

# Prüfbericht

Nr. 11-002686-PR03  
(PB-K05-09-de-01)\*



**Berichtsdatum** 15. September 2011

**Auftraggeber** **HILTI AG**  
**Befestigungstechnik**  
Feldkircherstraße 100  
  
9494 Schaan  
Fürstentum Liechtenstein

**Auftrag** Vergleichende Untersuchung des Haftverhaltens von PUR-Schaum in einer Fuge im Neuzustand und nach mechanischen Belastungen (je 3000 Zyklen Dehnung/Stauchung, Scherung quer, Scherung längs)

**Gegenstand** PUR-Schaum mit der Bezeichnung „CS-F JS“

**Inhalt**

- 1 Problemstellung
- 2 Gegenstand
- 3 Durchführung
- 4 Ergebnis
- 5 Hinweise zur Benutzung von **ift** Prüfdokumentationen

\* Umschreibung von Prüfbericht Nr. 105 35276 vom 26. Mai 2009

## 1. Problemstellung

Die Firma HILTI AG, FL-9494 Schaan, beauftragte das **ift** Rosenheim mit der Umschreibung des Prüfberichtes 105 35276 vom 26. Mai 2009, gemäß Identitätserklärung vom 18. August 2011. Der ursprüngliche Prüfbericht dokumentiert die vergleichende Untersuchung des Haftverhaltens von PUR-Schaum in einer Fuge im Neuzustand und nach mechanischen Belastungen (je 3000 Zyklen Dehnung/Stauchung, Scherung quer, Scherung längs).

## 2. Gegenstand

### 3.1 Probekörperbeschreibung

Der ursprüngliche Auftraggeber stellte dem **ift** je Schaumtyp zwei Probekörper, bestehend aus einem Betonsturz (B x H x L: 90 mm x 60 mm x 1200 mm), einem weißen PVC-Kunststofffensterprofil, jeweils 1000 mm lang, und den in die ca. 20 mm breit ausgebildete Fuge eingebrachten, PUR-Schäumen zur Verfügung.

Bei den PUR-Schäumen handelt es sich um folgende Produkte:

Produktbezeichnung	CS-F JS
Material / Basis	feuchtigkeitshärtender, einkomponentiger Montageschaum (Ortschaum) auf PUR-Basis, Farbe hellgelb
Raumgewicht	ca. 25 kg/m <sup>3</sup>
Zellstruktur	feine bis mittelgroße Poren

Vergleichsprodukt:

Produktbezeichnung	PU-Schaum
Material / Basis	feuchtigkeitshärtender, einkomponentiger Montageschaum (Ortschaum) auf PUR-Basis, Farbe hellgelb
Raumgewicht	ca. 22 kg/m <sup>3</sup>
Zellstruktur	feine bis mittelgroße Poren, überwiegend geschlossenzellig

### 3.2 Probekörperdarstellung

Der Probekörperaufbau ist beispielhaft in nachfolgendem Bild 1 dargestellt.



**Bild 1** Probekörper

### 3. Durchführung

#### 3.1 Probennahme

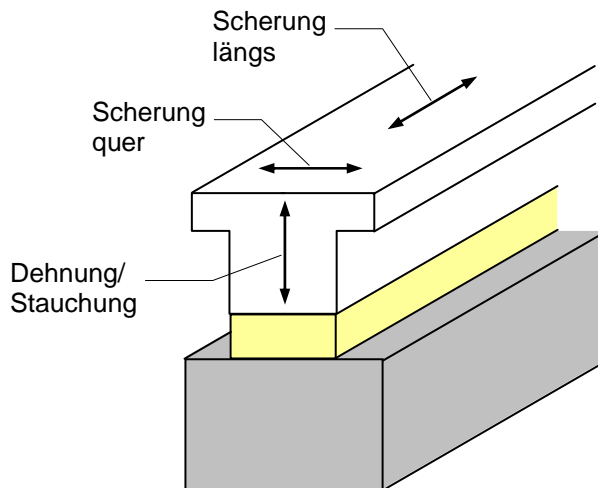
Die Auswahl der Proben erfolgte durch den ursprünglichen Auftraggeber.

Anzahl	4
Anlieferung	9. September 2008, durch den ursprünglichen Auftraggeber.
Registriernummer	24522/001 bis 004
Vorbereitung	Die Probekörper wurden durch den ursprünglichen Auftraggeber hergestellt und fertig angeliefert. Die Probekörper wurden vor der Prüfung mindestens 7 Tage im Normalklima (23°C / 50 % rel. LF) gelagert.

#### 3.2 Prüfverfahren

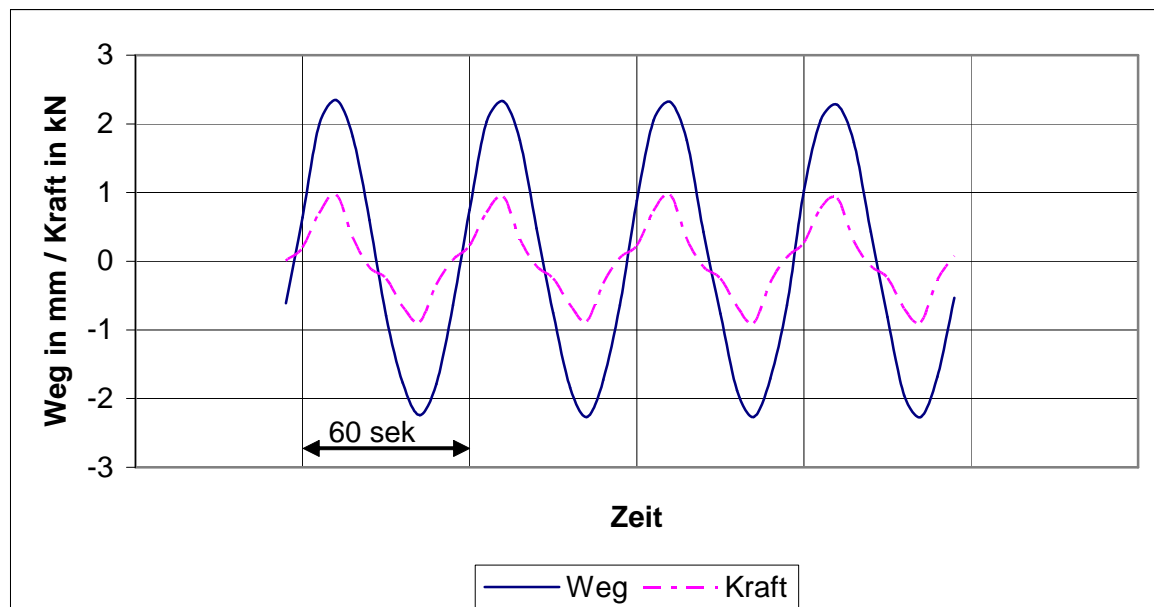
Für die Untersuchung des Haftverhaltens wurde ein Prüfprogramm vereinbart, bei dem je Schaumtyp ein Probekörper zunächst mechanisch belastet wird. Die mechanische Belastung besteht aus einer zyklischen Fugenbewegung und wird im Normalklima durchgeführt. Dabei wird der PUR-Schaum bezogen auf die Fugenbreite (ca. 20 mm) um  $\pm 12,5\%$  (entspricht  $\pm 2,5$  mm) nacheinander gedehnt bzw. gestaucht, auf Scherung rechtwinklig zur Fuge sowie auf Scherung längs zur Fuge beansprucht.

Die Bewegungsfrequenz beträgt  $1,0 \text{ min}^{-1}$  mit insgesamt 9000 Bewegungen (3000 Zyklen je Bewegungsrichtung). Die Bewegungsrichtungen sind in Bild 2 dargestellt.

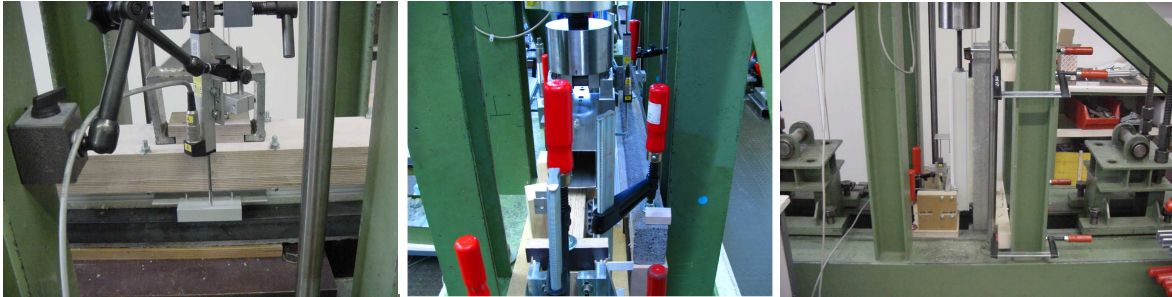


**Bild 2** Bewegungsrichtungen für die mechanische Belastung

In Bild 3 ist der Belastungszyklus (Ausschnitt mit 4 Schwingungen) beispielhaft dargestellt. Die Bilder 4 bis 6 zeigen den Prüfaufbau für die 3 Belastungsrichtungen.



**Bild 3** Ausschnitt von 4 Schwingungen aus dem Belastungszyklus



**Bilder 4 bis 6** Prüfaufbau zur mechanischen Wechselbelastung bezüglich Dehnung/Stauchung (links), Scherung quer (Mitte) und Scherung längs (rechts)

Im Anschluss wird die Zugfestigkeit an den belasteten Proben und im Vergleich an den unbelasteten Proben ermittelt. Die Prüfung erfolgt im Normalklima mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 5 mm/min. Hierzu werden die Probekörper durch Trennschnitte im Bereich des PVC-Profiles und der Schaumfuge in gleich lange Stücke unterteilt. Neben der Festigkeit wird auch das Bruchbild beurteilt. Bild 7 zeigt beispielhaft die Prüfanordnung.



**Bild 7** Prüfaufbau zum Zugversuch

### 3.3 Prüfmittel

**Tabelle 1** Prüfmittel

Prüfung	Prüfmittel	Gerätenummer
Vorlagerung	Normalklimaraum	22040
Mechanische Wechselbelastung	Werkstoffprüfmaschine II nach DIN EN ISO 7500-1	22500
Zugversuch	Werkstoffprüfmaschine I nach DIN EN ISO 7500-1 Messschieber	22933 22413

### 3.4 Prüfdurchführung

Datum/Zeitraum 7. Januar bis 16. März 2009  
 Prüfer Robert Happach  
 Wolfgang Jehl, Dipl.-Ing. (FH)

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Mechanische Wechselbelastung

Die Feststellungen und Ergebnisse der Prüfung sind in nachfolgender Tabelle 2 zusammengefasst.

**Tabelle 2** Zusammenfassung der Ergebnisse

Nr.	Prüfung	Amplitude *)	Zyklen	Feststellungen
CS-F JS (tatsächliche Fugenbreite b = 18,4 mm)				
1	Dehnung/Stauchung	± 2,3 mm	3000	keine Ablösungen oder Rissbildungen im Bereich der Schaumfuge
2	Scherung quer	± 2,3 mm	3000	keine Ablösungen oder Rissbildungen im Bereich der Schaumfuge
3	Scherung längs	± 2,3 mm	3000	keine Ablösungen oder Rissbildungen im Bereich der Schaumfuge
Vergleichsprodukt (tatsächliche Fugenbreite b = 20,0 mm)				
1	Dehnung/Stauchung	± 2,5 mm	2719	nach 2719 Zyklen durchgehender Schaumbruch, Prüfung abgebrochen
2	Scherung quer	--	--	nicht geprüft
3	Scherung längs	--	--	nicht geprüft
*) 12,5 % der tatsächlichen Fugenbreite				

An dem Produkt CS-F JS waren nach insgesamt 9000 Zyklen mechanischer Wechselbelastung keine erkennbaren Schäden im Bereich der Schaumfuge festzustellen.

An dem Vergleichsprodukt zeigte sich nach ca. 1500 Zyklen eine beginnende Rissbildung in der Schaumfuge zufolge der Belastung auf Dehnung und Stauchung. Nach 2719 Zyklen war ein durchgängiger Schaumbruch festzustellen. Die Prüfung wurde abgebrochen.

#### 4.2 Zugversuch, vergleichende Prüfung unbelasteter/belasteter Zustand

Die Einzelwerte der Zugfestigkeiten an den unbelasteten und belasteten Proben sind in den nachfolgenden Tabellen 3 und 4 zusammengestellt. In der Auswertung angegeben sind der Mittelwert und die Standardabweichung. Die Bruchbilder sind angegeben als Kohäsionsverlust im PUR-Schaum bzw. Adhäsionsverlust zum PVC-Profil in %.

**Tabelle 3** Ergebnis der Prüfung an den unbelasteten Proben

Probe Nr.	Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	Weg in mm	Bruchbild, Anteil Verlust	
			Kohäsion	Adhäsion zum PVC
1	0,0142	9,16	5 %	95 %
2	0,0241	10,81	10 %	90 %
3	0,0362	12,74	5 %	95 %
4	0,0284	11,80	5 %	95 %
5	0,0355	12,57	15 %	85 %
6	0,0330	13,02	5 %	95 %
7	0,0362	13,54	50 %	50 %
8	0,0367	12,24	45 %	55 %
9	0,0382	13,02	55 %	45 %
10	0,0366	13,15	60 %	40 %
Mittelwert	0,0319	12,21	-	-
Standard- abweichung	0,0076	1,32	-	-

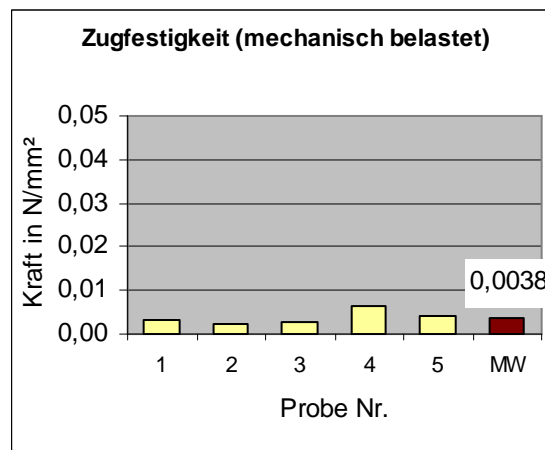
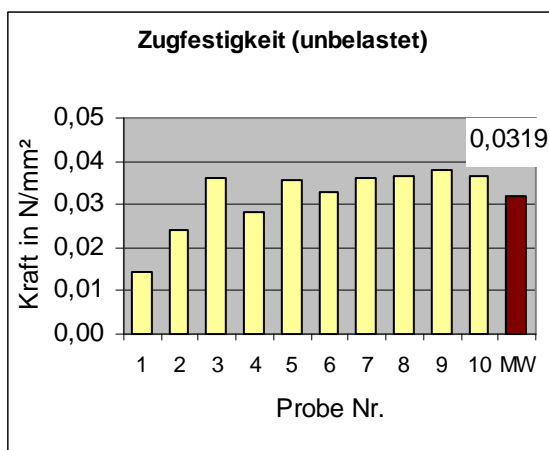
**Tabelle 4** Ergebnis der Prüfung an den belasteten Proben

Probe Nr. *)	Zugfestigkeit in N/mm <sup>2</sup>	Weg in mm	Bruchbild, Anteil Verlust	
			Kohäsion	Adhäsion zum PVC
1	0,0032	3,33	95 %	5 %
2	0,0023	7,11	90 %	10 %
3	0,0026	7,47	65 %	35 %
4	0,0064	6,82	97 %	3 %
5	0,0043	7,16	94 %	6 %
Mittelwert	0,0038	6,38	-	-
Standard- abweichung	0,0017	1,72	-	-

\*) Probenanzahl auf 5 reduziert, da für die Belastung auf Scherung längs der Probekörper für die Prüfvorrichtung auf 500 mm gekürzt werden musste

### Vergleich der Ergebnisse unbelastete/belastete Proben

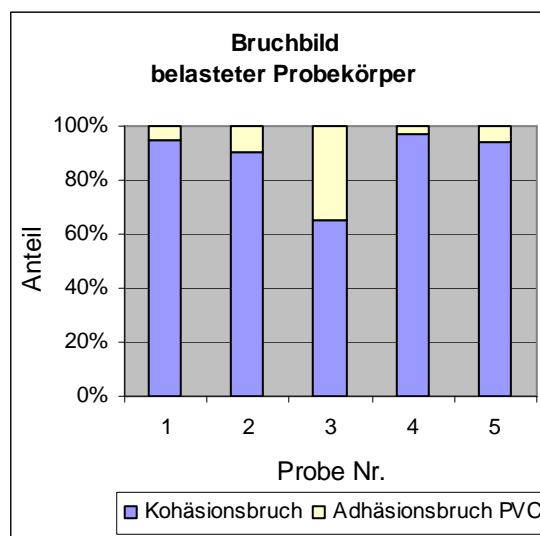
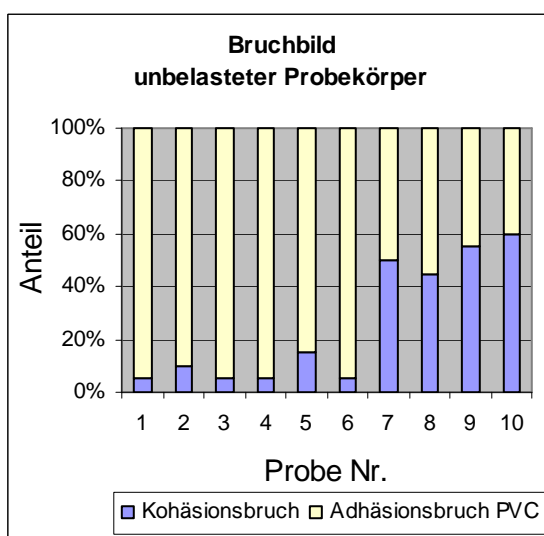
In den nachfolgenden Diagrammen 1 und 2 sind die Ergebnisse der Zugfestigkeit aus beiden Prüfungen grafisch zusammengestellt.



**Diagramme 1 und 2** Grafische Darstellung der Zugfestigkeit an unbelasteten und mechanisch belasteten Proben (Spalte MW = Mittelwert).

Die Probekörper weisen nach Alterung durch mechanische Belastung im Mittel eine deutlich geringere Zugfestigkeit auf. Die Veränderung gegenüber dem unbelasteten Probekörper beträgt –91,6 %.

In den Diagrammen 3 und 4 ist die Beurteilung des Bruchbildes (prozentuale Verteilung Kohäsions-/Adhäsionsverlust) für den unbelasteten und den belasteten Probekörper grafisch dargestellt.



**Diagramme 3 und 4** Grafische Darstellung der Bruchbilder unbelasteter Probekörper und mechanisch belasteter Probekörper.

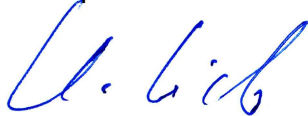


Der Vergleich der Bruchbilder der unbelasteten und belasteten Proben zeigt eine Veränderung in der Versagensart. Während bei den unbelasteten Proben eine Überlagerung mit geringerem Anteil an Kohäsionsverlust im PUR-Schaum und großem Anteil an Adhäsionsverlust zum PVC-Profil gegeben ist, zeigen die belasteten Proben im wesentlichen einen Kohäsionsverlust im PUR-Schaum als Versagensart. Eine Beeinträchtigung der Haftung des PUR-Schaums zum Untergrund infolge der mechanischen Belastung ist nicht erkennbar.


## 5. Hinweise zur Benutzung von ift-Prüfdokumentationen

Im beiliegenden Merkblatt „Bedingungen und Hinweise zur Benutzung von ift-Prüfdokumentationen“ sind die Regelungen zur Benutzung der Prüfberichte festgeschrieben. Das Deckblatt kann nicht als Kurzfassung verwendet werden.

ift Rosenheim  
15. September 2011



Karin Lieb, Dipl.-Ing. (FH)  
Prüfstellenleiter  
Baustoffe & Halbzeuge



Wolfgang Jehl, Dipl.-Ing. (FH)  
Produktionsingenieur  
Baustoffe & Halbzeuge