

S-WUE / 220194

Würzburg, 29.09.2022
0931 4196-131

Ha / Un / cq

**Bericht über die experimentelle Ermittlung der Auszugstragfähigkeit von
Schrauben M6 x 20 mm im Blechstreifen # 15 x 2 mm mit Fliessgewinde am
Rahmenüberschlag eines Blendrahmens aus Kunststoff.**

Auftraggeber: OnLevel GmbH
Budberger Straße 5
46446 Emmerich am Rhein

Auftrag vom: 02.06.2022

Anlagen:

- 1 Fotodokumentation der Versuche
- 2 Last-Verformungskurven / Versuchsprotokolle
- 3 Unterlagen gemäß [7]
- 4 Statistische Auswertungen

Der Bearbeiter



B. Eng Unrau

Der Leiter der Glasprüfstelle



Dipl.-Ing. Katz

Das Gutachten umfasst 13 Textseiten und 3 Anlagen.

Gliederung:

- 1 Unterlagen
- 2 Vorgang
- 3 Beschreibung und Bewertung der Versuche
- 4 Zusammenfassung

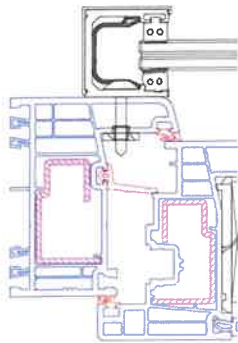
1 Unterlagen

- [1] DIN 18008 – Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln
 Teil 1 – Begriffe und allgemeiner Grundlagen
 Teil 2 – Linienförmig gelagerte Verglasungen
 Teil 3 – Punktförmig gelagerte Verglasungen
 Teil 4 – Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen
 Teil 5 – Zusatzanforderungen an begehbare Verglasungen
 Teil 6 - Zusatzanforderungen an betretbare Verglasungen
 und die darin zitierten normativen Verweisungen.
- [2] DIN EN 1993 / Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- [3] Bayerische Technische Baubestimmungen (BayTB) – April 2021
- [4] Tragende Kunststoffbauteile – Entwurf, Bemessung, Konstruktion herausgegeben von Bau-Überwachungsverein (BÜV e.V.), Kurfürstenstraße 129, 10785 Berlin / Juli 2014
- [5] Gutachterliche Stellungnahme des Materialprüfungsamtes – Glasprüfstelle an der Zweigstelle Würzburg vom 07.10.2020 zur Stoßsicherheit von französischen Balkonen im Profil Skyforce Slim der OnLevel GmbH
- [6] Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-209914-LGA vom 07.10.2020 für Absturzsichernde Verglasung der Kat. A nach DIN 18008-4, zweiseitig in Aluminiumprofilen Skyforce Slim liniengelagerte Brüstungsverglasungen (französischer Balkon).
- [7] Zeichnungen / Datenblatt gemäß folgender Tabelle

Datum [-]	Ersteller [-]	Bezeichnung [-]
13.08.2020	OnLevel	Skyforce-Slim Montagestreifen 15.2 mm L=1100, V2A
-	Profine	Prüfgutdarstellung Absturzsicherung 76 Rahmen mit Kämpfer
-	Profine	Prüfgutdarstellung Absturzsicherung 88 Rahmen mit Kämpfer
-	Profine	Prüfgutdarstellung Absturzsicherung 88 Rahmen
-	Profine	Prüfgutdarstellung Absturzsicherung 88 Rahmen
Jan 2020	Profine	Systemverarbeitung MD 88 / Materialkennndaten

2

Vorgang



Als Anwendungsfall für die mit [6] zugelassene Bauart Skyforce Slim der Fa. OnLevel GmbH, ist beabsichtigt, die Skyforceprofile am Rahmenüberschlag von Blendrahmen und Kämpferprofilen aus Kunststoff der Fa. Profine GmbH zu befestigen.

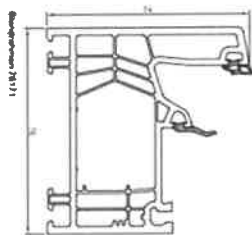
Nebstehendes Bild zeigt exemplarisch die vorgesehene Befestigung der Profile am Rahmenüberschlag.

Das Materialprüfungsamt – Glasprüfstelle an der Zweigstelle Würzburg, wurde beauftragt experimentelle Untersuchungen zu den Auszugstragfähigkeiten von Schrauben aus nichtrostendem Stahl M6 x 20 mm der Festigkeitsklasse 70 durchzuführen.

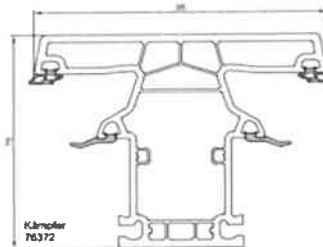
Als Verankerungsgrund für die Schrauben M6 x 20 mm soll ein Blechstreifen # 15.2 mm aus nichtrostendem Stahl mit der MNR. 1.4301 [2] – Teil 4 / Tab. 2.1] verwendet werden, der mit dem Fließbohrverfahren bearbeitet wird.

Die aus PVC-U im Extrusionsverfahren hergestellten Blendrahmen der Fa. Profine GmbH an denen die Versuche durchgeführt werden sollen, tragen die Bezeichnungen:

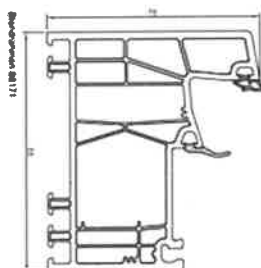
Blendrahmen 76171



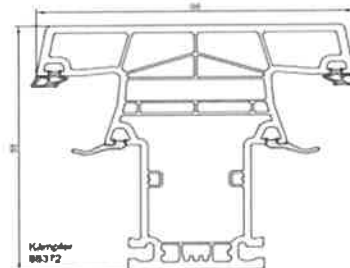
Kämpfer 76372



Blendrahmen 88171



Kämpfer 88372



Die Versuche fanden am 14.09.2022 in der Prüfhalle der LGA Zweigstelle Würzburg statt.

3

Beschreibung und Bewertung der Versuche

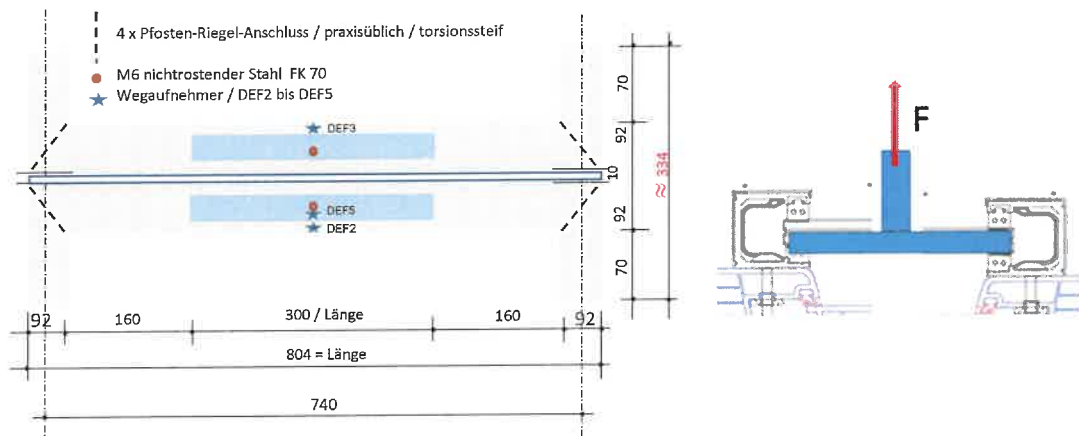


Bild 3.1

Versuchsanordnung / Auszugstragfähigkeit
 M 6 x 20 mm in # 15.2 mm mit Fliessgewinde

Vorstehendes Bild zeigt exemplarisch die Versuchsanordnung. Die Probekörper werden zur Vermeidung von exzentrischer Lasteinwirkung paarweise durch eine Zugkraft beansprucht. Um die Steifigkeit der Blendrahmen, die im Bauwerk eingebaut werden, näherungsweise zu berücksichtigen werden je Profil zwei Pfosten-Riegel-Anschlüsse ausgeführt. Die Rahmenprofile werden an den Enden mittels U-Profilen an ein Stahlwiederlager angeschlossen. Gemessen werden die vertikalen Verformungen der Blendrahmenprofile und der Profilschienen. Die Versuche werden kraftgesteuert mit einer Belastungsgeschwindigkeit der in Kategorie I nach DIN EN ISO 7500-1 eingestuft, kalibrierten Prüfmaschine von $dF/dt = 0,025 \text{ kN/s}$ ausgeführt.

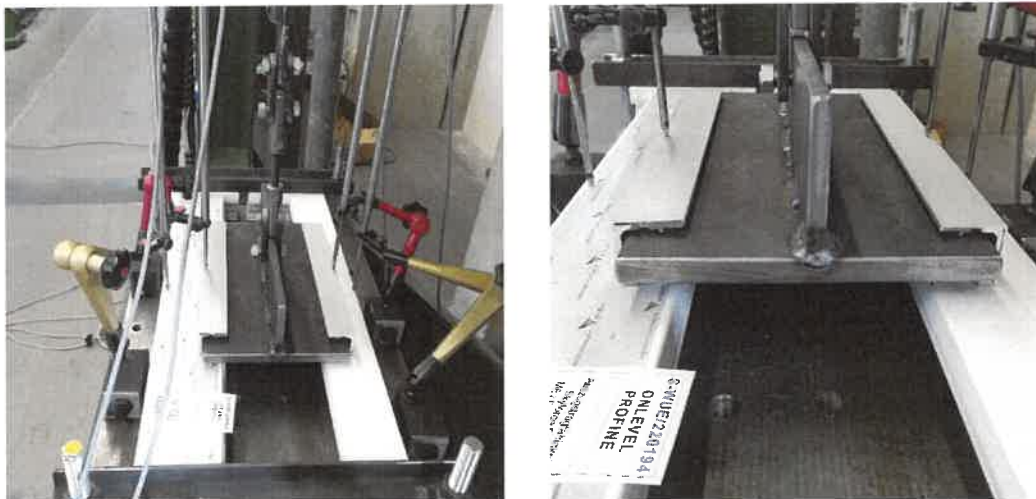


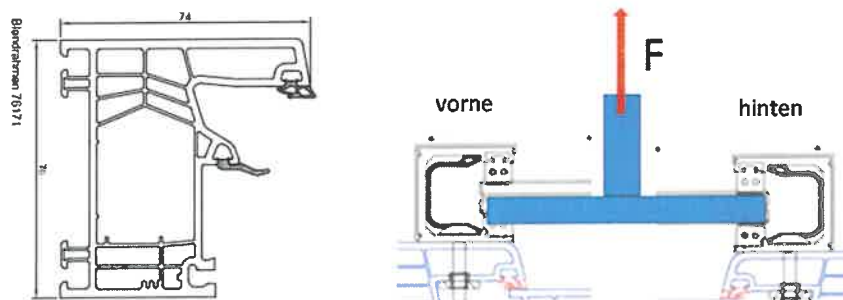
Bild 3.2 Versuchsanordnung / Auszugstragfähigkeit M 6 x 20 mm in # 15.2 mm mit Fliessgewinde
 Hier Versuchsanordnung Profile 76171 und 76372

Die Skyforce-Slim Profile (L = 300 mm) werden mittig mit einer Schraube M 6 x 20 mm / A2 - FK70 an dem Blechstreifen #15.2 mm mit Fließgewinde befestigt. Die Blechstreifen werden mit der glatten Seite nach außen in die Rahmenprofile eingebaut. Das Fließgewinde ragt in das Profilinnere (s. Fotodoku).

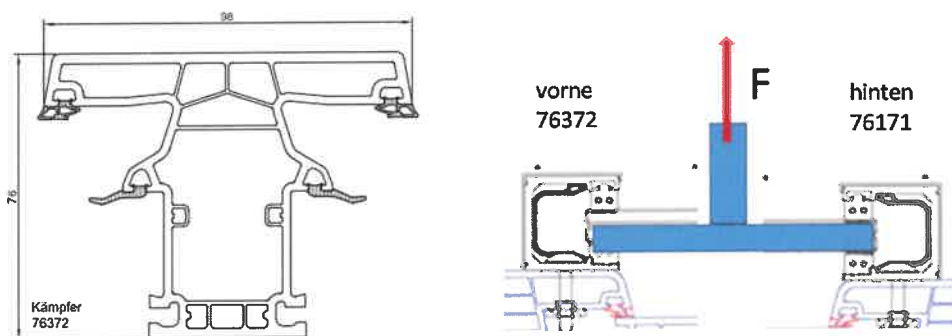
Die Probekörper wurden vormontiert angeliefert.

Für folgende Profilkombinationen wurden die Auszugstragfähigkeiten ermittelt:

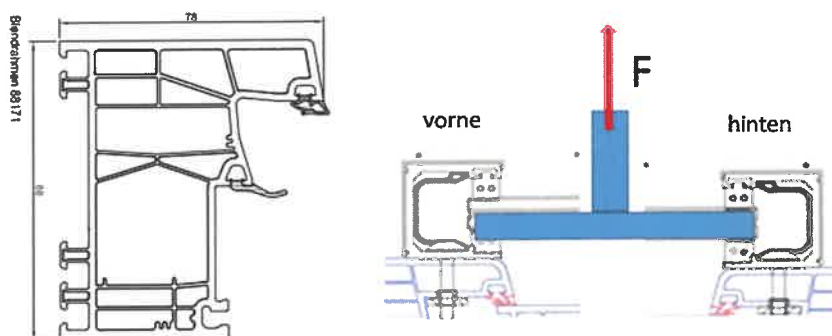
Blendrahmen 76171 vorne und hinten – Versuche V01 bis V05



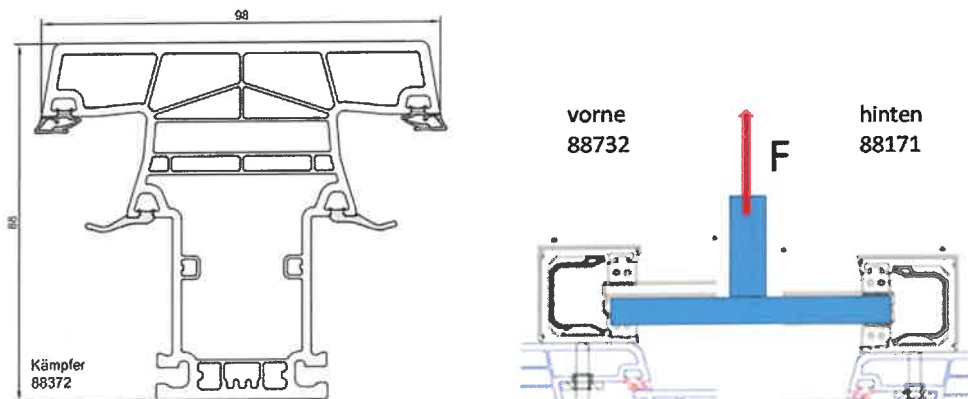
Blendrahmen 76171 und Kämpferprofil 76372 – Versuche V06 bis V10



Blendrahmen 88171 vorne und hinten – Versuche V11 bis V15



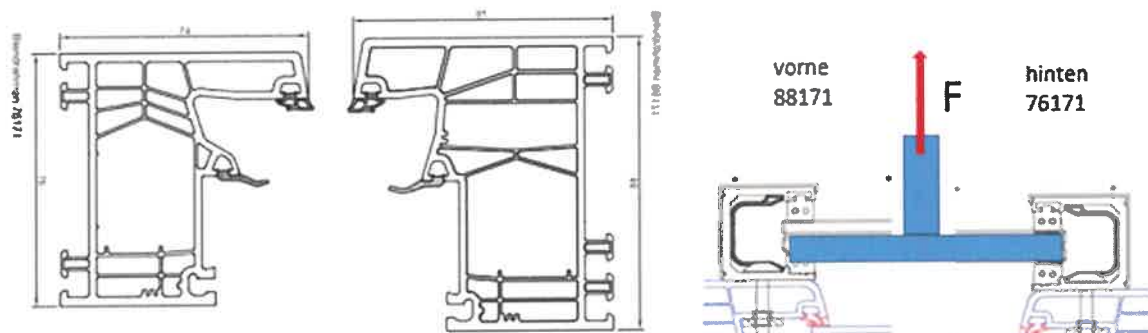
Blendrahmen 88171 und Kämpferprofil 88372 – Versuche V16 bis V20



Bei dem Versuch V21 wurden die Skyforce Slim Profile mit jeweils 2 Schrauben M 6 x 20 mm $e = 200$ mm an die Blechstreifen mit Fließgewinde angeschlossen. Der Versuch, der aufgrund von je einem überzähligen Probekörper 76171 und 88171 möglich wurde, zeigt dass bei Anordnung mehrerer Schrauben die Tragfähigkeit des Systems nicht größer wird. Die auf die einzelne Schraube bezogene Versagenslast von $P_{Tag} \approx 11,9/4 = 2,97 \approx 3$ kN liegt im Bereich der bei den Versuchen V01 bis V20 ermittelten Traglasten.

Blendrahmen 76171 und Blendrahmen 88171

Befestigung des Skyforce Slim Profils mit je 2 Schrauben M6 x 20 mm / Abstand $e = 200$ mm
 Der Höhenunterschied von 12 mm wird durch Unterlegbleche ausgeglichen



Die Versuche V22 bis V26 wurden ohne Blendrahmenprofile durchgeführt. Die Auszugstragfähigkeit der Schrauben aus dem Fließgewinde wird erfahrungsgemäß nicht maßgebend bei der Beurteilung der Tragfähigkeit der Befestigung. Die Kenntnis dieses Wertes ist jedoch für die Beurteilung des Sicherheitsniveaus erforderlich.

Die durch das Fließbohren in Bohrrichtung entstehende Wandung, in die die Muttergewinde geschnitten werden, wurde an mehreren zufällig ausgewählten Blechleisten gemessen und statistisch ausgewertet.

© RH

Statistische Auswertung von Daten *

Nach der Leitlinie des DIBt / Fassung Mai 1986

Messwerte	Messreihe 1	Messreihe 2
1	4.59	
2	4.66	
3	4.52	
4	4.27	
5	4.36	
6	4.55	
7	4.20	
8	4.25	
9	4.17	
10	4.29	
11	4.14	
12	4.19	
13	4.67	
14	4.81	
15	4.55	
16	4.88	
17	4.60	
18	4.68	
19	4.52	
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		

Ermittelt werden die 5 % - Quantilen
 bei einer Aussagewahrscheinlichkeit
 von s = 75 %
 (möglich sind 75 %, 90 % und 95 %)

Hier:

S-WUE/220194 - OnLevel/Profile
 Auszugstragfähigkeit
 Fließgewinde t [mm]
 Messung aus den # 15.2 mm der Versuche V01
 bis V05

1. Normalverteilung

Mittelwert Messreihe 1 4.463
 Standardabweichung Reihe 1 0.224
 Variationskoeffizient delta - Reihe 1 0.050

Mittelwert Messreihe 2
 Standardabweichung Reihe 2
 Variationskoeffizient delta - Reihe 2

delta < 0,10 -> Messreihe 1 Normalverteilung auswerten
 delta > 0,10 -> Messreihe 2 log. auswerten

5 % Quantile Messreihe 1 4.029
 5 % Quantile Messreihe 2 -
 Aussagewahrscheinlichkeit s = 75 %

2. logarithmische Normalverteilung

log. Mittelwert Messreihe 1 1.4947
 log. Standardabweichung Reihe 1 0.050

log. Mittelwert Messreihe 2
 log. Standardabweichung Reihe 2 0.000

5 % Quantile Messreihe 1 -
 5 % Quantile Messreihe 2 -
 Aussagewahrscheinlichkeit s = 75 %

3. Zulässige Beanspruchung

Sicherheitsbeiwert g [-] 1.0
 keine Angabe -> Feld füllen

Normalverteilung
 zulässig aus Messreihe 1 4.03
 zulässig aus Messreihe 2

Log. Verteilung
 zulässig aus Messreihe 1 4.04
 zulässig aus Messreihe 2

Bild 3.3 Auswertung Wandungstiefen / Gewindetiefen

=> Aus vorstehender Auswertung folgt, dass von einer vorhandenen Gewindetiefe von t = 4 mm bei den Blechstreifen #15.2 mm ausgegangen werden kann, wenn das Verfahren und die eingesetzten Komponenten für die Herstellung der Fließgewinde nicht verändert werden.

Bei sämtlichen Versuchen versagte erwartungsgemäß das Kunststoffprofil durch Einreißen des Kunststoffs bei der Schraube M6, wobei der Blechstreifen in das Kunststoffprofil hineingezogen wurde. Die Schrauben wurden bei keinem Versuch aus dem Fließgewinde gezogen. Die Fließgewinde wiesen bei zahlreichen Versuche Anrisse am Übergang des Gewindes zum Blechstreifen auf (s. Fotodoku). Die einzelnen Ergebnisse und der Verlauf der Versuche können anhand der in den Anlagen enthaltenen Fotodokumentation und Versuchsprotokollen nachvollzogen werden.

Die Ermittlung der 5% Quantilen ($s=75\%$) enthält Anlage 4. Folgend werden die für die einzelnen Versuchsserien ermittelten unteren Erwartungswerte (UEW) für die Einzelbefestigung zusammengestellt:

Auszugstragfähigkeit 5% Quantile der Versuche		
Versuch [Nr]	Profil [Bez.]	UEW [kN]
V01 - V05	76171	2.73
V06 - V10	76171+76372	3.00
V11 - V15	88171	2.53
V16 - V20	88171+88372	2.33

Bild 3.4 5% Quantilen der Auszugstragfähigkeiten

Die Auszugstragfähigkeit der Fließgewinde wurde zu $UEW = 4,45 \text{ kN}$ ermittelt.

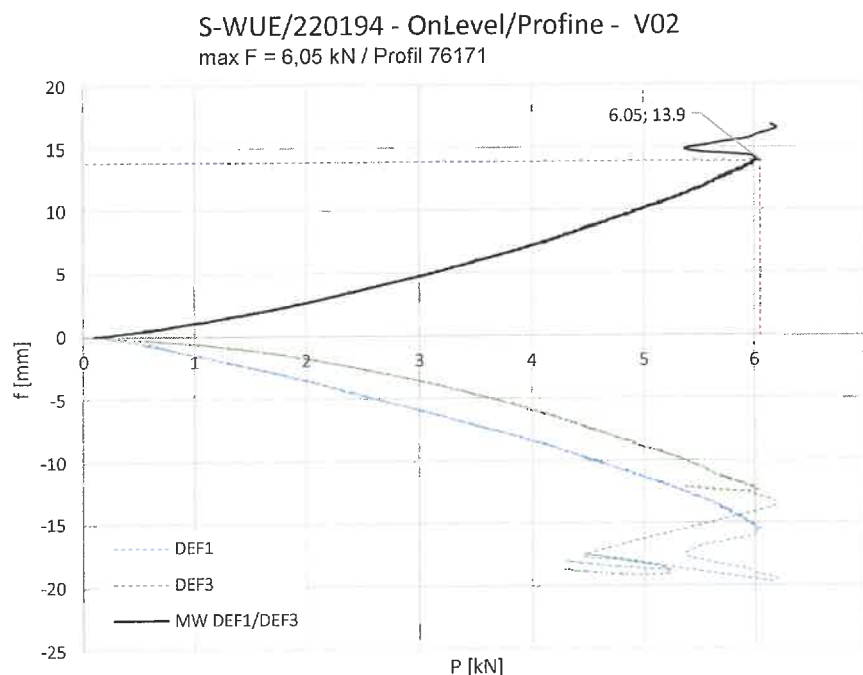


Bild 3.5 V02 – Last-Verformungskurve exemplarisch

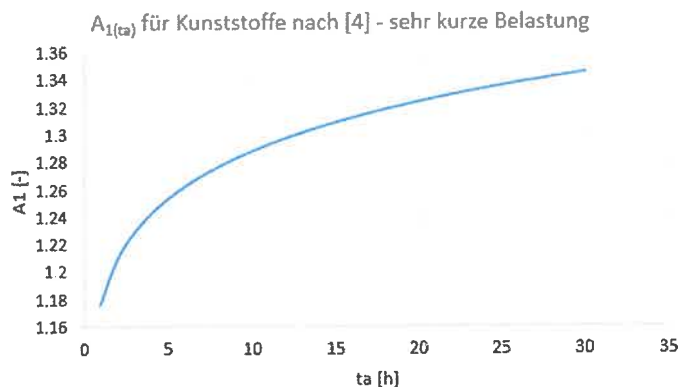
Bild 3.5 zeigt exemplarisch die Last-Verformungskurve aus dem Versuch V02. Die LV-Kurven zeigen alle einen ähnlichen Verlauf (Anlage 2). Die bei einigen Versuchen nach dem Versagen des Kunststoffs noch mögliche, geringe Lastaufnahme des Systems darf nicht berücksichtigt werden.

Bei der Festlegung der Materialsicherheit γ_{M1} wird in Anlehnung an [4] folgende Vorgehensweise unter Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer, des Medieneinflusses und der Umgebungstemperatur für die Rahmen aus Polyvinylchlorid PVC-U gewählt:

1. Versagen bei stoßartiger Belastung:

$$\gamma_{M1} \times A_{f_{mod}} \approx 1,20 \times 1,29 \times 1,0 \times 1,5 \approx 2,32$$

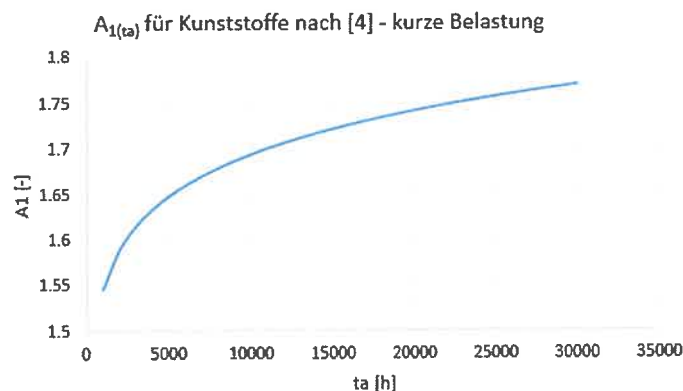
Hierbei wurde der Anteil $A_{1(ta)}$ nach [4] mit den rechnerischen Ansatz $A_{1(ta)} = (A_{1,20a})^T$ ermittelt, wobei $T = 0,253 + 0,142 \lg(t_a)$ und $t_a \leq 10$ h angenommen wurde.



2. Versagen bei kurzer Belastungseinwirkung (Wind, Holmlast):

$$\gamma_{M1} \times A_{f_{mod}} \approx 1,20 \times 1,59 \times 1,0 \times 1,4 \approx 2,67$$

Hierbei wurde der Anteil $A_{1(ta)}$ nach [4] mit den rechnerischen Ansatz $A_{1(ta)} = (A_{1,20a})^T$ ermittelt, wobei $T = 0,253 + 0,142 \lg(t_a)$ und $t_a \leq 2000$ h angenommen wurde.



Diese Abminderungen berücksichtigen näherungsweise das mechanische Langzeitverhalten der für die Traglast maßgebenden Kunststoffprofile. Sofern genauere Werte ermittelt werden sollen, sind umfangreiche Untersuchungen erforderlich [4].

⇒ Damit ergibt sich eine erforderliche Abminderung der statistisch ausgewerteten Tragfähigkeiten von $\gamma_M = 2,32$ bei stoßartigen Einwirkungen und zu $\gamma_M = 2,67$ bei Einwirkungen mit kurzer Einwirkungsdauer (z.B.: Wind, Holmlast)

Für die jeweiligen Profilkombinationen ergeben sich folgende Auszugstragfähigkeiten F_{Rd} [kN]:

Auszugstragfähigkeiten F_{Rd}		
Stoßeinwirkung		
Profil [Bez.]	UEW [kN]	F_{Rd} [kN]
76171	2.73	1.18
76171+76372	3.00	1.29
88171	2.53	1.09
88171+88372	2.33	1.00

Damit sind die Anforderungen der DIN 18008-4 / Anhang D hinsichtlich der Tragfähigkeit von linienförmigen Lagerungskonstruktionen bei Stoßeinwirkungen bei einem Schraubenabstand von $e \leq 100$ mm erfüllt.

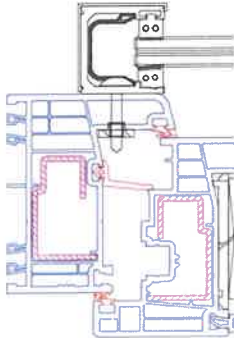
Für die statischen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit von absturzsichernden Verglasungen bei statischen Einwirkungen (DIN 18008-4 / Abs. 6) können die folgenden Auszugstragfähigkeiten F_{Rd} [kN] angesetzt werden.

Auszugstragfähigkeiten F_{Rd}		
kurze Einwirkungsdauer		
Profil [Bez.]	UEW [kN]	F_{Rd} [kN]
76171	2.73	1.02
76171+76372	3.00	1.12
88171	2.53	0.95
88171+88372	2.33	0.87

Aufgrund der erzielten Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass ein vorzeitiges Versagen der Schraubverbindung nicht auftritt. $F_{Rd} \approx 4,45 / 1,33 = 3,35$ kN. Maßgebend wird bei der vorliegenden Zusammenstellung der einzelnen Bauteile stets der Kunststoffrahmen.

4

Zusammenfassung



Als Anwendungsfall für die mit [6] zugelassene Bauart Skyforce Slim der Fa. OnLevel GmbH, ist beabsichtigt, die Skyforceprofile am Rahmenüberschlag von Blendrahmen und Kämpferprofilen aus Kunststoff der Fa. Profine GmbH zu befestigen.

Nebestehendes Bild zeigt exemplarisch die vorgesehene Befestigung der Profile am Rahmenüberschlag.

Das Materialprüfungsamt – Glasprüfstelle an der Zweigstelle Würzburg, wurde beauftragt experimentelle Untersuchungen zu den Auszugstragfähigkeiten von Schrauben aus nichtrostendem Stahl M6 x 20 mm der Festigkeitsklasse 70 durchzuführen, die in einem Blechstreifen # 15.2 mm aus nichtrostendem Stahl mit der MNR. 1.4301 [2] – Teil 4 / Tab. 2.1] eingeschraubt werden, der mit dem Fließbohrverfahren bearbeitet wird.

Die Versuche fanden am 14.09.2022 in der Prüfhalle der LGA Zweigstelle Würzburg statt.

Die Profile und –kombinationen sowie die Versuche und deren Bewertung sind ausführlich in Abschnitt 3 und in den Anlagen beschrieben.

Die Versuche ergaben, dass die Anforderungen der DIN 18008-4 / Anhang D hinsichtlich der Tragfähigkeit von linienförmigen Lagerungskonstruktionen bei Stoßeinwirkungen bei einem Schraubenabstand von $e \leq 100$ mm erfüllt sind.

Für die statischen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit von absturzsichernden Verglasungen bei statischen Einwirkungen (DIN 18008-4 / Abs. 6) können die folgenden Auszugstragfähigkeiten F_{Rd} [kN] angesetzt werden.

Auszugstragfähigkeiten F_{Rd}		
kurze Einwirkungsdauer		
Profil [Bez.]	UEW [kN]	F_{Rd} [kN]
76171	2.73	1.02
76171+76372	3.00	1.12
88171	2.53	0.95
88171+88372	2.33	0.87

Diese Werte gelten ausschließlich für die hier untersuchte Bauteilkombination.

Querbelastrungen für die Schrauben dürfen nicht auftreten.