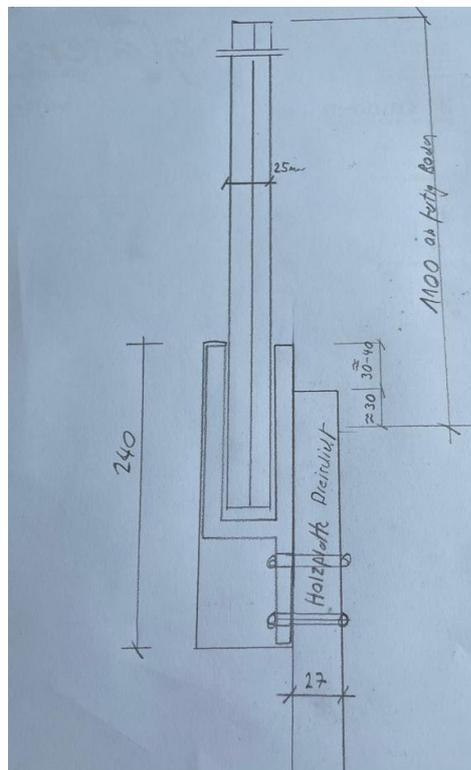


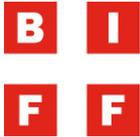
TECHNISCHE STUDIE

FONSEGRIVE

STATISCHE NACHWEISE VON GANZGLASGELÄNDER

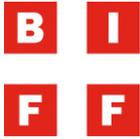


21-205_1 Studie Ganzglasgeländer – Fonsegrive
Verfasser: Raul Corrales



Inhaltverzeichnis

1. Daten des Auftrags	3
2. Beschreibung - Zusammenfassung	4
3. Systembeschreibung	5
4. Materialien	6
4.1 Aluminium EN AW 6082 T6	6
4.2 Glas	6
5. Lasten	7
6. Nachweise	8
6.1 Nachweis der Verglasung	8
6.1.1 Zulässige Spannungen und Verformungen	8
6.1.2 Lastfälle	10
6.1.3 Nachweis	10
6.2 Nachweis des Aluminium-Profiles	12
6.2.1 Zulässige Spannung	12
6.2.2 Nachweis	12
6.3 Nachweis der Befestigungen.....	14
6.3.1 Erkenntnis.....	15



1. Daten des Auftrags

Auftrag: Beratung für die Entwicklung von Ganzglasgeländer

Auftraggeber

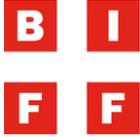
Fonsegrive GmbH
Moosmattstrasse 14
4304 Giebenach
T +41 61 816 20 00
F +41 61 816 20 01
info@fonsegrive.ch
www.fonsegrive.ch

Auftragnehmer

BIFF SA
Bureau d'Ingénieurs Fenêtres & Façades SA
Avenue de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23 - F +41 21 601 83 24 - E info@biffsa.ch
www.biffsa.com

Beauftragung

Der Auftrag wurde am 07 Juni 2021 schriftlich bestätigt. Bericht aktualisiert am 29 August 2024



2. Beschreibung - Zusammenfassung

Statische Nachweis des Ganzglasgeländers und Verfassung einem schriftlichen Bericht.

- Nachweis der Verglasung (Spannung und Verformung)
- Nachweis des Brüstungsprofils aus Aluminium
- Nachweis der Befestigungen des Profils und Festlegung der nötigen Schrauben

3. Systembeschreibung

Es handelt sich um einen Ganzglasgeländer mit oder ohne Handlauf, das am Fuß durch einen rohen Aluminium-Profil linear eingespannt ist. Dieses System wurde von der Firma Fonsegrive SA entwickelt.

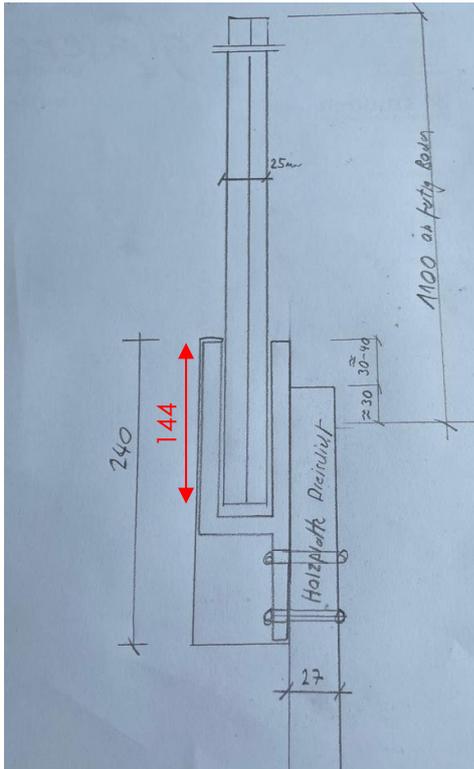


Image 1 Schnitt

Das Geländer befindet sich im Innenbereich und ist an einer Holztribüne befestigt. Das gesamte Geländer hat eine Höhe von 1280 mm, um eine Höhe von 1100 mm ab fertig Boden zu erreichen.

Die Verglasung besteht aus einem VSG mit 2 TVG Scheiben von 12 mm Dicke und PVB Folie von 1.52 mm. Das Glas ist in einem Aluminium-Profil auf einer Höhe von ca. 144 mm eingespannt und das Aluminium-Profil wird mithilfe von 15 Holzschrauben und 15 Schrauben (+Scheiben und Muttern) befestigt.

4. **Materialen**

4.1 **Aluminium EN AW 6082 T6**

Tableau 1 Material Kenndaten

Kenndaten	Werte
Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit f_u	310 N/mm ²
Charakteristischer Wert der 0,2 % Dehngrenze	260 N/mm ²
Dichte ρ	2'700 kg/m ³
Elastizitätsmodul E	70'000 N/mm ²
Schubmodul G	27'000 N/mm ²
Querdehnungszahl ν	0.3
Wärmeausdehnungskoeffizient α	23 x 10 ⁻⁶ 1/K

4.2 **Glas**

Tableau 2 Material Kenndaten

Kenndaten	Werte	
Charakteristischer Wert der Biegefestigkeit	TVG	70 N/mm ²
Dichte ρ	2'550 kg/m ³	
Elastizitätsmodul E	70'000 N/mm ²	
Querkontraktionszahl ν	0.23	
Wärmeausdehnungskoeffizient α	1 x 10 ⁻⁵ 1/K	

5. Lasten

Eine Holmlast, die auf die Handlaufhöhe des Geländers wirkt ist zu berücksichtigen:

$$q_k = 3\text{kN/ml}$$

Gemäß der SIA 261, entspricht diese Holmlast eine Zone wo eine Masse von Menschen zu erwarten ist.

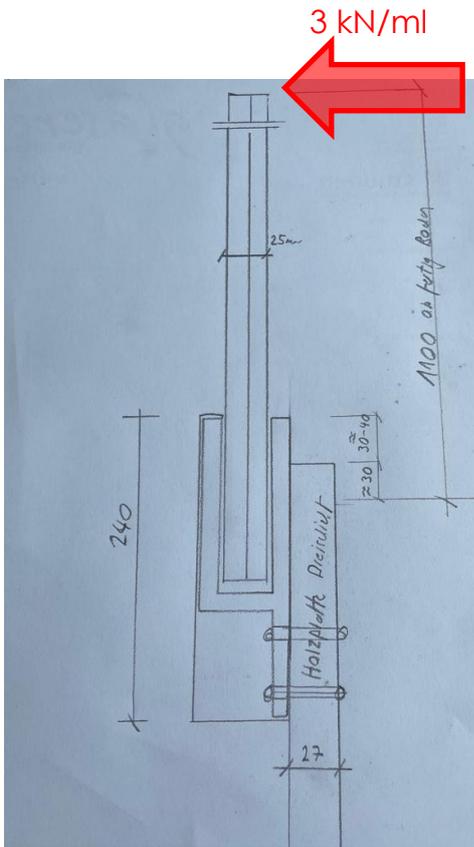


Image 2 Holmlast auf das Geländer

6. Nachweise

6.1 Nachweis der Verglasung

Die VSG Verglasung besteht aus 2 TVG Scheiben von 12 mm und PVB Folie von 1.52 mm.

6.1.1 Zulässige Spannungen und Verformungen

Technische Werte fürs Glas

Combinaisons de verre		Contrainte admissible	Flexion ¹⁾
VFS – Float/Float	des 4 côtés dans le cadre	22 N/mm ²	l/100
VFS – Float/Float	avec bord libre	18 N/mm ²	l/100 ²⁾
VFS – Float/Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	15 N/mm ²	l/100
VFS – Float/Imprimé	avec bord libre	12 N/mm ²	l/100 ²⁾
VFS – VD Float/VD Float	des 4 côtés dans le cadre	30 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/VD Float	avec bord libre	30 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/ VD Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	25 N/mm ²	l/100
VFS – VD Float/ VD Imprimé	avec bord libre	20 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/VT Float	des 4 côtés dans le cadre	50 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/VT Float	avec bord libre	50 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/ VT Imprimé	des 4 côtés dans le cadre	35 N/mm ²	l/100
VFS – VT Float/ VT Imprimé	avec bord libre	30 N/mm ²	l/100

1) La distance entre les points d'appuis est décisive pour la flexion (voir art. 4.3 et 4.5)

2) Tous les bords libres doivent être au moins rodés ou polis et les coins doivent être mouchés

Image 3 Zulässige Spannungen und Verformungen nach Glaskombinationen

Für die Verformungsgrenze wird die Ersatzlastannahme gemäß der SIGaB Richtlinie benutzt.

$$w_{\max} = (1040 \times 2) / 100$$

$$w_{\max} = 20.8 \text{ mm}$$

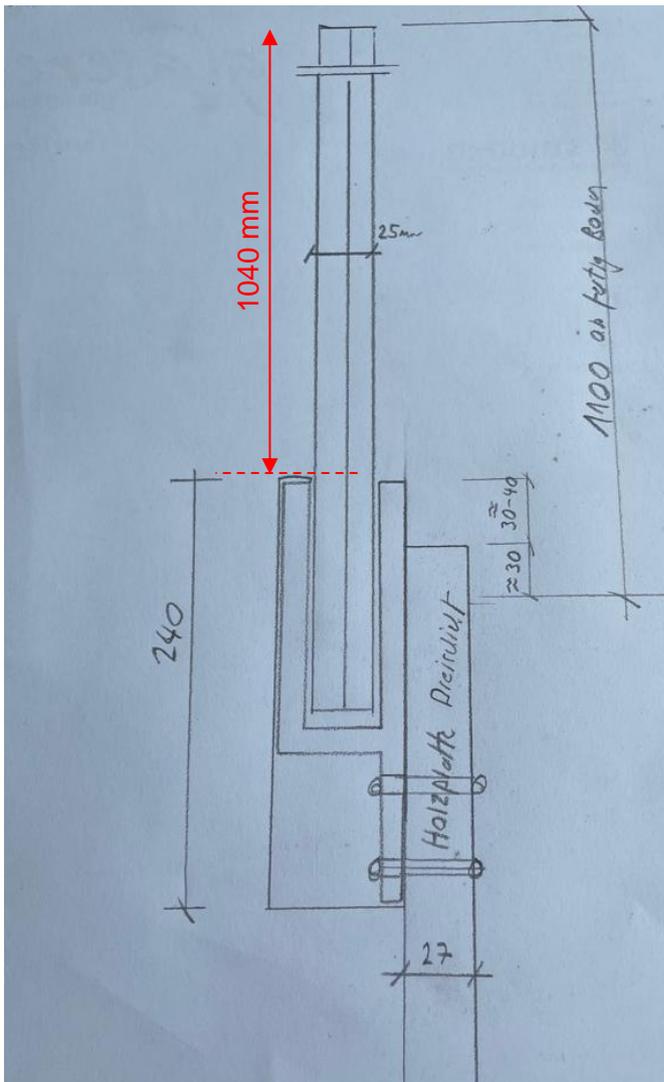


Image 4 Berücksichtigung der Glashöhe für den Verformungsnachweis

6.1.2 Lastfälle

Die Verformungsgrenze ist ein GZG Kriterium. Die Spannungsgrenze ist ein GZT Kriterium.

Nr. Von Lastfall	Lastfall	Lastfallkombination
1	GZG	1.0 x q _k
2	GZT	1.5 x q _k

6.1.3 Nachweis

Der Nachweis wurde mit der Software SJ MEPLA 4.0.7 durchgeführt.

Da der Nachweis der Tragsicherheit mit TVG nicht erfüllt wurde, muss ein VSG aus 2x 12 mm **ESG** verwendet werden: **Zulässige Spannung $\sigma_{Rd} = 80 \text{ N/mm}^2$**

Tableau 3 Ergebnisse

Lastfall	$\sigma_{Ed,1}$ (N/mm ²)	$\sigma_{Ed,2}$ (N/mm ²)	σ_{Rd} (N/mm ²)	w (mm)	w _{max} (mm)	Statut
GZG	-	-	-	5.43	20.8	V
GZT	62.55	33.5	80.00	-	-	V

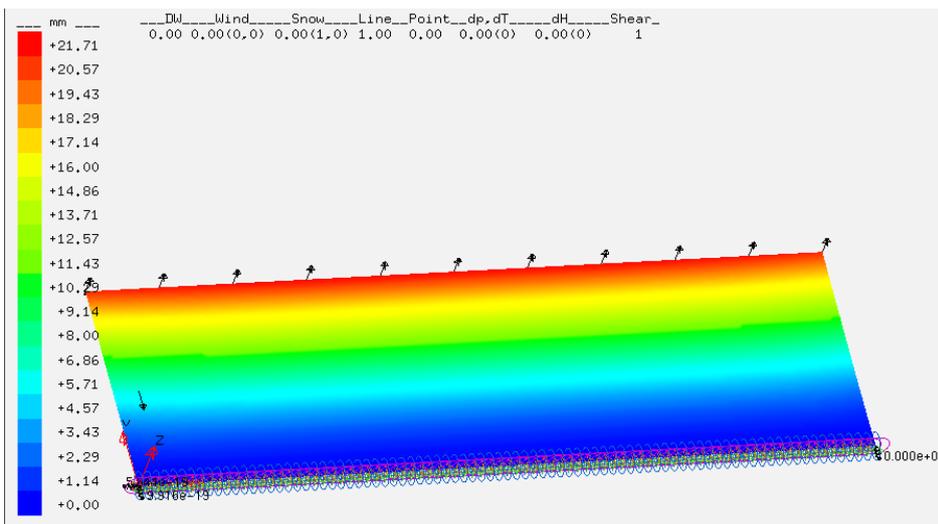


Image 5 Verformung des Geländers (GZG)

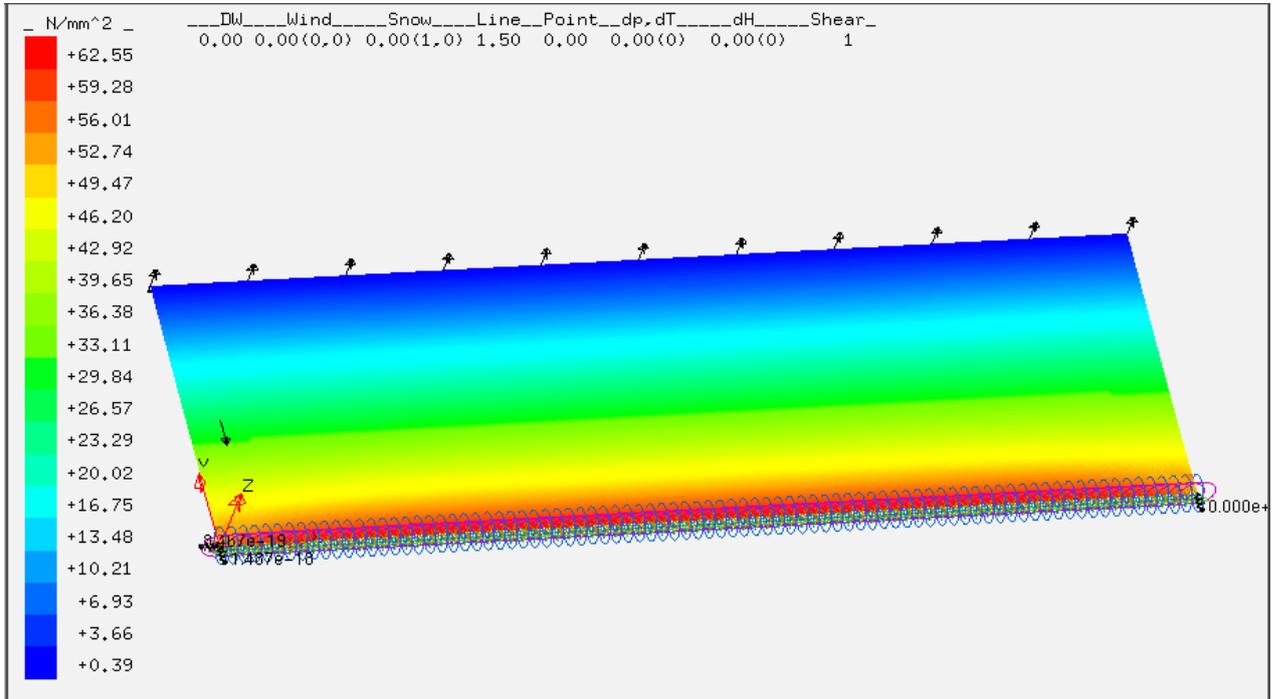


Image 6 Maximale Zugspannung im Glas (GZT)

6.2 Nachweis des Aluminium-Profiles

6.2.1 Zulässige Spannung

Die zulässige Spannung für den Nachweis ist:

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_o}{\gamma_{M1}} = \frac{26}{1.1} = 23.6 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = 13.6 \text{ kN/cm}^2$$

6.2.2 Nachweis

Durch die Exzentrizität der Holmlast ergibt sich ein Moment am Fuß des Geländers. Dieses Moment kann in ein Kräftepaar umgesetzt werden. Die Nachweise wurden mit einer Referenzlänge von 1 Meter durchgeführt.

$$F_{xd} = 3 \text{ kN/m} \times 1 \text{ m} \times 1.5 = 4.5 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 4.5 \text{ kN} \times (1040 + 144/2) \text{ mm} = 5004 \text{ kNmm}$$

$$\text{Kraftpaar } C = 5004 \text{ kNmm} / 144 \text{ mm}$$

$$C = 34.75 \text{ kN}$$

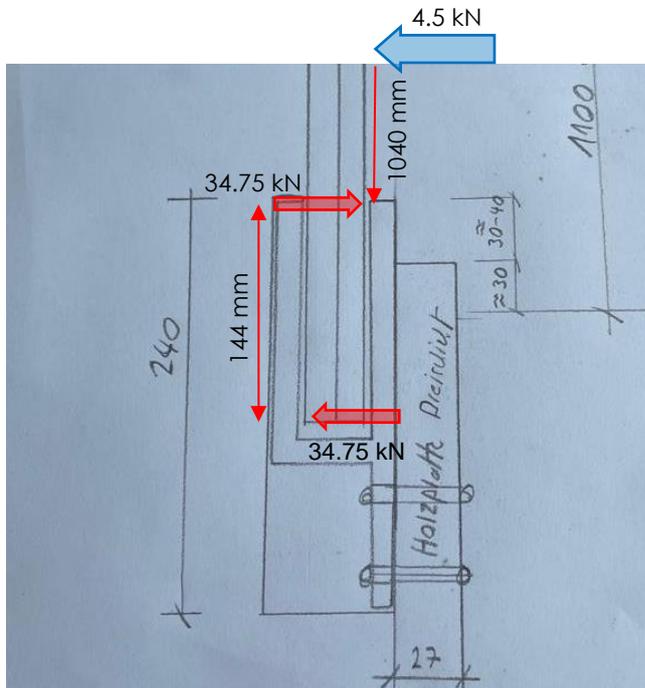


Image 7 Resultierendes Kraftpaar, das sich aus dem Moment am Fuss des Geländers ergibt.

$$M = 34.75 \text{ kN} \times 15 \text{ cm} = 521.25 \text{ kNcm}$$

$$W = (100 \times 1.2^2) / 6 = 24.8 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{Ed} = 521.25 / 24.8 = 21.01 \text{ kN/cm}^2$$

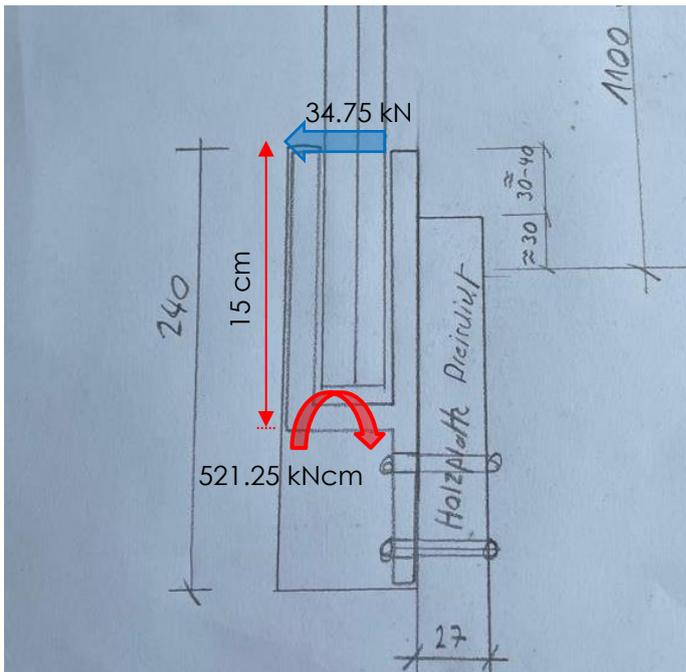


Image 8 Moment im Aluminium-Profil aufgrund des Kräftepaars

$$\sigma_{Rd} = 23.6 \text{ kN/cm}^2 > \sigma_{Ed} = 21.01 \text{ kN/cm}^2$$

Erfüllt

6.3 Nachweis der Befestigungen

Die Nachweise wurden mit der Annahme von 15x 2 Befestigungspunkten, verteilt auf einer Länge von 6040 mm, durchgeführt.

Der Widerstand der Unterkonstruktion aus Holz und der Auszieh Widerstand der Holzschrauben wurden in diesem Bericht nicht berücksichtigt und müssen kontrolliert werden. Lediglich die Widerstände der Schrauben selbst wurden kontrolliert.

Der Ersteller ist verantwortlich für die Verwendung von adäquaten Befestigungen mit einem ausreichenden Widerstand, um die Lasten, die auf das Glas wirken, aufnehmen zu können.

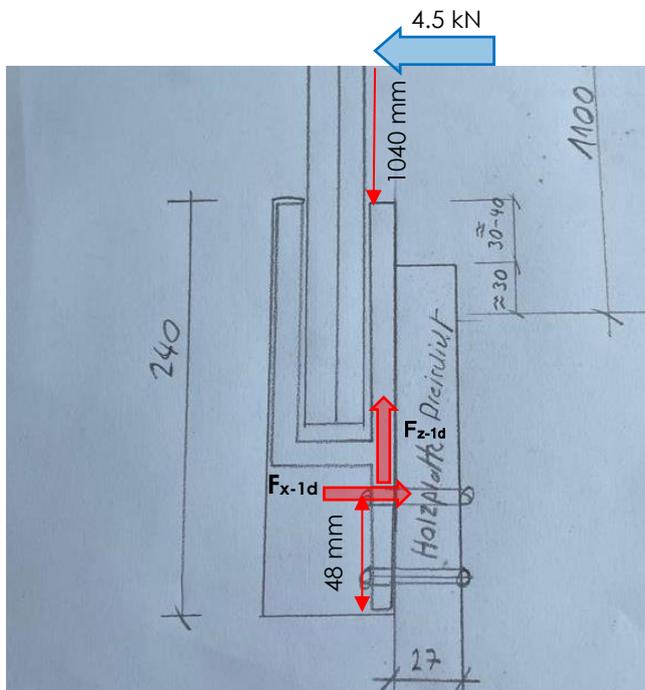


Image 9 Belastungen auf die Befestigungspunkte des Geländers

Lasten, welche auf die Befestigungen wirken:

Zugkraft: $F_{x-1d} = 4.5 \text{ kN/ml} \cdot 1280 \text{ mm} / 48 \text{ mm}$

$F_{x-1d} = 120 \text{ kN/ml}$

Abscherkraft: $F_{z-1} = [9.81 \text{ N/kg} \cdot 2 \cdot 550 \text{ kg/m}^3 \cdot (0.025 \cdot 1.184 \cdot 1) \text{ m}^3] + [9.81 \text{ N/kg} \cdot 2 \cdot 700 \text{ kg/m}^3 \cdot (0.012 \cdot (0.162 + 0.240 + 0.031) \cdot 1) \text{ m}^3]$

$F_{z-1d} = (740.5 \text{ N/ml} + 137.6 \text{ N/ml}) \cdot 1.35$

$F_{z-1d} = 1.19 \text{ kN/ml}$

$(120 \text{ kN/ml} \cdot 6.04 \text{ ml}) / 15 = 48.32 \text{ kN}$ Zugkraft pro Befestigungspunkt

Zugwiderstand einer Schraube 4.6 M10 (Tab. C5):

$T_{Rd} = 14 \text{ kN}$

Zugwiderstand einer Schraube 5.6 M10 (72) _{sia 263} :	$T_{Rd} = 20.88 \text{ kN}$
Zugwiderstand einer Schraube 8.8 M10 (72) _{sia 263} :	$T_{Rd} = 33.4 \text{ kN}$
Zugwiderstand einer Schraube 10.9 M10 (72) _{sia 263} :	$T_{Rd} = 41.76 \text{ kN}$
Zugwiderstand einer Schraube 5.6 M12 (72) _{sia 263} :	$T_{Rd} = 30.24 \text{ kN}$
<u>Zugwiderstand einer Schraube 8.8 M12 (72)_{sia 263} :</u>	<u>$T_{Rd} = 48.38 \text{ kN}$</u>
<u>Scherwiderstand einer Schraube 8.8 M12 (68)_{sia 263} :</u>	<u>$F_{v,Rd} = 32.2 \text{ kN}$</u>
Zugwiderstand einer Schraube 10.9 M12 (Tab. C5):	$T_{Rd} = 67 \text{ kN}$

Tableau 4 Ausnutzung der Schrauben

Schraube	Zugwiderstand	Scherwiderstand	Scher- und Zugwiderstand
10.9 M10	116 %		
8.8 M12	99.88 %	3.7 %	99.95 %
10.9 M12	72.1 %	2.1 %	72.2 %

6.3.1 Erkenntnis

M12-Schrauben einer Festigkeitsklasse 8.8 alle 403 mm sind notwendig, um die Kräfte aufzunehmen.

Die Holzschrauben müssen mindestens eine gleich gute Festigkeitsklasse und einen gleich grossen Spannungsquerschnitt aufweisen [Festigkeitsklasse 8.8 und $A_s = 84 \text{ mm}^2$ (M12)].

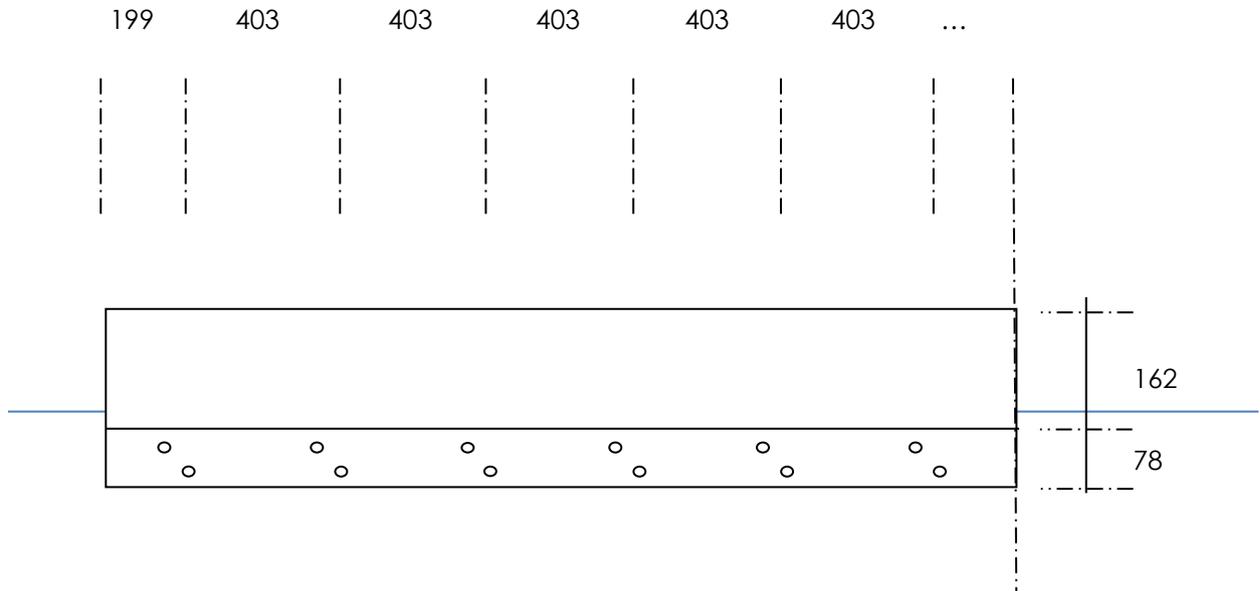


Image 10 Verteilung der Befestigungspunkte auf der Länge von 6040 mm

Lausanne, den 29 August 2024

BIFF SA
Bureau d'Ingénieurs Fenêtres et Façades SA

Raul Corrales
Ingénieur industriel
Spécialiste Façade