

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine
(Amtliche Materialprüfungsanstalt)
Universität Karlsruhe (TH)

Leitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Blaß und Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Saal

BERICHT

Nr.: 074261

Auszugversuche von Omega-mit-Flansch-Profilen

Auftraggeber: Maas Profile GmbH & Co. KG
Friedrich-List-Straße 25
74532 Ilshofen

Grundlage der Prüfung: Beauftragung vom 10.12.2007

Gegenstand der Prüfung: Omega-mit-Flansch-Profile aus der Aluminiumlegierung
EN AW-6060 im Zustand T66 nach DIN EN 573-3:2007
und Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelemente aus
Aluminium

Dieser Bericht umfasst 7 Seiten und 6 Anlagen.

Ausgabedatum: 31.01.2008

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	3
2	Beschreibung der Bauteile, Anwendung und Probekörper	3
3	Versuchsdurchführung und -ergebnisse	3
3.1	Geometrie	3
3.2	Auszugversuche	3
4	Auswertung der Versuchsergebnisse	5
4.1	Vorgehen	5
4.2	Auswertung nach DIN EN 1993-1-3	6
4.3	Charakteristische Werte der Auszugkräfte	6
5	Zusammenfassung	7
6	Unterlagen	7

Anlage 1:	Geometrie des Omega-mit-Flansch-Profiles und Werkstoffkennwerte
Anlage 2:	Versuchsaufbau – Draufsicht
Anlage 3:	Versuchsaufbau – Seitenansicht
Anlage 4:	Versuchsaufbau – Vorderansicht
Anlage 5:	Versuchsergebnisse – gemessene Geometrie und Auszugkräfte
Anlage 6:	Auswertung der Ergebnisse

1 Vorbemerkung

Die Firma Maas Profile GmbH & Co. KG beauftragte die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (TH) mit der Durchführung von Auszugsversuchen von Omega-mit-Flansch-Profilen aus Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelementen aus Aluminium in Anlehnung an DIN EN 1993-1-3:2007, Anhang A.

Dieser Bericht stellt keinen Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Landes-Bauordnungen dar.

2 Beschreibung der Bauteile, Anwendung und Probekörper

Die Querschnittsgeometrie des untersuchten Omega-mit-Flansch-Profils ist in Abbildung 1 der Anlage 1 dargestellt. Dieses wird aus der Aluminiumlegierung EN AW-6060 im Zustand T66 nach DIN EN 573-3:2007 durch Strangpressen hergestellt.

Die Omega-mit-Flansch-Profile werden zur Befestigung von Solar- und Kollektoranlagen auf Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelementen eingesetzt. Mit einer speziellen Bemo-Wulstenfalzmaschine werden die Profile auf die Bördel der Stehfalzprofile aufgebracht, auf die sie lediglich vertikale Lasten abtragen sollen. Die Lagesicherung erfolgt durch einen Niet. Die Profile werden in Längen von 500 mm bis 6000 mm eingesetzt.

Eine Zuordnung der Probekörper zu den eingesetzten Werkstoffen (Coilnummern) ist in Tabelle 1 und Tabelle 2 der Anlage 1 aufgeführt. Darin sind die in den Abnahmeprüfzeugnissen 3.1 aufgeführten Werkstoffkennwerte ebenfalls aufgeführt.

3 Versuchsdurchführung und -ergebnisse

3.1 Geometrie

Aus dem für die Versuche verwendeten Omega-mit-Flansch-Profil wurde ein 500 mm langer Abschnitt ausgewählt und vermessen. Die ermittelten Abmessungen sind in Tabelle 3 der Anlage 5 aufgeführt.

3.2 Auszugversuche

Die Versuchsdurchführung zur Ermittlung der Auszugtragfähigkeit der Omega-mit-Flansch-Profile aus Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelementen erfolgte im Labor des Auftraggebers im Beisein eines Mitarbeiters der Versuchsanstalt auf einer kalibrierten Universalprüfmaschine Typ DN 10/T10/92/605 Serien Nr. 1766 Fabrikat Deltalab Nene. Die Prüfkörper wurden je-

weils aus 2 Abschnitten eines 1000 mm langen Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelements Typ 65/400 mit einer nominellen Blechdicke $t_N = 0,80$ mm, auf die ein 500 mm langer Abschnitt eines Omega-mit-Flansch-Profiles aufgefalzt wurde, hergestellt. Die Spaltbreite der speziellen Bemo-Wulstenfalzmaschine wurde jeweils so eingestellt, dass die Omega-Breite b von 33 mm auf 26 mm beim Falzen reduziert wurde. Die Probekörper sind in Abbildung 2 der Anlage 2, Abbildung 3 der Anlage 3 und Abbildung 4 der Anlage 4 dargestellt. Um den Einfluss unterschiedlicher tribologischer Verhältnisse der Oberflächenausführung der Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelemente zu erfassen, wurden sowohl Probekörper mit einer stucco-dessinierten Oberfläche als auch solche mit einer organisch beschichteten Oberfläche hergestellt. Die Krafteinleitung erfolgte durch Bemo Flat Roof Halter, die jeweils mit 4 Bohrschrauben Typ SFS SDK2-S-377-6,0xL auf das Omega-mit-Flansch-Profil geschraubt wurden. Die mit einer Belastungsgeschwindigkeit von 10 mm/min aufgebrachte Belastung wurde mit einer Kraftmesszelle kontinuierlich gemessen und mit Hilfe einer elektronischen Messanlage über dem Fahrweg der Maschine als Last-Verformungskurve aufgetragen.

Es wurden drei Versuchsserien mit folgenden Merkmalen durchgeführt:

- Serie 080AZ-ZS: Es wurden Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelemente aus Aluminiumband mit stucco-dessinierter Oberfläche verwendet. Die Lasteinleitung erfolgt zentrisch gemäß Anlage 2, Abbildung 2 links
- Serie 080AZ-ZG: Es wurden Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelemente aus Aluminiumband mit organisch beschichteter Oberfläche verwendet. Die Lasteinleitung erfolgt zentrisch gemäß Anlage 2, Abbildung 2 links
- Serie 080AZ-ES: Es wurden Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelemente aus Aluminiumband mit stucco-dessinierter Oberfläche verwendet. Die Lasteinleitung erfolgt exzentrisch gemäß Anlage 2, Abbildung 2 rechts

Auf eine Wiedergabe der aufgezeichneten Last-Verformungskurven wird im Rahmen dieses Prüfberichts verzichtet. Die Ergebnisse der Auszugversuche von Omega-mit-Flansch-Profilen aus Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelementen Typ 65/400 sind in Tabelle 4 der Anlage 5 aufgeführt. Bei den Auszugversuchen traten unterschiedliche Versagensmechanismen auf, die in Tabelle 4 der Anlage 5 aufgeführt sind.

4 Auswertung der Versuchsergebnisse

4.1 Vorgehen

Die Auswertung der experimentell bestimmten Tragfähigkeiten erfolgt in Anlehnung an die Regelungen der DIN EN 1993-1-3:2007, Anhang A. Die Versagenslasten $R_{obs,i}$ werden zur Erfassung von Abweichungen zwischen den tatsächlichen Kennwerten und deren Nennwerten bezüglich der Blechdicke und der Werkstoffkennwerte normiert. Die korrigierten Werte $R_{adj,i}$ berechnen sich zu

$$R_{adj,i} = \frac{R_{obs,i}}{\mu_R} \quad (1)$$

Der Korrekturbeiwert μ_R ergibt sich hier zu

$$\mu_R = \mu_f \cdot \mu_t \quad (2)$$

mit

$$\mu_f = \frac{f_{yb,obs}}{f_{yb}} \geq 1,00$$
$$\mu_t = \frac{t_{obs}}{t} \geq 1,00$$

Von den Versuchen einer Serie werden die Mittelwerte R_μ und die Standardabweichung

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (R_{adj,i} - R_\mu)^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

berechnet. Der charakteristische Wert R_k einer Serie berechnet sich damit zu

$$R_k = R_\mu - k \cdot s \quad (4)$$

mit dem Beiwert k nach DIN EN 1993-1-3:2007, Tabelle A.2.

4.2 Auswertung nach DIN EN 1993-1-3

Der Korrekturbeiwert μ_R ergibt sich mit dem für EN AW-6060 T66 in DIN EN 755-2:1997 spezifizierten Mindestwert der 0,2%-Dehngrenze $\min R_{p0,2} = 160 \text{ MPa}$ sowie den Werten aus Tabelle 2 der Anlage 1 und Tabelle 3 der Anlage 5 zu

$$\mu_R = \frac{f_{yb,obs}}{f_{yb}} \cdot \frac{t_{obs}}{t} = \max\left\{\frac{175}{160}; 1,00\right\} \cdot \max\left\{\frac{1,48}{1,50}; 1,00\right\} = 1,094$$

Die damit aus den Versagenslasten $R_{obs,i}$ berechneten korrigierten Werte $R_{adj,i}$, die Mittelwerte R_μ , die Standardabweichung s gemäß Gleichung (3) sowie die ermittelten charakteristischen Wert R_k einer Serie sind in Tabelle 5 der Anlage 6 aufgeführt. Nach DIN EN 1993-1-3:2007 stellen die ermittelten Werte die charakteristische Auszugskraft eines 500 mm langen Omega-mit-Flansch-Profils dar.

4.3 Charakteristische Werte der Auszugkräfte

Da das Omega-mit-Flansch-Profil in Längen von bis zu 6000 mm verwendet wird, sind die an den 500 mm langen Profilabschnitten ermittelten charakteristischen Werte entsprechend umzurechnen. Da die maßgebende Beanspruchung aus Windsog an den Rändern eines Daches auftritt, wird auf der sicheren Seite liegend die charakteristische Auszugskraft der Prüfserien 080AZ-ES herangezogen. Damit berechnet sich der charakteristische Wert der Auszugskraft eines Omega-mit-Flansch-Profils in Längen von bis zu 6000 mm zu

$$r_k = \frac{R_{k,080AZ-ES}}{0,50 \text{ m}} = \frac{1,21}{0,50} \cdot \frac{kN}{m} = 2,43 \frac{kN}{m}$$

Hierbei ist zu beachten, dass die Befestigungspunkte der Solar- und Kollektoranlagen mit einem Randabstand größer 100 mm auszuführen sind.

5 Zusammenfassung

Die Firma Maas Profile GmbH & Co. KG beauftragte die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (TH) mit der Durchführung von Auszugsversuchen von Omega-mit-Flansch-Profilen aus Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil-Dachelementen aus Aluminium in Anlehnung an DIN EN 1993-1-3:2007, Anhang A.

In Abschnitt 2 werden die Omega-mit-Flansch-Profile hinsichtlich der Geometrie, der Werkstoffes sowie der Anwendung beschrieben. Die Beschreibung der Versuchsaufbauten und der Versuchsdurchführung sowie die Dokumentation der Versuchsergebnisse sind in Abschnitt 3 enthalten. In Abschnitt 4 ist die Auswertung der Versuchsergebnisse in Anlehnung an DIN EN 1993-1-3:2007, Anhang A aufgeführt.

Dieser Bericht stellt keinen Verwendbarkeitsnachweis im Sinne der Landes-Bauordnungen dar.

Karlsruhe, am 31.01.2008

Der Sachbearbeiter

Dip.-Ing. A. Gehring

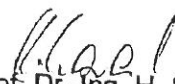


Ge/pc



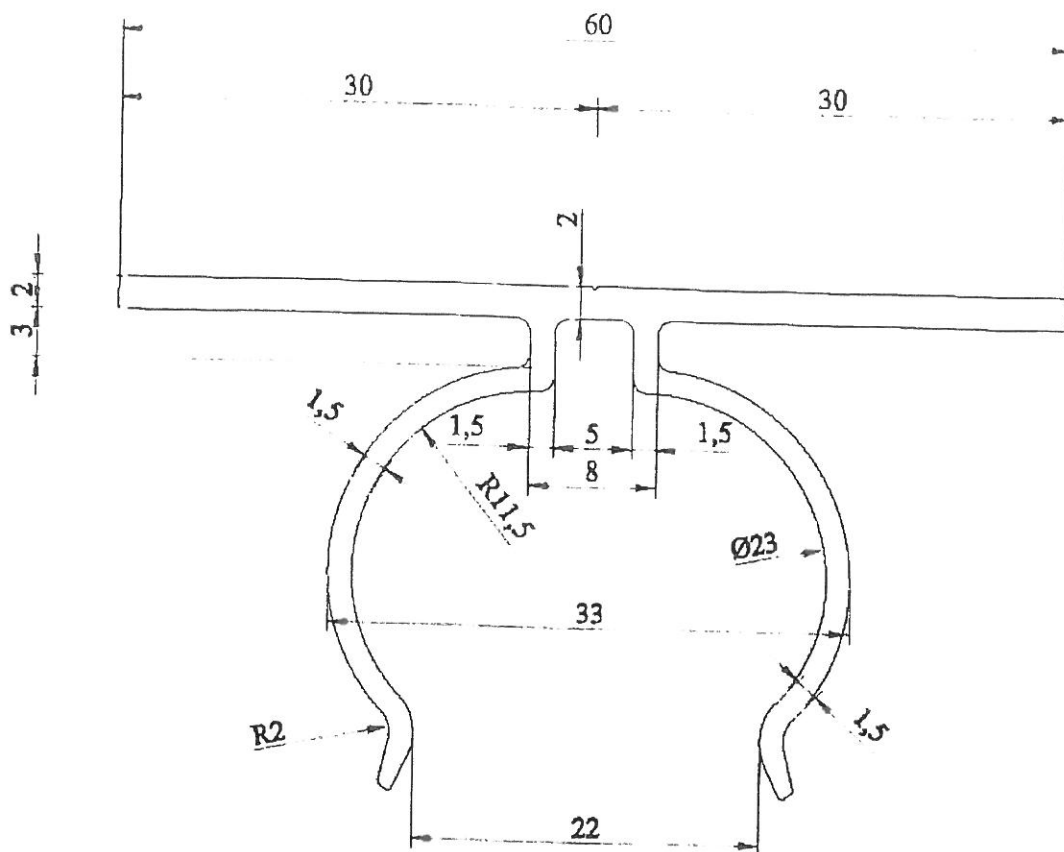
Die Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Saal



6 Unterlagen

- [1] DIN EN 1993-1-3:2007, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche



Blechdicke t_N [mm]	Coilnummer	Werkstoff	Zulieferer	mechanische Eigenschaften		
				$R_{p0,2}$	R_m	A_{50mm}
				[MPa]	[MPa]	[%]
0,80	89594 677402	EN AW-3004 H28	Impol	180	222	9,1
0,80	5188547	EN AW-3005 H46	Euramax	175	198	4,9

Charge Nr.	Werkstoff	Zulieferer	mechanische Eigenschaften		
			R _{p0,2}	R _m	A _{50mm}
			[MPa]	[MPa]	[%]
55422	EN AW-6060 T66	Sistem Alexpo	175	230	9

Tabelle 2: Werkstoffspezifikation und Kennwerte des verwendeten Omega-mit-Flansch-Profiles

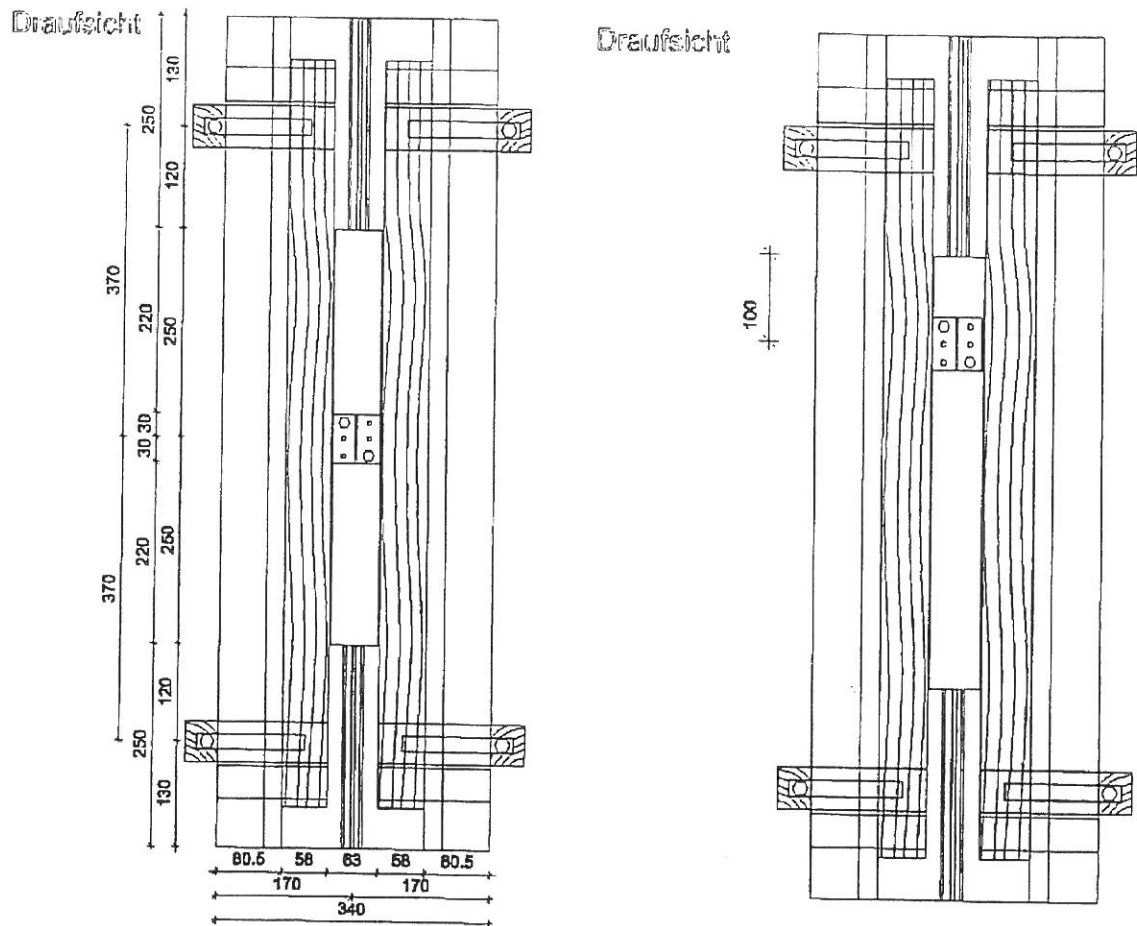


Abbildung 2: Versuchsanordnung – links zentrische Lasteinleitung und rechts exzentrische Lasteinleitung

Seitenansicht

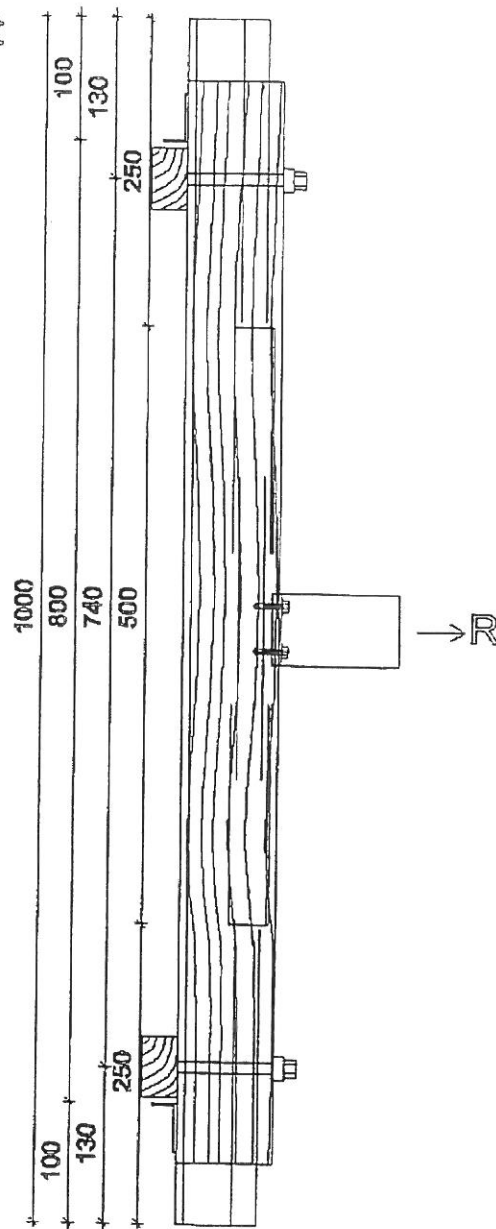


Abbildung 3: Versuchsanordnung (Seitenansicht) – Belastung zentrisch

Vorderansicht

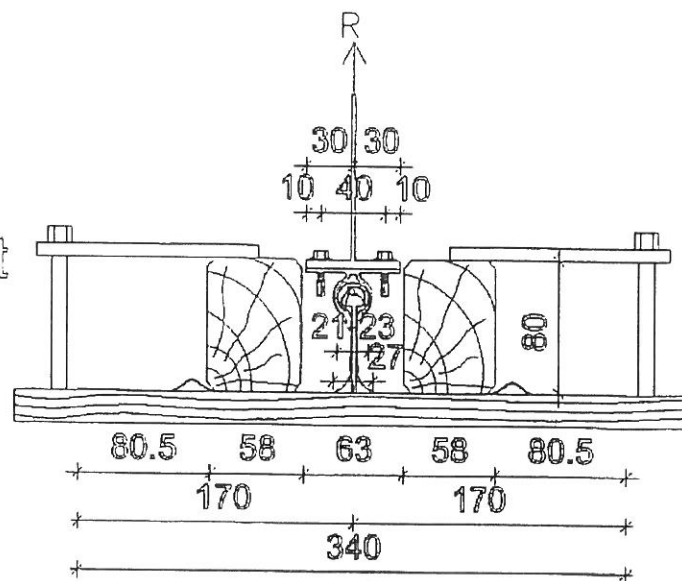


Abbildung 4: Versuchsanordnung (Vorderansicht)

		Flanschdicke t_1	Flanschdicke t_2	Schenkeldicke t_3	Flanschbreite B	Omega-Breite b	Übergangsbreite außen h_a	Übergangsbreite innen h_i	Übergangshöhe h_o
Nennwert	[mm]	2,00	3,00	1,50	60,0	33,0	8,0	5,0	3,0
Messwert	[mm]	1,95	2,99	1,48	59,8	32,8	8,0	5,1	3,0

Tabelle 3: Gemessene Grenzabmaße des Omega-mit-Flansch-Profiles

Ifd. Nr.	Versagenslast $R_{obs,i}$ bei der Versuchsserie [kN]		
	080AZ-ZS	080AZ-ZG	080AZ-ES
1	6,50 ^{VM3}	4,73 ^{VM2}	2,32 ^{VM2}
2	5,12 ^{VM2}	4,61 ^{VM2}	2,23 ^{VM2}
3	4,38 ^{VM2}	5,15 ^{VM2}	3,81 ^{VM4}
4	6,32 ^{VM3}	4,95 ^{VM2}	3,20 ^{VM2}
5	6,61 ^{VM2}	5,25 ^{VM2}	2,71 ^{VM2}
6	7,50 ^{VM1}	-	-
7	5,43 ^{VM1}	-	-
8	5,53 ^{VM1}	-	-
9	7,93 ^{VM1}	-	-
10	6,06 ^{VM2}	-	-

Bei den Versuchen 080AZ-ZS-1 und -4 war das Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil nur an Auflagerpunkten mit Holzklötzen gelagert.

Versagensmechanismen:

- VM 1 Schlagartiger Lastabfall ausgelöst durch Ausziehen des Omega-mit-Flansch-Profiles aus dem Bördel.
- VM 2 Langsames Ausziehen des Omega-mit-Flansch-Profiles aus dem Bördel nach Überschreiten der Höchstkraft
- VM 3 Ausknicken des Stehfalzes des Bemo Flat Roof-Stehfalzprofils am Übergang zum ebenen Querschnittsteil
- VM 4 Zunächst Versteifung der Klemmverbindung, ausgelöst durch Aufbiegen der Verfalzung des Bördels am Bemo Flat Roof-Stehfalzprofil mit anschließendem langsamen Ausziehen des Omega-mit-Flansch-Profiles aus dem Bördel nach Überschreiten der Höchstkraft

Tabelle 4: Ergebnisse der Auszugversuche

lfd. Nr.	korrigierte Werte $R_{adj,i}$ bei der Versuchsserie [kN]		
	080AZ-ZS	080AZ-ZG	080AZ-ES
1	5,94	4,33	2,12
2	4,68	4,21	2,04
3	4,00	4,71	3,48
4	5,78	4,53	2,92
5	6,04	4,80	2,48
6	6,85		
7	4,96		
8	5,05		
9	7,24		
10	5,53		
R_p	5,61	4,51	2,61
s	0,985	0,247	0,600
$k^{1)}$	1,92	2,33	2,33
R_k	3,72	3,94	1,21
1) Gemäß DIN EN 1993-1-3:2007, Tabelle A.2			

Tabelle 5: Ergebnisse der Auszugversuche