C <sub>x</sub>	C <sub>y</sub>	C <sub>z</sub>	C <sub>φ</sub>	C <sub>θ</sub>
		mm	mm	mm	N/mm	N/mm	N/mm	Nmm	Nmm
1	1	0.0	0.0	0.0	1.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00
1	1	500.0	0.0	0.0	0.000e+00	1.000e+00	0.000e+00	0.00e+00	0.00e+00

**Schichten:**

**Schichtenaufbau:**

Paket	Schicht	Beschreibung
1	3	ESG
1	2	PVB Langzeitbelastung
1	1	ESG

**Kennwerte:**

Paket	Schicht	E-Mod.	ν	Dicke	Dichte	α <sub>T</sub>	ΔT
		N/mm <sup>2</sup>		mm	kg/m <sup>3</sup>	1/K	K
1	3	70000.00	0.23	0.00	2550.00	1.0000e-05	0.00
1	2	0.00	0.50	0.76	1070.00	8.0000e-05	0.00
1	1	70000.00	0.23	10.00	2550.00	1.0000e-05	0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 3

**Lasten:**

**Linienlasten:**

Paket	--- von ---		-- nach --		qx	qy	qz
	x	y	x	y	N/mm	N/mm	N/mm
1	0.00	1070.00	500.00	1070.00	0.00	0.00	1.00

**Flächenlasten:**

- konstant verteilt:  
Paket Druck  
N/mm<sup>2</sup>

1	0.00000e+00
---	-------------

**Berechnungsverfahren:**

geometrisch linear  
statische Berechnung

**Kenndaten des finiten Element Netzes:**

Elementgröße : 20.0 mm  
Anzahl der Elemente : 1325  
Anzahl der Knoten : 5457 (pro Paket)  
Anzahl der Unbekannten : 48257

**Berechnungsergebnis:**

**Minimale und maximale Verformungen w:**

Paket	--- Ort ---		Verformung
	x	y	w
	mm	mm	mm
1	500.00	0.00	-0.18 (min)
	490.00	1070.00	59.53 (max)

**Maximale Hauptzugspannung:**

Paket	Schicht	x	y	σ	σ (max)
		mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	3 (oben)	497.75	2.28	-0.01	-0.01
	(unten)	2.25	2.28	-0.01	
1	1 (oben)	162.25	2.28	33.49	75.98
	(unten)	142.25	78.48	75.98	

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.

Projekt: 23065 Defender 810 - GER+CH, Logli - DF810LM\_H\_Ausfall - 0,000001\_10\_500\_1070\_87\_2

23.08.2023  
Seite: 4

**Extremale Spannungen und Reaktionskraft in der elastischen Linienlagerung:**

Nr.	σ	Reaktionskraft
	N/mm <sup>2</sup>	(Fz) N
1	4.868 (max)	4039.77
	1.246 (min)	
2	4.868 (max)	4039.77
	1.246 (min)	
3	-0.262 (max)	-3789.77
	-8.391 (min)	
4	-0.262 (max)	-3789.77
	-8.391 (min)	

**Extremwerte:**

x	y	σ
mm	mm	N/mm <sup>2</sup>
332.37	69.50	4.868 (max)
417.63	3.50	-8.391 (min)

**Federn:**

Paket	Schicht	u	v	w	φ	θ	Fx	Fy	Fz	M <sub>φ</sub>	M <sub>θ</sub>
(x / y)		mm	mm	mm	rad	rad	N	N	N	Nmm	Nmm
( 0.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	-0.18	0.0000	-0.0023	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00
( 500.00 / 0.00 )											
1 1		0.00	0.00	-0.18	0.0000	-0.0023	0.00	0.00	-0.00	0.00	-0.00

Dieser Ausdruck wurde durch das Programm SJ MEPLA erstellt. Copyright 2000-2022 by SJ Software GmbH Aachen.



DF810FR17 - 8.8.2 und 8.8.4 ESG mit PVB - Folie - Ausfall einer Scheibe - Belastung in Absturzrichtung nach außen

F<sub>ik</sub> Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasabstützung  
 kN/m  
 F<sub>ik,ESG</sub> 120  
 Charakteristisches Biegemoment ESG nach DIN 18008  
 N/mm<sup>2</sup>  
 M<sub>ik,ESG</sub> 80,00  
 Teilsicherheitsbeiwert Materialbeiwert für ESG nach DIN 18008  
 γ<sub>M</sub> 1,5  
 Bemessungswert der Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008 für eine Scheibe  
 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>yk,ESG</sub> 80,00  
 Kombinationsbeiwert für Heilmasten (k<sub>1,C</sub>) bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990 bzw. DIN 18008:2.6.1.6  
 γ<sub>M,Heim</sub> 0,7  
 Teilsicherheitsbeiwert Lastbeiwert für variable Lasten bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990  
 γ<sub>M,Exp</sub> 1,0

Lst	L1	L Glas	hu	hk=0,5 kN/m			hk=1,0 kN/m			hk=2,0 kN/m						
				g <sub>max,hu</sub>	g <sub>0,5,exp</sub>	g <sub>0,5,exp</sub>	g <sub>1,0,exp</sub>	g <sub>1,0,exp</sub>	g <sub>2,0,exp</sub>	g <sub>2,0,exp</sub>	g <sub>2,0,exp</sub>	L <sub>1,max,exp</sub>	L <sub>1,max,exp</sub>	L <sub>1,max,exp</sub>		
600	500,5	570,0	58,80	1946	2038	2045	41,16	45,77	51	82,32	1,03	1,03	600	600	600	581
650	550,5	620,0	65,38	1925	2288	2045	45,77	51	96,2	1,03	1,03	650	650	650	581	
700	600,5	670,0	72,96	1904	2471	2044	51,42	57,2	106,2	1,02	1,02	700	700	700	581	
750	650,5	720,0	80,54	1883	2654	2043	57,2	63,0	116,2	1,02	1,02	750	750	750	581	
800	700,5	770,0	88,12	1862	2837	2043	63,0	68,8	126,2	1,01	1,01	800	800	800	581	
850	750,5	820,0	95,70	1841	3020	2043	68,8	74,6	136,2	1,01	1,01	850	850	850	581	
900	800,5	870,0	103,28	1820	3203	2042	74,6	80,4	146,2	1,01	1,01	900	900	900	581	
950	850,5	920,0	110,86	1800	3386	2042	80,4	86,2	156,2	1,01	1,01	950	950	950	581	
1000	900,5	970,0	118,44	1779	3569	2042	86,2	92,0	166,2	1,01	1,01	1000	1000	1000	581	
1050	950,5	1020,0	126,02	1758	3752	2042	92,0	97,8	176,2	1,01	1,01	1050	1050	1050	581	
1100	1000,5	1070,0	133,60	1737	3935	2042	97,8	103,6	186,2	1,01	1,01	1100	1100	1100	581	
1150	1050,5	1120,0	141,18	1716	4118	2041	103,6	109,4	196,2	1,01	1,01	1150	1150	1150	581	
1200	1100,5	1170,0	148,76	1695	4301	2041	109,4	115,2	206,2	1,01	1,01	1200	1200	1200	581	
1250	1150,5	1220,0	156,34	1674	4484	2041	115,2	121,0	216,2	1,01	1,01	1250	1250	1250	581	
1300	1200,5	1270,0	163,92	1653	4667	2041	121,0	126,8	226,2	1,01	1,01	1300	1300	1300	581	
1350	1250,5	1320,0	171,50	1632	4850	2041	126,8	132,6	236,2	1,01	1,01	1350	1350	1350	581	
1400	1300,5	1370,0	179,08	1611	5033	2041	132,6	138,4	246,2	1,01	1,01	1400	1400	1400	581	
1450	1350,5	1420,0	186,66	1590	5216	2041	138,4	144,2	256,2	1,01	1,01	1450	1450	1450	581	
1500	1400,5	1470,0	194,24	1569	5400	2041	144,2	150,0	266,2	1,01	1,01	1500	1500	1500	581	
1550	1450,5	1520,0	201,82	1548	5583	2041	150,0	155,8	276,2	1,01	1,01	1550	1550	1550	581	
1600	1500,5	1570,0	209,40	1527	5766	2041	155,8	161,6	286,2	1,01	1,01	1600	1600	1600	581	
			176,64	1942	6182	1994	123,65	155	1032	Minimum	3,09	2,47	1032	1032	1032	581



**DF810FRZ1 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit PVB - Folie - Ausfall einer Scheibe - Belastung in Absturzrichtung nach außen**

Fu ESG 1  
 um ESG 1,5  
 rEG ESG 80,00  
 y-Hoim 0,7  
 y-Qexp 1,0

Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasbrüstung  
 Teil sicherheitsbeiwert  $\gamma_{G,exp}$  für ESG nach DIN 18108  
 Teil sicherheitsbeiwert  $\gamma_{Q,exp}$  für ESG nach DIN 18108  
 Bemessungswert der Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18108 für eine Scheibe  
 Kombinationsbeiwert für Holmassen (k<sub>1</sub>,C) bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990 bzw. DIN 18108-2.6.1.6  
 Teilsicherheitsbeiwert Lastseite für variable Lasten bei außergewöhnlicher Lastfallkombination nach DIN EN 1990

Lotc	L1	L Glas	hu	hk=0,5 kN/m				hk=1,0 kN/m				hk=2,0 kN/m					
				h <sub>k</sub> 0,5.exp	eEd,0.5.exp	ut 0,5.exp	Lotc,max.exp	Lotc,min,0.5	h <sub>k</sub> 1,0.exp	eEd,1.0.exp	ut 1,0.exp	Lotc,max.exp	Lotc,min,1.0	h <sub>k</sub> 2,0.exp	eEd,2.0.exp	ut 2,0.exp	Lotc,max.exp
600	500,5	570,0	37,93	13,28	0,17	0,70	26,53	0,33	1508	1578	1608	1,40	53,10	0,66	754	600	
650	550,5	620,0	42,07	14,72	0,18	0,70	29,45	0,37	1495	1585	1595	1,40	58,90	0,74	748	650	
700	600,5	670,0	46,21	16,16	0,19	0,70	32,37	0,41	1482	1566	1586	1,40	64,70	0,82	742	700	
750	650,5	720,0	50,35	17,60	0,20	0,70	35,29	0,45	1469	1547	1567	1,40	70,50	0,90	736	750	
800	700,5	770,0	54,49	19,04	0,21	0,70	38,21	0,49	1456	1528	1548	1,40	76,30	0,98	730	800	
850	750,5	820,0	58,63	20,48	0,22	0,70	41,13	0,53	1443	1509	1529	1,40	82,10	1,06	724	850	
900	800,5	870,0	62,77	21,92	0,23	0,70	44,05	0,57	1430	1490	1510	1,40	87,90	1,14	718	900	
950	850,5	920,0	66,91	23,36	0,24	0,70	46,97	0,61	1417	1471	1491	1,40	93,70	1,22	712	950	
1000	900,5	970,0	71,05	24,80	0,25	0,70	49,89	0,65	1404	1452	1472	1,40	99,50	1,30	706	1000	
1050	950,5	1020,0	75,19	26,24	0,26	0,70	52,81	0,69	1391	1433	1453	1,40	105,30	1,38	700	1050	
1100	1000,5	1070,0	79,33	27,68	0,27	0,70	55,73	0,73	1378	1414	1434	1,40	111,10	1,46	694	1100	
1150	1050,5	1120,0	83,47	29,12	0,28	0,70	58,65	0,77	1365	1395	1415	1,40	116,90	1,54	688	1150	
1200	1100,5	1170,0	87,61	30,56	0,29	0,70	61,57	0,81	1352	1376	1396	1,40	122,70	1,62	682	1200	
1250	1150,5	1220,0	91,75	32,00	0,30	0,70	64,49	0,85	1339	1357	1377	1,40	128,50	1,70	676	1250	
1300	1200,5	1270,0	95,89	33,44	0,31	0,70	67,41	0,89	1326	1338	1358	1,40	134,30	1,78	670	1300	
1350	1250,5	1320,0	100,03	34,88	0,32	0,70	70,33	0,93	1313	1319	1339	1,40	140,10	1,86	664	1350	
1400	1300,5	1370,0	104,17	36,32	0,33	0,70	73,25	0,97	1300	1300	1320	1,40	145,90	1,94	658	1400	
1450	1350,5	1420,0	108,31	37,76	0,34	0,70	76,17	1,01	1287	1281	1301	1,40	151,70	2,02	652	1450	
1500	1400,5	1470,0	112,45	39,20	0,35	0,70	79,09	1,05	1274	1262	1282	1,40	157,50	2,10	646	1500	
1550	1450,5	1520,0	116,59	40,64	0,36	0,70	82,01	1,09	1261	1245	1265	1,40	163,30	2,18	640	1550	
1600	1500,5	1570,0	120,73	42,08	0,37	0,70	84,93	1,13	1248	1224	1244	1,40	169,10	2,26	634	1600	
									Minimum	3060	3090				Minimum	817	847









DF810FR21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit PVB - Folie - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)

- L3 70 Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil
- L4 29,5 Abstand oberer Lagerpunkte Glas/Profil zu unterem Glas
- L7 -0,5 Abstand unterer Lagerpunkte Glas/Profil zu Unterflanke Glas
- Fu 1 Horizontale Einheitslast als Flächenlast an der Oberkante Glasbrüstung
- E-Folie 0,0001 Horizontale Einheitslast als Flächenlast auf der gesamten Glasbrüstung
- FRk,ESG 120 E-Modul PVB-Folie nach den Vorgaben der DIN 18008
- FRk,ESG 120 Charakteristische Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008
- FRk,ESG 120 Teilchenrisseibeiwerk/Materialstärke für ESG nach DIN 18008
- FRk,ESG 120 Biegezugfestigkeit für VSG-Schiebe
- σ-0,10m 81,20 Kombinationsbeiwert für Horizontalen (k<sub>1,0</sub>) nach DIN EN 1990
- σ-0,10m 81,20 Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
- σ-Wind 0,6 Teilchenrisseibeiwerk Lastseite für variable Lasten nach DIN EN 1990
- σ-Q 1,5

Lstc	L1	L Glas	Fu		wu		wK1		wK2		wK3		wK4		wK5		def SLE	def wk2	def wk1	def kh	def kh1	def kh2	def kh3	def kh4	def kh5	
			emax,hu	def,hu	emax,wu	def,wu	emax,k1	def,k1	emax,k2	def,k2	emax,k3	def,k3	emax,k4	def,k4	emax,k5	def,k5										
600	500,5	570,0	19,41	4,11	14,89	0,82	2,27	0,50	9,71	14,56	51,87	16,69	10,61	10,61	2,06	11,68	8,70	10,27	2,06	11,68	8,70	10,27	2,06	11,68	8,70	10,27
650	500,5	620,0	21,53	5,38	5,97	1,17	2,25	0,50	10,77	16,15	51,13	13,37	11,15	8,56	2,69	15,65	10,02	12,08	2,69	15,65	10,02	12,08	2,69	15,65	10,02	12,08
700	600,5	670,0	23,30	6,89	7,03	1,63	2,25	0,50	11,65	17,48	50,51	11,15	7,19	3,45	4,33	18,17	11,71	14,35	4,33	18,17	11,71	14,35	4,33	18,17	11,71	14,35
750	600,5	720,0	25,41	8,66	8,32	2,21	2,25	0,50	12,71	19,06	49,77	9,21	5,98	5,98	5,35	23,08	15,10	19,20	5,35	23,08	15,10	19,20	5,35	23,08	15,10	19,20
800	700,5	770,0	27,19	10,70	9,57	2,94	2,25	0,50	13,60	20,39	49,15	7,85	5,14	5,14	6,52	25,36	16,74	21,74	6,52	25,36	16,74	21,74	6,52	25,36	16,74	21,74
850	800,5	820,0	29,30	13,04	11,05	3,82	2,25	0,50	14,65	21,98	48,41	6,84	4,38	4,38	8,35	28,26	18,74	24,54	8,35	28,26	18,74	24,54	8,35	28,26	18,74	24,54
900	800,5	870,0	31,18	15,70	12,48	4,99	2,26	0,50	15,99	24,29	47,05	6,19	3,82	3,82	9,95	30,61	20,54	27,72	9,95	30,61	20,54	27,72	9,95	30,61	20,54	27,72
950	900,5	920,0	33,97	18,70	14,18	6,19	2,26	0,50	16,59	26,83	46,43	5,51	3,24	3,24	11,03	33,49	22,66	31,13	11,03	33,49	22,66	31,13	11,03	33,49	22,66	31,13
1000	900,5	1020,0	37,07	25,80	17,69	9,51	2,26	0,50	18,54	32,32	46,89	4,57	2,58	2,58	12,90	37,47	25,46	34,47	12,90	37,47	25,46	34,47	12,90	37,47	25,46	34,47
1050	1000,5	1070,0	40,95	34,49	21,59	14,01	2,26	0,50	20,48	40,71	45,07	3,35	2,31	2,31	14,97	42,03	28,77	38,29	14,97	42,03	28,77	38,29	14,97	42,03	28,77	38,29
1100	1000,5	1120,0	42,75	39,49	23,59	16,78	2,27	0,50	21,38	42,08	44,33	2,95	2,05	2,05	17,25	44,21	31,09	46,27	17,25	44,21	31,09	46,27	17,25	44,21	31,09	46,27
1150	1100,5	1170,0	44,75	44,75	25,69	20,46	2,27	0,50	22,32	44,06	42,61	2,63	1,85	1,85	19,75	46,27	33,49	49,07	19,75	46,27	33,49	49,07	19,75	46,27	33,49	49,07
1200	1200,5	1220,0	46,64	50,89	28,07	23,53	2,27	0,50	23,32	46,84	41,61	2,40	1,81	1,81	22,45	48,38	35,49	52,07	22,45	48,38	35,49	52,07	22,45	48,38	35,49	52,07
1300	1200,5	1320,0	48,72	57,33	30,96	27,59	2,26	0,50	24,36	50,42	41,61	2,10	1,51	1,51	25,45	50,67	38,49	55,04	25,45	50,67	38,49	55,04	25,45	50,67	38,49	55,04
1400	1300,5	1370,0	50,52	64,29	32,94	32,14	2,27	0,50	25,26	53,89	40,98	1,99	1,24	1,24	28,67	52,66	41,61	58,04	28,67	52,66	41,61	58,04	28,67	52,66	41,61	58,04
1450	1300,5	1420,0	52,61	71,80	35,62	37,24	2,26	0,50	26,31	57,46	40,25	1,51	1,13	1,13	32,15	54,33	44,21	61,74	32,15	54,33	44,21	61,74	32,15	54,33	44,21	61,74
1500	1400,5	1470,0	54,41	79,86	38,19	42,53	2,27	0,50	27,21	60,81	39,62	1,37	1,04	1,04	35,93	56,39	46,27	64,73	35,93	56,39	46,27	64,73	35,93	56,39	46,27	64,73
1550	1400,5	1520,0	56,49	88,51	41,08	49,24	2,26	0,50	28,25	64,27	38,90	1,23	0,95	0,95	40,26	60,77	48,38	68,74	40,26	60,77	48,38	68,74	40,26	60,77	48,38	68,74
1600	1500,5	1570,0	58,30	97,76	43,83	56,22	2,26	0,50	29,13	67,76	38,28	1,12	0,87	0,87	45,08	63,10	50,67	73,50	45,08	63,10	50,67	73,50	45,08	63,10	50,67	73,50

Lstc	L1	L Glas	Fu		wu		wK1		wK2		wK3		wK4		wK5		def SLE	def wk2	def wk1	def kh	def kh1	def kh2	def kh3	def kh4	def kh5	
			emax,hu	def,hu	emax,wu	def,wu	emax,k1	def,k1	emax,k2	def,k2	emax,k3	def,k3	emax,k4	def,k4	emax,k5	def,k5										
1,00	19,41	29,12	0,33	65,43	45,08	13,38	9,22	9,22	4,11	10,97	7,56	10,69	10,69	10,69	4,11	10,97	7,56	10,69	4,11	10,97	7,56	10,69	4,11	10,97	7,56	10,69
1,00	21,53	32,30	0,37	61,89	43,60	10,37	7,30	5,38	5,38	12,13	8,54	12,66	12,66	12,66	5,38	12,13	8,54	12,66	5,38	12,13	8,54	12,66	5,38	12,13	8,54	12,66
1,00	23,30	34,95	0,40	58,94	42,36	8,38	6,03	6,03	6,89	13,67	9,82	15,09	15,09	15,09	6,89	13,67	9,82	15,09	6,89	13,67	9,82	15,09	6,89	13,67	9,82	15,09
1,00	25,41	38,12	0,43	55,43	40,88	6,66	4,91	4,91	8,66	14,72	10,86	20,37	20,37	20,37	8,66	14,72	10,86	20,37	8,66	14,72	10,86	20,37	8,66	14,72	10,86	20,37
1,00	27,19	40,79	0,46	52,46	39,63	5,48	4,14	4,14	10,70	16,12	12,18	25,67	25,67	25,67	10,70	16,12	12,18	25,67	10,70	16,12	12,18	25,67	10,70	16,12	12,18	25,67
1,00	29,30	44,05	0,49	49,49	38,16	4,43	3,45	3,45	12,71	19,06	14,48	31,09	31,09	31,09	12,71	19,06	14,48	31,09	12,71	19,06	14,48	31,09	12,71	19,06	14,48	31,09
1,00	31,18	46,62	0,53	45,98	36,59	3,68	2,96	2,96	15,70	18,04	14,48	36,52	36,52	36,52	15,70	18,04	14,48	36,52	15,70	18,04	14,48	36,52	15,70	18,04	14,48	36,52
1,00	33,97	49,77	0,57	42,48	35,44	3,00	2,50	2,50	18,70	18,54	15,47	29,83	29,83	29,83	18,70	18,54	15,47	29,83	18,70	18,54	15,47	29,83	18,70	18,54	15,47	29,83
1,00	37,07	52,46	0,60	39,49	34,19	2,50	2,16	2,16	22,06	19,27	16,68	33,62	33,62	33,62	22,06	19,27	16,68	33,62	22,06	19,27	16,68	33,62	22,06	19,27	16,68	33,62
1,00	40,95	55,61	0,63	35,99	32,72	2,03	1,85	1,85	25,80	19,35	17,59	37,41	37,41	37,41	25,80	19,35	17,59	37,41	25,80	19,35	17,59	37,41	25,80	19,35	17,59	37,41
1,00	42,75	61,43	0,70	29,53	30,00	1,37	1,39	1,39	34,49	19,16	19,47	45,99	45,99	45,99	34,49	19,16	19,47	45,99	34,49	19,16	19,47	45,99	34,49	19,16	19,47	45,99
1,00	44,75	67,25	0,75	25,62	27,76	0,88	1,05	1,05	44,45	17,76	20,02	55,60	55,60	55,60	44,45	17,76	20,02	55,60	44,45	17,76	20,02	55,60	44,45	17,76	20,02	55,60
1,00	46,64	69,96	0,80	20,04	26,02	0,71	0,93	0,93	50,89	16,80	21,81	60,97	60,97	60,97	50,89	16,80	21,81	60,97	50,89	16,80	21,81	60,97	50,89	16,80	21,81	60,97
1,00	48,72	73,08	0,83	16,58	24,56	0,54	0,80	0,80	57,33	14,97	22,18	66,31	66,31	66,31	57,33	14,97	22,18	66,31	57,33	14,97	22,18	66,31	57,33	14,97	22,18	66,31
1,00	50,52	75,78	0,86	13,58	23,30	0,41	0,71	0,41	64,29	13,25	22,74	72,24	72,24	72,24	64,29	13,25	22,74	72,24	64,29	13,25	22,74	72,24	64,29	13,25	22,74	72,24
1,00	52,61	78,92	0,90	10,09	21,84	0,28	0,61	0,28	71,80	10,55	22,83	78,13	78,13	78,13	71,80	10,55	22,83	78,13	71,80	10,55	22,83	78,13	71,80	10,55	22,83	78,13
1,00	54,41	81,62	0,93	7,09	20,58	0,19	0,54	0,19	79,86	7,97	23,13	84,64	84,64	84,64	79,86	7,97	23,13	84,64	79,86	7,97	23,13	84,64	79,86	7,97	23,13	84,64
1,00	56,49	84,74	0,96	4,63	19,12	0,09	0,47	0,09	88,51	4,35	22,92	91,32	91,32	91,32	88,51	4,35	22,92	91,32	88,51	4,35	22,92	91,32	88,51	4,35	22,92	91,32
1,00	58,30	87,43	0,99	0,61	17,86	0,01	0,41	0,01	97,76	0,78	22,80	98,23	98,23	98,23	97,76	0,78	22,80	98,23	97,76	0,78	22,80	98,23	97,76	0,78	22,80	98,23



DF810FR21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - EXT - Lasten gegen die Absturzturichtung nach innen (IN)

- L3 70 Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil
- L4 29,5 Abstand unterer Lagerpunkt Glas im unteren Glas Profil
- L7 -0,5 Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Glas
- Fu 1 Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterkante Glas
- E-Folie Horizontale Einheitslast als Flächenlast an der Oberkante Glasabstützung
- FRk,ESG 120 Horizontale Einheitslast als Flächenlast auf der gesamten Glasabstützung
- FRk,ESG 1,7 E-Modul SGP-Folie nach AbZ. Z.70.3.253 für Lastdauer 1h und Zwischenschichttemperatur von 90° - extern
- FRk,ESG 8,00 Charakteristische Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008
- σ0,Heim 0,7 Teilsicherheitsbeiwert Materialseite für ESG nach DIN 18008
- σ0,Wind 0,6 Teilsicherheitsbeiwert Materialseite für SGP nach DIN 18008
- σC Kombinationsbeiwert für Horizontalen (k<sub>1</sub>,C) nach DIN EN 1990
- σC Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
- σC Teilsicherheitsbeiwert Lastseite für variable Lasten nach DIN EN 1990

Lstc	L1	L Glas	E max,hu	d <sub>fu,hu</sub>	E max,wu	d <sub>fu,wu</sub>	Mkld,glas	tk,0.5	e <sub>f</sub> max,0.5	e <sub>f</sub> max,0.5	e <sub>wk1</sub>	e <sub>wk2</sub>	tk=0,5 KN/m			def/hk	def/wk1	def/wk2	def/SLE
													tk,0.5	e <sub>f</sub> max,0.5	tk=0,5				
600	500,5	570,0	16,63	2,38	4,29	0,51	2,45	0,50	8,32	12,47	75,03	47,51	17,49	11,08	1,19	8,92	6,27	6,54	
650	500,5	620,0	18,43	2,99	5,23	0,70	2,39	0,50	9,22	13,82	73,33	46,88	14,06	8,96	1,50	9,84	6,27	6,54	
700	600,5	670,0	19,82	3,69	6,12	0,94	2,42	0,50	9,91	14,87	72,37	46,40	11,83	7,58	1,85	11,12	7,13	8,51	
750	600,5	720,0	21,61	4,47	7,23	1,23	2,41	0,50	10,81	16,21	70,88	45,77	9,80	6,33	2,24	12,06	7,79	9,47	
800	700,5	770,0	23,00	5,35	8,27	1,59	2,44	0,50	11,50	17,25	69,22	45,28	8,43	5,48	2,68	13,40	8,71	10,72	
850	750,5	820,0	24,80	6,33	9,36	2,01	2,42	0,50	12,40	18,60	67,63	44,65	7,14	4,67	3,17	14,34	9,39	11,77	
900	800,5	870,0	26,60	7,39	10,45	2,49	2,41	0,50	13,40	20,00	66,01	44,00	5,78	3,97	3,70	15,28	10,10	12,84	
950	850,5	920,0	28,38	8,59	12,19	3,10	2,43	0,50	13,99	20,99	65,37	43,54	5,38	3,57	4,20	16,68	11,07	14,30	
1000	900,5	970,0	29,38	9,89	13,53	3,77	2,45	0,50	14,69	22,04	64,41	43,15	4,76	3,18	4,95	17,95	12,00	15,71	
1050	950,5	1020,0	31,17	11,31	15,15	4,55	2,44	0,50	15,59	23,38	62,91	42,42	4,15	2,80	5,66	18,89	12,74	16,99	
1100	1000,5	1070,0	32,56	12,85	16,64	5,43	2,46	0,50	16,28	24,42	61,76	41,94	3,71	2,52	6,43	20,15	13,69	18,52	
1150	1050,5	1120,0	34,35	14,51	18,43	6,44	2,45	0,50	17,18	25,76	60,26	41,31	3,27	2,24	7,26	21,06	14,44	19,89	
1200	1100,5	1170,0	35,75	16,30	20,07	7,57	2,46	0,50	17,88	26,81	59,10	40,82	2,84	2,03	8,15	22,29	15,40	21,52	
1250	1150,5	1220,0	37,15	18,20	21,86	8,83	2,47	0,50	18,75	28,00	57,95	40,24	2,42	1,82	9,08	23,29	16,44	23,16	
1300	1200,5	1270,0	38,93	20,31	23,81	10,26	2,47	0,50	19,47	29,20	56,45	39,71	2,17	1,67	10,15	24,32	17,11	24,74	
1350	1250,5	1320,0	40,72	22,51	25,93	11,84	2,46	0,50	20,36	30,54	54,96	39,08	2,12	1,51	11,26	25,09	17,85	26,31	
1400	1300,5	1370,0	42,12	24,87	27,88	13,59	2,47	0,50	21,06	31,99	53,79	38,59	1,93	1,38	12,44	26,22	18,81	28,17	
1450	1350,5	1420,0	43,90	27,38	30,16	15,52	2,46	0,50	22,15	33,23	52,31	37,97	1,73	1,26	13,69	26,92	19,54	29,84	
1500	1400,5	1470,0	45,30	30,05	32,26	17,64	2,47	0,50	22,65	33,98	51,44	37,48	1,59	1,16	15,03	27,96	20,49	31,80	
1550	1450,5	1520,0	47,09	32,89	34,71	19,97	2,46	0,50	23,55	35,32	49,65	36,85	1,43	1,08	16,45	28,96	21,20	33,58	
1600	1500,3	1570,0	48,49	35,89	36,96	22,32	2,48	0,30	24,23	36,37	48,68	36,38	1,31	0,98	17,95	29,94	22,16	35,97	

tk,1.0	e <sub>f</sub> max,1.0	e <sub>f</sub> max,1.0	tk=1,0	e <sub>wk1</sub>	e <sub>wk2</sub>	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0	tk=1,0
1,00	16,63	24,95	0,31	61,17	41,69	14,26	9,72	9,72	2,38	7,27	4,96	6,74	2,38	7,27	4,96	6,74	2,38	7,27	4,96	6,74
1,00	18,43	27,65	0,35	58,17	40,43	11,12	7,73	7,73	2,99	7,79	5,41	7,66	2,99	7,79	5,41	7,66	2,99	7,79	5,41	7,66
1,00	19,82	29,73	0,37	55,86	39,46	9,13	6,45	6,45	3,69	8,58	6,06	8,84	3,69	8,58	6,06	8,84	3,69	8,58	6,06	8,84
1,00	21,61	32,42	0,41	52,87	38,21	7,31	5,28	5,28	4,47	9,99	6,50	9,87	4,47	9,99	6,50	9,87	4,47	9,99	6,50	9,87
1,00	23,00	34,50	0,43	50,36	37,23	6,11	4,50	4,50	5,35	9,72	7,16	11,18	5,35	9,72	7,16	11,18	5,35	9,72	7,16	11,18
1,00	24,39	36,29	0,45	47,96	36,26	5,16	3,76	3,76	6,29	9,45	8,00	12,50	6,29	9,45	8,00	12,50	6,29	9,45	8,00	12,50
1,00	24,95	36,29	0,49	45,56	35,00	4,27	3,26	3,26	7,40	10,56	8,17	13,74	7,40	10,56	8,17	13,74	7,40	10,56	8,17	13,74
1,00	27,98	41,97	0,52	42,26	33,75	3,47	2,77	2,77	8,59	10,75	8,58	15,04	8,59	10,75	8,58	15,04	8,59	10,75	8,58	15,04
1,00	29,38	44,07	0,55	39,92	32,77	2,95	2,42	2,42	9,89	11,12	9,13	16,56	9,89	11,12	9,13	16,56	9,89	11,12	9,13	16,56
1,00	31,17	46,76	0,58	36,94	31,51	2,44	2,08	2,08	11,31	11,09	9,46	17,97	11,31	11,09	9,46	17,97	11,31	11,09	9,46	17,97
1,00	32,56	48,84	0,61	34,62	30,54	2,08	1,84	1,84	12,85	11,20	9,97	19,63	12,85	11,20	9,97	19,63	12,85	11,20	9,97	19,63
1,00	34,35	51,53	0,64	31,64	29,29	1,72	1,59	1,59	14,51	11,08	10,23	21,14	14,51	11,08	10,23	21,14	14,51	11,08	10,23	21,14
1,00	35,75	53,93	0,67	29,11	27,95	1,46	1,41	1,41	16,30	10,97	10,86	22,57	16,30	10,97	10,86	22,57	16,30	10,97	10,86	22,57
1,00	37,15	56,20	0,70	26,31	26,31	1,20	1,20	1,20	18,23	10,97	10,86	24,97	18,23	10,97	10,86	24,97	18,23	10,97	10,86	24,97
1,00	38,93	58,40	0,73	24,01	26,08	1,01	1,10	1,10	20,30	10,34	11,24	26,51	20,30	10,34	11,24	26,51	20,30	10,34	11,24	26,51
1,00	40,72	61,08	0,76	21,02	24,83	0,81	0,96	0,96	22,51	9,60	11,34	28,27	22,51	9,60	11,34	28,27	22,51	9,60	11,34	28,27
1,00	42,12	63,18	0,79	18,69	23,85	0,67	0,86	0,86	24,87	9,11	11,63	30,34	24,87	9,11	11,63	30,34	24,87	9,11	11,63	30,34
1,00	43,90	65,85	0,82	15,72	22,60	0,52	0,75	0,75	27,38	8,09	11,63	32,23	27,38	8,09	11,63	32,23	27,38	8,09	11,63	32,23
1,00	45,30	67,95	0,85	13,39	21,62	0,42	0,67	0,67	30,05	7,32	11,82	34,44	30,05	7,32	11,82	34,44	30,05	7,32	11,82	34,44
1,00	47,09	70,64	0,88	10,41	20,37	0,30	0,59	0,59	32,89	5,99	11,72	36,48	32,89	5,99	11,72	36,48	32,89	5,99	11,72	36,48
1,00	48,49	72,74	0,91	8,07	19,39	0,22	0,52	0,52	35,89	4,92	11,81	38,94	35,89	4,92	11,81	38,94	35,89	4,92	11,81	38,94

DF810FR21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - INT - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)

- L3 70 Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil
- L4 29,5 mm Abstand oberer Lagerpunkt Glas/Profil zu unterem Glas
- L7 -0,5 mm Abstand unterer Lagerpunkt Glas/Profil zu Unterpane Glas
- Fu 1 Horizontale Einheitslast als Flächenlast an der Oberkante Glasabstützung
- E-Folie 193,7 mm Horizontale Einheitslast als Flächenlast auf der gesamten Glasabstützung
- FRK ESG 120 N/mm<sup>2</sup> E-Modul SGP-Folie nach ABZ Z-70.3.253 für Lastdauer 1h und Zwischenschichttemperatur von 30° - intern
- FRK ESG 17,5 N/mm<sup>2</sup> Charakteristische Biegezugfestigkeit ESG nach DIN 18008
- FRK ESG 80,0 N/mm<sup>2</sup> Relativelastbeiwert Materialerle für ESG nach DIN 18008
- 0-Helm 0,7 N/mm<sup>2</sup> Relativelastbeiwert Materialerle für SGP-Folie nach DIN 18008
- 0-Wind 0,6 N/mm<sup>2</sup> Kombinationsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
- 0-Q 1,5 Teilrischenbeiwert Laststelle für variable Lasten nach DIN EN 1990

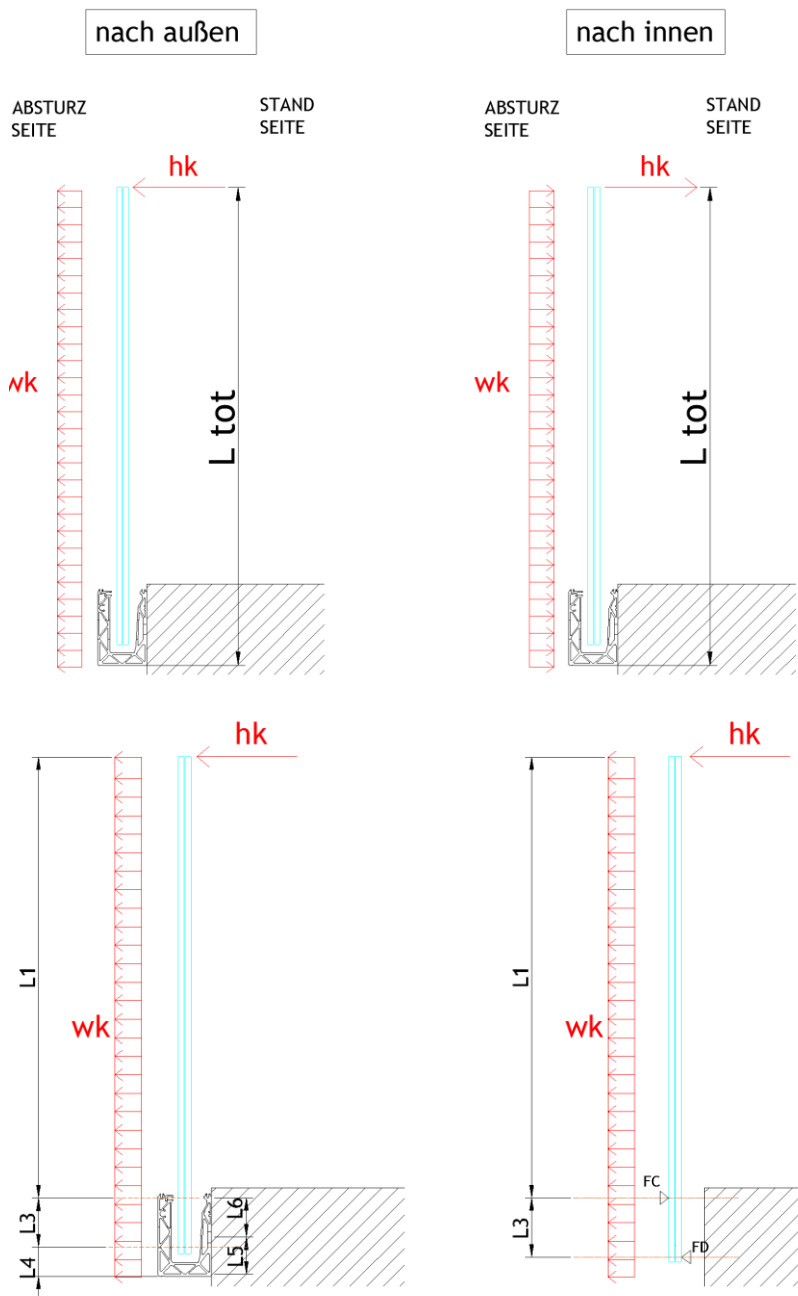
L3	L4	Fu	E-Folie	FRK ESG	FRK ESG	FRK ESG	0-Helm	0-Wind	0-Q	DF810FR21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - INT - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)											
										L Glas	L1	emax.h.u	dief.h.u	emax.w.u	wu	Mkld.glas	fk.0.5	efi.max.0.5	efi.max.0.5	efi.max.0.5	wk1
600	500,5	570,0	12,62	1,25	3,98	0,27	3,14	0,50	9,47	10,32	0,12	78,37	48,42	23,75	14,82	12,17	0,80	7,18	4,50	5,11	4,47
700	600,5	670,0	15,04	2,01	4,67	0,51	3,19	0,50	7,52	11,28	0,14	76,36	48,07	16,35	10,29	10,29	1,01	8,34	5,25	6,01	5,11
750	650,5	720,0	16,50	2,49	5,51	0,67	3,15	0,50	8,25	12,38	0,15	75,14	47,56	13,64	8,63	8,63	1,25	9,14	5,78	6,73	6,01
800	700,5	770,0	17,51	3,03	6,28	0,88	3,20	0,50	8,76	13,13	0,16	74,30	47,20	11,83	7,52	7,52	1,52	10,41	6,61	7,76	7,76
850	750,5	820,0	18,97	3,64	7,28	1,13	3,16	0,50	9,49	14,23	0,18	73,08	46,69	10,04	6,41	6,41	1,82	11,34	7,25	8,63	8,63
900	800,5	870,0	20,44	4,15	8,45	1,48	3,17	0,50	10,22	15,56	0,20	71,82	46,18	8,25	5,25	5,25	2,12	12,44	8,04	9,67	9,67
950	850,5	920,0	21,44	5,11	9,35	1,78	3,17	0,50	11,23	16,85	0,21	70,72	45,83	7,64	4,93	4,93	2,56	13,59	8,77	10,71	10,71
1000	900,5	970,0	22,46	5,97	10,3	2,19	3,21	0,50	11,23	16,85	0,21	70,72	45,47	6,81	4,41	4,41	2,99	14,92	9,67	11,94	11,94
1050	950,5	1020,0	23,91	6,92	11,57	2,67	3,18	0,50	11,96	17,93	0,22	68,96	44,96	5,96	3,89	3,89	3,46	15,91	10,38	13,01	13,01
1100	1000,5	1070,0	24,93	7,97	12,68	3,23	3,21	0,50	12,47	18,70	0,23	68,11	44,61	5,37	3,52	3,52	3,99	17,35	11,36	14,40	14,40
1150	1050,5	1120,0	26,38	9,11	14,09	3,87	3,19	0,50	13,19	19,79	0,25	66,91	44,10	4,75	3,13	3,13	4,56	18,38	12,11	15,58	15,58
1200	1100,5	1170,0	27,40	10,37	15,31	4,59	3,21	0,50	13,70	20,55	0,26	66,08	43,74	4,31	2,86	2,86	5,19	19,80	13,11	17,07	17,07
1250	1150,5	1220,0	28,42	11,71	16,66	5,35	3,21	0,50	14,21	21,31	0,27	65,24	43,38	3,95	2,61	2,61	5,81	20,83	14,11	18,25	18,25
1300	1200,5	1270,0	29,88	13,20	18,18	6,35	3,21	0,50	14,94	22,41	0,28	64,99	42,88	3,52	2,36	2,36	6,40	22,35	14,98	20,01	20,01
1350	1250,5	1320,0	31,32	14,79	19,86	7,40	3,19	0,50	15,66	23,49	0,29	62,79	42,37	3,16	2,13	2,13	7,40	23,40	15,79	21,43	21,43
1400	1300,5	1370,0	32,35	16,51	21,3	8,57	3,22	0,50	16,18	24,26	0,30	61,93	42,01	2,91	1,97	1,97	8,26	24,92	16,90	23,21	23,21
1450	1350,5	1420,0	33,79	18,35	23,11	9,87	3,20	0,50	16,90	25,34	0,32	60,73	41,51	2,63	1,80	1,80	9,18	25,94	17,73	24,74	24,74
1500	1400,5	1470,0	34,62	20,32	24,67	11,22	3,22	0,50	17,41	26,12	0,33	59,87	41,15	2,43	1,67	1,67	10,16	27,47	18,88	26,64	26,64
1550	1450,5	1520,0	36,26	22,43	26,62	12,92	3,20	0,50	18,13	27,20	0,34	58,67	40,64	2,20	1,53	1,53	11,22	28,68	19,73	28,30	28,30
1600	1500,5	1570,0	37,29	24,68	28,29	14,69	3,22	0,50	18,65	27,97	0,35	57,81	40,28	2,04	1,42	1,42	12,34	30,02	20,92	30,33	30,33

L3	L4	Fu	E-Folie	FRK ESG	FRK ESG	FRK ESG	0-Helm	0-Wind	0-Q	DF810FR21 - 10.10.2 und 10.10.4 ESG mit SGP - Folie - INT - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)												
										L Glas	L1	emax.h.u	dief.h.u	emax.w.u	wu	Mkld.glas	fk.0.5	efi.max.0.5	efi.max.0.5	efi.max.0.5	wk1	wk2
1,00	12,62	18,93	0,24	67,85	44,50	20,56	13,48	10,93	13,48	1,25	5,55	3,64	4,58	1,60	6,99	4,05	5,25	2,01	6,97	4,67	6,19	6,19
1,00	14,03	21,05	0,26	65,51	43,51	16,46	10,93	9,17	9,17	2,01	6,97	4,05	5,25	2,49	7,46	5,08	6,97	3,03	8,37	5,76	8,05	8,05
1,00	15,04	24,75	0,31	61,39	41,78	11,14	7,58	7,58	7,58	2,49	7,46	5,08	6,97	3,54	8,37	5,76	8,05	3,54	8,37	5,76	8,05	8,05
1,00	17,51	28,27	0,33	59,71	41,08	9,51	6,54	6,54	6,54	3,03	8,37	5,76	8,05	4,34	9,67	6,85	10,14	4,34	9,67	6,85	10,14	10,14
1,00	19,99	32,96	0,37	55,57	39,34	6,87	4,80	4,80	4,80	3,54	9,67	6,85	10,14	5,11	10,17	7,34	11,21	5,11	10,17	7,34	11,21	11,21
1,00	21,44	32,16	0,40	53,16	38,33	5,72	4,12	4,12	4,12	3,54	9,67	6,85	10,14	5,97	10,94	8,00	12,53	5,97	10,94	8,00	12,53	12,53
1,00	22,46	33,69	0,42	51,46	37,61	5,00	3,65	3,65	3,65	3,65	6,92	11,32	8,45	13,71	11,32	8,45	13,71	6,92	11,32	8,45	13,71	13,71
1,00	23,91	35,87	0,45	49,04	36,60	4,24	3,16	3,16	3,16	4,24	11,32	8,45	13,71	4,24	11,32	8,45	13,71	4,24	11,32	8,45	13,71	13,71
1,00	26,38	39,57	0,49	44,92	34,87	3,19	2,47	2,47	2,47	4,92	12,06	9,14	15,21	3,19	12,06	9,14	15,21	3,19	12,06	9,14	15,21	15,21
1,00	28,42	43,20	0,54	40,82	33,15	2,45	1,92	1,92	1,92	4,92	12,06	9,14	15,21	3,19	12,06	9,14	15,21	3,19	12,06	9,14	15,21	15,21
1,00	29,88	44,82	0,56	39,09	32,42	2,15	1,78	1,78	1,78	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	31,32	46,98	0,59	36,69	31,41	1,85	1,58	1,58	1,58	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	32,35	48,53	0,61	34,97	30,69	1,64	1,44	1,44	1,44	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	33,79	50,69	0,63	32,57	29,68	1,41	1,28	1,28	1,28	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	34,82	52,23	0,65	30,86	28,96	1,25	1,17	1,17	1,17	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	36,26	54,39	0,68	28,46	27,95	1,09	1,05	1,05	1,05	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61
1,00	37,29	55,94	0,70	26,74	27,13	0,93	0,96	0,96	0,96	4,92	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	3,19	11,21	10,64	19,61	19,61

## 4.2 Bemessung Aluminiumprofil

### 4.2.1 Allgemeine Informationen

Die Berechnung des Aluminiumprofils erfolgt iterativ über das Berechnungsprogramm Sofistik. In einem ersten Schritt wird eine bestimmte maximale Höhe des Brüstungssystems und eine maximale horizontale Belastung am Holm gewählt. Die Aufbringung dieser Last auf das Glas erzeugt Reaktionen im Profil (siehe Abbildungen).



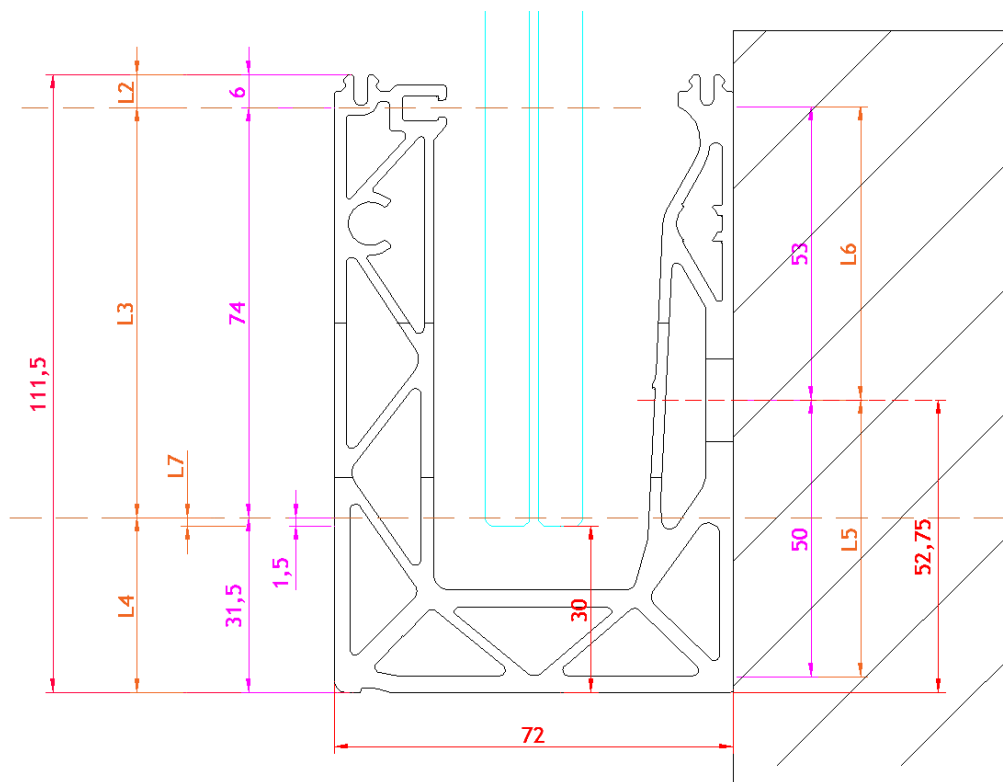


Abb: Berechnungsparameter DF810MF21-out

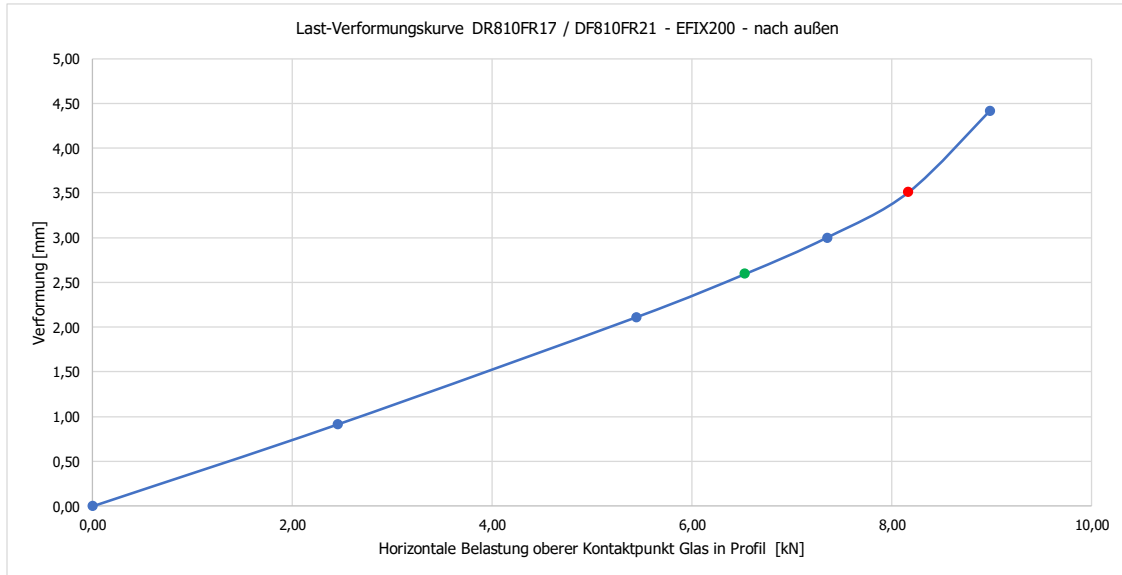
In einem zweiten Schritt werden diese beiden gegenläufigen Abstützkräfte Glas/Profil als lineare Lasten in der numerischen Berechnung auf die Stege des Profils aufgebracht. Diese Belastungen werden dann so lange iterativ modifiziert, bis sie im Profil die maximal erlaubten plastische Verformungen erzeugen bzw. generell die Tragfähigkeit des Profils erreicht ist. Somit kann anschließend unter Kenntnis dieser maximal aufnehmbaren Last des Profils für eine bestimmte vorgegebene Holmlast die maximal zusätzlich aufnehmbare Windlast unter Berücksichtigung folgender Formeln ermittelt werden:

$F_{cd,max}=F_{cd,h}+F_{cd,wind}$	Maximale Reaktionskraft aus Verglasung auf Profil oben
$F_{cd,h}=h_d*(L1+L3)/L3$	Maximale Reaktionskraft oben aus Holmlast $h_d$
$F_{cd,wind}=W_d*(L1+L3)^2/2*L3$	Maximale Reaktionskraft oben aus Windlast $w_d$
→ $w_d$ ( $w_k$ )	Maximal zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Profilbemessung in tabellarischer Form zusammengestellt. Für die Dokumentation der numerischen Berechnung mit Sofistik siehe Anhang.



Lastrichtung nach außen	Lastfaktor	FC.Rd.außen.FE	FC.Rd.außen.FE	Verformung
	-	kN	kN/m	mm
	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,30	2,45	12,25	0,91
SLS	0,67	5,44	27,21	2,11
	0,80	6,53	32,65	2,60
	0,90	7,35	36,74	3,00
<b>ULS</b>	<b>1,00</b>	<b>8,16</b>	<b>40,82</b>	<b>3,51</b>
	1,10	8,98	44,90	4,42



### 4.2.3 Ergebnistabellen Profilbemessung DF810FR - Lasten nach innen

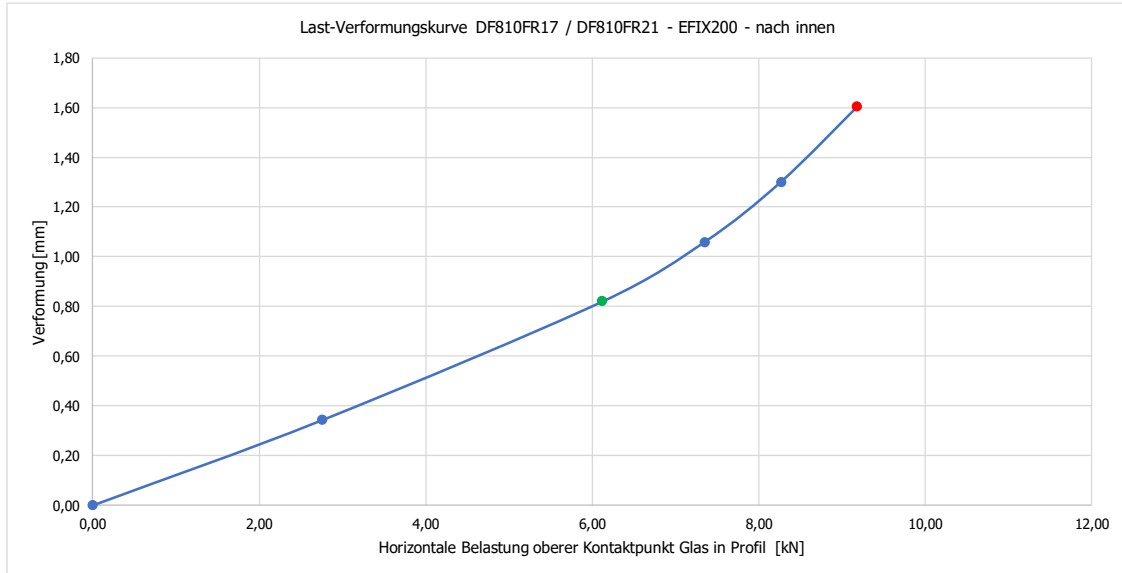
**DF810FR17 / DF810FR21 - PROFIL - EFX200 - Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen (IN)**

- L8 52,75 mm Abstand Dibel von Unterkante Profil.
- L3 70 mm Abstand oberer zu unterer Lagerpunkt Glas im Profil.
- L4 29,5 mm Abstand unterer Lagerpunkt Glasprofil zu Unterkante Profil.
- L5 53 mm Abstand oberer Lagerpunkt Glasprofil zu Unterkante Profil.
- L6 53 mm Abstand unterer Lagerpunkt Glasprofil zu Unterkante Profil.
- e fix 200 mm Horizontaler Abstand Lagerpunkte Profil für Lasten gegen die Abstrichrichtung nach innen
- hu 1 mm Abstand der Befestigungspunkte Profil auf Untergrund in Längsrichtung
- hu 1 mm Horizontale Einheitslast als Linienlast an der Oberkante Glasbrüstung
- wu 1 kN/m<sup>2</sup> Horizontale Einheitslast als Flächenlast auf der gesamten Glasbrüstung
- ym-Alu 1,1 mm Teilsicherheitsbeiwert Aluminium nach DIN EN 1999-1-1
- Q 0,7 kN/m<sup>2</sup> Teilsicherheitsbeiwert Lasten für variable Lasten nach DIN EN 1990
- Q 0,7 kN/m<sup>2</sup> Teilsicherheitsbeiwert Lasten für permanente Lasten nach DIN EN 1990
- Q Wind 0,6 kN/m<sup>2</sup> Teilsicherheitsbeiwert für Windlasten nach DIN EN 1990
- FC.kd.innen 9,18 kN Maximale aufnehmbare obere Auflagerkraft/Glas in Profil aus Basis Profilverhalten im GZT aus FE-Berechnung

Last	Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund							
	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.wu	FK.d.wu	FD.wu	FK.hu	FK.d.hu	FD.hu	FK.wu	FK.d.wu	FD.wu	FK.hu	FK.d.hu	FD.hu	FK.wu	FK.d.wu	FD.wu	FK.hu	FK.d.hu	FD.hu	FK.wu	FK.d.wu	FD.wu					
600	1,63	-1,43	2,45	1,87	-2,07	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	0,82	-0,72	1,22	-1,07	1,22	-1,07	0,93	-1,03	1,40	-1,55	19,03	11,94	11,94	0,13	
650	500,3	1,77	-1,57	2,05	-2,25	0,55	-0,43	0,55	-0,43	0,55	-0,43	0,55	-0,43	0,55	0,89	-0,79	1,33	-1,18	1,33	-1,18	1,03	-1,13	1,54	-1,69	15,87	10,00	10,00	0,14	
700	1,92	-1,72	2,87	2,24	-2,44	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	1,03	-0,93	1,47	-1,32	1,47	-1,32	1,17	-1,27	1,65	-1,80	14,46	9,58	9,58	0,15	
750	600,5	2,06	-1,86	2,43	-2,63	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	1,10	-0,99	1,54	-1,39	1,54	-1,39	1,22	-1,32	1,82	-1,97	11,45	7,28	7,28	0,17	
800	700,5	2,20	-2,00	2,62	-2,82	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	1,10	-0,99	1,63	-1,50	1,63	-1,50	1,31	-1,41	1,96	-2,11	9,87	6,31	6,31	0,18	
850	790,5	2,34	-2,14	2,81	-3,01	0,96	-0,80	0,96	-0,80	1,04	-1,20	0,50	-1,10	1,17	-1,07	1,76	-1,61	1,61	-1,50	1,61	-1,50	1,40	-1,50	2,11	-2,26	8,58	5,51	5,51	0,19
900	880,5	2,49	-2,29	3,00	-3,20	1,08	-0,91	1,08	-0,91	1,18	-1,35	0,50	-1,24	1,24	-1,14	1,87	-1,72	1,50	-1,60	1,50	-1,60	1,50	-1,60	2,25	-2,40	7,51	4,85	4,85	0,20
950	970,5	2,64	-2,44	3,19	-3,39	1,20	-1,03	1,20	-1,03	1,30	-1,47	0,50	-1,32	1,32	-1,22	2,06	-1,91	1,69	-1,79	1,69	-1,79	1,69	-1,79	2,33	-2,48	6,57	3,83	3,83	0,23
1000	900,5	2,72	-2,52	3,37	-3,57	1,35	-1,15	1,35	-1,15	1,50	-1,69	0,50	-1,39	1,39	-1,29	2,08	-1,93	1,78	-1,88	1,78	-1,88	1,78	-1,88	2,67	-2,82	5,23	3,43	3,43	0,24
1050	1000,5	3,06	-2,86	3,56	-3,76	1,49	-1,28	1,49	-1,28	1,68	-1,88	0,50	-1,46	1,46	-1,36	2,19	-2,04	1,78	-1,88	1,78	-1,88	1,78	-1,88	2,81	-2,96	4,68	3,09	3,09	0,25
1100	1050,5	3,20	-3,00	3,74	-3,95	1,64	-1,42	1,64	-1,42	1,86	-2,07	0,50	-1,53	1,53	-1,43	2,29	-2,14	1,88	-1,98	1,88	-1,98	1,88	-1,98	3,09	-3,24	4,20	2,79	2,79	0,26
1150	1100,5	3,34	-3,14	3,92	-4,14	1,79	-1,57	1,79	-1,57	2,05	-2,27	0,50	-1,60	1,60	-1,50	2,40	-2,25	1,97	-2,07	1,97	-2,07	1,97	-2,07	3,24	-3,39	3,43	2,50	2,50	0,27
1200	1150,5	3,49	-3,29	4,12	-4,32	2,13	-1,88	2,13	-1,88	2,47	-2,70	0,50	-1,74	1,74	-1,64	2,62	-2,47	2,16	-2,26	2,16	-2,26	2,16	-2,26	3,24	-3,39	3,43	2,30	2,30	0,28
1300	1200,5	3,63	-3,43	4,31	-4,51	2,31	-2,05	2,31	-2,05	2,69	-2,94	0,50	-1,82	1,82	-1,72	2,72	-2,57	2,25	-2,35	2,25	-2,35	2,25	-2,35	3,38	-3,53	3,11	2,10	2,10	0,30
1350	1250,5	3,77	-3,57	4,70	-4,90	2,49	-2,23	2,49	-2,23	2,92	-3,18	0,50	-1,89	1,89	-1,79	2,83	-2,68	2,35	-2,45	2,35	-2,45	2,35	-2,45	3,52	-3,67	2,83	1,93	1,93	0,31
1400	1300,5	3,92	-3,72	4,88	-5,08	2,68	-2,41	2,68	-2,41	3,16	-3,42	0,50	-1,96	1,96	-1,86	2,94	-2,79	2,44	-2,54	2,44	-2,54	2,44	-2,54	3,66	-3,81	2,39	1,77	1,77	0,32
1450	1350,5	4,07	-3,87	5,06	-5,26	2,86	-2,59	2,86	-2,59	3,34	-3,60	0,50	-2,03	2,03	-1,93	3,05	-2,90	2,63	-2,73	2,63	-2,73	2,63	-2,73	3,80	-3,95	1,81	1,55	1,55	0,33
1500	1400,5	4,20	-4,00	5,26	-5,46	3,09	-2,80	3,09	-2,80	3,53	-3,80	0,50	-2,10	2,10	-2,00	3,15	-3,00	2,63	-2,73	2,63	-2,73	2,63	-2,73	3,95	-4,10	2,17	1,51	1,51	0,34
1550	1450,5	4,34	-4,14	5,45	-5,65	3,30	-3,00	3,30	-3,00	3,93	-4,23	0,50	-2,17	2,17	-2,07	3,26	-3,11	2,73	-2,83	2,73	-2,83	2,73	-2,83	4,09	-4,24	1,99	1,39	1,39	0,35
1600	1500,5	4,49	-4,29	5,64	-5,84	3,52	-3,21	3,52	-3,21	4,21	-4,52	0,50	-2,24	2,24	-2,14	3,37	-3,22	2,82	-2,92	2,82	-2,92	2,82	-2,92	4,23	-4,38	1,83	1,29	1,29	0,37

Homlast	Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund			Reaktionskräfte Glas/Profil			Auflagerkräfte Profil/Untergrund				
	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0	FK.1.0	FKd.1.0	FD.1.0		
1,00	1,63	-1,43	2,45	1,87	-2,07	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	-0,35	0,46	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	1,92	-1,72	2,87	2,24	-2,44	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	-0,52	0,64	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,06	-1,86	3,09	2,43	-2,63	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	-0,60	0,74	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,20	-2,00	3,30	2,62	-2,82	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	-0,69	0,85	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,34	-2,14	3,52	2,81	-3,01	0,96	-0,80	0,96	-0,80	0,96	-0,80	0,96	-0,80	0,96	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,49	-2,29	3,75	3,00	-3,20	1,08	-0,91	1,08	-0,91	1,08	-0,91	1,08	-0,91	1,08	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,64	-2,44	3,95	3,19	-3,39	1,20	-1,03	1,20	-1,03	1,20	-1,03	1,20	-1,03	1,20	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,77	-2,57	4,16	3,37	-3,57	1,35	-1,15	1,35	-1,15	1,35	-1,15	1,35	-1,15	1,35	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	2,92	-2,72	4,37	3,56	-3,76	1,49	-1,28	1,49	-1,28	1,49	-1,28	1,49	-1,28	1,49	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,06	-2,86	4,59	3,75	-3,95	1,64	-1,42	1,64	-1,42	1,64	-1,42	1,64	-1,42	1,64	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,20	-3,00	4,80	3,94	-4,14	1,79	-1,57	1,79	-1,57	1,79	-1,57	1,79	-1,57	1,79	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,34	-3,14	5,01	4,12	-4,32	2,13	-1,88	2,13	-1,88	2,13	-1,88	2,13	-1,88	2,13	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,49	-3,29	5,23	4,31	-4,51	2,31	-2,05	2,31	-2,05	2,31	-2,05	2,31	-2,05	2,31	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,63	-3,43	5,45	4,51	-4,71	2,49	-2,23	2,49	-2,23	2,49	-2,23	2,49	-2,23	2,49	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,77	-3,57	5,66	4,70	-4,90	2,68	-2,41	2,68	-2,41	2,68	-2,41	2,68	-2,41	2,68	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	3,92	-3,72	5,87	4,88	-5,08	2,86	-2,59	2,86	-2,59	2,86	-2,59	2,86	-2,59	2,86	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	4,07	-3,87	6,07	5,06	-5,26	3,09	-2,80	3,09	-2,80	3,09	-2,80	3,09	-2,80	3,09	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	4,20	-4,00	6,26	5,26	-5,46	3,30	-3,00	3,30	-3,00	3,30	-3,00	3,30	-3,00	3,30	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	4,34	-4,14	6,46	5,45	-5,65	3,52	-3,21	3,52	-3,21	3,52	-3,21	3,52	-3,21	3,52	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27
1,00	4,49	-4,29	6,73	5,64	-5,84	3,75	-3,44	3,75	-3,44	3,75	-3,44	3,75	-3,44	3,75	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27	16,10	10,71	10,71	0,27

Lastrichtung nach innen	Lastfaktor	FC.Rd.innen.FE	FC.Rd.innen.FE	Verformung
	-	kN	kN/m	mm
	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,30	2,76	13,78	0,34
SLS	0,67	6,12	30,61	0,82
	0,80	7,35	36,74	1,06
	0,90	8,27	41,33	1,30
<b>ULS</b>	<b>1,00</b>	<b>9,18</b>	<b>45,92</b>	<b>1,60</b>
	1,10	10,10	50,51	
	1,20	11,02	55,10	

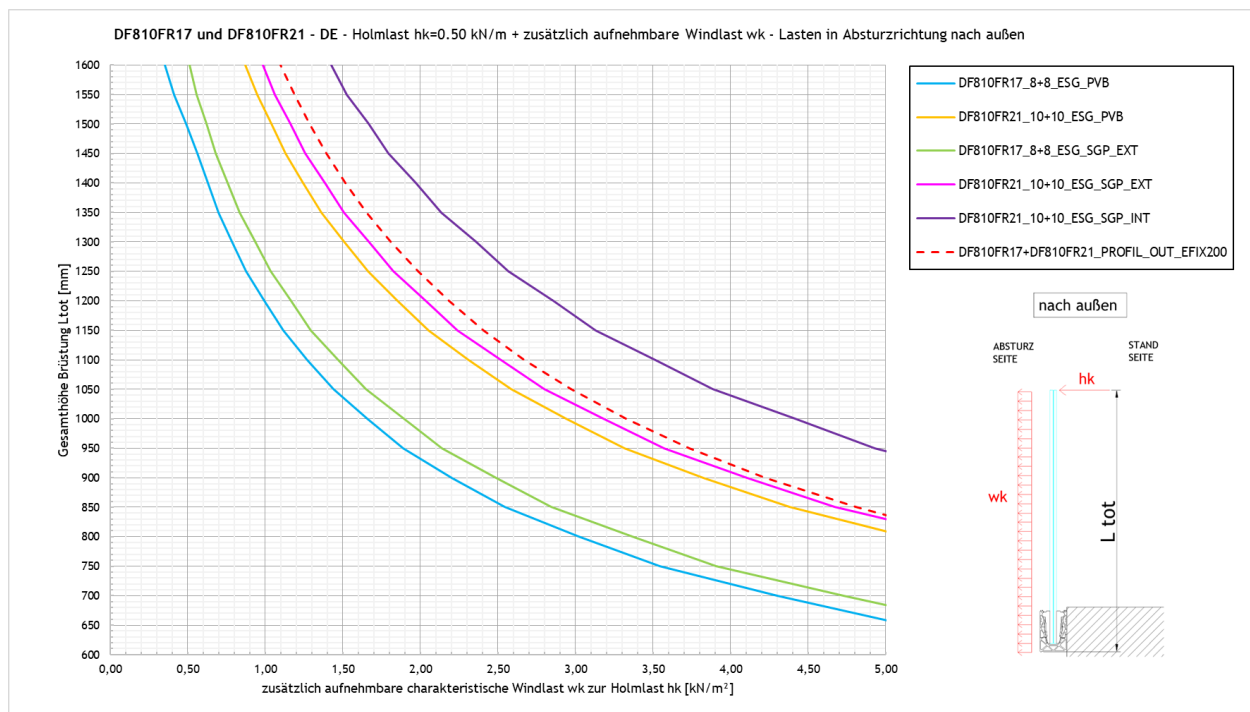


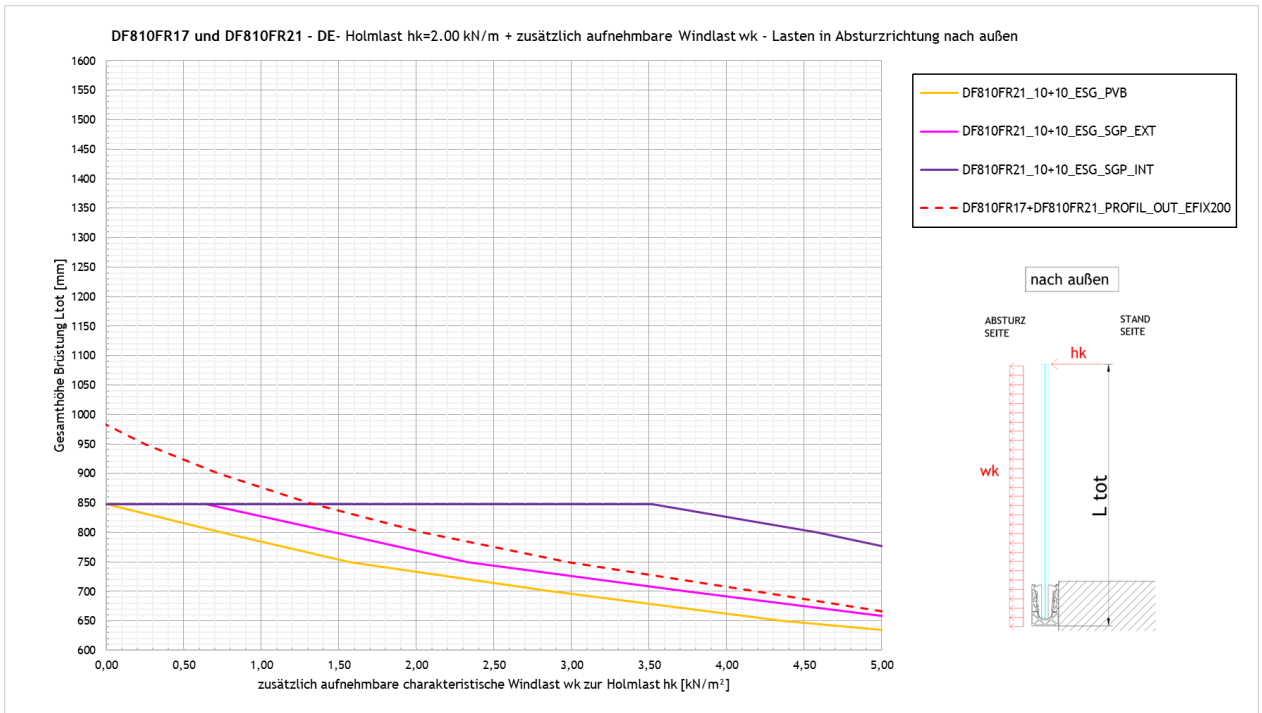
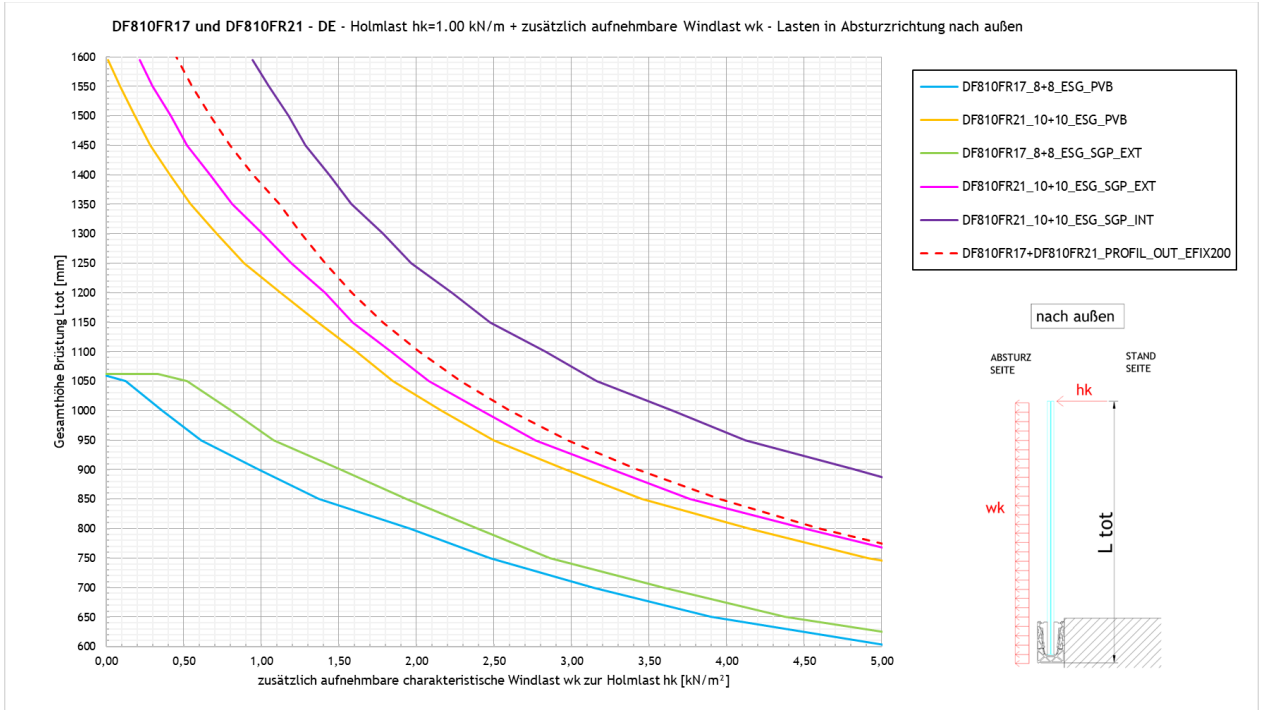
## 5 Zusammenfassung Ergebnisse Glas- und Profilbemessung

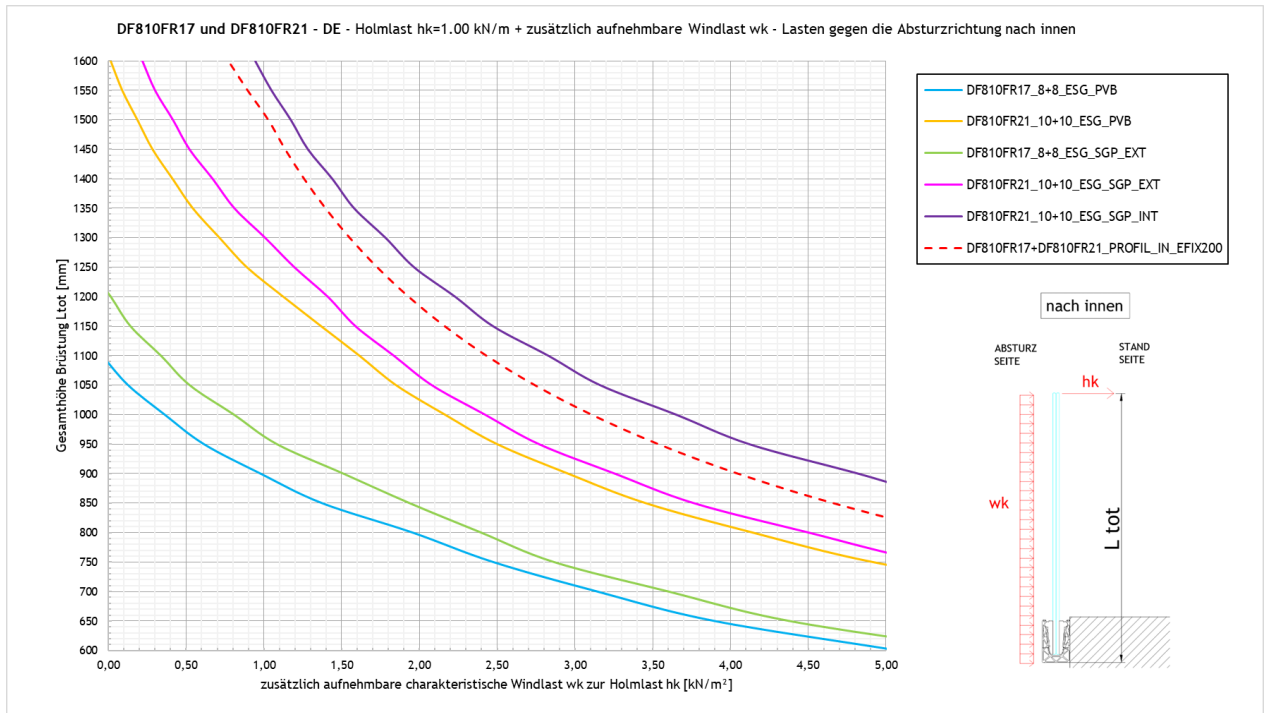
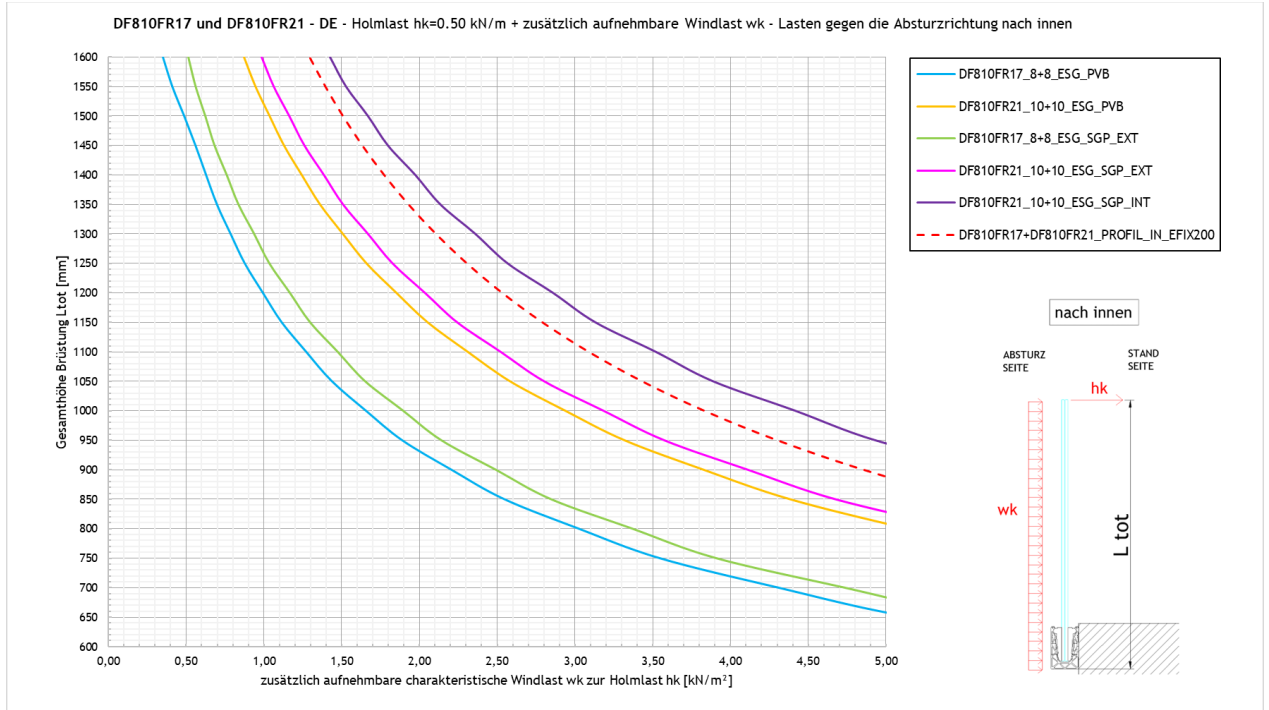
### 5.1 Maximale zusätzlich zur Holmlast aufnehmbare Windlast $w_k$

In den folgenden Abbildungen ist die maximale zusätzlich zur Holmlast noch aufnehmbare Windlast dargestellt, sowohl für die Absturzrichtung als auch entgegen der Absturzrichtung

Bei einem Einsatz im Gebäudeinneren ohne Windlast bzw. bei nur Betrachtung der Holmlast sind die Grafiken für eine Windlast von  $0 \text{ kN/m}^2$  auszulesen, der Schnittpunkt der Kurven mit der Y-Achse ergibt dann direkt die maximal zulässige Brüstungshöhe.







## 5.2 Zusammenfassung Systemwiderstand für Holmlasten

In der nachfolgenden Tabelle sind für die Glasbrüstung DEFENDER DF810FR verschiedene Anwendungssituationen für unterschiedliche Glasaufbauten, Befestigungsabstände und Holmlasten zusammengefasst. Die Ergebnisse sind auf Basis der statischen Tragfähigkeit von Glas und Profil ermittelt.

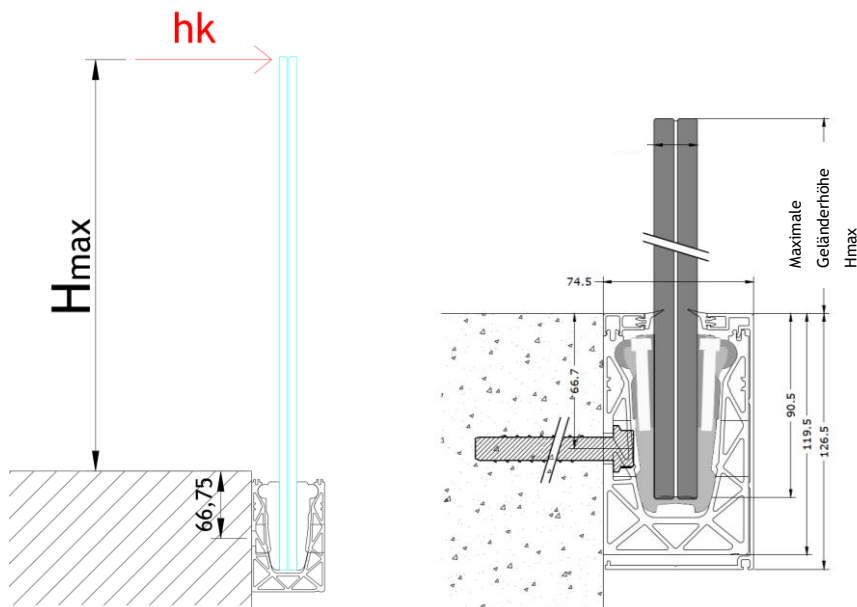
a) Vorbemessungstabelle für Brüstungssystem DF810FR ohne tragenden Handlauf aber mit Kantenschutz

DF810FR					
Anwendung	Glasaufbau	Abstand Befestigungsmittel in cm	Maximale Geländerhöhe <sup>2</sup> (Hmax) in [cm] - Bezugsebene = Oberkante Profil - siehe Skizze unten		
			h <sub>k</sub> =0,5 kN/m	h <sub>k</sub> =1,0 kN/m	h <sub>k</sub> =2,0 kN/m
Intern + Extern (Innenbereich / Fassadenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	88.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	120	90	-
		40	110	-	-
	1010.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	120	120	70

<sup>1</sup> Innenbereich bzw. Fassadenbereich entsprechend den Vorgaben der AbZ Z-70.3-253 (Sentryglas®-Folie)

<sup>2</sup> Die Tabellenwerte gelten für Holmlasten nach außen in Absturzrichtung - siehe Richtung h<sub>k</sub> in der Grafik unten - und sind aus dem statischen Tragwiderstand im GZT von Glas und Aluminiumprofil abgeleitet.

Systemdarstellung und Lastrichtung für die zusammengefassten Ergebnisse in der Tabelle:



b) Vorbemessungstabelle für Brüstungssystem DF810FR mit tragendem Handlauf <sup>3</sup>

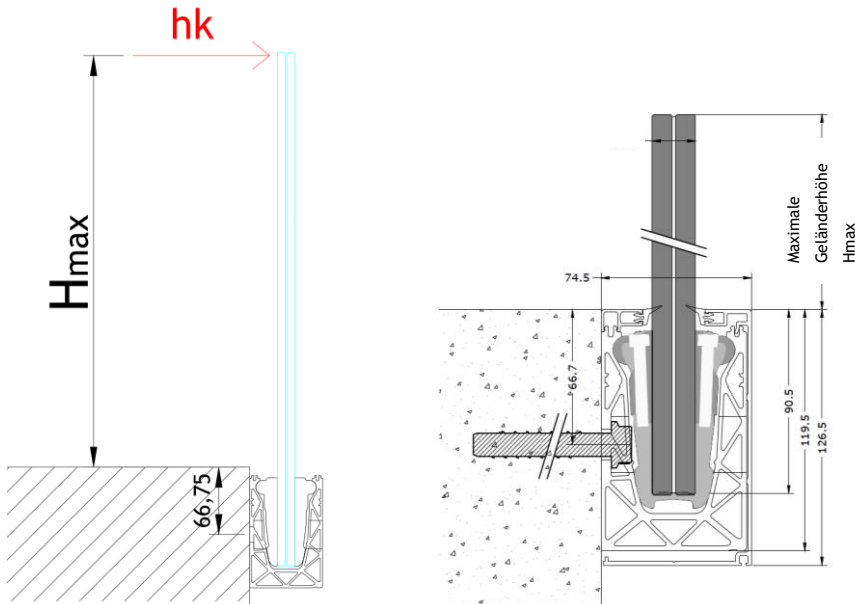
DF810FR					
Anwendung	Glasaufbau	Abstand Befestigungsmittel in cm	Maximale Geländerhöhe <sup>2</sup> (Hmax) in [cm] - Bezugsebene = Oberkante Profil - siehe Skizze unten		
			hk=0,5 kN/m	hk=1,0 kN/m	hk=2,0 kN/m
Intern + Extern (Innenbereich / Fassadenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	88.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	120	90	-
		40	110	-	-
	88.2 ESG mit Sentryglas®	20	120	100	-
	1010.2 ESG mit PVB/Sentryglas®	20	120	120	70
Intern (Innenbereich <sup>1</sup> ) - nur Holmlasten <sup>2</sup>	1010.2 ESG mit Sentryglas®	20	120	120	80

<sup>1</sup> Innenbereich bzw. Fassadenbereich entsprechend den Vorgaben der AbZ Z-70.3-253 (Sentryglas®-Folie)

<sup>2</sup> Die Tabellenwerte gelten für Holmlasten nach außen in Absturzrichtung - siehe Richtung hk in der Grafik unten - und sind aus dem statischen Tragwiderstand im GZT von Glas und Aluminiumprofil abgeleitet.

<sup>3</sup> Das Ausfallszenario für die Glasbrüstung (nach DIN 18008-4, 6.1.2) sowie der Nachweis des tragenden Handlaufs ist projektbezogen zu untersuchen, die Tabellenwerte beziehen sich auf die intakte VSG-Einheit.

Systemdarstellung und Lastrichtung für die zusammengefassten Ergebnisse in der Tabelle:

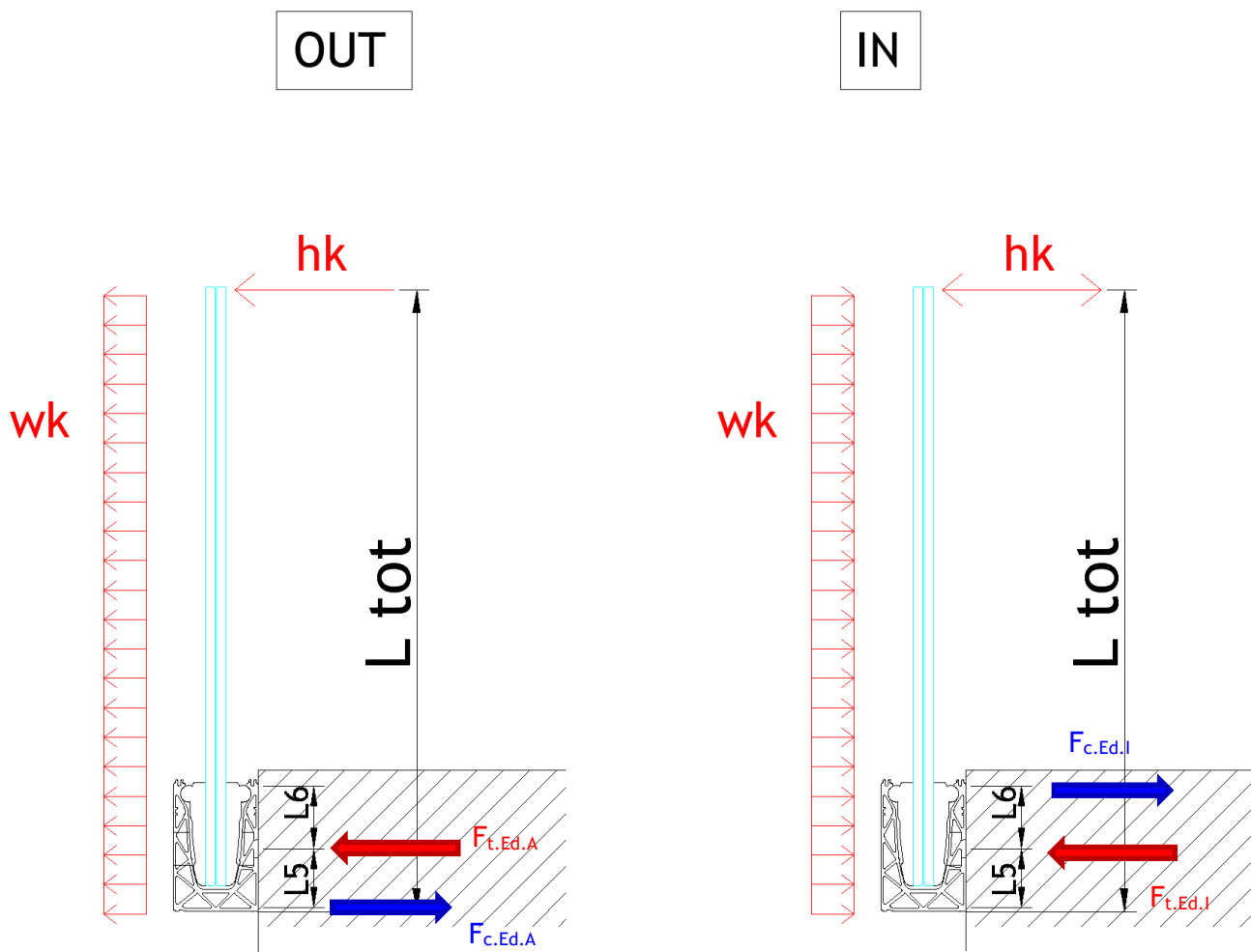


### 5.3 Reaktionskräfte Verankerung

Nachfolgend werden die Reaktionskräfte auf die Verankerung (Druck- und Zugkomponenten) bzw. die Formel für deren Berechnung für einen Verankerungsabstand von  $e=200$  mm für beide Lastrichtungen nach außen und nach innen angegeben.

Nach außen in Absturzrichtung

Nach innen gegen die Absturzrichtung



Nach außen in Absturzrichtung für Verankerungsabstand  $e=200$  mm:

$$FtEd.A.e200 = e * \max\left(\frac{1.5 * hk * Ltot}{L5} + \frac{1.5 * 0.6 * wk * Ltot^2}{2 * L5}; \frac{1.5 * 0.7 * hk * Ltot}{L5} + \frac{1.5 * wk * Ltot^2}{2 * L5}\right)$$

$$FcEd.A.e200 =$$

$$e * \max\left(\frac{1.5 * hk * (Ltot - L5)}{L5} + \frac{1.5 * 0.6 * wk * ((Ltot - L5)^2 - L5^2)}{2 * L5}; \frac{1.5 * 0.7 * hk * (Ltot - L5)}{L5} + \frac{1.5 * wk * ((Ltot - L5)^2 - L5^2)}{2 * L5}\right)$$

mit  $e = 200$ mm und  $L5 = 50$ mm

Nach innen gegen die Absturzrichtung für Verankerungsabstand  $e=200$  mm:

$$FtEd.I.e200 =$$

$$e * \max\left(\frac{1.5 * hk * (Ltot - L5 - L6)}{L6} + \frac{1.5 * 0.6 * wk * ((Ltot - L5 - L6)^2 - L6^2)}{2 * L6}; \frac{1.5 * hk * 0.7 * (Ltot - L5 - L6)}{L6} + \frac{1.5 * wk * ((Ltot - L5 - L6)^2 - L6^2)}{2 * L6}\right)$$

$$FcEd.I.e200 =$$

$$e * \max\left(\frac{1.5 * hk * (Ltot - L5)}{L6} + \frac{1.5 * 0.6 * wk * (Ltot - L5)^2}{2 * L6}; \frac{1.5 * 0.7 * hk * (Ltot - L5)}{L6} + \frac{1.5 * wk * (Ltot - L5)^2}{2 * L6}\right)$$

mit  $e = 200$ mm +  $L6 = 53$ mm

## Anhang

### a) Grundlagen der numerischen Berechnung

23065 Defender 810 - GER+CH, Logli

DF810FR17 und DF810FR21

Einbauort: Deutschland, Schweiz

$$Y_{perm} := 1.35$$

$$Y_{var} := 1.5$$

Legierung Aluprofile: EN AW6063-T6 mit  $t \leq 25$  mm

$$f_{ok} := 160 \text{ MPa}$$

$$f_{uk} := 195 \text{ MPa}$$

$$Y_{0alu} := 1.10$$

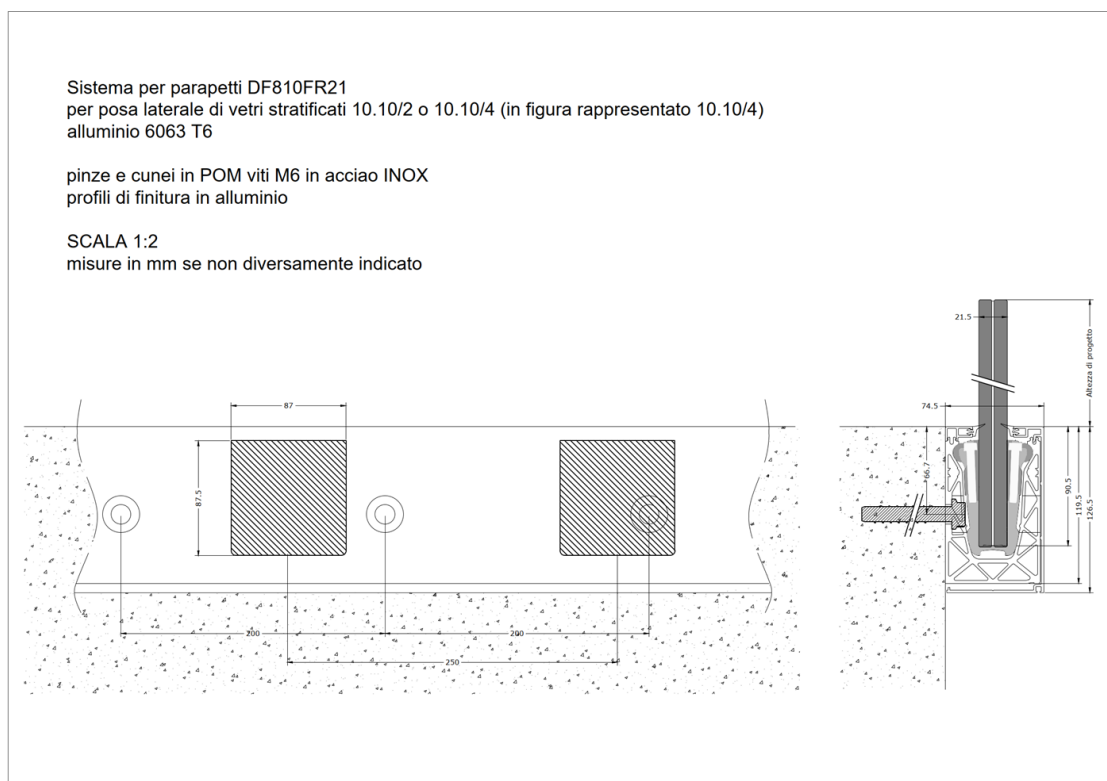
$$Y_{1alu} := 1.10$$

$$Y_{2alu} := 1.25$$

$$E_{alu} := 70000 \text{ MPa}$$

$$\rho_{alu} := 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$f_{od} := \frac{f_{ok}}{Y_{0alu}} = 145.4545 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



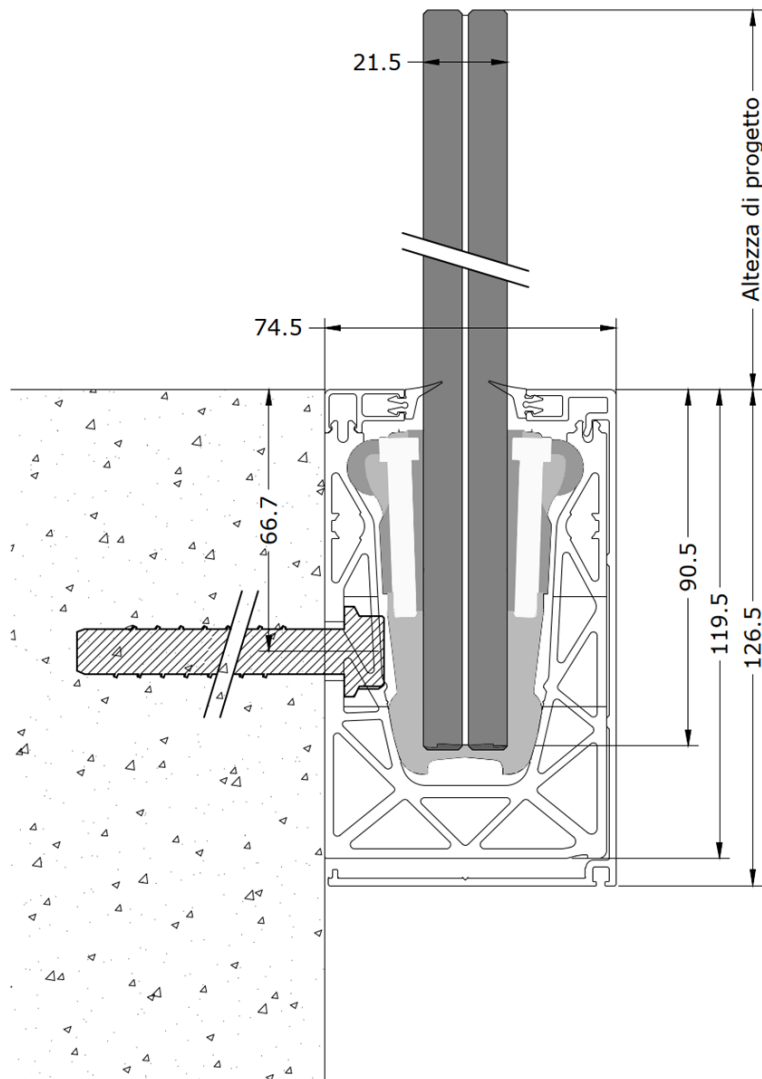
## BESTIMMUNG REAKTIONSKRÄFTE GLAS / PROFIL

$$q_{max.ek.out} := 1.60 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ed.out} := q_{max.ek.out} \cdot \gamma_{var} = 2.4 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ek.in} := 1.80 \frac{kN}{m}$$

$$q_{max.ed.in} := q_{max.ek.in} \cdot \gamma_{var} = 2.7 \frac{kN}{m}$$



**a) In Absturzrichtung nach außen**

$$H_{tot} := 1220 \text{ mm}$$

$$l_4 := 29,5 \text{ mm}$$

$$l_3 := 70 \text{ mm}$$

$$l_{glass.1} := H_{tot} - l_3 - l_4 = 1120,5 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

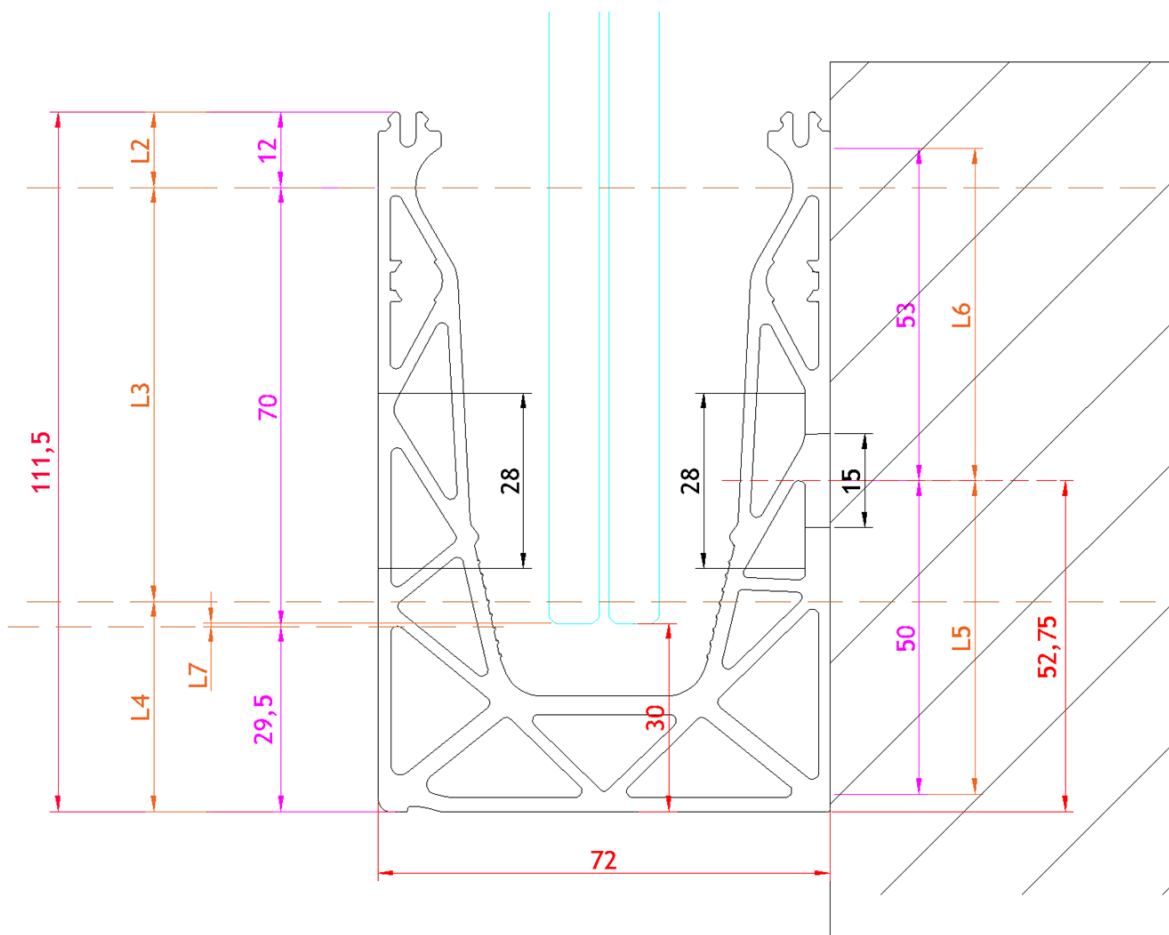
$$H_{Ed.1.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{l_{glass.1} + l_3}{l_3} \right) = 40,8171 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.1.out} \cdot e_{fix} = 8,1634 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.2.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{l_{glass.1}}{l_3} \right) = 38,4171 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.2.out} \cdot e_{fix} = 7,6834 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.1.out} - H_{Ed.2.out} = 2,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



**b) Gegen die Absturzrichtung nach innen**

$$H_{tot} = 1220 \text{ mm}$$

$$l_{glass.1} := H_{tot} - l_3 - l_4 = 1120.5 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

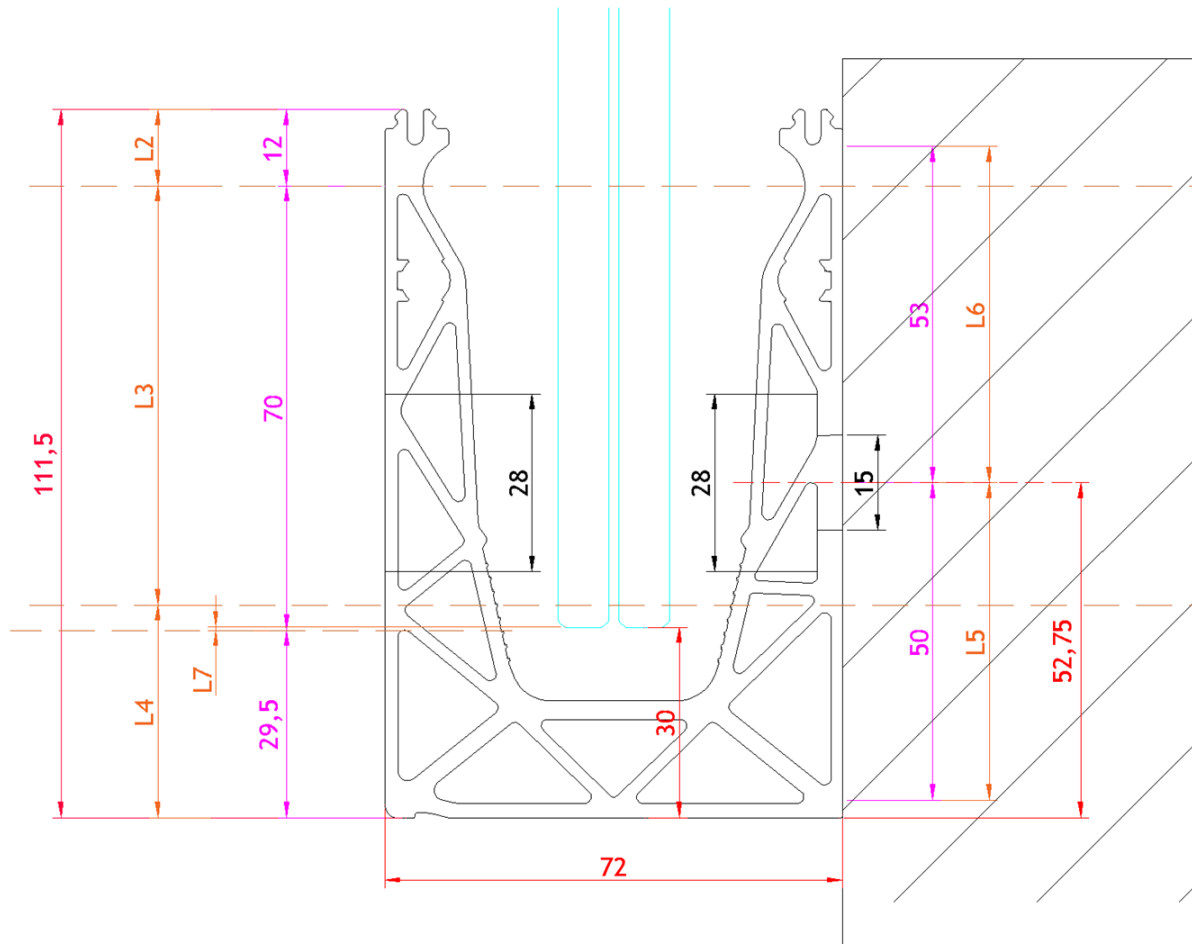
$$H_{Ed.1.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{l_{glass.1} + l_3}{l_3} \right) = 45.9193 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.1.in} \cdot e_{fix} = 9.1839 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.2.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{l_{glass.1}}{l_3} \right) = 43.2193 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$H_{Ed.2.in} \cdot e_{fix} = 8.6439 \text{ kN}$$

$$H_{Ed.1.in} - H_{Ed.2.in} = 2.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$



**BESTIMMUNG REAKTIONSKRÄFTE PROFIL AUF UNTERGRUND**

$$H_{tot} = 1220 \text{ mm}$$

$$l_5 := 50 \text{ mm}$$

$$l_6 := 53 \text{ mm}$$

$$l_8 := 52.75 \text{ mm}$$

$$e_{fix} := 200 \text{ mm}$$

Für die Belastung in Absturzrichtung (out)

$$q_{max.ed.out} = 2.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{t.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{(H_{tot} - l_8) + l_5}{l_5} \right) \cdot e_{fix} = 11.6856 \text{ kN}$$

$$F_{c.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot \left( \frac{(H_{tot} - l_8)}{l_5} \right) \cdot e_{fix} = 11.2056 \text{ kN}$$

$$F_{h.Ed.out} := q_{max.ed.out} \cdot e_{fix} = 0.48 \text{ kN}$$

$$F_{t.Ed.out} - F_{c.Ed.out} = 0.48 \text{ kN}$$

Für die Belastung gegen die Absturzrichtung (in)

$$q_{max.ed.in} = 2.7 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F_{c.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{(H_{tot} - l_8 - l_6) + l_6}{l_6} \right) \cdot e_{fix} = 11.8927 \text{ kN}$$

$$F_{t.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot \left( \frac{(H_{tot} - l_8 - l_6)}{l_6} \right) \cdot e_{fix} = 11.3527 \text{ kN}$$

$$F_{h.Ed.in} := q_{max.ed.in} \cdot e_{fix} = 0.54 \text{ kN}$$

$$F_{c.Ed.in} - F_{t.Ed.in} = 0.54 \text{ kN}$$

### b) Ergebnisse numerische Berechnung DF810FR

