



**INGENIEURGEMEINSCHAFT
BAUFORSCHUNG**
SCHÄFER & OBERHAUS

INGENIEURGEM. BAUFORSCHUNG SCHÄFER & OBERHAUS
Ostenbergstraße 26 – 44225 Dortmund-Barop

Umweltanalytik Kessel
Am Bargfeld 15
22941 Bargteheide

Horst G. Schäfer, em. Univ.-Prof. Dr.-Ing.

Heribert Oberhaus, Dr.-Ing.

Sachverständiger für Schäden an Fassaden
und Wärmedämm-Verbundsystemen, öffentlich
bestellt und vereidigt von der IHK zu Dortmund
Mitglied der Ingenieurkammer-Bau - NRW
Mitglieds-Nr. 326355

Verantwortlicher Bearbeiter:
Dr.-Ing. Heribert Oberhaus

Datum und Zeichen Ihres Schreibens

Datum: **02.05.2006**

Untersuchungs- und Bewertungsbericht Nr. 06.2.13/2

über Versuche zur

Haftzugfestigkeit / Querzugfestigkeit des
Unterputzes „Cuprotect Putzspachtel“
mit „Cuprotect Abschirmgewebe Spezial“

– Prüfung der Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton –
– Querzugfestigkeit des Putzes –

Auftraggeber:

Umweltanalytik Kessel
Am Bargfeld 15
22941 Bargteheide

Dieser Bericht umfasst 5 Seiten Text und 4 Blatt Anlagen.

Er darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Vervielfältigung, eine Verwendung für Werbezwecke oder Verwertung durch Dritte ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Verfasser gestattet.

INGENIEURGEMEINSCHAFT BAUFORSCHUNG SCHÄFER & OBERHAUS (GbR) • Ostenbergstr. 26 • 44225 Dortmund

Fon 0231-758 164 30 Mobil 0173-7012028
Fax 0231-758 164 31 IGB.Do3@t-online.de

Finanzamt: Dortmund-Hörde
Steuer-Nr.: 315/5903/1371
USt-Id Nr.: DE 246 979 195

Sparkasse Dortmund • Konto 511 005 884 • BLZ 440 501 99 • IBAN: DE83 4405 0199 0511 0058 84 • SWIFT-BIC: DORTDE33XXX

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 VERANLASSUNG	2
2 GRUNDLAGEN	2
3 SYSTEMKOMPONENTEN UND AUFBAU	2
4 VERSUCHS- UND MESSPROGRAMM	3
5 BEWERTUNG DER STANDSICHERHEIT DES PUTZES	4
6 ZUSAMMENFASSUNG	4

Anlage: Versuchsdatenblätter: Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes
Anlage 1: Unterputz mit Cu-Gewebe (3 Blatt)
Anlage 2: Unterputz ohne Gewebe (1 Blatt)

1 Veranlassung

Die Firma Umweltanalytik Kessel hat uns beauftragt, Untersuchungen zur Standsicherheit des Unterputzes „Cuprotect Putzspachtel“ mit dem „Cuprotect Abschirmgewebe Spezial“ durchzuführen und zu bewerten. In diesem Bericht werden die von uns durchgeführten Versuche zur Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes in Anlehnung an ETAG 004, Abs. 5.1.4.1.2 beschrieben. Danach muss am Ende des Versuchs der Mindestwert der Haftzugfestigkeit vom Untergrund (Beton) wie folgt sein:

unter trockenen Bedingungen: $0,25 \text{ N/mm}^2$

nach Einwirkung von Wasser:

- $0,08 \text{ N/mm}^2$ zwei Stunden nach Entnahme der Proben aus dem Wasser
- $0,25 \text{ N/mm}^2$ sieben Tage nach Entnahme der Proben aus dem Wasser.

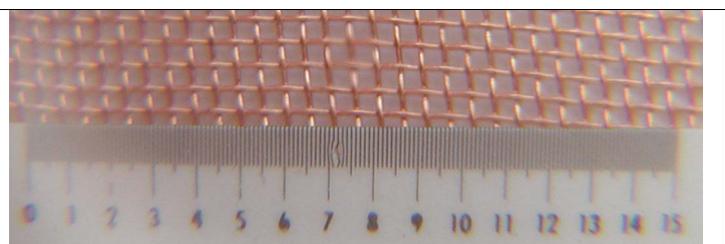
2 Grundlagen

- [1] EOTA, European Organisation for Technical Approvals, Rue du Trône 12 Troonstraat, B-1050 Brussels: ETAG Nr. 004, Ausgabe März 2000, Bekanntmachung am 20.02.2001 – Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems with Rendering. (Leitlinie für europäische technische Zulassungen für außenseitige Wärmedämmverbundsysteme mit Putzschicht).
- [2] DIN EN 998-1 Ausgabe September 2003: Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau – Putzmörtel.

3 Systemkomponenten und Aufbau

Das hier behandelte Putzsystem besteht aus dem Unterputz „Cuprotect Putzspachtel“ von ca. 5 mm Dicke, dem „Cuprotect Abschirmgewebe Spezial“ aus Kupfer und einem Oberputz. Das Abschirmgewebe ist in der nachfolgenden Abbildung 3.1 vergrößert dargestellt. Die Maschenweite des Gewebes beträgt ca. 0,5 mm. Bei einer Stärke des Kupferdrahts von ca. 0,1 mm ergibt sich dadurch eine Öffnungsbreite von ca. 0,4 mm im Gewebe.

Abb. 3.1 Abschirmgewebe aus Kupfer, Blick durch eine 10-fach-Lupe mit Maßstab von 15 mm Länge

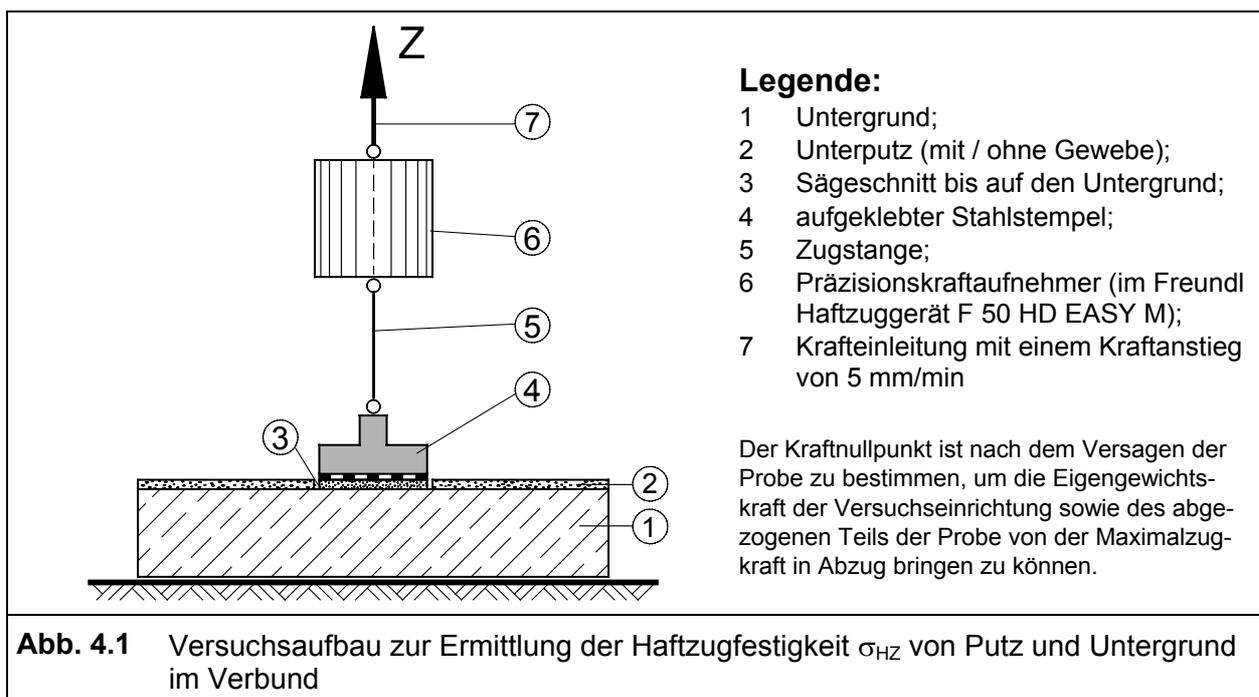


4 Versuchs- und Messprogramm

Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes

Zum Nachweis der Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes wurde der Unterputz „Cuprotect Putzspachtel“ auf Betonplatten ca. 5 mm dick aufgebracht. Bei einer Probe wurde das zugehörige Abschirmgewebe „Cuprotect Abschirmgewebe Spezial“ in die Mitte des Unterputzes eingebracht. Eine Vergleichsprobe wurde ohne Gewebe erstellt. Ein Oberputz wurde nicht aufgebracht. Auf diesen Putzflächen wurden Sägeschnitte in der Putzschicht bis hinunter auf den Betonuntergrund erstellt, so dass Prüflinge der Abmessungen ca. 50 mm x 50 mm entstanden.

Auf diese Prüflinge wurden mit lösemittelfreiem Epoxidharzkleber Stahlstempel aufgebracht. Es wurden Prüflinge mit Kupfergewebe mit den Konditionierungen „trocken“, „7d Wasserlager. + 2h Rücktrocknung“ und „7d Wasserlager. + 7d Rücktrocknung“ geprüft; die Prüflinge ohne Gewebe (Vergleichsuntersuchung) wurden ausschließlich „trocken“ geprüft. Die Versuche wurden mit unserem Haftzugprüfgerät F 50 HD EASY M der Fa. Freundl mit einer Prüfgeschwindigkeit von 5 mm/min durchgeführt. Sie erfolgten in Anlehnung an ETAG 004, Abschnitt 5.1.4.1.2. Die Teile der Lastübertragung, die nach dem Nullabgleich der Kraftmessung angehängt werden, und der jeweils abgezogene Teil der Probe werden nach dem Versuch gewogen. Dieser Gewichtsanteil wird von der gemessenen Maximalzugkraft in Abzug gebracht. Das Haftzugerät steuert im Versuch zunächst die einprogrammierte Vorlast (hier: 50 N) an, indem diese zunächst geringfügig überschritten wird. Dann entlastet das Haftzugerät bis zu einer geringfügigen Unterschreitung dieser Vorlast. Bei dem anschließenden Lastanstieg beginnt die Wegmessung bei der Zugkraft 50 N. Die Messdaten (nach dem Versuch geräteintern auf ca. 150 Messpunkten komprimiert) werden später mit dem Programm Excel weiterverarbeitet. Zusätzlich wird jeweils der Maximalwert der Zugkraft und der zugehörige Verformungsweg angezeigt und nach dem Versuch protokolliert.



Die Einzeldaten der Versuche und die Versagensbilder der Prüflinge sind in Anlage 1 Blatt 1 bis 3 (Prüflinge mit Cu-Gewebe) und Anlage 2 Blatt 1 (Prüflinge ohne Gewebe) dargestellt. Die Ergebnisse der Haftzugfestigkeit σ_{HZ} sind in der folgenden Tabelle 4.1 zusammengestellt.

Tabelle 4.1 Haftzugfestigkeit σ_{HZ} des Putzes „Cuprotect Putzspachtel“ auf Betonuntergrund

Untergrund	Putzsystem	Konditionierung	Versuche [mm]	Ergebnisse σ_{HZ} [N/mm ²]		Anl. / Blatt
				Einzelwerte	Mittelwert	
Beton-Gehwegplatte	Mit Cu-Gewebe	Normklima (23/50)	5 Stk. 50x50	0,377 – 0,569	0,476	1/1
		7d Wasser + 2h Rücktr. (23/50)	5 Stk. 50x50	0,204 – 0,329	0,262	1/2
		7d Wasser + 7d Rücktr. (23/50)	5 Stk. 50x50	0,445 – 0,659	0,553	1/3
	Ohne Gewebe	Normklima (23/50)	5 Stk. 50x50	1,041 – 1,304	1,171	2/1

Bei allen Prüflingen befand sich die Versagensebene in der Putzschicht, bei den Proben mit Cu-Gewebe erwartungsgemäß in der Ebene des Gewebes.

5 Bewertung der Standsicherheit des Putzes

Die Beurteilung der Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querkzugfestigkeit des Putzes erfolgt in Anlehnung an die ETAG 004 Abschnitt 6.1.4.1.2:

Mindestanforderung an die Haftzugfestigkeit nach ETAG 004 Abschnitt 6.1.4.1.2:

Am Ende des Versuchs 5.1.4.1.2 muss der Mindestwert der Haftzugfestigkeit vom Untergrund wie folgt sein:

unter trockenen Bedingungen: 0,25 N/mm²

nach Einwirkung von Wasser:

— 0,08 N/mm² zwei Stunden nach Entnahme der Proben aus dem Wasser

— 0,25 N/mm² sieben Tage nach Entnahme der Proben aus dem Wasser.

Bei den durchgeführten Versuchen zur Haftzugfestigkeit /Querkzugfestigkeit

- Putzsystem mit Cu-Gewebe, trocken
- Putzsystem mit Cu-Gewebe, 7 d Unterwasserlagerung und 2 h Rücktrocknung
- Putzsystem mit Cu-Gewebe, 7 d Unterwasserlagerung und 7 d Rücktrocknung
- Putzsystem ohne Gewebe, trocken

erfüllen die Prüflinge die Anforderungen der ETAG 004 hinsichtlich der Mindestwerte der Haftzugfestigkeit.

6 Zusammenfassung

Die Firma Umweltanalytik Kessel hat uns beauftragt, die Standsicherheit des Unterputzes „Cuprotect Putzspachtel“ mit dem „Cuprotect Abschirmgewebe Spezial“ aus Kupfer zu untersuchen und zu bewerten. Hierzu wurden Versuche zur Haftzugfestigkeit des Putzsystems am Untergrund / Querkzugfestigkeit des Putzes durchgeführt. Dafür wurde

der Unterputz auf Betonplatten 5 mm dick vollflächig aufgetragen. Bei einer Platte wurde das Abschirmgewebe aus Kupfer mittig in den Unterputz eingebracht, bei einer zweiten Platte wurde auf das Gewebe verzichtet (Vergleichsprobe).

Für die Haftzugversuche wurden Sägeschnitte in der Putzschicht bis hinunter auf den Betonuntergrund erstellt, so dass Prüflinge der Abmessungen ca. 50 mm x 50 mm entstanden. Die Prüflinge mit Kupfergewebe wurden „trocken“, „7d in Wasser + 2h Rücktrocknung“ und „7d in Wasser + 7d Rücktrocknung“ geprüft; die Prüflinge ohne Gewebe wurden „trocken“ geprüft.

Es wurden bei der Ermittlung der Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes folgende Ergebnisse erzielt:

- Unterputz **mit Cu-Gewebe**, trocken: Einzelw.: 0,377 – 0,569 N/mm² Mittelw.: 0,476 N/mm²
- Unterputz **mit Cu-Gewebe**, 7 d Unterwasserlagerung und 2 h Rücktrocknung: Einzelw.: 0,204 – 0,329 N/mm² Mittelw.: 0,262 N/mm²
- Unterputz **mit Cu-Gewebe**, 7 d Unterwasserlagerung und 7 d Rücktrocknung Einzelw.: 0,445 – 0,659 N/mm² Mittelw.: 0,553 N/mm²
- Unterputz **ohne Gewebe**, trocken : Einzelw.: 1,041 – 1,304 N/mm² Mittelw.: 1,171 N/mm²

Das Versagen trat bei allen Proben in der Putzschicht, bei den Proben mit Kupfer-Abschirmgewebe erwartungsgemäß in der Ebene des Gewebes, auf.

Die Versuchsergebnisse belegen, dass eine hinreichende Haftzugfestigkeit / Querzugfestigkeit des Putzsystems erzielt wird, auch wenn ein die Querzugfestigkeit mindern- des Gewebe aus Kupfer in die Putzschicht eingebracht wird.

Dortmund, 02.05.2006

Dr.-Ing. Heribert Oberhaus



Dipl.-Ing. Karin Siebert

Anlage: Versuchsdatenblätter: Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes

Anlage 1: Unterputz mit Cu-Gewebe (3 Blatt)

Anlage 2: Unterputz ohne Gewebe (1 Blatt)

HAFTZUGFESTIGKEIT in Anlehnung an ETAG 004, Abs. 5.1.4.1.2		
Firma:	Umweltanalytik Kessel, Am Bargfeld 15, 22941 Bargteheide	
System:	Cuprotect-Putzspachtel mit Abschirmgewebe aus Kupfer	
Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes		
Untergrund:	Betonplatte	
Mörtel:	Unterputz / Armierungsmörtel Cuprotect, d = 5 mm, mit Cu-Gewebe	
Konditionierung:	Normklimalagerung	
Prüfgeschwindigkeit:	5 mm/min	Datum der Prüfung: 07.03.2006

Probe [-]	Zugkraft [kN]	Weg [mm]	Eigengew. [kN]	Abmessungen [mm]		σ_{HZ} [N/mm ²]	Versagensebene (Anteil [%]) / Bemerkung					
				[mm]	[mm]		A	B	C	D	E	
1	1,259	0,673	0,0185	51	50	0,486		100				
2	1,440	0,603	0,0185	50	50	0,569		100				
3	1,119	0,448	0,0185	49	50	0,449		100				
4	1,245	0,460	0,0184	50	49	0,501		100				
5	0,886	0,426	0,0185	50	46	0,377		100				

Mittelwert der Haftzugfestigkeit	$\bar{\sigma}_{HZ}$ [N/mm ²]	0,476
Kleinstwert der Haftzugfestigkeit	min σ_{HZ} [N/mm ²]	0,377

Probekörper 1 - 3
v.l.n.r.



Probekörper 4 + 5
v.l.n.r.



Versagensbilder der
Haftzugproben und
Versagensdefinitionen

A Versagen der Verklebung des Stahlstempels
C Adhäsionsbruch Mörtel-Untergrund
E Fehlstellen in der Mörtelschicht

B Kohäsionsbruch im Mörtel
D Kohäsionsbr. im Untergrund

HAFTZUGFESTIGKEIT in Anlehnung an ETAG 004, Abs. 5.1.4.1.2

Firma: Umweltanalytik Kessel, Am Bargfeld 15, 22941 Bargtheide

System: Cuprotect-Putzspachtel mit Abschirmgewebe aus Kupfer

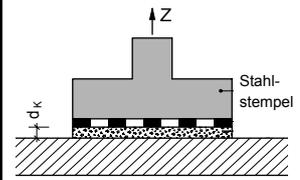
Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes

Untergrund: Betonplatte

Mörtel: Unterputz / Armierungsmörtel Cuprotect, d = 5 mm, **mit Cu-Gewebe**

Konditionierung: Normklimalagerung + 7 d Wasserlagerung + 2 h Rücktrocknung

Prüfgeschwindigkeit: 5 mm/min Datum der Prüfung: 14.03.2006



Probe [-]	Zugkraft [kN]	Weg [mm]	Eigengew. [kN]	Abmessungen [mm]		σ_{HZ} [N/mm ²]	Versagensebene (Anteil [%]) / Bemerkung					
				[mm]	[mm]		A	B	C	D	E	
1	0,791	0,337	0,0188	50	47	0,329		100				
2	0,595	0,215	0,0187	50	50	0,231		100				
3	0,669	0,261	0,0184	50	49	0,266		100				
4	0,674	0,250	0,1846	50	48	0,204		100				
5	0,752	0,318	0,0188	50	52	0,282		100				

Mittelwert der Haftzugfestigkeit $\bar{\sigma}_{HZ}$ [N/mm²] 0,262

Kleinstwert der Haftzugfestigkeit $\min \sigma_{HZ}$ [N/mm²] 0,204

Probekörper 1 - 3
v.l.n.r.



Probekörper 4 + 5
v.l.n.r.



Versagensbilder der
Haftzugproben und
Versagensdefinitionen

- A Versagen der Verklebung des Stahlstempels
- C Adhäsionsbruch Mörtel-Untergrund
- E Fehlstellen in der Mörtelschicht

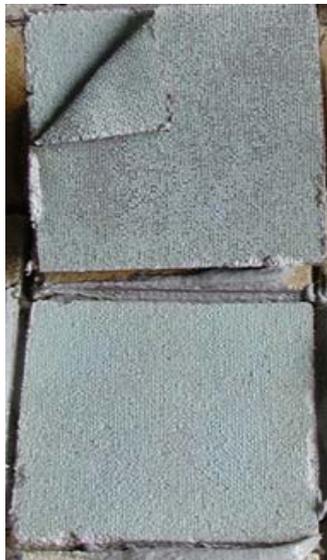
- B Kohäsionsbruch im Mörtel
- D Kohäsionsbr. im Untergrund

HAFTZUGFESTIGKEIT in Anlehnung an ETAG 004, Abs. 5.1.4.1.2		
Firma:	Umweltanalytik Kessel, Am Bargfeld 15, 22941 Bargteheide	
System:	Cuprotect-Putzspachtel mit Abschirmgewebe aus Kupfer	
Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes		
Untergrund:	Betonplatte	
Mörtel:	Unterputz / Armierungsmörtel Cuprotect, d = 5 mm, mit Cu-Gewebe	
Konditionierung:	Normklimalagerung + 7 d Wasserlagerung + 7 d Rücktrocknung	
Prüfgeschwindigkeit:	5 mm/min	Datum der Prüfung: 21.03.2006

Probe [-]	Zugkraft [kN]	Weg [mm]	Eigengew. [kN]	Abmessungen [mm]		σ_{HZ} [N/mm ²]	Versagensebene (Anteil [%]) / Bemerkung					
				[mm]	[mm]		A	B	C	D	E	
1	1,698	0,549	0,0185	51	50	0,659		100				
2	1,599	0,558	0,0188	50	49	0,645		100				
3	1,270	0,435	0,0185	50	49	0,511		100				
4	1,132	0,444	0,0185	50	50	0,445		100				
5	1,200	0,400	0,0185	50	47	0,503		100				

Mittelwert der Haftzugfestigkeit	$\bar{\sigma}_{HZ}$ [N/mm ²]	0,553
Kleinstwert der Haftzugfestigkeit	min σ_{HZ} [N/mm ²]	0,445

Probekörper 1 - 3
v.l.n.r.



Probekörper 4 + 5
v.l.n.r.



Versagensbilder der
Haftzugproben und
Versagensdefinitionen

- A Versagen der Verklebung des Stahlstempels
- C Adhäsionsbruch Mörtel-Untergrund
- E Fehlstellen in der Mörtelschicht

- B Kohäsionsbruch im Mörtel
- D Kohäsionsbr. im Untergrund

HAFTZUGFESTIGKEIT in Anlehnung an ETAG 004, Abs. 5.1.4.1.2		
Firma:	Umweltanalytik Kessel, Am Bargfeld 15, 22941 Bargtheide	
System:	Cuprotect-Putzspachtel mit Abschirmgewebe aus Kupfer	
Haftzugfestigkeit des Putzes auf Beton / Querzugfestigkeit des Putzes		
Untergrund:	Betonplatte	
Mörtel:	Unterputz / Armierungsmörtel Cuprotect, d = 5 mm, ohne Gewebe	
Konditionierung:	Normklimalagerung	
Prüfgeschwindigkeit:	5 mm/min	Datum der Prüfung: 06.04.2006

Probe [-]	Zugkraft [kN]	Weg [mm]	Eigengew. [kN]	Abmessungen [mm]		σ_{HZ} [N/mm ²]	Versagensebene (Anteil [%]) / Bemerkung						
				[mm]	[mm]		A	B	C	D	E		
1	2,862	0,899	0,0188	51	50	1,115		100					
2	2,886	0,913	0,0184	51	50	1,125		100					
3	3,256	0,897	0,0185	50	51	1,270		100					
4	3,343	0,901	0,0188	51	50	1,304		100					
5	2,726	0,944	0,0186	50	52	1,041		100					

Mittelwert der Haftzugfestigkeit	$\bar{\sigma}_{HZ}$ [N/mm ²]	1,171
Kleinstwert der Haftzugfestigkeit	min σ_{HZ} [N/mm ²]	1,041

Probekörper 1 - 3
v.l.n.r.



Probekörper 4 + 5
v.l.n.r.



Versagensbilder der
Haftzugproben und
Versagensdefinitionen

- A Versagen der Verklebung des Stahlstempels
- C Adhäsionsbruch Mörtel-Untergrund
- E Fehlstellen in der Mörtelschicht

- B Kohäsionsbruch im Mörtel
- D Kohäsionsbr. im Untergrund