

Versuchsdokumentation 2010-101

Tragversuche zur Bewertung des Tragvermögens von Klemmkonstruktionen zur Befestigung von Solargeneratoren an Fischer Kliptec Dacheindeckungen



Auftraggeber:

Schletter Solar GmbH
Alustraße 1

D- 83527 Kirchdorf/Haag i.OBB



Juli 2010

Tragversuche zur Bewertung des Tragvermögens von Klemmkonstruktionen zur Befestigung von Solargeneratoren an Fischer Kliptec Dacheindeckungen

1. Allgemeines

Gegenstand der nachfolgend dokumentierten Tragversuche ist die experimentelle Ermittlung der Tragfähigkeit von Klemmkonstruktionen zur Fixierung von Solarkonstruktionen an der Dachhaut des Herstellers Fischer. Dabei handelt es sich um gekantete Blechtafeln, die bei der Montage durch Falzverbindung in eine geschlossene Dacheindeckung überführt werden. Die Befestigung an der Tragkonstruktion erfolgt über mittels selbstfurchender Schrauben, die basierend auf den örtlichen Wind- und Schneeverhältnissen nach statischer Erfordernis anzuordnen sind. Der Nachweis und die Montage sind in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z 14.1-357 geregelt. Der Aufbau ist schematisch in Bild 1 dargestellt.

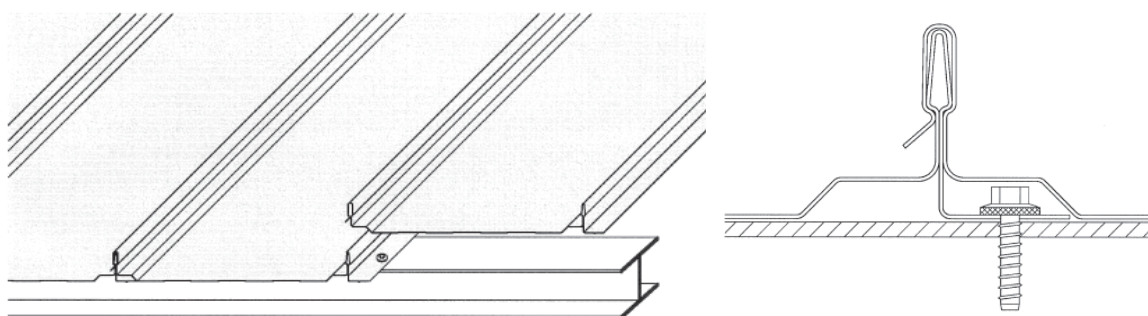


Bild 1 Schematische Darstellung des Fischer Kliptec Systems

Die Montage der Stehfalzklemme erfolgt in der Weise, dass diese den aufgeweiteten Klipbereich umgreift und erst im unteren Bereich, in dem die Blechtafeln flächig aneinander liegen, anbindet. Die Lasteinleitung erfolgt planmäßig durch Reibung, daher ist eine definierte Anpresskraft durch Aufbringen eines Drehmoments $M_v = 15 \text{ Nm}$ bei der Montage gemäß Montageanweisung der Firma Schletter erforderlich.

Die Versuche dienen der Ermittlung der Tragfähigkeiten unter einwirkenden Soglasten aus Wind. Nicht betrachtet werden quer gerichtete Kräfte z.B. aus Hangabtriebskraft bei geneigten Dächern oder abrutschendem Schnee.

2. Versuchsfolge

Für die Versuchskörpergestaltung wurden 1000 mm lange Abschnitte der Stehfalzprofile in der Längsrichtung halbiert, planmäßig ineinander gefügt und mit selbstturchenden Schrauben auf einer Aluminium Tragkonstruktion befestigt. Gemäß Darstellung in Bild 2 umfasste der Prüfkörper damit einen Stehfalz und die Biegesteifigkeit eines Stehfalzprofils. Die Stützweite zwischen den Befestigungsschrauben lag bei 930 mm. In der Mitte des Stehfalzes wurde eine Stehfalzklemme aus dem Schletter-Lieferprogramm fachgerecht montiert und die Schrauben mit einem Drehmomentschlüssel angezogen.



Bild 2 Versuchsaufbau Zugversuche



Bild 3 Stehfalzklemme montiert

Die Versuche wurden mit einer Prüfmaschine Zwick Z250/SN5A durchgeführt. Dabei wurde eine weggeregelte Belastung vorgenommen. Das Versuchsprogramm umfasste insgesamt 5 gleichartige Versuche als Grundlage für eine statistische Auswertung zur Ermittlung der 95 %-Fraktile.

3. Versuchsergebnisse

Im laufenden Abschnitt werden grundsätzliche Trag- und Verformungsmechanismen und Versagenskriterien erläutert. Die vollständigen Messschriebe der Versuche sind in Bild 4 dargestellt.

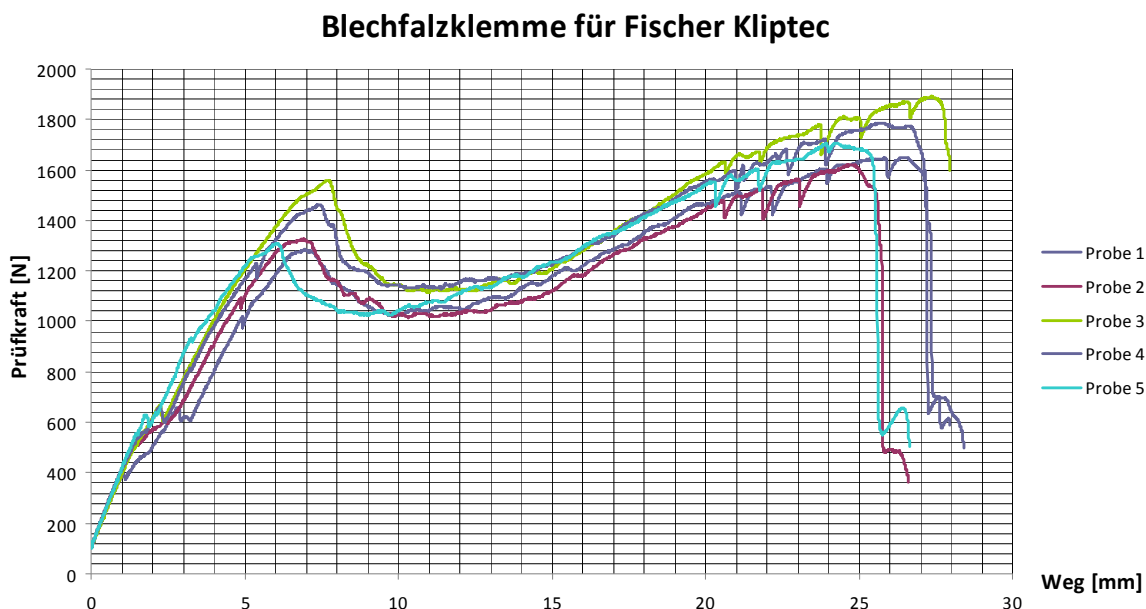


Bild 4 Messschriebe der Versuchsfolge

Alle Versuche zeigten übereinstimmend ein typisches Versagensverhalten. Die Prüflast konnte bis zu einer Zugkraft von 1250-1600 N in guter Näherung linear gesteigert werden, bis die Haftreibung überwunden war. Bei weiterem Wegvorschub fiel die Prüflast auf ein niedrigeres Niveau der Gleitreibung ab. Erst bei größerem Wegvorschub zeigt sich wieder eine Laststeigerung, die auf Verkantung der Klemme am Blech zurückzuführen ist. Bei einem Versuch löste sich die Klipverbindung. Bei der Auswertung der Versuche wird die erste Lastspitze bei Überschreitung der Haftreibung betrachtet.



Bild 5 Verschiebung der Blechfalzklemmen

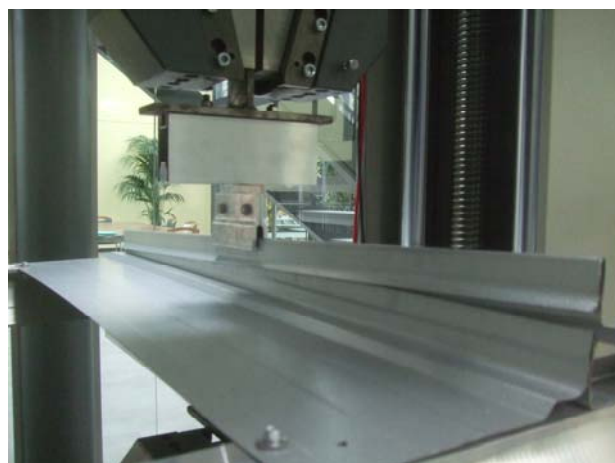


Bild 6 Lösen des Klipverbundes

4. Statistische Evaluation

Mehrere Versuche liefern im Regelfall nicht übereinstimmende Versuchskurven. Je nach Werkstoff, Versuchstyp und Versagensmechanismus treten Streuungen bei den Versuchswerten auf. Ziel einer statistischen Analyse ist die Festlegung von abgesicherten Werten, die mit einer definierten Wahrscheinlichkeit nicht unterschritten werden. Im Bauwesen ist die 5 %-Fraktile das übliche Maß zur Festlegung einer charakteristischen Tragfähigkeit. Die Ermittlung des charakteristischen Tragvermögens erfolgt auf Grundlage des Eurocode 1 (DIN EN 1990) Anhang D. Auf Grundlage einer log-normalen Verteilung der Auswertungsgröße lässt sich das charakteristische Tragvermögen nach folgender Gleichung bestimmen:

$$P_{Rk} = \exp(m_y - k_n \cdot s_y)$$

Mit:

m_y Mittelwert des Logarithmus Versuchswerte

s_y Standardabweichung

k_n Fraktilefaktor für unbekannte Varianz gemäß EN 1990 Tabelle D.1

Die statistischen Auswertungen für die einzelnen Versuchsserien sind in Bild 6 tabellarisch und graphisch dargestellt.

	x_i	$\ln x_i$		
S_1	= 1.276 kN	0.24373018	0.00536628	
S_2	= 1.316 kN	0.27459683	0.00179677	
S_3	= 1.546 kN	0.43567095	0.01408633	
S_4	= 1.449 kN	0.37087366	0.00290398	
S_5	= 1.297 kN	0.26005391	0.00324116	
Mittelwert	1.3768	Summe	0.02739452	

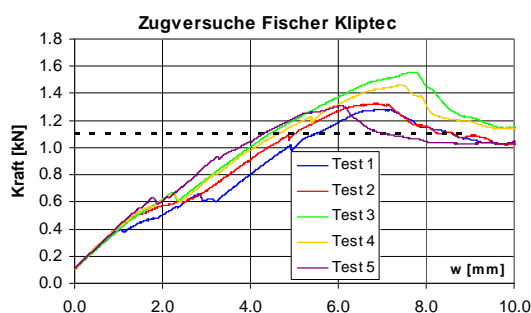


Bild 6 statistische Auswertung der Zugversuche an Fischer Kliptec Stehfalzprofilen

Bei einem Mittelwert der Logarithmen der Versuchswerte $m_y = 0,317$ und einer Standardabweichung $s_y = 0,0828$ ergibt sich unter Ansatz des Fraktilenfaktors für eine Anzahl von 5 Versuchen $k_n = 2,33$ ein charakteristisches Tragvermögen $P_{Rk} = 1,13$ kN. Für die Ermittlung des Bemessungswerts für den statischen Nachweis ist das charakteristische Tragvermögen durch den Teilsicherheitsbeiwert für Versagen durch Bruch $\gamma_v = 1,25$ zu dividieren.

$$P_{Rd} = P_{Rk} / \gamma_v = 1,13 / 1,25 = 0,91 \text{ kN}$$

5. Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Versuchsberichts sind Dokumentation Auswertung von Zug- und Schubversuchen von Klemmbefestigungen zur Fixierung von Solartragkonstruktionen an Dach- eindeckungen aus Stehfalzprofilen des Typs Fischer Kliptec.

Im Rahmen des Versuchsprogramms wurden 5 Versuchskörper unter Zuglasten, die aus abhe- benden Windsoglasten entstehen, getestet und charakteristische Kenngrößen anhand einer statis- tischen Auswertung gemäß DIN EN 1990 Anhang D abgeleitet. Bei den Versuchen konnte ein einheitliches Versagenskriterium durch Überschreitung der Haftreibung festgestellt werden. Bei Einhaltung typischer Abstände der Stehfalzklemmen können folgende Tragfähigkeitskenngrößen für den statischen Nachweis der Verbindung angesetzt werden:

Charakteristische Tragfähigkeit: $P_{Rk} = 1,13 \text{ kN}$

Bemessungswert des Tragvermögens: $P_{Rd} = 0,91 \text{ kN}$

Der Nachweis der Tragfähigkeit der Blechfalzklemme ersetzt nicht den Nachweis der Befesti- gung der Stehfalzbleche am Dach. Wenn das Raster der Blechfalzklemmen größer ist als das Raster der Dachfestigungen können konzentrierte Kräfte an einzelnen Schrauben auftreten. Auch wenn das Eigengewicht des Solargenerators insgesamt die Zuglasten an der Dachhaut vermindert sind Untersuchungen der Befestigungspunkte erforderlich.

Haag, 15.07.2010

