

## IFBT GmbH

Hans-Weigel-Str. 2b

04319 Leipzig

Telefon: +49 (0) 341 6522780

Telefax: +49 (0) 341 6522789

info@fassade-und-befestigung.de

## Prüfbericht

**Nr. 11 - 049**

vom 05.07.2011

**Gegenstand:** Experimenteller Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung für das Bekleidungsmaterial „Max Exterior F“, 10 mm, gelocht mit einer Befestigung auf Ober- und Untergurt aus Aluminium als absturzsicherndes Bauteil

**Auftraggeber:** FunderMax GmbH  
Klagenfurter Straße 87-89  
A-9300 St. Veit / Glan

**Ansprechpartner:** IFBT GmbH - Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik  
Dipl.-Ing.(FH) Michael Loff, Telefon: +49 (0) 341 6522786



Dipl.-Ing.(FH) Michael Loff  
Projektleiter Sonderprojekte

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten und 2 Anlagen mit 11 Seiten.

Jedwede Verwendung, einschließlich der Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der IFBT GmbH.

**Experimenteller Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartiger Belastung für das Bekleidungsmaterial „Max Exterior F“, 10 mm, gelocht mit einer Befestigung auf Ober- und Untergurt aus Aluminium als absturzsicherndes Bauteil**

**Inhaltsverzeichnis**

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| 1   | Veranlassung.....           | 3  |
| 2   | Verwendete Unterlagen ..... | 3  |
| 3   | Grundlagen .....            | 4  |
| 4   | Versuchsdurchführung.....   | 5  |
| 5   | Zusammenfassung .....       | 9  |
| 6   | Anhang .....                | 11 |
| 6.1 | Konstruktionsdetails.....   | 11 |
| 6.2 | Bilddokumentation .....     | 16 |

## **1 Veranlassung**

Die Firma FunderMax GmbH, A-9300 St. Veit / Glan, beauftragte das Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik mit der experimentellen Prüfung und gutachterlichen Bewertung zur Eignung einer Balkonbrüstungsbekleidung als ein gegen Absturz sicherndes Bauteil.

Das System besteht aus gelochten MaxExterior F – Bekleidungselementen, 10 mm, die auf einer Unterkonstruktion bestehend aus Ober- und Untergurt mittels Nietbefestigung montiert sind. Die senkrechten Pfosten sind mit einer innovativen Befestigungslösung der Fa. FBS mit dem Balkonrahmen aus Aluminium verbunden. Der prinzipielle Systemaufbau ist in Bild 1 dargestellt. Systemdetails sind darüber hinaus auch dem Anhang zu entnehmen.

Eine Bewertung der Standsicherheit der Brüstungskonstruktion unter statischen Lasten und eine Weiterleitung der Kräfte in die Balkonkonstruktion sind nicht Gegenstand der Untersuchung.

Die Untersuchung wurde auf dem Prüffeld des Institutes für Fassaden- und Befestigungstechnik, Leipzig, im Juni 2011 durchgeführt.

## **2 Verwendete Unterlagen**

1. ETB-Richtlinie "Bauteile, die gegen Absturz sichern" " (Fassung 06.85), Mitteilungen IFBt 2/1987
2. DIN EN 12600, Ausgabe:2003-04  
Glas im Bauwesen - Pendelschlagversuch - Verfahren für die Stoßprüfung und Klassifizierung von Flachglas; Deutsche Fassung EN 12600:2002
3. „Pfostenaufnahme“; Konstruktionszeichnung; Metall- und Balkonbau GmbH & Co. KG; Immelborn, Juni 2011
4. „Vorlage Plan\_ETB-Prüfungen“; FunderMax GmbH; St. Veit / Glan; 29. Juni 2011

### **3 Grundlagen**

Grundlage für die durchgeführten Untersuchungen ist die ETB- Richtlinie [1]. In ihr sind die Untersuchungen zum Nachweis von Bauteile, die gegen Absturz sichern geregelt. Dabei werden die Bedingungen unter „harter“ und „weicher“ Stoßbelastung definiert. Der Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen kann sowohl rechnerisch als auch alternativ als experimenteller Nachweis erfolgen.

#### **Harter Stoß**

Er dient der Beurteilung des Verhaltens einer Bauteilart hinsichtlich örtlich begrenzter Zerstörung infolge harter Stoßbeanspruchung. Dazu soll das Bauteil in seiner gesamten Fläche einer Stoßenergie von  $E_{\text{Versuch}} = 10 \text{ Nm}$  widerstehen. Das entspricht dem Aufprall einer Masse von 1 kg aus einer Fallhöhe von 1,019 m (Aufprallgeschwindigkeit 4,47 m/s.)

Der Nachweis ist erfüllt, wenn bei 15 Versuchen (Einzelstoß) kein Versagen (Durchschlagen oder Bruch der Gesamtkonstruktion) eintritt.

#### **Weicher Stoß**

Der weiche Stoß ist so auszuführen, dass die ungünstigste Biegebeanspruchung erzeugt wird. Vereinfachend gilt der weiche Stoß als quasi-statischer Stoß mit der einwirkenden Energie von  $E_{\text{Basis}} = 100 \text{ Nm}$  entsprechend einer Stoßmasse von 50 kg und einer Aufprallgeschwindigkeit von 2 m/s.

Als rechnerische Widerstandsenergie  $E_R$  für das zu prüfende Bauteil ist gefordert:

$$E_R \geq a' \times E_{\text{Basis}}$$

Die experimentell anzusetzende Energie beträgt:

$$E_{\text{Versuch}} \geq v \times a' \times E_{\text{Basis}}$$

Mit dem Stoßübertragungsfaktor „a“ werden die elastischen Eigenschaft des Stoßkörpers wiedergegeben (Tab.1 nach [1]). Faktor „v“ dient der Absicherung gegenüber Streuungen bei den Versuchen.

Durch den Energieeintrag dürfen keine unzulässigen Veränderungen am geprüften System entstehen, wie beispielsweise:

- Standsicherheitsversagen der Einzelbalustraden oder der Gesamtkonstruktion
- Herausfallen von Bruchstücken
- Entstehen von Öffnungen > 120 mm

## 4 Versuchsdurchführung

Im Rahmen der Untersuchung zur Eignung gegenüber stoßartigen Einwirkungen werden die Balkonbrüstungselemente und deren Anbindung an eine Pfostenkonstruktion experimentellen Prüfungen unterzogen.

Die experimentellen Untersuchungen zum **weichen Stoß** an den Brüstungselementen erfolgten mit einem an DIN EN 12600:2003 angelehnten und in Abbildung 1 schematisch dargestellten Systemaufbau.

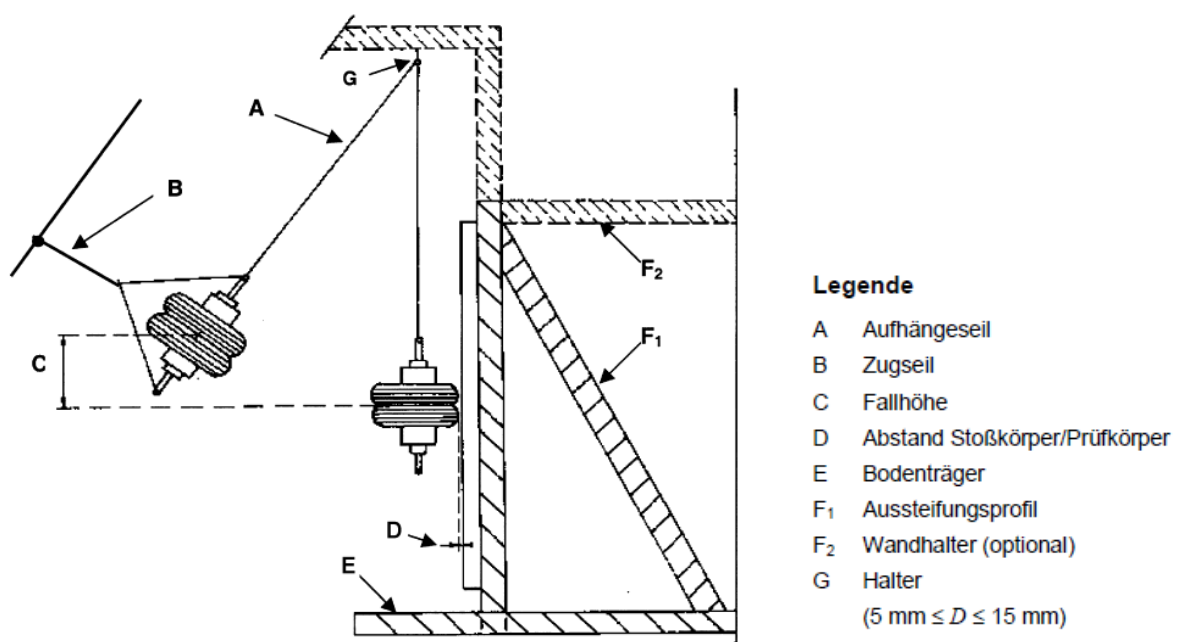


Abbildung 1: schematischer Versuchsaufbau, aus [2]

Die Brüstungselemente bestehen aus einem linienförmig gelagerten (Ober- und Untergurt) „Max Exterior F“ – Plattenelement welches auf einer Unterkonstruktion aus Aluminiumprofilen mittels Nietverbindung befestigt ist. Die Befestigungspunkte sind in Anlage 6.1 dargestellt. Die Pfosten sind über eine Steckverbindung (siehe Anlage 6.1) auf den Balkonrahmen aufgesetzt und mittels Schraubverbindung (Gewindestift mit Innensechskant M10x5 DIN 913) gegen herausheben gesichert. Die geometrische Abmessung des Rahmenprofils ist ebenfalls der Anlage 6.1 beigefügt. Für die experimentelle Prüfung wurde das Balkonrahmenprofil steif am Versuchsstand mit 2 mittigen Befestigungspunkten verankert.

Auf die Pfostenelemente ist ein Handlaufprofil stirnseitig aufgesetzt und an der Außenseite der Pfosten vernietet.

Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurde im Bereich der Handlaufbefestigung eine rückseitige Aussteifung am Versuchsstand angebracht. Auf diese Weise wird einer seitlichen Befestigung der Brüstungskonstruktion im Handlaufbereich bzw. im Bereich des Obergurtes Rechnung getragen.

Ausgehend von den zuvor erläuterten Randbedingungen zeigt Bild 1 den gewählten Versuchsaufbau. Der experimentelle Nachweis unter „weicher“ Stoßeinwirkung wurde in Anlehnung an [1], [2] mit einem Zwillingstreifen bei einem Reifendruck 3,5 bar und einer Masse von 50 kg durchgeführt. Aus Voruntersuchungen wurden die relevanten Auftreffstellen der Pendelmasse entsprechend Bild 1 festgelegt. Hierbei sind die 3 Auftreffstellen blau markiert. Ihre Auswahl erfolgte so, dass sowohl die Elementmitte als auch die Befestigungsbereiche der Horizontalprofile ungünstigste Belastung erfahren. Der Stoßkörper wurde hierbei vor der Auslenkung so justiert, dass ein Abstand von 10 mm zwischen dem aufgeblasenen Reifen und der Oberfläche des Prüfkörpers eingehalten wurde. Ein Nachpendeln wurde verhindert.



Bild 1: Versuchsaufbau weicher Stoß

Die Untersuchung wurde bei einer Temperatur von 23°C durchgeführt. Beginnend mit einer Fallhöhe von 26 cm, in Anlehnung an [1], erfolgte eine Steigerung auf 45 cm an den 3 Auftreffpunkten mit 3 Einzelelementen.

Gegenüber der experimentellen Untersuchung zum weichen Stoß wurden die Versuche zum **harten Stoß** in horizontaler Lagerung durchgeführt, da die Konstruktion des Handlaufes bei einer Versuchsanordnung nach Abbildung 1 die Pendelbewegung behindern würde. Die Steckverbindung der Pfostenkonstruktion wurde, wie in Bild 2 erkennbar, in Anlehnung an die tatsächliche Konstruktion (siehe Anhang 6.1) eingerichtet. Die Lagerungsbedingungen entsprechen damit denen im Versuchsstand unter weicher Stoßbelastung. Bild 2 zeigt darüber hinaus auch die 15 Auftreffpunkte, welche bei der Versuchsdurchführung ausgewählt wurden. Beginnend mit einer Fallhöhe von 100 cm erfolgte eine Steigerung im Rhythmus von 10 cm bei den Stoßversuchen mit einer Stoßmasse von 1 kg.



Bild 2: Versuchsaufbau harter

Stoß

Die zur Untersuchung vom Auftraggeber übergebenen Materialien sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Bezeichnung                                    | Abmessungen [mm]               | Material/Charakteristik   |
|--|--------------------------------|---|
| Brüstungselement „Max Exterior F“ - Bekleidung | 1050 x 1260 x 10<br>Anlage 6.1 | Dekorative Hochdruck-Schichtpresstoffplatte nach DIN 438-6, gelocht – Lochdurchmesser 40 mm / Achsabstand 70 mm; Bohrdurchmesser Befestigung 8 mm |

| <b>Bezeichnung</b> | <b>Abmessungen [mm]</b>          | <b>Material/Charakteristik</b>                           |
|--------------------|----------------------------------|--|
| Balkonrahmenprofil | FBS-Light-200 (siehe Anlage 6.1) | 4mm in EN AW-6060T66                                     |
| Quergurtprofil     | 40 x 20 x 2                      | EN AW-6060T66  |
| Pfostenprofil      | 40 x 40 x 4                      | EN AW-6060T66  |
| Pfostengrundplatte | Ø 75 x 10                        | EN AW-6060T66  |
| Pfostensteckstück  | Ø 31 x 8,5                       | EN AW-6060T66  |
| Handlauf           | FBS (siehe Anlage 6.1)           | EN AW-6060T66  |
| MBE Fassadenniet   | 5 x 16 K16                       | Art.-Nr.: 1290605, kopplackiert Material Alu / Edelstahl |

Tabelle 1: Charakteristik der übergebenen Prüfmaterialeien



## 5 Zusammenfassung

Die Firma FunderMax GmbH, A-9300 St. Veit / Glan, beauftragte das Institut für Fassaden- und Befestigungstechnik mit der experimentellen Prüfung und gutachterlichen Bewertung zur Eignung gelochten Brüstungselementen „MaxExterior F“, 10 mm auf einer Unterkonstruktion aus Ober- und Untergurt als ein gegen Absturz sicherndes Bauteil.

In der ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“ [1] ist der Nachweis einer ausreichenden Widerstandsenergie durch Stoßversuche zu führen. Eine Abschätzung der Stoßenergieaufnahme der Brüstungselemente ergibt sich demnach mit:

$$\begin{aligned}
 E_{\text{Versuch}} &\geq y \times a' \times E_{\text{Basis}} \\
 E_{\text{Basis}} &= 100 \text{ Nm} \\
 y &= 1,25 \text{ zur Absicherung gegenüber Streuungen} \\
 a' &= 1,0 \text{ für } 50 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Die Konstruktion soll hierbei in der experimentellen Prüfung einem minimalen Energieeintrag von  $E = 125 \text{ Nm}$  widerstehen. Dies entspricht einer Pendelfallhöhe  $h$  von  $0,255 \text{ m}$ .

Die Pendelfallhöhe  $h$  unter „weicher Stoßbelastung“ wurde in der vorliegenden Untersuchung beginnend mit  $0,26 \text{ m}$  gewählt. Dies entspricht einem Energieeintrag von  $127 \text{ Nm}$ . Danach wurde die Stoßbeanspruchung auf eine Fallhöhe von  $0,4 \text{ m}$  erhöht. Die Versuchsdurchführung wurde bei einem Energieeintrag von  $196 \text{ Nm}$  abgebrochen. Hier war an mehreren Stellen ein Versagen der Nietverbindung zu beobachten, was zu Öffnungen von  $\geq 120 \text{ mm}$  führte. Eine Dokumentation der beobachteten Versagensbilder ist im Anhang 6.2 enthalten.

Die Parameter der einzelnen Stoßversuche (weicher Stoß) und das Verhalten der beanspruchten Elemente sind in Tabelle 1 erfasst.

| Auftreffpunkt | Fallhöhe [m] | Stoßenergie $E_{\text{versuch}}$ [Nm] | Bemerkungen  |
|---------------|--------------|---------------------------------------|--|
| 1             | 0,26         | 127                                   | Lockerung der Nietverbindung; Verformung Obergurt  |
| 2             | 0,26         | 127                                   | Lockerung der Nietverbindung; Verformung Quergurte |
| 3             | 0,26         | 127                                   | Nietkopf abgerissen                                |

| Auftreffpunkt | Fallhöhe [m] | Stoßenergie $E_{\text{versuch}}$ [Nm] | Bemerkungen  |
|---------------|--------------|---------------------------------------|--|
| 1             | 0,4          | 196                                   | Nietkopf abgerissen; teilweise Handlauf abgerissen |
| 2             | 0,4          | 196                                   | Nietkopf abgerissen                                |
| 3             | 0,4          | 196                                   | Nietkopf abgerissen; Öffnung von > 120 mm          |

Tabelle 2: Ergebnisse der Versuche weicher Stoß

Im Falle der Einzelprüfung 1-3 kam es zum Versagen des Gesamtsystems bei einer Fallhöhe von 0,4 m und einem Energieeintrag von 196 Nm.

Die experimentell im Versuch unter weicher Stoßbelastung ermittelte aufnehmbare Energie kann demnach mit 127 Nm angegeben werden.

Die Versuche unter harter Stoßbelastung wurden bei einer Fallhöhe von 1,40 m abgebrochen. Die entspricht einem Energieeintrag von 13,7 Nm. Zu diesem Zeitpunkt war nur eine leichte Lockerung der Nietverbindung erkennbar.

$$E_{\text{Versuch}} \geq y \times a' \times E_{\text{Basis}} \quad \Rightarrow \quad 127 \text{ Nm} > 125 \text{ Nm} = 1,25 \times 1 \times 100 \text{ Nm}$$

$$E_{\text{Versuch}} \geq 10 \text{ Nm} \quad \Rightarrow \quad 13,7 \text{ Nm} > 10 \text{ Nm}$$

Mit den durchgeführten Versuchen konnte der Nachweis für eine Tragfähigkeit unter Stoßbeanspruchung gemäß ETB-Richtlinie [1] erbracht werden.

**Anmerkung:**

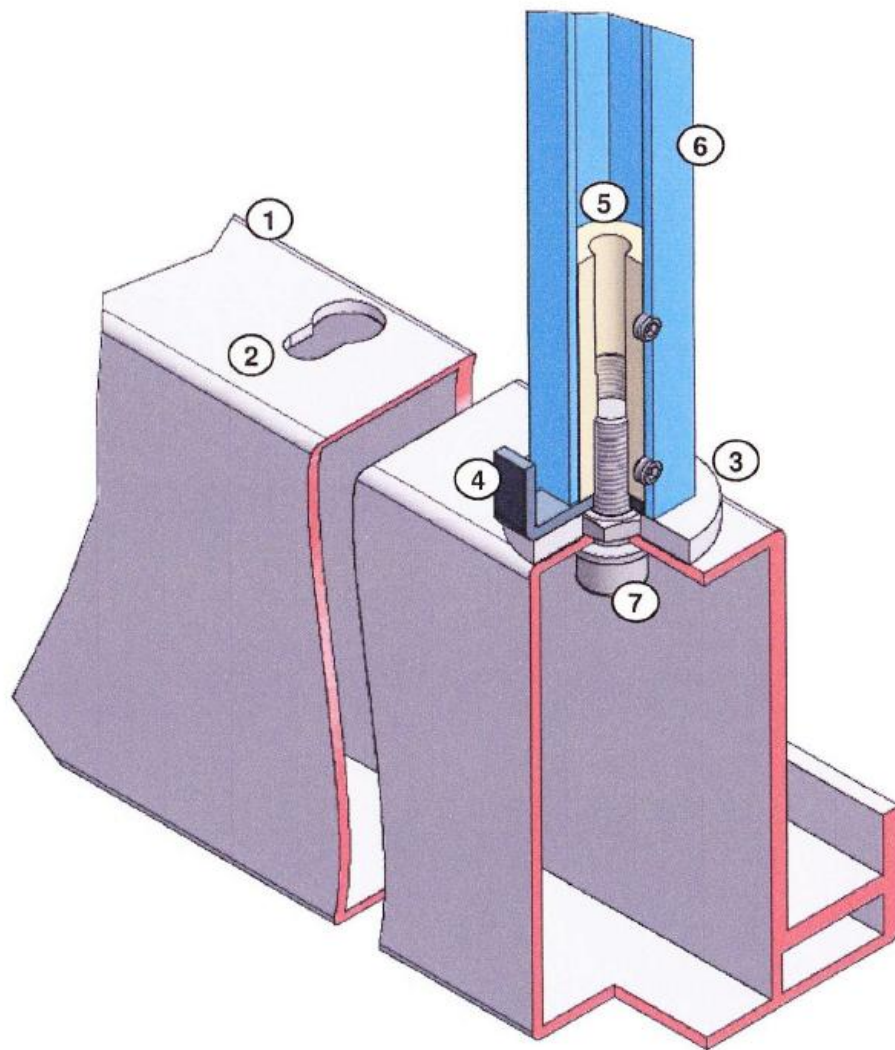
Die im Versuch verwendete Nietbefestigung (5 x 16 K16) ist für eine weitere Anwendung durch eine Blindniete gleicher Materialeigenschaften mit einem größeren Klemmbereich zu ersetzen. Es ist davon auszugehen, dass auf diese Weise die Tragfähigkeit erhöht werden kann. Zudem wird empfohlen, den Handlauf beidseitig am Pfosten zu befestigen.

Leipzig, den 05.07.2011

Dipl.Ing.(FH) Michael Loff

## **6 Anhang**

### **6.1 Konstruktionsdetails**



1. Balkonrahmen
2. Schlüsselloch
3. Grundplatte mit Dichtscheibe
4. Halter für Geländer
5. Steckstück
6. Pfosten mit Gewindestiften
7. Inbusschraube mit Normteilen  
Zyl.Schraube I-Skt. M12x120 DIN 912 A2

Abbildung 2: schematische Darstellung Pfostenaufnahme, aus [3]

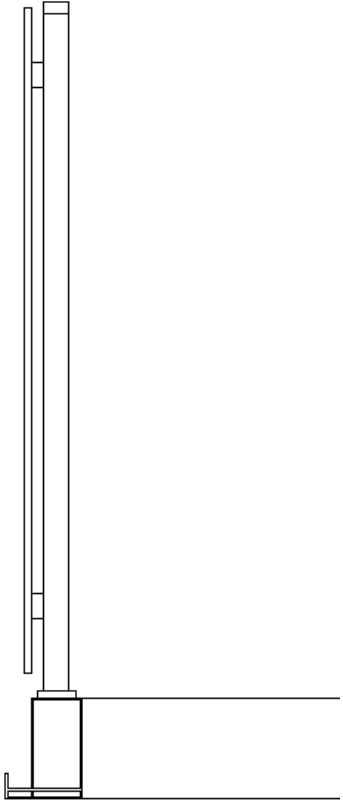
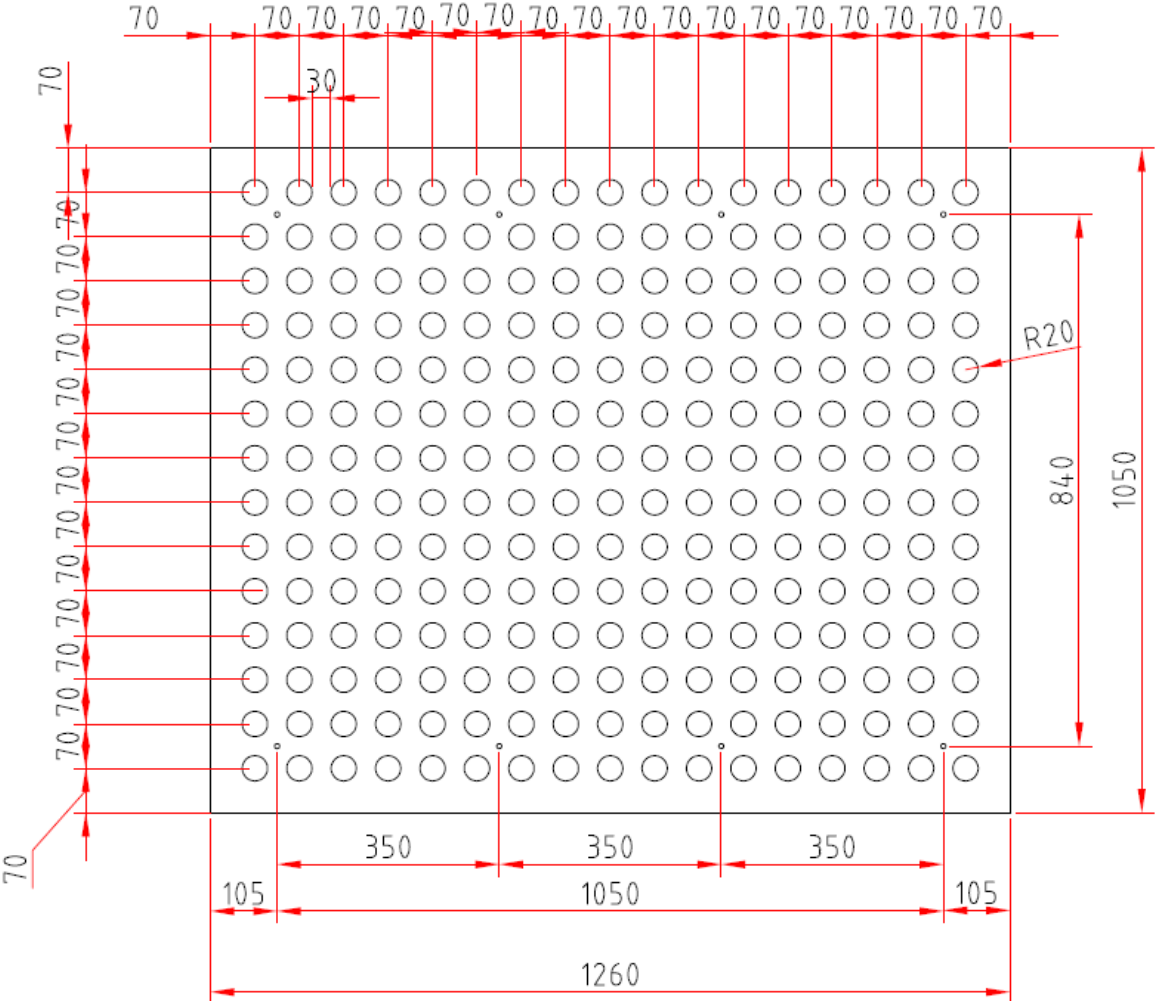


Abbildung 3: geometrische Abmessung Bekleidungselemente „MaxExterior F“; aus [4]



Bild 3: Balkonrahmenprofil

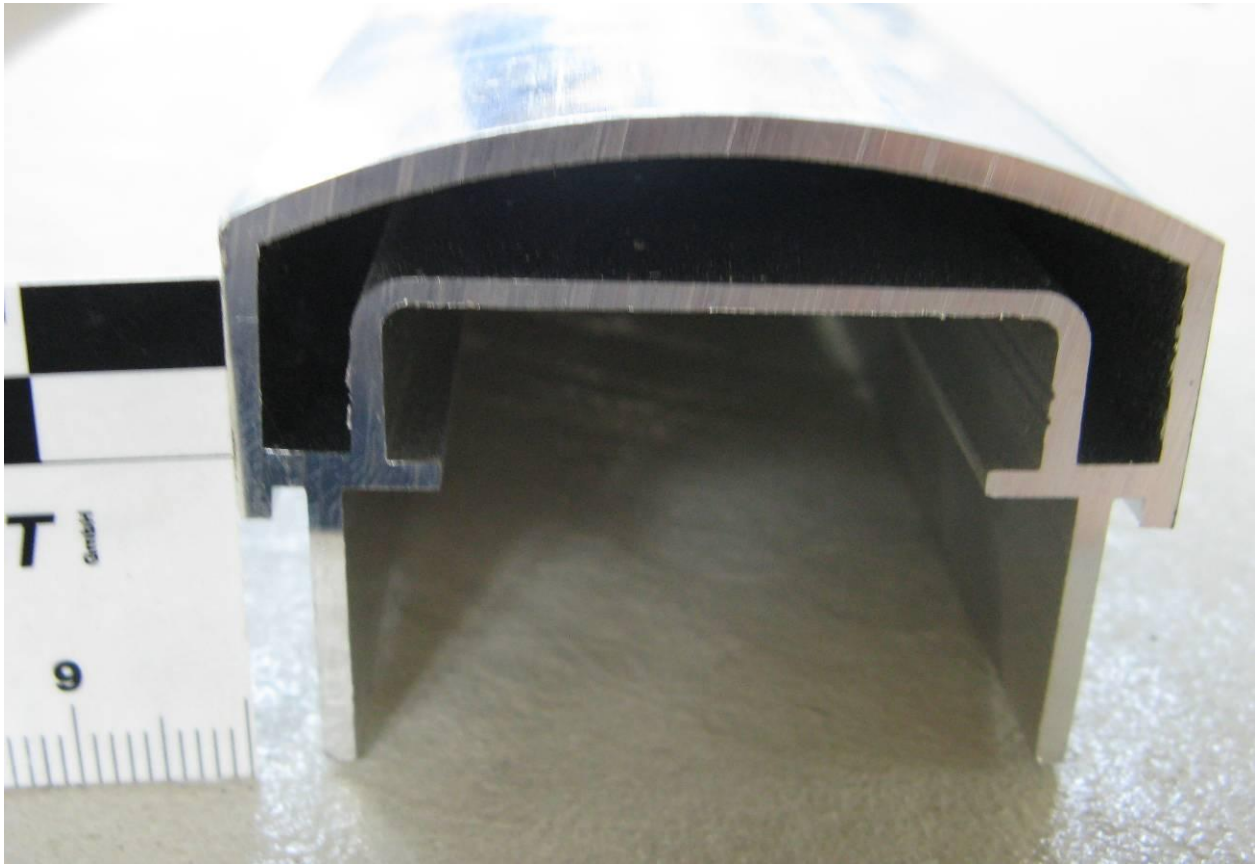


Bild 4: Handlaufprofil

## 6.2 Bilddokumentation





Bild 5: abgeprüfter Versuchskörper 1-1



Bild 6: Öffnungen von >120 mm an Versuchskörper 1-1

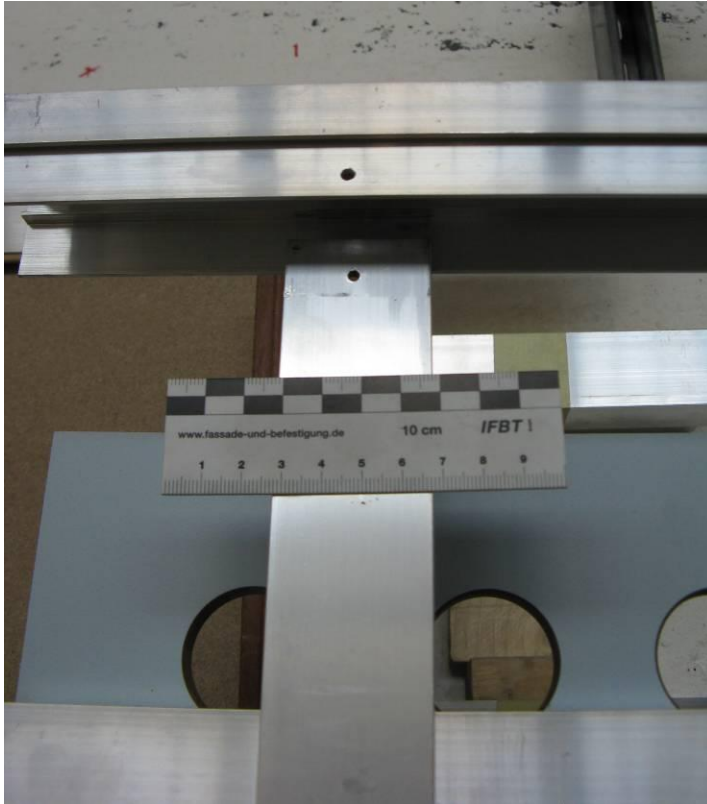


Bild 7: Versagen Handlauf; abgeprüfter Versuchskörper 1-1



Bild 8: abgeprüfter Versuchskörper 1-2

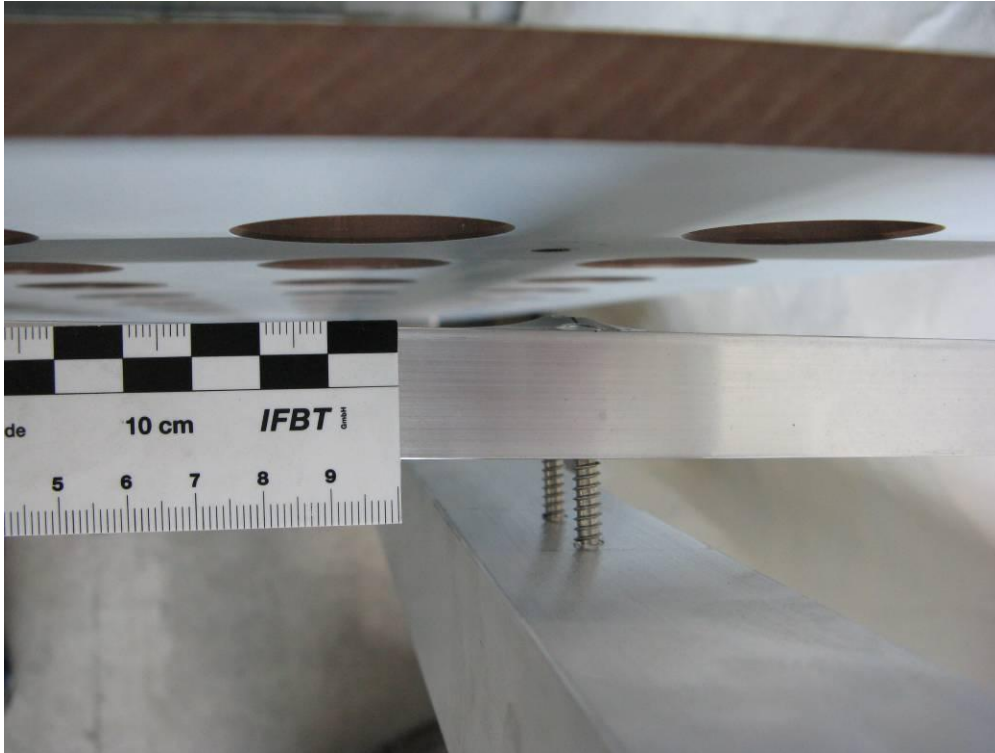


Bild 9: Versagen am Versuchskörper 1-2



Bild 10: abgeprüfter Versuchskörper 1-3



Bild 11: plastische Profilverformung am Obergurt; abgeprüfter Versuchskörper 1-3



Bild 12: Versagen Niet; abgeprüfter Versuchskörper 1-3



Bild 13: Nietauszug