

LEISTUNGSERKLÄRUNG

DoP-BS-028

für fischer C-Fiber Force Strengthening System

DE

- | | |
|---|--|
| 1. <u>Eindeutiger Kenncode des Produkttyps:</u> | DoP-BS-028 |
| 2. <u>Verwendungszweck(e):</u> | Bausätze für das Verstärken von Betonbauteilen mit extern aufgeklebten und in Schlitzte geklebte CFK-Lamellen siehe Anhang, insbesondere die Anhänge B1-B6. |
| 3. <u>Hersteller:</u> | fischerwerke GmbH & Co. KG, Klaus-Fischer-Str. 1, 72178 Waldachtal, Deutschland |
| 4. <u>Bevollmächtigter:</u> | – |
| 5. <u>System(e) zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (AVCP)</u> | 1+ |
| 6. <u>Europäisches Bewertungsdokument:</u> | EAD 160086-01-0301 |
| Europäische Technische Bewertung: | ETA-24/0281; 2026-03-17 |
| Technische Bewertungsstelle: | 3170, DIBt- Deutsches Institut für Bautechnik |
| Notifizierte Stelle(n): | 2873, TU Darmstadt |
| 7. <u>Erklärte Leistung(en):</u> | |
| <u>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)</u> | |
| 1) Glasübergangstemperatur des strukturellen Klebstoffs: siehe Anhang, insbesondere Anhang C2 | |
| 2) Glasübergangstemperatur des Reparaturmörtels: siehe Anhang, insbesondere Anhang C4 | |
| 3) Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des strukturellen Klebstoffs: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C5-C6 | |
| 4) Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Reparaturmörtels: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C7-C8 | |
| 5) Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Klebstoffs, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Installation in Abhängigkeit von der Aushärtezeit: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C5-C6 | |
| 6) Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Reparaturmörtels, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Installation in Abhängigkeit von der Aushärtezeit: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C7-C8 | |
| 7) Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der CFK-Lamellen: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C10-C11 | |
| 8) Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C12-C15 | |
| 9) Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung unter Dauerlast bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C16, C17 | |
| 10) Abreißfestigkeit des bei Standardklima ausgehärteten Bausatzes: siehe Anhang, insbesondere Anhang C19 | |
| 11) Abreißfestigkeit des Bausatzes nach niederzyklischen Ermüdungsbeanspruchung: siehe Anhang, insbesondere Anhang C20 | |
| 12) Abreißfestigkeit des Bausatzes nach Dauerbelastung unter rauen klimatischen Bedingungen: siehe Anhang, insbesondere Anhang C21 | |
| 13) Abreißfestigkeit des bei minimaler Installationstemperatur ausgehärteten Bausatzes in Abhängigkeit der Aushärtezeit: siehe Anhang, insbesondere Anhang C22 | |
| Weitere wesentliche Merkmale von nur auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen | |
| 14) Scherfestigkeit der Verankerung der auf Beton aufgeklebten CFK-Lamellen: siehe Anhang, insbesondere die Anhänge C23 - C31 | |
| 15) Ermüdungsverhalten der Verankerung von schubfest auf Beton geklebten CFK-Lamellen: siehe Anhang, insbesondere Anhang C32 | |
| Weitere wesentliche Merkmale von nur in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen | |
| 16) Bruchlasten der Endverankerung von in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen: siehe Anhang, insbesondere Anhang C33 | |
| 17) Dauerbelastung der Endverankerung von in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen: NPD | |
| <u>Sicherheit im Brandfall (BWR 2)</u> | |
| 18) Brandverhalten: siehe Anhang, insbesondere Anhang C34 | |
| 8. <u>Angemessene Technische Dokumentation und/oder Spezifische Technische Dokumentation:</u> | – |

Die Leistung des vorstehenden Produkts entspricht der erklärten Leistung/den erklärten Leistungen. Für die Erstellung der Leistungserklärung im Einklang mit der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 ist allein der obengenannte Hersteller verantwortlich.

Unterzeichnet für den Hersteller und im Namen des Herstellers von:



Alexander Zanocco, Geschäftsführer Vertrieb und Geschäftsführer Forschung & Entwicklung
Tumlingen, 2026-04-01



Dieter Pfaff, Bereichsgeschäftsführer Internationaler Produktionsverbund und Qualitätsmanagement

Diese Leistungserklärung wurde in mehreren Sprachen erstellt. Für alle Streitigkeiten, die sich aus der Auslegung ergeben, ist die Fassung in englischer Sprache maßgeblich.

Der Anhang enthält freiwillige und ergänzende Informationen in englischer Sprache, die über die (sprachneutral festgelegten) gesetzlichen Anforderungen hinausgehen.

Translation guidance Essential Characteristics and Performance Parameters for Annexes

Leistung

Mechanical resistance and stability (BWR 1)

Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

1	Glass transition temperature of the structural bonding agent: Glasübergangstemperatur des strukturellen Klebstoffs	T_{Gg} [°C], t_{GTn} [S]
2	Glass transition temperature of the repair mortar: Glasübergangstemperatur des Reparaturmörtels	T_{Mg} [°C], t_{MTn} [S]
3	Flexural and compressive strength of the structural bonding agent: Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des strukturellen Klebstoffs	f_{Gfl} , f_{Gflm} , f_{Gflk} [MPa], f_{Gcl} , f_{Gcm} , f_{Gck} [MPa]
4	Flexural and compressive strength of the repair mortar: Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Reparaturmörtels	f_{Mfl} , f_{Mflm} , f_{Mflk} [MPa], f_{Mcl} , f_{Mcm} , f_{Mck} [MPa]
5	Flexural and compressive strength of the structural bonding agent cured at minimum temperature of installation depending on the curing time: Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Klebstoffs, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Installation in Abhängigkeit von der Aushärtezeit	f_{Gflj} , f_{Gflmj} , f_{Gflkj} [MPa], f_{Gclj} , f_{Gcmj} , f_{Gckj} [MPa]
6	Flexural and compressive strength of repair mortar cured at minimum temperature of installation depending on the curing time: Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Reparaturmörtels, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Installation in Abhängigkeit von der Aushärtezeit	f_{Mflj} , f_{Mflmj} , f_{Mflkj} [MPa], f_{Mclj} , f_{Mcmj} , f_{Mckj} [MPa]
7	Modulus of elasticity, tensile strength and strain at failure of CFRP strips: Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der CFK-Lamellen	E_{Li} , E_{Lm} [MPa]; f_{Li} , f_{Lm} , f_{Lk} [MPa] ϵ_{Lui} , ϵ_{Lum} [mm/mm] // E_{Li} , E_{Lm} [MPa], f_{Li} , f_{Lm} , f_{Lk} [MPa]
8	Resistance of CFRP strips after storage in alkaline environment at maximum temperature for the intended use: Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck	E_{Lai} [MPa]; f_{Lai} [MPa] ϵ_{Lui} [mm/mm], E_{Lam} [MPa], f_{Lam} [MPa] ϵ_{Lum} [mm/mm], R_{LEa} , R_{Lfa} // R_{Lua}
9	Resistance of CFRP strips in alkaline environment under long-term load at maximum temperature for the intended use: Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung unter Dauerlast bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck	E_{Lli} [MPa]; f_{Lli} [MPa] ϵ_{Luli} [mm/mm], E_{Llrm} [MPa], f_{Llrm} [MPa] ϵ_{Lultm} [mm/mm], R_{LElt} , R_{Llt} // R_{Lult}
10	Bond strength of specimens cured at standard environmental conditions: Abreißfestigkeit des bei Standardklima ausgehärteten Bausatzes	$f_{Cti,surf}$, $f_{Ctm,surf}$, $f_{Ctk,surf}$ [MPa]
11	Bond strength after low-cycle fatigue action for robustness: Abreißfestigkeit des Bausatzes nach niederzyklischen Ermüdungsbeanspruchung	$f_{Cti,surf,fat}$, $f_{Ctm,surf,fat}$, $f_{Ctk,surf,fat}$ [MPa] $R_{fat,m}$
12	Bond strength after long-term loading under harsh climatic conditions: Abreißfestigkeit des Bausatzes nach Dauerbelastung unter rauen klimatischen	$f_{Cti,surf,lt}$ [MPa]
13	Bond strength of specimens cured at minimum temperature of installation depending on the curing time: Abreißfestigkeit des bei minimaler Installationstemperatur ausgehärteten Bausatzes in Abhängigkeit der Aushärtezeit	$f_{Cti,surf,Tmin}$, $f_{Ctm,surf,Tmin}$, $f_{Ctk,surf,Tmin}$ [MPa] $R_{Tmin,m}$
Further essential characteristics only for kits with externally bonded (EB) CFRP strips		
Weitere wesentliche Merkmale von nur auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen		
14	Shear resistance of the bond anchorage of CFRP strips externally bonded to concrete: Scherfestigkeit der Verankerung der auf Beton aufgeklebten CFK-Lamellen	$f_{Ctim,surf}$, $f_{Ctk,surf}$, f_{Ccm} , f_{Cck} [MPa] F_{bLi} , F_{bLm} , F_{bLk} [kN]
15	Fatigue behaviour of the bond anchorage of CFRP strips externally bonded to concrete: Ermüdungsverhalten der Verankerung von schubfest auf Beton geklebten CFK-Lamellen	$f_{Ctim,surf}$, $f_{Ctk,surf}$, f_{Ccm} , f_{Cck} [MPa] $\Delta F_{bLi} = F_{bLi}^u - F_{bLi}^l$ [kN]
Further essential characteristics only of near surface mounted (NSM) CFRP strips		
Weitere wesentliche Merkmale von nur in Schlitz verklebten CFK-Lamellen		
16	Ultimate anchorage load of near surface mounted CFRP strips Bruchlasten der Endverankerung von in Schlitz verklebten CFK-Lamellen	$F_{b(NSM)Li}$, $F_{b(NSM)Lm}$, $F_{b(NSM)Lk}$ [kN]
17	Long-term ultimate anchorage load: Dauerbelastung der Endverankerung von in Schlitz verklebten CFK-Lamellen	t_j [s], $F_{b(NSM)Lm}$, $F_{b(NSM)Li,j}$ [kN]
Safety in case of fire (BWR 2)		
18	Reaction to fire: Brandverhalten:	Class

1 Technische Beschreibung des Produkts

Gegenstand dieser Europäischen Technischen Bewertung ist das "fischer C-Fiber Force Strengthening System" für die Verstärkung von Betonbauteilen durch schubfest auf die Oberfläche geklebte (EB) CFK-Lamellen und durch in Schlitze verklebte (NSM) CFK-Lamellen (im Folgenden als Bausatz bezeichnet). Der Bausatz dient zur Verstärkung von Betonelementen durch geklebte Bewehrungen zur Erhöhung der Biegetragfähigkeit der Elemente unter statischer oder quasi-statischer, sowie unter dynamischer Belastung, entweder zum Ausgleich von Bemessungsmängeln, Ausführungsfehlern und alterungsbedingten Tragfähigkeitsverlusten der bestehenden Konstruktion oder zur Erhöhung der Tragfähigkeit aufgrund erhöhter Belastung oder Umnutzung der bestehenden Konstruktion.

Der Bausatz für die Verstärkung von Betonelementen durch schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamellen oder durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen besteht aus den folgenden Komponenten:

- A Zwei Typen von kohlenstofffaserverstärkten Kunststofflamellen (CFK) für EB:
 - FRS-L-H
 - FRS-L-S

Ein Typ von kohlenstofffaserverstärkten Kunststofflamellen (CFK) für NSM:

- FRS-L-S NSM (gleiche Art von CFK-Lamelle wie FRS-L-S für EB)
- B Hauptklebstoff FRS-CS (Epoxidharzmörtel) nach EN 1504-4:2004, EN 1504-3:2005, EN 1504-6:2006 für die Montage von FRS-L-S, FRS-L-S NSM, FRS-L-H CFK-Lamellen,
- C Betonreparaturmörtel auf Epoxidharzbasis FRS-PC 11 nach EN 1504-3:2005,
- D Haftbrücke FRS-BA für den Betonreparaturmörtel nach EN 1504-7:2006,
- E Reinigungsmittel FRS-CA für die Reinigung der CFK-Lamellen.

Im Falle von Expositionsszenarien mit erhöhter UV-Belastung empfiehlt der Hersteller die Beschichtung mit FRS-SF. Dieses Oberflächenschutzsystem wird in der Montageanleitung des Herstellers (MPII) und in den nationalen Vorschriften erwähnt, ist jedoch nicht Bestandteil des Bausatzes. Die Beschichtung FRS-SF fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Europäischen Technischen Bewertung.

Die folgenden Informationen über den Bausatz und seine Bestandteile sind in den Anhängen zu dieser ETA enthalten:

Eine Übersicht über den Bausatz und seine Bestandteile befinden sich in den Anhängen A1 – A3 und eine Übersicht über den eingebauten Zustand in den Anhängen A4 und A5.

Eine detaillierte Beschreibung der Bestandteile des Bausatzes befindet sich im:

- Anhang C9 für die CFK-Klebe- und Schlitzlamellen (Komp. A),
- Anhang C1 für den Hauptklebstoff FRS-CS (Komp. B),
- Anhang C3 für den Betonreparaturmörtel FRS PC 11 (Komp. C),
- Anhang C18 für die Haftbrücke des Reparaturmörtels FRS-BA (Komp. D),
- Die Beschreibung des Verwendungszwecks, des Aufbaus, des Einbaus des Bausatzes und der Aushärtungsbedingungen des Klebstoffes FRS-CS, des Reparaturmörtels FRS-PC 11 und der Haftbrücke FRS-BA ist im Anhang B1 und B2 enthalten.
- Eine Anleitung zur Verstärkung von Betonbauteilen mit schubfest aufgeklebten CFK-Lamellen und mit in Schlitze verklebten CFK-Lamellen befindet sich im Anhang B3 – B6.

- Die wesentlichen Leistungsmerkmale aus dem Bewertungsverfahren gemäß EAD 160086-01-0301 sind im Anhang C aufgeführt:
 - o Anhang C10 – C17 für die CFK-Lamellen (Komp. A),
 - o Anhang C2, C5 und C6 für den Hauptklebstoff FRS-CS (Komp. B),
 - o Anhang C4, C7 und C8 für den Reparaturmörtel FRS PC 11 (Komp. C),
- Die wesentlichen Merkmale des Bausatzes, die sich aus dem Bewertungsverfahren gemäß EAD 160086-01-0301 ergeben, sind in Anhang C19 – C34 aufgeführt.

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren Europäischen Bewertungsdokument

Der Bausatz wird zur Verstärkung des Zugbewehrungsbereichs von Betonelementen wie Balken, Platten, Wänden und Stützen verwendet. Der Bausatz soll dazu beitragen, die Tragfähigkeit von statisch, quasi-statisch und dynamisch belasteten Betonelementen entsprechend den Bemessungsregeln zu erhöhen. Der Bausatz umfasst zwei verschiedene Arten von Verstärkungsmethoden, wie in den Anhängen A4 und A5 dargestellt, bei denen CFK-Lamellen gemäß der Montageanleitung des Herstellers (MP11) entweder schubfest auf die vorbereitete Betonoberfläche geklebt (EB) oder in gefräste Schlitze senkrecht zur Betonoberfläche verklebt (NSM) werden.

Falls die geforderten Oberflächenbedingungen aufgrund von Mängeln und Beschädigungen des Betonelements nicht erfüllt sind, kann das im Bausatz enthaltene Betonreparaturmörtelsystem (Komponenten C und D), normaler Beton oder Spritzbeton (beides nicht Teil des Bausatzes) verwendet werden, um den Zustand der Betonoberfläche zu verbessern, bevor die CFK-Lamellen nach der Montageanleitung des Herstellers und nach den nationalen Vorschriften auf die instandgesetzte Betonoberfläche appliziert werden.

Die in Abschnitt 3 und Anhang C angegebenen Leistungen gelten nur, wenn der Bausatz in Übereinstimmung mit den im Anhang B und den in den Montageanleitungen genannten Spezifikationen und Bedingungen verwendet wird. Unabhängig vom Anhang B und von den Montageanleitungen sind die nationalen Vorschriften zu beachten.

Die Verifizierungen und Bewertungsverfahren, auf denen diese Europäische Technische Bewertung beruht, führen zu der Annahme einer Lebensdauer des Bausatzes von mindestens 25 Jahren im eingebauten Zustand, vorausgesetzt, dass der Bausatz sachgemäß eingebaut und verwendet wird. Diese Bestimmungen beruhen auf dem derzeitigen Stand der Technik und den verfügbaren Kenntnissen und Erfahrungen. Die Angaben zur Lebensdauer des Bauprodukts sind weder als Garantie des Produktherstellers noch als Garantie der Technischen Bewertungsstelle, die diese ETA ausstellt, zu verstehen, sondern dienen lediglich dazu, die erwartete wirtschaftlich angemessene Lebensdauer des Bauprodukts auszudrücken.

3 Leistung des Produkts und Angaben der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Nr.	Wesentliches Merkmal	Bewertungsmethode gemäß EAD 160086-01-0301	Leistung
1	Glasübergangstemperatur des Hauptklebstoffs FRS-CS	2.2.1	siehe Anhang C2
2	Glasübergangstemperatur des Betonreparaturmörtels FRS-PC 11	2.2.1	siehe Anhang C4
3	Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Hauptklebstoffs FRS-CS	2.2.2	siehe Anhang C5 und C6
4	Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Betonreparaturmörtels FRS-PC 11	2.2.2	siehe Anhang C7 und C8
5	Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Hauptklebstoffs FRS-CS, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Montage in Abhängigkeit von der Aushärtezeit	2.2.3	siehe Anhang C5 und C6
6	Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit des Betonreparaturmörtels FRS-PC 11, ausgehärtet bei der Mindesttemperatur für die Montage in Abhängigkeit von der Aushärtezeit	2.2.3	siehe Anhang C7 und C8
7	Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der CFK-Lamellen	2.2.4	Siehe Anhang C10 und C11
8	Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck	2.2.5	siehe Anhang C12 bis C15
9	Beständigkeit der CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung unter Dauerlast bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck	2.2.6	siehe Anhang C16 und C17
10	Abreißfestigkeit des bei Standardklima ausgehärteten Bausatzes	2.2.7	siehe Anhang C19
11	Abreißfestigkeit des Bausatzes nach niederzyklischen Ermüdungsbeanspruchung	2.2.8	siehe Anhang C20
12	Abreißfestigkeit des Bausatzes nach Dauerbelastung unter rauen klimatischen Bedingungen	2.2.9	siehe Anhang C21
13	Abreißfestigkeit des bei minimaler Montagetemperatur ausgehärteten Bausatzes in Abhängigkeit der Aushärtezeit	2.2.10	siehe Anhang C22
Weitere wesentliche Merkmale von nur auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen			
14	Scherfestigkeit der Verankerung der auf Beton aufgeklebten CFK-Lamellen	2.2.11	siehe Anhang C23 bis C31
15	Ermüdungsverhalten der Verankerung von schubfest auf Beton geklebten CFK-Lamellen	2.2.12	siehe Anhang C32

Nr.	Wesentliches Merkmal	Bewertungsmethode gemäß EAD 160086-01-0301	Leistung
Weitere wesentliche Merkmale von nur in Schlitz verklebten CFK-Lamellen			
16	Bruchlasten der Endverankerung von in Schlitz verklebten CFK-Lamellen	2.2.13	siehe Anhang C33
17	Dauerbelastung der Endverankerung von in Schlitz verklebten CFK-Lamellen	2.2.14	keine Leistung bewertet

3.2 Brandschutz (BWR 2)

Nr.	Wesentliches Merkmal	Bewertungsmethode gemäß EAD 160086-01-0301	Leistung
18	Brandverhalten	2.2.15	siehe Anhang C34

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß dem Europäischen Bewertungsdokument EAD 160086-01-0301 gilt folgende Rechtsgrundlage: [2000/606/EC].

Folgendes System ist anzuwenden: 1+

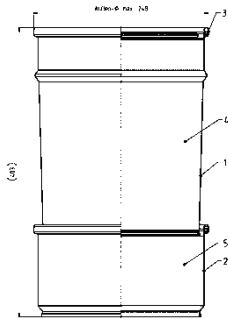
Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – System Komponenten (Teil I)							
Komponenten gemäß EAD	Komp. A			Komp. B	Komp. C	Komp. D	Komp. E
Produkt-bezeichnung	FRS-L-H CFK-Lamelle	FRS-L-S CFK-Lamelle	FRS-L-S NSM CFK-Lamelle	FRS-CS Epoxidharz-mörtel	FRS-PC 11 Epoxid-reparatur-mörtel	FRS-BA Haftbrücke	FRS-CA Reinigungs-mittel
Funktion	Unidirektionale Kohlenstofffaserverstärkte Epoxidharzlaminate			Haupt-klebstoff für CFK-Lamellen	Betonrepara-turmörtel auf Epoxidharz-basis	Haftbrücke für den FRS-PC 11 Reparatur-mörtel	Reinigungs-mittel für CFK-Lamellen
Materialtyp	Ausgehärteter Verbundwerkstoff aus Kohlenstofffasern in Epoxidharzmatrix			Raum-temperatur-härtendes Epoxidharz	Raum-temperatur-härtendes Epoxidharz	Raum-temperatur-härtendes Epoxidharz	Organisches Lösungs-mittel
Anwendungs-typ*	EB	EB	NSM	EB & NSM	EB & NSM	EB & NSM	EB & NSM
Verpackungs-einheit	100 m Spule oder 150 m Spule **			5 kg Eimer 10 kg Eimer 585 ml Kartusche	11 kg Eimer	5 kg Eimer	500 ml Sprühdose
Haltbarkeit	Unbegrenzt			36 Monate	36 Monate	36 Monate	36 Monate
Lagerungs-bedingungen	≤ 50 °C, trocken und UV-geschützt			5 bis 40 °C	5 bis 40 °C	5 bis 40 °C	5 bis 30 °C
Anwendungs-temperatur	10 bis 40 °C			10 bis 40 °C	10 bis 40 °C	10 bis 40 °C	10 bis 40 °C
Verwendungs-temperatur (nach Aushärten)	- 25 bis 40 °C			- 25 bis 40 °C	- 25 bis 40 °C	- 25 bis 40 °C	Nicht anwendbar
*EB: Schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamelle; NSM: In Schlitze verklebte CFK-Lamelle **Die Länge der Spulen unterschiedlicher Geometrien sind in den zugehörigen technischen Datenblättern spezifiziert.							

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang A1 Appendix 5 / 49
Produktbeschreibung Systemkomponenten und technische Details	

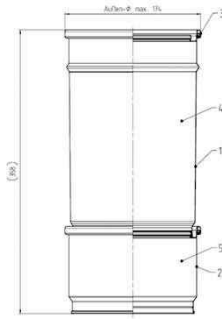
Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – System Komponenten (Teil II)

FRS-CS Epoxidharzmörtel als Hauptklebstoff für CFK-Lamellen (Komp. B)

10 kg Eimer

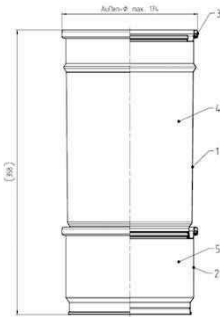


5 kg Eimer

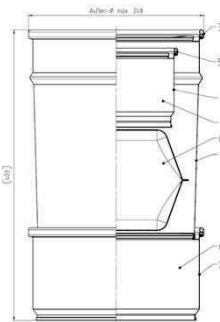


FRS-BA Haftbrücke (Komp. D)

5 kg Eimer



FRS-PC 11 Epoxidreparaturmörtel (Komp. C) 11 kg Eimer



FRA-CA Reinigungsmittel (Komp. E)

500 ml Sprühdose



Abbildungen nicht maßstabsgetreu

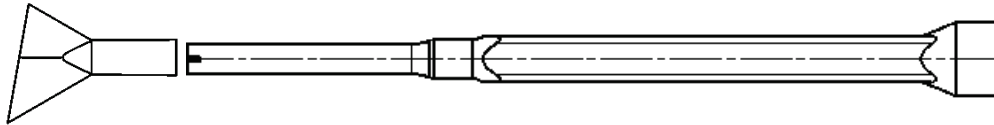
fischer C-Fiber Force Strengthening System

Produktbeschreibung
Systemkomponenten und technische Details

Anhang A2
Appendix 6 / 49

Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – System Komponenten (Teil III)

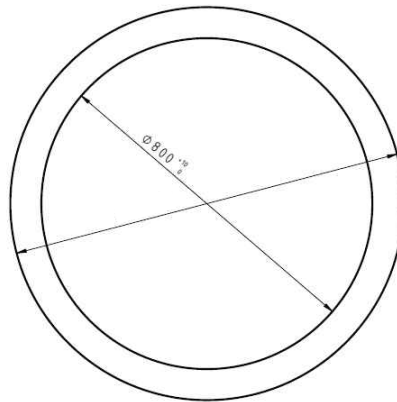
FIS UMR Statikmischer für 585S Kartuschen mit FRS-GA Injektionsadapter



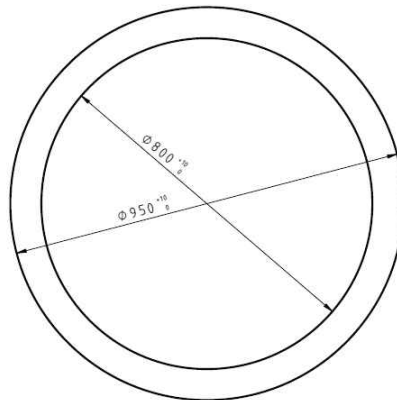
FRS-CS Epoxidharzmörtel als Hauptklebstoff für CFK-Lamellen 585 ml Kartuschen (Komp. B)



FRS-L-S, FRS-L-H schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamellen (Komp. A)



FRS-L-S-NSM in Schlitz verklebte CFK-Lamellen (Komp. A)



Abbildungen nicht maßstabsgetreu

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Produktbeschreibung
Systemkomponenten und technische Details

Anhang A3

Appendix 7 / 49

Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – Verstärkungstechniken (Teil I)

Schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamellen

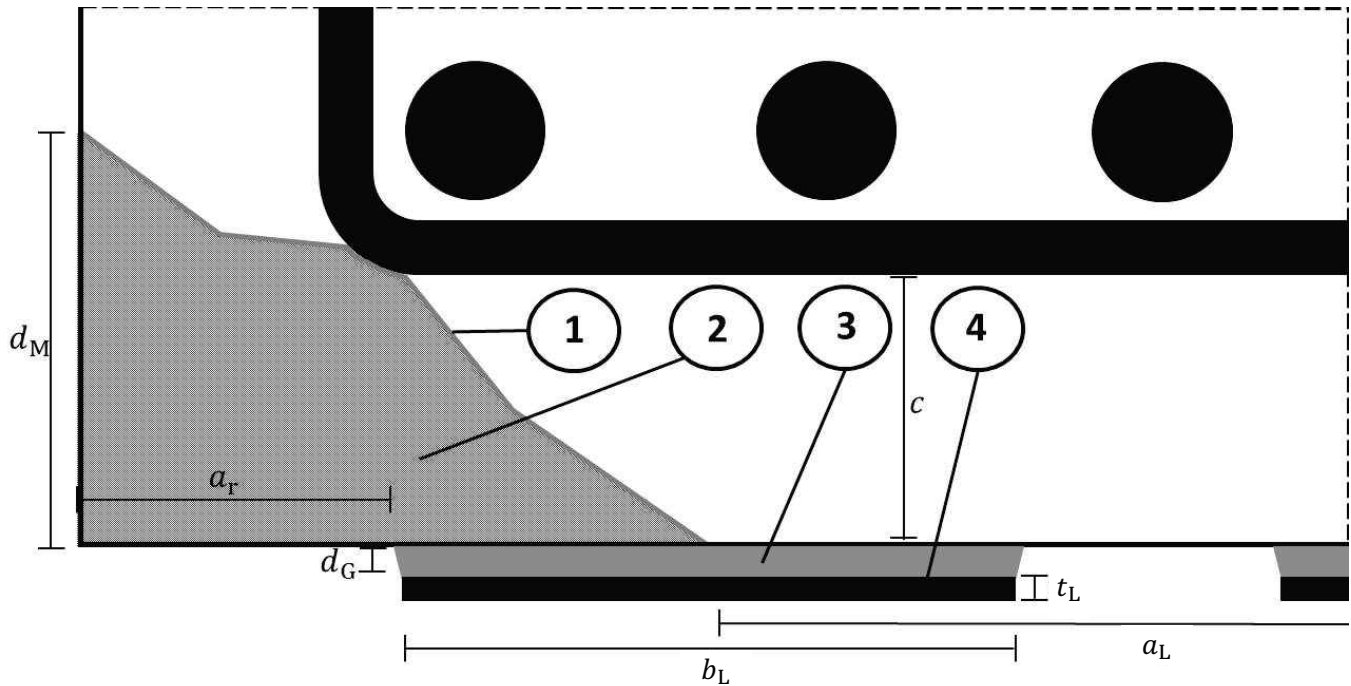


Abbildung A4.1: Querschnitt eines Stahlbetonbauteils verstärkt mit schubfest auf die Oberfläche geklebten FRS-L-S und FRS-L-H CFK-Lamellen mit Epoxidharzklebstoff FRS-CS und (optionaler) vorangegangener Betonreparatur mit dem Betonersatzsystem FRS-PC 11 mit der Haftbrücke FRS-BA.

Legende

- c Betondeckung der Bewehrung
- a_r Randabstand der schubfest auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen zur Bauteilkante
- a_L Achsabstand benachbarter CFK-Lamellen (Mittelachse zu Mittelachse)
- d_B Schichtdicke oder Verbrauch der Haftbrücke FRS-BA
- d_M Schichtdicke des Reparaturmörtels FRS-PC 11
- d_G Schichtdicke des Klebstoffs FRS-CS
- t_L Dicke der schubfest auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H
- b_L Breite der schubfest auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H

1	Komponente D - Haftbrücke FRS-BA:	Verbrauch	d_D : 500 g/m ² - 800 g/m ²
2	Komponente C - Reparaturmörtel FRS-PC 11:	Schichtdicke	d_M : 4 mm - 30 mm
3	Komponente B - Hauptklebstoff FRS-CS:	Schichtdicke	d_G : 1 mm - 5 mm
4	Komponente A - CFK-Lamelle FRS-L-S/FRS-L-H:	Dicke	t_L : 1,2 mm / 1,4 mm (≤ 2 Lagen)

Abbildungen nicht maßstabsgetreu

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Produktbeschreibung

Einbauzustand – Schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamellen

Anhang A4

Appendix 8 / 49

Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – Verstärkungstechniken (Teil II)

In Schlitze verklebte CFK-Lamellen

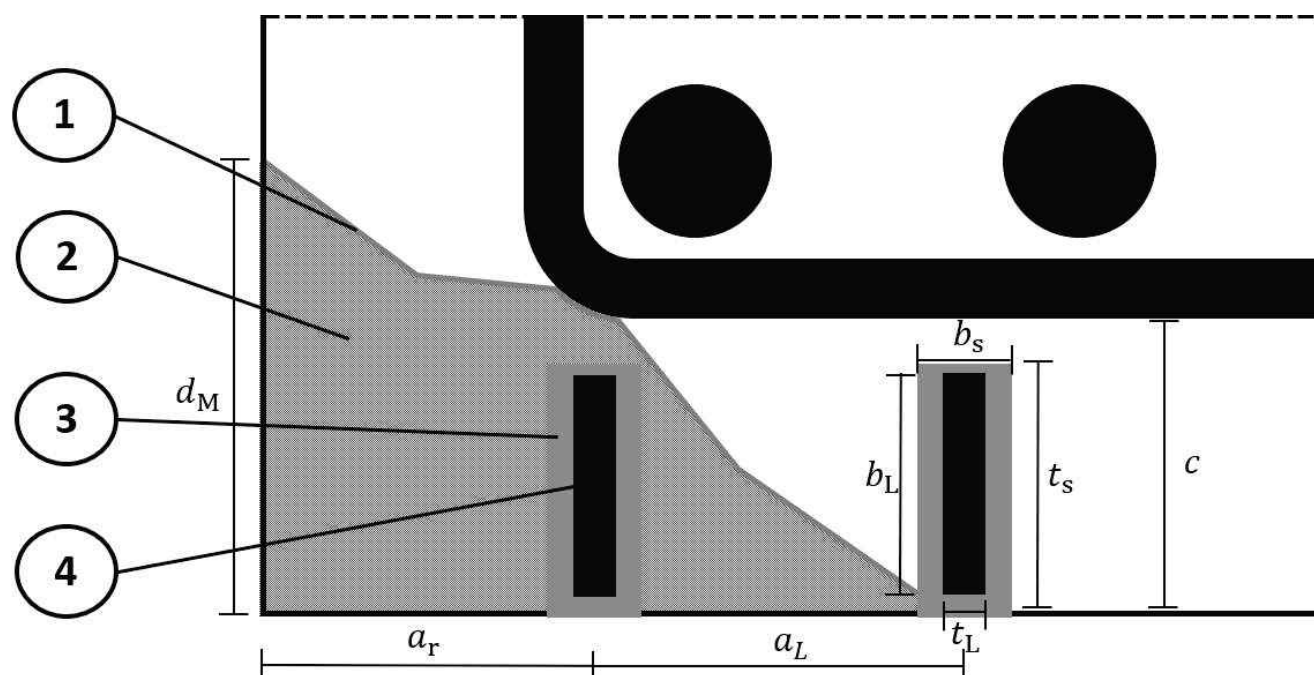


Abbildung A5.1: Querschnitt eines Stahlbetonbauteils verstärkt mit FRS-L-S NSM in Schlitze verklebten CFK-Lamellen mit dem FRS-CS Epoxidharzklebstoff und (optionaler) vorangegangener Betonreparatur mit dem Betonersatzsystem FRS-PC 11 mit der Haftbrücke FRS-BA.

Legende

c	Betondeckung der Bewehrung
a_r	Randabstand der in Schlitze verklebten CFK-Lamellen zur Bauteilkante
a_L	Achsabstand benachbarter CFK-Schlitzlamellen (Mittelachse zu Mittelachse)
d_B	Schichtdicke bzw. Verbrauch der Haftbrücke FRS-BA
d_M	Schichtdicke des Reparaturmörtels FRS-PC 11
b_s	Schlitzbreite $t_L + 1 \text{ mm} \leq b_s \leq t_L + 3 \text{ mm}$
t_s	Schlitztiefe $t_s \geq b_L + 3 \text{ mm}$
t_L	Dicke der in Schlitze verklebte Lamelle
b_L	Breite der in Schlitze verklebten Lamelle

1	Komponente D - Haftbrücke FRS-BA:	Verbrauch ρ_D :	500 g/m ² - 800 g/m ²
2	Komponente C – Reparaturmörtel FRS-PC 11 I:	Schichtdicke d_M :	4 mm - 30 mm
3	Komponente B – Hauptklebstoff FRS-CS:	Verbrauch ρ_B :	0,06 kg/m – 0,20 kg/m
4	Komponente A - CFK-Lamelle FRS-L-S NSM:	Dicke:	t_L : 1,2 mm / 1,4 mm / 1,7 mm

Abbildungen nicht maßstabsgetreu

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Produktbeschreibung

Einbauzustand - In Schlitze verklebten CFK-Lamellen

Anhang A5

Appendix 9 / 49

Übersicht des "fischer C-Fiber Force Strengthening Systems" – Spezifikation

Spezifikation des Verwendungszweckes

Das "fischer C-Fiber Force Strengthening System" wird zur statischen Verstärkung des Zugbewehrungsbereichs von Beton-, Stahlbeton und Spannbetonbauteilen wie Balken, Platten, Wänden und Stützen eingesetzt. Das Verstärkungssystem trägt zur Erhöhung der Tragfähigkeit bei statischer, quasi-statischer und dynamischer, hochzyklischer Ermüdungsbeanspruchung von Stahlbeton- und Spannbetonelementen gemäß den Bemessungsregeln bei.

Statische Bemessung

Die statische Bemessung von Bewehrungsanordnungen mit dem "fischer C-Fiber Force Strengthening System" durch in Schlitze verklebte und durch schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamellen liegt in der Verantwortung des zuständigen erfahrenen Tragwerksplaners gemäß den nationalen oder internationalen Richtlinien und Vorschriften in Verbindung mit dieser Europäischen Technischen Bewertung, sowie technischen Zeichnungen und der Montageanleitung(en) des Herstellers. Die fischer REINFORCE-FIX Bemessungssoftware kann für die Vorbemessung der Bewehrungsanordnungen für Stahlbetonbauteile herangezogen werden und zur Auswahl und Dimensionierung der Verstärkung beitragen.

Materialien

Der Verwendungszweck des in dieser ETA behandelten Verstärkungssystems umfasst Betonelemente aus normalem Beton, Stahlbeton und Spannbeton, der Betonfestigkeitsklassen C12/15 bis C50/60 nach EN 206:2013+A2:2021, mit einer mittleren Oberflächenzugfestigkeit von mindestens $\geq 1,0$ MPa bei ausreichend ebener und glatter Oberfläche. Bei der Verwendung höherer Oberflächenzugfestigkeiten in der Tragwerksplanung sind diese Werte am zu verstärkenden Betonbauteil durch Messung der Verbundfestigkeit in Betonabreißprüfung nach EN 1542:1999 nachzuweisen. Die Entscheidung über die Eignung des zu verstärkenden Bauteils und über die angemessene Vorbehandlung der Betonoberfläche obliegt dem zuständigen erfahrenen Tragwerksplaner.

Einbau- und Verwendungsbedingungen

Die Montage ist von entsprechend qualifiziertem Personal mit nachgewiesener Sachkunde unter der Aufsicht des verantwortlichen Tragwerksplaners auszuführen. Die Montagearbeiten sind entsprechend der in der Tragwerksplanung vorgegebenen Anordnung ohne Änderungen oder Austausch der in der Bemessung definierten und berücksichtigten Materialien und Geometrien auszuführen. Alle im "fischer C-Fiber Force Strengthening System" enthaltenen Materialien sind ohne Manipulationen oder Abwandlungen zu verwenden. Die in dieser Bewertung geregelten Typen und Geometrien der CFK-Lamellen sind in Anhang C9 aufgeführt. Die Breite der CFK-Lamelle darf auf der Baustelle nicht verändert werden. Die CFK-Lamellen können gemäß der Montageanleitung des Herstellers (MPII) auf die erforderliche Länge zugeschnitten werden. Lagerung, Transport, Handhabung und Anmischen, sowie die Montage müssen gemäß den technischen Datenblättern und den Montageanleitung des Herstellers (MPII) und in Übereinstimmung mit den geltenden nationalen und internationalen Vorschriften durchgeführt werden. Der Temperaturbereich für die Verwendung des „fischer C-Fiber Force Strengthening System“ nach Aushärten liegt bei -25 °C bis $+40\text{ °C}$ nach vollständiger Aushärtung der Komponenten. Tragfähigkeitsminderungen durch Temperatur- und andere Umwelteinflüsse sind bei der Bemessung der Konstruktion zu berücksichtigen. Das "fischer C-Fiber Force Strengthening System" darf in einem Umgebungs- und Materialtemperaturbereich von $+10\text{ °C}$ - $+40\text{ °C}$ verarbeitet werden, wenn sowohl die Oberflächentemperatur als auch die Umgebungstemperatur oberhalb des Taupunktes liegen. Die temperaturabhängigen Aushärtezeiten der Systemkomponenten sind im Folgenden aufgelistet:

Temperatur:	$\geq 10\text{ °C}$	$\geq 20\text{ °C}$	40 °C
-------------	---------------------	---------------------	----------------

FRS-BA	$\geq 96\text{ h}$	$\geq 48\text{ h}$	$\geq 24\text{ h}$
--------	--------------------	--------------------	--------------------

FRS-PC 11	$\geq 96\text{ h}$	$\geq 48\text{ h}$	$\geq 24\text{ h}$
-----------	--------------------	--------------------	--------------------

FRS-CS	$\geq 48\text{ h}$	$\geq 24\text{ h}$	$\geq 16\text{ h}$
--------	--------------------	--------------------	--------------------

Die Aushärtung des Bausatzes sollte aufgrund oben genannter Aushärtezeiten mindestens 48 h bei Standardbedingungen (21 °C) oder mindestens 96 h bei minimaler Einbautemperatur (10 °C) betragen, je nach den individuellen Wetterbedingungen. Die Qualitätssicherung der Applikation sollte vom verantwortlichen Tragwerksplaner festgelegt werden, um die korrekte Anordnung, Oberflächenvorbereitung, Montage und Aushärtung des Bausatzes in Übereinstimmung mit den MPII des Herstellers und ggf. nationalen Vorschriften sicherzustellen.

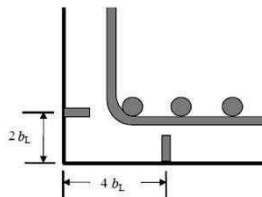
fischer C-Fiber Force Strengthening System

Verwendungszweck

Spezifikationen und Anwendungsbedingungen

Anhang B1

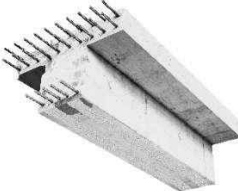
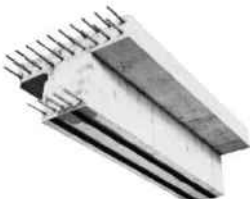
Appendix 10 / 49

Tabelle B2.1 Spezifikationen und Anwendungsbedingungen des Verstärkungsbausatzes					
Betonreprofilierung mit Betonreparaturmörtel FRS-PC 11 (Komp. C) und Haftbrücke FRS-BA (Komp. D)					
Vorbehandlung der Betonoberfläche	Entfernen loser Betonpartikel, Reinigung mit einer Stahlbürste und einem Staubsauger oder mit Druckluft.				
Betoninstandsetzungssystem	Reparaturmörtel FRS-PC 11 appliziert mit Haftbrücke FRS-BA				
Verbrauch der Haftbrücke FRS-BA d_B [kg/m ²]	0,5 – 0,8				
Schichtdicke des Reparaturmörtels FRS-PC 11 d_M [mm]	4 – 30				
Schichtdicke des Reparaturmörtels FRS-PC 11 d_M [mm]	5	10	15	20	30
Verbrauch an Reparaturmörtel FRS-PC 11 in Abh. der Schichtdicke [kg/m ²]	10	20	30	40	60
Verstärkung mittels schubfest auf die Oberfläche geklebten FRS-L-S / FRS-L-H CFK-Klebelamellen (Komp. A) & FRS-CS (Komp. B)					
Vorbehandlung des Betonoberfläche	Sandstrahlen	Kugelstrahlen	Schleifen	Nadelpistole	
	Reinigung mittels Staubsauger oder Druckluft				
Schichtdicke des Klebstoffs FRS-CS d_G [mm]	1 - 5				
Verbrauch an Klebstoff FRS-CS in Abh. der Schichtdicke [kg/m]	1 mm Dicke	2 mm Dicke	3 mm Dicke	4 mm Dicke	5 mm Dicke
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 50$ mm	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 75$ mm	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75
FRS-L-S / FRS-L-H $b_1 = 100$ mm	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Minimaler Randabstand a_r	Betondeckung der innenliegenden Bewehrung				
Der tatsächliche Verbrauch kann in Abhängigkeit der Oberflächenbeschaffenheit des Betonsubstrats variieren.					
Verstärkung mittels in Schlitzte verklebten FRS-L-S NSM CFK-Schlitzlamellen (Komp. A) & FRS-CS (Komp. B)					
Vorbehandlung des Betonsubstrats	Fräsen der Schlitzte				
	Reinigung der Schlitzte mit Druckluft				
Breite und Dicke der CFK-Lamelle [mm]	10 × 1,7		15 × 1,4		20 × 1,2
Empfohlene Schlitztiefe t_s [mm]	13		18		23
Empfohlene Schlitzbreite b_s [mm]	2,7 – 4,7		2,4 – 4,4		2,2 – 4,2
Minimale Schlitzbreite bei Verwendung des FRS-GA $b_{s,min}$ [mm]	4,0				
Verbrauch an Klebstoff FRS-CS [kg/m]	0,060 – 0,075		0,075 – 0,090		0,090 – 0,200
Minimaler Randabstand a_r	$a_r \geq \min \begin{pmatrix} 2 \cdot b_f \\ 30 \text{ mm} \\ d_g \end{pmatrix}$ wobei b_f : Breite der CFK-Lamelle; d_g : Größtkorndurchmesser				
Minimaler Schlitzabstand a_l	Mindestens $a_l \geq b_1$, ohne Traglastabminderung $a_l \geq 2 \cdot b_1$				
Mindestbetondeckung c	Mindestens $c \geq t_s + 5$ mm, abhängig von der Mess- und Gerätegenauigkeit				
Der tatsächliche Verbrauch kann in Abhängigkeit der Schlitztiefe und Breite variieren.					
fischer C-Fiber Force Strengthening System				Anhang B2 Appendix 11 / 49	
Verwendungszweck Spezifikationen und Anwendungsbedingungen					

Graphische Darstellung der Verstärkungsmethode mit schubfest aufgeklebten CFK-Lamellen (Teil I)

Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte der Betonreparatur und Verstärkung von Betonbauteilen mit dem „fischer C-Fiber Force Strengthening System“ mit schubfest aufgeklebten CFK-Lamellen

Die hier dargestellten Montageschritte ersetzen nicht die vollständigen Montageanleitungen und sind nicht in vollständiger Ausführlichkeit ausgeführt. Detaillierte Informationen zur Anwendung und Verarbeitung finden Sie in den entsprechenden Produkt-Montageanleitungen (MPII) des Herstellers.

	Auftragen der Haftbrücke FRS-BA als dünne Schicht auf gereinigte, gebrochene oder beschädigte Stellen des Betons sowie auf entrostete, eingebettete, offenliegende Bewehrungsstäbe als Korrosionsschutz. <i>(Die Notwendigkeit der Betoninstandsetzung ist abhängig vom tatsächlichen Zustand des zu verstärkenden Betonelements)</i>
	Applikation des Reparaturmörtels FRS-PC 11 auf den geschädigten Beton, direkt auf die noch nasse, nicht ausgehärtete Haftbrücke FRS-BA. <i>(Die Notwendigkeit der Betoninstandsetzung ist abhängig vom tatsächlichen Zustand des zu verstärkenden Betonelements)</i>
	Vorbereitung und Aufräumen der zu verstärkenden Betonoberfläche für die Verklebung der CFK-Lamelle durch Sandstrahlen, Kugelstrahlen, Schleifen oder mittels Nadelpistole in den Bereichen, in denen die CFK-Lamellen angebracht werden sollen. Nach dem Aufräumen müssen die groben Betonzuschläge mit Korndurchmesser ≥ 4 mm sichtbar sein.
	Auftragen einer Kratzspachtelung des Hauptklebstoffs FRS-CS auf die vorbereitete Betonoberfläche, sowie einer dachförmigen Klebstoffschicht auf die Oberfläche der FRS-L-S oder FRS-L-H CFK-Lamelle unter Berücksichtigung der empfohlenen Verbrauchsmengen, mit dem Ziel, eine Gesamtklebstoffschichtdicke von 1 bis 5 mm zu erzeugen.
	Aufbringen der FRS-L-S oder FRS-L-H CFK-Lamellen auf die Oberfläche des zu verstärkenden Betonelements. Nach dem Aufbringen und Andrücken der CFK-Lamellen auf die Betonoberfläche muss überschüssiger Klebstoff an den Seiten der CFK-Lamellen austretend sichtbar sein um die vollflächige Verklebung sicherzustellen.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Verwendungszweck

Überblick über die Schritte der Instandsetzung und Verstärkung von Betonbauwerken mit schubfest auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen

Anhang B3

Appendix 12 / 49

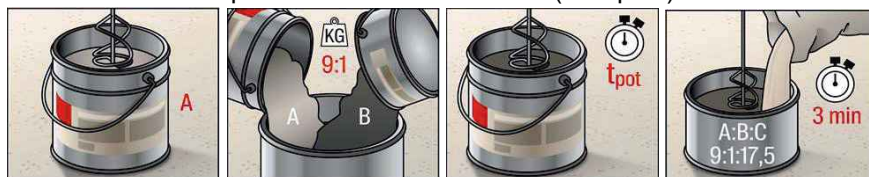
Graphische Darstellung der Verstärkungsmethode mit schubfest aufgeklebten CFK-Lamellen (Teil II)

Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte der Betonreparatur und Verstärkung von Betonbauteilen mit dem „fischer C-Fiber Force Strengthening System“ mit schubfest auf geklebten CFK-Lamellen

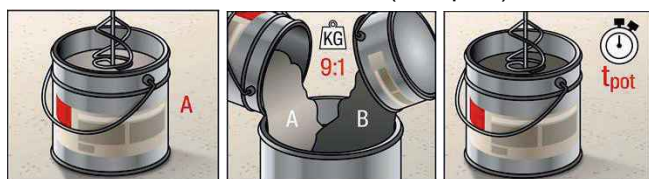
Die hier dargestellten Montageschritte ersetzen nicht die vollständigen Montageanleitungen und sind nicht in vollständiger Ausführlichkeit ausgeführt. Detaillierte Informationen zur Anwendung und Verarbeitung finden Sie in den entsprechenden Produkt-Montageanleitungen (MPII) des Herstellers.

Betoninstandsetzung mit dem epoxidharzbasierten Reparaturmörtel FRS-PC 11 und der Haftbrücke FRS-BA:

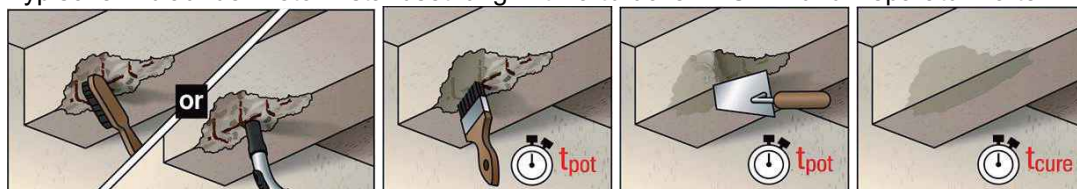
Anmischen des Reparaturmörtels FRS-PC 11 (Komp. C):



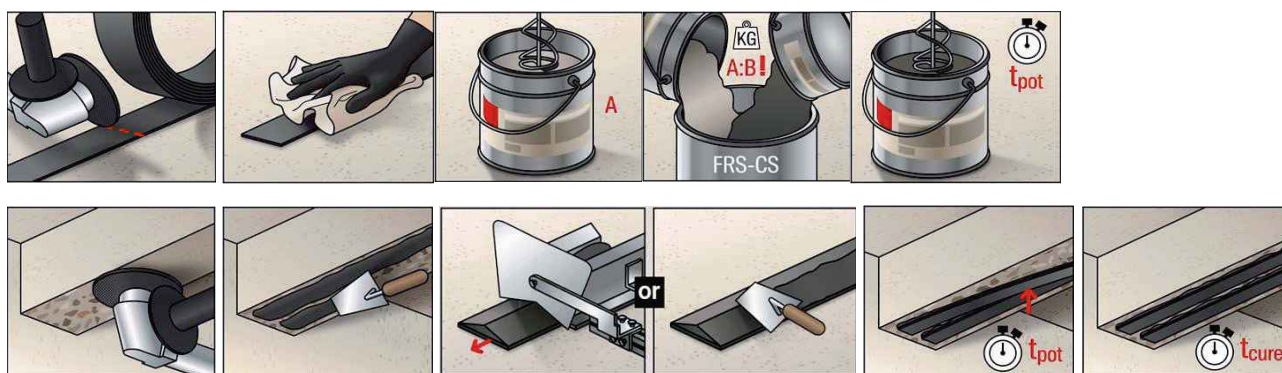
Anmischen Haftbrücke FRS-BA (Komp. D):



Typischer Ablauf der Betoninstandsetzung mit Haftbrücke FRS-BA und Reparaturmörtel FRS-PC 11:



Montage der FRS-L-S und FRS-L-H CFK-Lamellen (Komp. A) mit dem Hauptklebstoff FRS-CS (Komp. B)



Weitere Informationen (z.B. bezüglich Topfzeit, Aushärtezeit, etc.) der Systemkomponenten FRS-BA, FRS-PC 11, FRS-CS können den zugehörigen technischen Datenblättern, Etiketten und der Montageanleitung (MPII) entnommen werden.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Verwendungszweck

Überblick über die Schritte der Instandsetzung und Verstärkung von Betonbauwerken mit schubfest auf die Oberfläche geklebten CFK-Lamellen

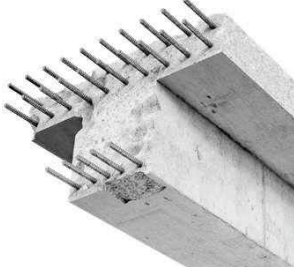
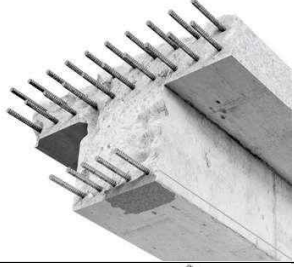
Anhang B4

Appendix 13 / 49

Graphische Darstellung der Verstärkungsmethode mit in Schlitze verklebten CFK-Lamellen (Teil I)

Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte der Betonreparatur und Verstärkung von Betonbauteilen mit dem „fischer C-Fiber Force Strengthening System“ mit in Schlitze verklebten CFK-Lamellen

Die hier dargestellten Montageschritte ersetzen nicht die vollständigen Montageanleitungen und sind nicht in vollständiger Ausführlichkeit ausgeführt. Detaillierte Informationen zur Anwendung und Verarbeitung finden Sie in den entsprechenden Produkt-Montageanleitungen (MPII) des Herstellers.

	Auftragen der Haftbrücke FRS-BA als dünne Schicht auf gereinigte, gebrochene oder beschädigte Stellen des Betons sowie auf entrostete, eingebettete, offenliegende Bewehrungsstäbe als Korrosionsschutz. <i>(Die Notwendigkeit der Betoninstandsetzung ist abhängig vom tatsächlichen Zustand des zu verstärkenden Betonelements)</i>
	Applikation des Reparaturmörtels FRS-PC 11 auf den geschädigten Beton, direkt auf die noch nasse, nicht ausgehärtete Haftbrücke FRS-BA. <i>(Die Notwendigkeit der Betoninstandsetzung ist abhängig vom tatsächlichen Zustand des zu verstärkenden Betonelements)</i>
	Oberflächenpräparation durch fräsen der Schlitze definierter Breite und Tiefe in die Betondeckung. Die anschließende Reinigung der Schlitze kann nach entfernen loser Betonteile im Bereich des Schlitzes mittels Ausblasen mit Druckluft oder Sauger erfolgen.
	Die Schlitze werden vom Boden der Schlitze her vollständig und frei von Lufteinschlüssen auf ganzer Länge mit dem Hauptklebstoff FRS-CS gefüllt bis der Klebstoff aus dem Schlitz austritt.
	Die FRS-L-S NSM CFK-Lamelle wird mittig in den Schlitz eingeführt bis diese vollständig bündig im Schlitz eingebettet ist. Nach dem Einbringen der CFK-Lamellen in den Schlitz muss beidseitig überschüssiger Klebstoff an den Seiten der CFK-Lamellen austretend sichtbar sein um die vollflächige Verklebung sicherzustellen. Die Oberfläche wird abgezogen um überschüssigen Klebstoff zu entfernen und eine ebene Bauteiloberfläche zu gewährleisten.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Verwendungszweck

Überblick über die Schritte der Instandsetzung und Verstärkung von Betonbauwerken mit in Schlitze geklebten CFK-Lamellen

Anhang B5

Appendix 14 / 49

Tabelle C1.1 Produktmerkmale des Hauptklebstoffs FRS-CS	
Erscheinungsbild - Komponente A - Komponente B - Mischung von A und B (4:1)	Hochviskose, beige Paste mit sichtbaren Aggregaten Hochviskose, schwarze Paste mit sichtbaren Aggregaten Graue, hochviskose Paste mit sichtbaren Aggregaten
Dichte - Komponente A - Komponente B - Mischung von A und B (4:1)	1,92 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 1,63 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 1,86 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³
Mischungsverhältnis nach Gewicht	4 : 1
Elastizitätsmodul unter Druckbeanspruchung**	≥ 7500 N/mm ²
Zugfestigkeit:***	≥ 35 N/mm ²
Verarbeitungszeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (10 kg)* - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (10 kg)* - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (10 kg)*	120 Min. 80 Min. 25 Min.
Mindestaushärtezeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10 °C) - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C)	4 Tage 2 Tage 1 Tag
*Gemäß EN ISO 9514:2019. **Gemäß EN 13412:2006. ***Gemäß EN ISO 527-1:2019, nach 7 Tagen unter Standardbedingungen.	

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C1 Appendix 16 / 49
Leistung Technische Parameter und Details des Hauptklebstoffs FRS-CS	

Tabelle C2.1 Glasübergangstemperatur des Hauptklebstoffs FRS-CS		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Glasübergangstemperatur [°C]
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F.	T_{Ggi}	54 – 59 *; 55 – 59 *
Die Glasübergangstemperatur wurde beim ersten Heizzyklus gemessen. *Aufgrund der Nacherhärtung des Epoxidharzes, die der Messung der Glasübergangstemperatur überlagert ist, kann nur ein Temperaturbereich für die Glasübergangstemperaturen angegeben werden.		

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C2 Appendix 17 / 49
Leistung Glasübergangstemperatur des Hauptklebstoffs FRS-CS, nach Aushärtung bei Standardklima	

Tabelle C3.1 Produktmerkmale des Reparaturmörtels FRS-PC 11	
Erscheinungsbild - Komponente A - Komponente B - Komponente C - Mischung von A, B und C (3,6 : 0,4 : 7)	Hochviskose, weiße Paste Niederviskose, fließfähige, schwarze Flüssigkeit Rieselfähiger, grobkörniger Zuschlagsstoff von beiger Farbe Hellgrauer, thixotroper Mörtel
Dicke - Komponente A - Komponente B - Komponente C - Mischung von A, B und C (3,6 : 0,4 : 7)	2,12 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 0,99 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 2,20 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 2,12 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³
Mischungsverhältnis nach Gewicht	3,6 : 0,4 : 7
Elastizitätsmodul unter Druckbeanspruchung **	≥ 20.000 N/mm ²
Minimale Verarbeitbarkeitszeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (11 kg)* - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (11 kg)* - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (11 kg)*	180 Min. 80 Min. 25 Min.
Mindestaushärtezeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10 °C) - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C)	4 Tage 2 Tage 1 Tag
*Gemäß EN ISO 9514:2019. **Gemäß EN 13412:2006.	

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C3 Appendix 18 / 49
Leistung Technische Parameter und Details des Reparaturmörtels FRS-PC 11	

Tabelle C4.1 Glasübergangstemperatur des Reparaturmörtels FRS-PC 11		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Glasübergangstemperatur [°C]
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F.	T_{Ggi}	59 – 63 * 59 – 63 *
Die Glasübergangstemperatur wurde beim ersten Heizzyklus gemessen. *Aufgrund der Nacherhärtung des Epoxidharzes, die der Messung der Glasübergangstemperatur überlagert ist, kann nur ein Temperaturbereich für die Glasübergangstemperaturen angegeben werden.		

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung
Glasübergangstemperatur des Reparaturmörtels FRS-PC 11, nach Aushärtung bei Standardklima

Tabelle C5.1 Biegezugfestigkeit des Hauptklebstoffs FRS-CS		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Biegezugfestigkeit [N/mm²]
- 1 Tag Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gflj} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	26,0; 25,7; 25,6; 25,8 25,1
- 7 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gflj} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	34,2; 34,0; 32,4; 33,5 30,2
- 14 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gflj} f_{Gflmj} f_{Gflkj}	34,6; 31,7; 33,2; 33,2 28,3
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gfli} f_{Gtflm} f_{Gflk}	34,0; 31,3; 29,5; 31,6 24,0

--

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C5 Appendix 20 / 49
Leistung Biegezugfestigkeit des Hauptklebstoffs FRS-CS nach Aushärtung bei minimaler Montagetemperatur oder bei Standardklima	

Tabelle C6.1 Druckfestigkeit des Hauptklebstoffs FRS-CS		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Druckfestigkeit [N/mm²]
- 1 Tag Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	51,2; 50,1; 51,4; 48,7; 52,9; 47,5; 50,3 46,0
- 7 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	87,8; 85,9; 87,5; 84,3; 86,6; 82,6; 85,8 81,4
- 14 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gcij} f_{Gcmj} f_{Gckj}	91,6; 91,3; 91,7; 90,1; 90,2; 89,1; 90,7 88,4
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Gci} f_{Gcm} f_{Gck}	89,9; 87,6; 89,8; 89,4; 88,8; 90,7; 89,4 87,0

Tabelle C7.1 Biegezugfestigkeit des Reparaturmörtels FRS-PC 11		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Biegezugfestigkeit [N/mm²]
- 1 Tag Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mflj} f_{Mflmj} f_{Mflkj}	26,3; 25,7; 25,6; 25,9 24,6
- 7 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mflj} f_{Mflmj} f_{Mflkj}	37,5; 36,9; 38,7; 37,7 34,6
- 14 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mflj} f_{Mflmj} f_{Mflkj}	40,5; 43,0; 42,4; 42,0 37,6
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mfli} f_{Mtflm} f_{Mflk}	42,4; 42,3; 41,6; 42,1 41,4

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung
Biegezugfestigkeit des Reparaturmörtels FRS-PC 11 nach Aushärtung bei minimaler Montagetemperatur oder bei Standardklima

Anhang C7

Appendix 22 / 49

Tabelle C8.1 Druckfestigkeit des Reparaturmörtels FRS-PC 11		
Aushärtebedingungen und Aushärtezeiten		Druckfestigkeit [N/mm²]
- 1 Tag Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	91,4; 88,1; 87,8; 87,1; 86,9; 87,3; 88,1 84,4
- 7 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	137,6; 137,1; 133,5; 135,6; 139,2; 134,3; 136,2 131,5
- 14 Tage Aushärtezeit bei 10 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	146,1; 146,6; 144,3; 143,4; 144,6; 143,8; 144,8 142,0
- 7 Tage Aushärtezeit bei 21 °C ± 2 °C, 50% r. F. Mittelwert Charakteristischer Wert (5 % Fraktilwert)	f_{Mci} f_{Mcm} f_{Mck}	147,0; 150,2; 147,4; 148,4; 146,3; 152,6; 148,7 143,5

Tabelle C9.1 Produktmerkmale der "FRS-L-H" CFK-Lamelle			
Anwendung	Schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamelle (Klebelamelle)		
Min. Coil-Innendurchmesser	≥ 800 mm		
Fasergehalt	≥ 67 % nach Volumen*		
Glasübergangstemperatur	≥ 100 °C**		
Geometrie	Breite b_l [mm]	Dicke t_l [mm]	Querschnittsfläche [mm ²]
FRS-L-H 50 × 1,2 mm	50	1,2	60
FRS-L-H 50 × 1,4 mm	50	1,4	70
FRS-L-H 75 × 1,2 mm	75	1,2	90
FRS-L-H 75 × 1,4 mm	75	1,4	105
FRS-L-H 100 × 1,2 mm	100	1,2	120
FRS-L-H 100 × 1,4 mm	100	1,4	140
Tabelle C9.2 Produktmerkmale der "FRS-L-S" CFK-Lamelle			
Anwendung	Schubfest auf die Oberfläche geklebte CFK-Lamelle (Klebelamelle)		
Min. Coil-Innendurchmesser	≥ 800 mm		
Fasergehalt	≥ 67 % nach Volumen*		
Glasübergangstemperatur	≥ 100 °C**		
Geometrie	Breite b_l [mm]	Dicke t_l [mm]	Querschnittsfläche [mm ²]
FRS-L-S 50 × 1,2 mm	50	1,2	60
FRS-L-S 50 × 1,4 mm	50	1,4	70
FRS-L-S 75 × 1,2 mm	75	1,2	90
FRS-L-S 75 × 1,4 mm	75	1,4	105
FRS-L-S 100 × 1,2 mm	100	1,2	120
FRS-L-S 100 × 1,4 mm	100	1,4	140
Tabelle C9.3 Produktmerkmale der "FRS-L-S NSM" CFK-Lamelle			
Anwendung	In Schlitze verklebte CFK-Lamelle (Schlitzlamelle)		
Min. Coil-Innendurchmesser	≥ 800 mm		
Fasergehalt	≥ 67 % nach Volumen*		
Glasübergangstemperatur	≥ 100 °C**		
Geometrie	Breite b_l [mm]	Dicke t_l [mm]	Querschnittsfläche [mm ²]
FRS-L-S NSM 10 × 1,7 mm	10	1,7	17
FRS-L-S NSM 15 × 1,4 mm	15	1,4	21
FRS-L-S NSM 20 × 1,2 mm	20	1,2	24
Die CFK-Lamellentypen FRS-L-H und FRS-L-S / FRS-L-S NSM unterscheiden sich nur in der Art der verwendeten Fasern, sind aber in ihrem Matrixmaterial und Faservolumengehalt sowie im Herstellungsverfahren identisch. *Gemäß EN 2564:2018. **Gemäß EN 12614:2004.			

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung
Typen und Geometrien der CFK-Lamellen

Anhang C9

Appendix 24 / 49

Tabelle C10.1 Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der "FRS-L-H" CFK-Lamelle		
Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Li}	206; 206; 191; 199; 205; 194; 202; 195; 191; 191; 206; 201; 200; 199; 199; 209; 206; 208; 203; 205
Mittelwert [kN/mm ²]	E_{Lm}	201
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Li}	3499; 3513; 3084; 3226; 3385; 3524; 3230; 3289; 3317; 3196; 3607; 3031; 3679; 3302; 3554; 3609; 3601; 3774; 3369; 3429
Mittelwert [N/mm ²]	f_{Lm}	3411
Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit (5 % Fraktilwert) [N/mm ²]	f_{Lk}	3056
Bruchdehnung [%]	ε_{Lui}	1,80; 1,65; 1,67; 1,63; 1,64; 1,76; 1,60; 1,64; 1,86; 1,63; 1,71; 1,42; 1,76; 1,59; 1,71; 1,68; 1,70; 1,73; 1,59; 1,77
Mittelwert [%]	ε_{Lum}	1,68
Die Zugeigenschaften im Anhang C10 wurden aus fünf separaten Zugmessungen an allen charakteristischen Querschnitten des Lamellentyps „FRS-L-H“ ermittelt.		

Tabelle C11.1 Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der "FRS-L-S" und "FRS-L-S NSM" CFK-Lamelle

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Li}	173; 169; 178; 170; 177; 177; 175; 167; 170; 178; 176; 178; 181; 177; 177; 175; 173; 178; 174; 170; 167; 169; 170; 170; 173; 176; 167; 163; 175; 166; 173; 173; 176; 173; 172; 171; 170; 174; 171; 169; 181; 178; 176; 177; 175; 177; 178; 174; 170; 174; 176; 178; 173; 181; 173; 173; 172; 170; 172; 174; 171; 170; 167; 176; 169; 171; 172; 170; 172; 171
Mittelwert [kN/mm²]	E_{Lm}	173
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Li}	2959; 3057; 2929; 3047; 2989; 3213; 3203; 3193; 3318; 3282; 3060; 3160; 3183; 2911; 3164; 3287; 3094; 2954; 3132; 2966; 2866; 2878; 2913; 2803; 3086; 3040; 2994; 2894; 3136; 2871; 3135; 3278; 3239; 3230; 3155; 3137; 3218; 3171; 3192; 3247; 2241; 2848; 3297; 3111; 2533; 3104; 3238; 3115; 3268; 3230; 2825; 2874; 2839; 2887; 2987; 2935; 3155; 2969; 2994; 3039; 2809; 2807; 2824; 2847; 2779; 3316; 3245; 3220; 3419; 3438;
Mittelwert [N/mm²]	f_{Lm}	3054
Charakteristischer Wert der Zugfestigkeit (5 % Fraktilwert) [N/mm²]	f_{Lk}	2701
Bruchdehnung [%]	ε_{Lui}	1,69; 1,80; 1,66; 1,76; 1,67; 1,76; 1,70; 1,86; 1,89; 1,84; 1,72; 1,77; 1,89; 1,68; 1,73; 1,82; 1,88; 1,69; 1,75; 1,73; 1,64; 1,77; 1,94; 1,67; 1,78; 1,63; 1,70; 1,73; 1,69; 1,70; 1,75; 1,96; 1,90; 1,78; 1,72; 1,76; 1,82; 1,81; 1,69; 1,86; 1,52; 1,53; 1,81; 1,68; 1,69; 1,67; 1,75; 1,76; 1,79; 1,77; 1,65; 1,57; 1,61; 1,63; 1,85; 1,67; 1,78; 1,69; 1,68; 1,78; 1,77; 1,65; 1,68; 1,55; 1,68; 1,82; 1,88; 1,69; 1,75; 1,73; 1,77; 1,65; 1,68; 1,55; 1,68; 1,87; 1,79; 1,84; 1,92; 1,99;
Mittelwert [%]	ε_{Lum}	1,74

Die Zugeigenschaften im **Anhang C11** wurden aus mindestens fünf separaten Zugmessungen an allen charakteristischen Querschnitten des Lamellentyps "FRS-L-S" und "FRS-L-S NSM" ermittelt.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung
Elastizitätsmodul, Zugfestigkeit und Bruchdehnung der „FRS-L-S“ und „FRS-L-S NSM“ CFK-Lamellen

Anhang C11

Tabelle C12.1 Beständigkeit der "FRS-L-H" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm²]	E_{Lai}	192; 196; 198; 196; 200
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm²]	E_{Lam}	196
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,98
Zugfestigkeit [N/mm²]	f_{Lai}	3135; 3016; 3021; 3243; 3200
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm²]	f_{Lam}	3123
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,92
Bruchdehnung [%]	ε_{Luai}	1,90; 1,48; 1,69; 1,72; 1,72
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ε_{Luam}	1,70
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung ($R_{L\epsilon ua} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	$R_{L\epsilon ua}$	1,01

Die Zugeigenschaften im **Anhang C12** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-H" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) ermittelt.

Beständigkeit der "FRS-L-H" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 13,7) bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Lai}	194; 196; 184; 192; 194;
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm ²]	E_{Lam}	192
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa} = E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,96
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lai}	3054; 3407; 3153; 2932; 3356;
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lam}	3180
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa} = f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,93
Bruchdehnung [%]	ε_{Luai}	1,66; 1,68; 1,65; 1,53; 1,68;
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ε_{Luam}	1,64
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung ($R_{Leua} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	R_{Leua}	0,98

Die Zugeigenschaften im **Anhang C13** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-H" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 13,7) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) ermittelt.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

Beständigkeit der "FRS-L-H" CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung (pH > 13,7) bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck (40 °C)

Anhang C13

Appendix 28 / 49

Tabelle C14.1 Beständigkeit der "FRS-L-S" und "FRS-L-S NSM" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Lai}	171; 168; 173; 172; 170;
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm ²]	E_{Lam}	171
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,99
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lai} ,	3167; 3175; 3122; 3086; 3039;
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lam}	3118
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	1,02
Bruchdehnung [%]	ϵ_{Luai} ,	1,81; 1,83; 1,79; 1,73; 1,77;
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ϵ_{Luam}	1,79
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung (R_{LEua} = $\epsilon_{Luam} / \epsilon_{Lum}$)	R_{LEua}	1,02

Die Zugeigenschaften im **Anhang C14** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-S" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) ermittelt.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung
Beständigkeit der “FRS-L-S” und „FRS-L-S NSM“ CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) bei max. Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Anhang C14

Tabelle C15.1 Beständigkeit der "FRS-L-S" und "FRS-L-S NSM" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 13,7) bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Lai}	170; 171; 166; 169; 172;
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm²]	E_{Lam}	170
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,98
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lai}	2632; 2868; 2647; 2819; 2835;
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm²]	f_{Lam}	2760
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,90
Bruchdehnung [%]	ε_{Luai}	1,64; 1,76; 1,67; 1,73; 1,64;
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ε_{Luam}	1,69
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung ($R_{L\epsilon ua} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	$R_{L\epsilon ua}$	0,97

Die Zugeigenschaften im **Anhang C15** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-S" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 13,7) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) ermittelt.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Anhang C15

Appendix 30 / 49

Leistung

Beständigkeit der “FRS-L-S” und „FRS-L-S NSM“ CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung (pH > 13,7) bei max. Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Tabelle C16.1 Beständigkeit der "FRS-L-H" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) unter Langzeitbelastung bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Lai}	199; 192; 185; 190; 187
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm ²]	E_{Lam}	191
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,95
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lai}	3357; 3230; 3177; 3216; 3240
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lam}	3244
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,95
Bruchdehnung [%]	ε_{Luai}	1,79; 1,68; 1,57; 1,75; 2,00
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ε_{Luam}	1,76
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung ($R_{L\epsilon ua} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	$R_{L\epsilon ua}$	1,05

Die Zugeigenschaften im **Anhang C16** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-H" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) und Langzeitbelastung von 50% f_{LM} ermittelt.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Anhang C16

Appendix 31 / 49

Leistung

Beständigkeit der “FRS-L-H“ CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) unter Langzeitbelastung bei maximaler Anwendungstemperatur

Tabelle C17.1 Beständigkeit der "FRS-L-S" und "FRS-L-S NSM" CFK-Lamelle in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) unter Langzeitbelastung bei maximaler Anwendungstemperatur für den vorgesehenen Verwendungszweck

Technisches Merkmal		Leistung
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	E_{Lai}	—†; 157; 163; 160; 160
Mittelwert des Elastizitätsmoduls [kN/mm ²]	E_{Lam}	160
Verhältnis Elastizitätsmodul nach / vor der Auslagerung ($R_{LEa}=E_{Lam} / E_{Lm}$)	R_{LEa}	0,92
Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lai}	—†; 2699; 2695; 2790; 2703
Mittelwert der Zugfestigkeit [N/mm ²]	f_{Lam}	2722
Verhältnis Zugfestigkeit nach / vor der Auslagerung ($R_{Lfa}=f_{Lam} / f_{Lm}$)	R_{Lfa}	0,89
Bruchdehnung [%]	ε_{Luai}	—†; 1,73; 1,69; 1,85; 1,40
Mittelwert der Bruchdehnung [%]	ε_{Luam}	1,67
Verhältnis Bruchdehnung nach / vor der Auslagerung ($R_{L\text{Eua}} = \varepsilon_{Luam} / \varepsilon_{Lum}$)	$R_{L\text{Eua}}$	0,95

Die Zugeigenschaften im **Anhang C17** wurden aus fünf Messungen an 1,2 mm dicken "FRS-L-S" CFK-Lamellen nach 1800 Stunden Einwirkung in einer alkalischen Lösung (pH > 11,0) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) und Langzeitbelastung von 50 % f_{LM} ermittelt.

† Messung ungültig.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Anhang C17

Appendix 32 / 49

Leistung

Beständigkeit der FRS-L-S & FRS-L-S NSM CFK-Lamellen in alkalischer Umgebung (pH > 11,0) unter Langzeitbelastung bei maximaler Anwendungstemperatur

Tabelle C18.1 Produktmerkmale der Haftbrücke FRS-BA	
Erscheinungsbild - Komponente A - Komponente B - Mischung von A und B (9 : 1)	Hochviskose, weiße Paste Niederviskose, schwarze Flüssigkeit Mittelviskose, hellgraue Paste
Dichte - Komponente A - Komponente B - Mischung von A und B (9 : 1)	2,12 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 0,99 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³ 2,01 g/cm ³ ± 0,05 g/cm ³
Mischungsverhältnis nach Gewicht	9 : 1
Elastizitätsmodul unter Zugbeanspruchung**	≥ 7000 N/mm ²
Mittelwert der Zugfestigkeit**	≥ 35 N/mm ²
Glasübergangstemperatur***	≥ 50 °C
Minimale Verarbeitbarkeitszeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10°C) und maximaler Verarbeitungsmenge (5 kg)* - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (5 kg)* - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C) und maximaler Verarbeitungsmenge (5 kg)*	180 Min. 50 Min. 20 Min.
Mindestaushärtezeit - bei minimaler Verarbeitungstemperatur (10 °C) - bei Standardverarbeitungstemperatur (21 °C) - bei maximaler Verarbeitungstemperatur (40 °C)	4 Tage 2 Tage 1 Tag
*Gemäß EN ISO 9514:2019. **Gemäß EN ISO 527-1:2019, nach 7 Tage Aushärtezeit bei Standardklima (21 °C, 50 % r.F.). ***Gemäß EN 12614:2004, nach 7 Tage Aushärtezeit bei Standardklima (21 °C, 50 % r.F.).	

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C18 Appendix 33 / 49
Leistung Technische Parameter und Details der Haftbrücke FRS-BA	

Tabelle C19.1 Abreißfestigkeit des bei Standardklima ausgehärteten Verstärkungsbausatzes				
Verstärkungsbausatz und Schichtaufbau			Abreißfestigkeit [N/mm ²]	Versagensart
Haftbrücke FRS-BA, Reparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H	Einzelwerte	$f_{cti,surf}$	2,59	100% Kohäsion*
			3,00	100% Kohäsion*
			2,39	100% Kohäsion*
			2,79	100% Kohäsion*
			3,10	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf}$	2,77	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf}$	2,09	-
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H	Einzelwerte	$f_{cti,surf}$	2,00	100% Kohäsion*
			2,97	100% Kohäsion*
			3,30	100% Kohäsion*
			3,66	100% Kohäsion*
			3,29	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf}$	3,04	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf}$	1,56	-
Haftbrücke FRS-BA, Reparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-S	Einzelwerte	$f_{cti,surf}$	3,07	100% Kohäsion*
			3,37	100% Kohäsion*
			2,51	100% Kohäsion*
			3,48	100% Kohäsion*
			3,15	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf}$	3,12	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf}$	2,24	-
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-S	Einzelwerte	$f_{cti,surf}$	3,24	100% Kohäsion*
			3,54	100% Kohäsion*
			3,19	100% Kohäsion*
			3,50	100% Kohäsion*
			3,20	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf}$	3,33	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf}$	2,92	-
Schichtdicken: Haftbrücke FRS-BA: 500-800 g/m² Reparaturmörtel FRS-PC 11 $d_{M,max.}$: 30 mm Hauptklebstoff FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm CFK-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H t_L: 1,4 mm Aushärtezeit: 7 Tage f_{cm}: 50,5 N/mm²; f_{ck}: 49,0 N/mm^{2#} Aushärtetemperatur: 21 °C ± 2 °C				
*100 % Kohäsionsbruch im Betonuntergrund. Referenz-Betonfestigkeitsklasse C50/60. #Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper.				

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C19 Appendix 34 / 49
Leistung Abreißfestigkeit des C-Fiber Force Strengthening Verstärkungssystems im Beton, Aushärtung bei Standardklima	

Tabelle C20.1 Abreißfestigkeit des Verstärkungsbausatzes nach niederzyklischer Ermüdungsbeanspruchung				
Verstärkungsbausatz und Schichtaufbau			Abreißfestigkeit [N/mm²]	Versagensart
Haftbrücke FRS-BA, Reparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H	Einzelwerte	$f_{cti,surf,fat}$	4,73	100% Kohäsion*
			3,60	100% Kohäsion*
			3,98	100% Kohäsion*
			4,39	100% Kohäsion*
			5,53	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,fat}$	4,45**	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf,fat}$	2,72	-
$(R_{fat,m} = f_{ctm,surf,fat} / f_{ctm,surf})$		Verhältnis	$R_{fat,m}$	1,45
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H	Einzelwerte	$f_{cti,surf,fat}$	5,14	100% Kohäsion*
			4,33	100% Kohäsion*
			5,31	100% Kohäsion*
			4,31	100% Kohäsion*
			4,10	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,fat}$	4,64**	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf,fat}$	3,37	-
$(R_{fat,m} = f_{ctm,surf,fat} / f_{ctm,surf})$		Verhältnis	$R_{fat,m}$	1,51
Schichtdicken: Haftbrücke FRS-BA: 500-800 g/m² Reparaturmörtel FRS-PC 11 $d_{M,max.}$: 30 mm Hauptklebstoff FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm CFK-Lamelle FRS-L-H t_L: 1,4 mm Aushärtezeit: 7 Tage f_{cm}: 50,5 N/mm² ; f_{ck}: 49,0 N/mm²# Aushärtetemperatur: 21 °C ± 2 °C Beanspruchung: 100.000 Lastwechsel mit einer oberen Last von 3,32 kN (entspricht 55 % der Referenzhaftzugfestigkeit 3,07 N/mm²) und einer unteren Last von 0,60 kN (entspricht 10 % der Referenzhaftzugfestigkeit 3,07 N/mm²).				
*100 % Kohäsionsbruch im Betonuntergrund. Referenzbeton nach EN 1542:1999, Betonfestigkeitsklasse C50/60. **Haftzugfestigkeit des nicht beanspruchten Referenzbauteils: $f_{ctm,surf} = 3,07$ N/mm². #Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper.				

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C20 Appendix 35 / 49
Leistung Abreißfestigkeit des C-Fiber Force Strengthening Verstärkungssystems im Beton nach niederzyklischer Ermüdungsbeanspruchung	

Tabelle C21.1 Abreißfestigkeit des Bausatzes nach Dauerbelastung unter rauen klimatischen Bedingungen

Verstärkungsbausatz und Schichtaufbau			Abreißfestigkeit [N/mm²]	Versagensart
Haftbrücke FRS-BA, Betonreparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	4,64	100% Kohäsion*
			4,97	100% Kohäsion*
			5,64	100% Kohäsion*
			4,56	100% Kohäsion*
			4,77	100% Kohäsion*
			5,30	100% Kohäsion*
			5,10	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	5,00	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	4,16	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,63**	-
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	4,99	100% Kohäsion*
			5,30	100% Kohäsion*
			5,01	100% Kohäsion*
			5,06	100% Kohäsion*
			4,37	100% Kohäsion*
			4,75	100% Kohäsion*
			5,49	100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	5,00	-
	Charakteristischer Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	4,12	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,63**	-

Schichtdicken:

Haftbrücke FRS-BA: 500-800 g/m²
 Betonreparaturmörtel FRS-PC 11 $d_{M,max.}$: 30 mm
 Hauptklebstoff FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm
 CFK-Lamelle FRS-L-H t_L : 1,4 mm

Aushärtezeit: 7 Tage

f_{cm} : 50,5 N/mm²; f_{ck} : 49,0 N/mm²#

Aushärtetemperatur: 21 °C ± 2 °C

Exposition: 183 Tage unter Dauerbelastung, die Dauerlast entsprach 20 % von $f_{ctm,surf}$ (Referenzhaftzugfestigkeit) bei maximaler Anwendungstemperatur (40 °C) und ≥ 95 % relativer Luftfeuchtigkeit.

*100 % Kohäsionsbruch im Betonuntergrund. Referenzbeton nach EN 1542:1999, Betonfestigkeitsklasse C50/60.

**Haftzugfestigkeit des nicht beanspruchten Referenzbauteils: $f_{ctm,surf} = 3,07$ N/mm².

#Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

Abreißfestigkeit des Bausatzes nach Dauerbelastung unter rauen klimatischen Bedingungen

Anhang C21

Appendix 36 / 49

Tabelle C22.1 Abreißfestigkeit des bei minimaler Montagetemperatur ausgehärteten Verstärkungsbausatzes

Verstärkungsbausatz und Schichtaufbau		Abreißfestigkeit [N/mm ²]		Versagensart
Haftbrücke FRS-BA, Reparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,12 2,30 3,41 2,75 3,74	100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,06	-
	Charakteristisch er Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	1,75	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,01	-
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-H ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,55 3,04 3,55 3,95 3,66	100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,55	-
	Charakt. Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	2,78	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,07	-
Haftbrücke FRS-BA, Reparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-S ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,38 3,67 3,17 3,49 3,59	100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,46	-
	Charakt. Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	3,0	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,25	-
Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamelle FRS-L-S ($R_{T_{min,m}} = f_{ctm,surf,T_{min}} / f_{ctm,surf}$)	Einzelwerte	$f_{cti,surf,T_{min}}$	3,70 3,58 3,78 3,78 3,68	100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
	Mittelwert	$f_{ctm,surf,T_{min}}$	3,71	-
	Charakt. Wert	$f_{ctk,surf,T_{min}}$	3,51	-
	Verhältnis	$R_{T_{min,m}}$	1,19	-

Schichtdicken:

Haftbrücke FRS-BA: 500 – 800 g/m²

Reparaturmörtel FRS-PC 11 $d_{M,max.}$: 30 mm

Hauptklebstoff FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm

CFK-Lamelle FRS-L-S und FRS-L-H t_L : 1,4 mm

Aushärtezeit: 7 Tage f_{cm} : 50,5 N/mm²; f_{ck} : 49,0 N/mm^{2#}

Aushärtetemperatur: 10 °C ± 2 °C

*100 % Kohäsionsbruch im Betonuntergrund. Referenzbeton nach EN 1542:1999, Betonfestigkeitsklasse C50/60.

#Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

Abreißfestigkeit des bei minimaler Montagetemperatur ausgehärteten Verstärkungsbausatzes

Anhang C22

Appendix 37 / 49

Tabelle C23.1 Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten CFK-Lamellen (ohne Reparaturmörtel)						
Lamellen- typ	Betondruck- festigkeit [N/mm²]	Betonoberflächen- zugfestigkeit [N/mm²]	Tragfähigkeit der Verankerung [kN]			Versagensart
FRS-L-H	C12/15+ f_{cm} : 18,6 f_{ck} : 14,1 [#]	$f_{ctim,surf}$: 1,47 $f_{ctik,surf}$: 0,64	Einzelwerte	F_{bLi}	84,17 87,82	100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
		$f_{ctim,surf}$: 1,59 $f_{ctik,surf}$: 1,30			80,23 104,62	100% Kohäsion* 100% Kohäsion*
		-	Mittelwert	F_{bLm}	89,21	-
		-	Charakt. Wert	F_{bLk}	61,00	-
		FRS-L-H	C30/37+ f_{cm} : 33,2 f_{ck} : 29,7 [#]	$f_{ctim,surf}$: 2,25 $f_{ctik,surf}$: 0,85	Einzelwerte	F_{bLi}
$f_{ctim,surf}$: 1,81 $f_{ctik,surf}$: -**	93,95 104,57			100% Kohäsion* 100% Kohäsion*		
-	Mittelwert			F_{bLm}	110,58	-
-	Charakt. Wert			F_{bLk}	72,71	-
FRS-L-H	C50/60+ f_{cm} : 47.6 f_{ck} : 42,3 [#]			$f_{ctim,surf}$: 4,04 $f_{ctik,surf}$: 3,45	Einzelwerte	F_{bLi}
		$f_{ctim,surf}$: 2,10 $f_{ctik,surf}$: 1,47	119,59 118,37	100% Kohäsion* 100% Kohäsion*		
		-	Mittelwert	F_{bLm}	125,83	-
		-	Charakt. Wert	F_{bLk}	93,56	-
		FRS-L-S	C12/15+ f_{cm} : 18,6 f_{ck} : 14,1 [#]	$f_{ctim,surf}$: 2,26 $f_{ctik,surf}$: 1,12	Einzelwerte	F_{bLi}
$f_{ctim,surf}$: 1,10 $f_{ctik,surf}$: -**	85,95 92,35			100% Kohäsion* 100% Kohäsion*		
-	Mittelwert			F_{bLm}	88,45	-
-	Charakt. Wert			F_{bLk}	76,17	-
FRS-L-S	C30/37+ f_{cm} : 33,2 f_{ck} : 29,7 [#]			$f_{ctim,surf}$: 2,45 $f_{ctik,surf}$: 0,85	Einzelwerte	F_{bLi}
		$f_{ctim,surf}$: 2,10 $f_{ctik,surf}$: 1,10	102,60 111,04	100% Kohäsion* 100% Kohäsion*		
		-	Mittelwert	F_{bLm}	114,53	-
		-	Charakt. Wert	F_{bLk}	77,39	-
		FRS-L-S	C50/60+ f_{cm} : 47.6 f_{ck} : 42,3 [#]	$f_{ctim,surf}$: 3,80 $f_{ctik,surf}$: 2,69	Einzelwerte	F_{bLi}
$f_{ctim,surf}$: 2,57 $f_{ctik,surf}$: 1,31	105,01 106,34			100% Kohäsion* 100% Kohäsion*		
-	Mittelwert			F_{bLm}	110,79	-
-	Charakt. Wert			F_{bLk}	93,58	-
Verbundlänge l_v der CFK Lamelle:				1000 mm	*100 % Kohäsionsbruch im Betonuntergrund.	
Schichtdicke des Hauptklebstoffs FRS-CS $d_{G,min.}$:			1 mm			
Dicke der CFK-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H t_L :			1,4 mm			
Breite der CFK-Lamelle b_L :			100 mm			
#Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper.						
*Angestrebte Betonfestigkeitsklasse, f_{cm} und f_{ck} geben die ermittelten Festigkeitswerte wieder.						

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C23 Appendix 38 / 49
Leistung Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten "FRS-L-S" und "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel)	

Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten CFK-Lamellen (ohne Reparaturmörtel)

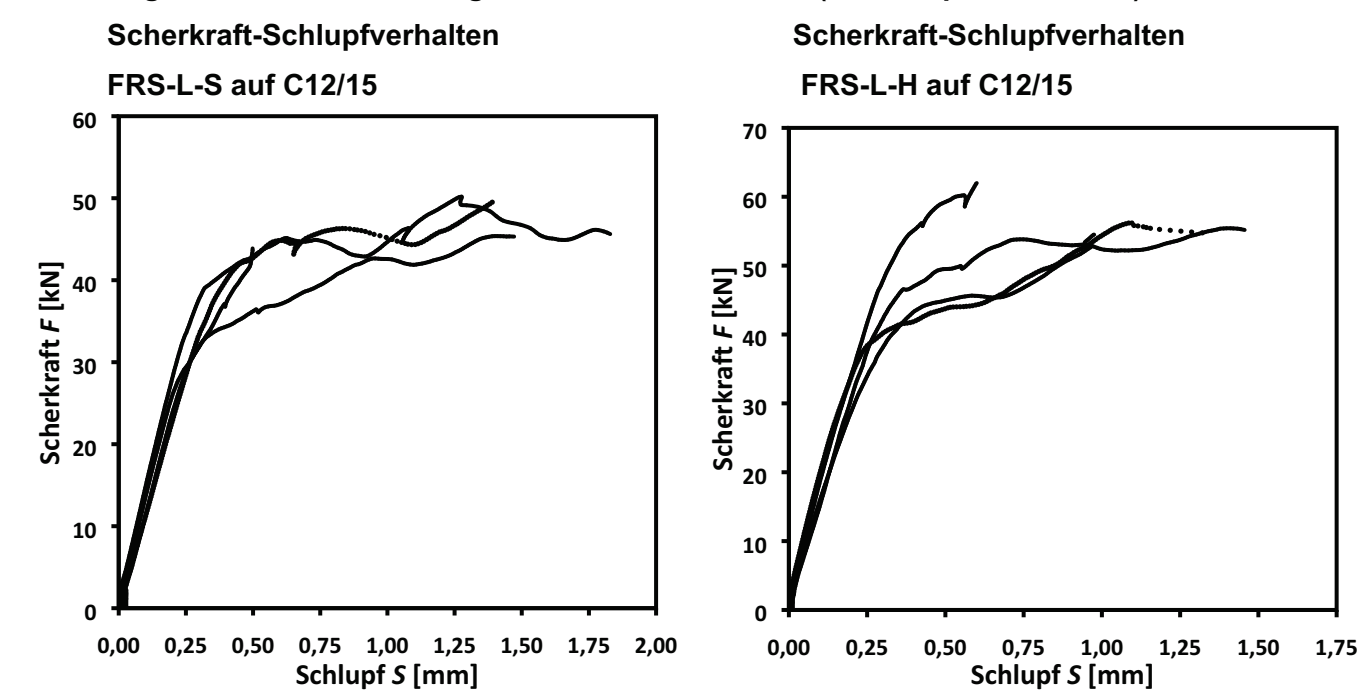


Abbildung C24.1: Scherkraft-Schlupfdiagramme von schubfest auf Beton C12/15 aufgeklebten "FRS-L-S" und "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen.

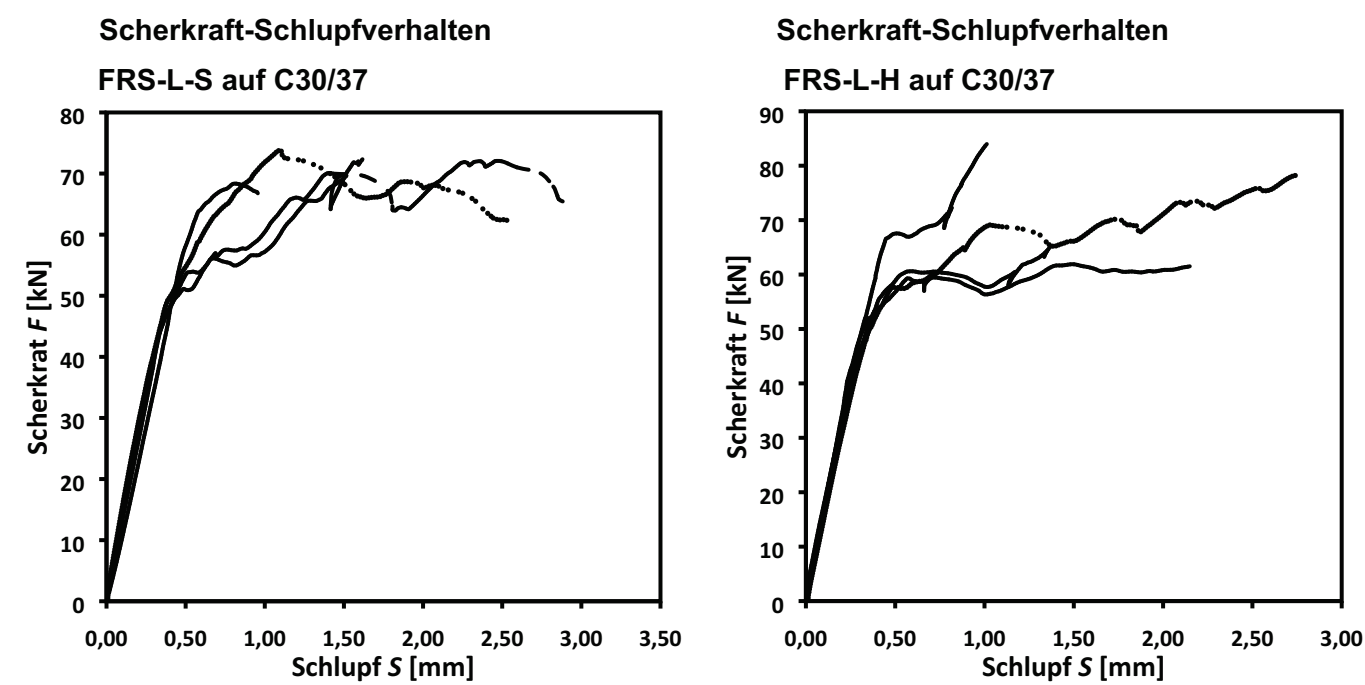


Abbildung C24.2: Scherkraft-Schlupfdiagramme von schubfest auf Beton C30/37 aufgeklebten "FRS-L-S" und "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen.

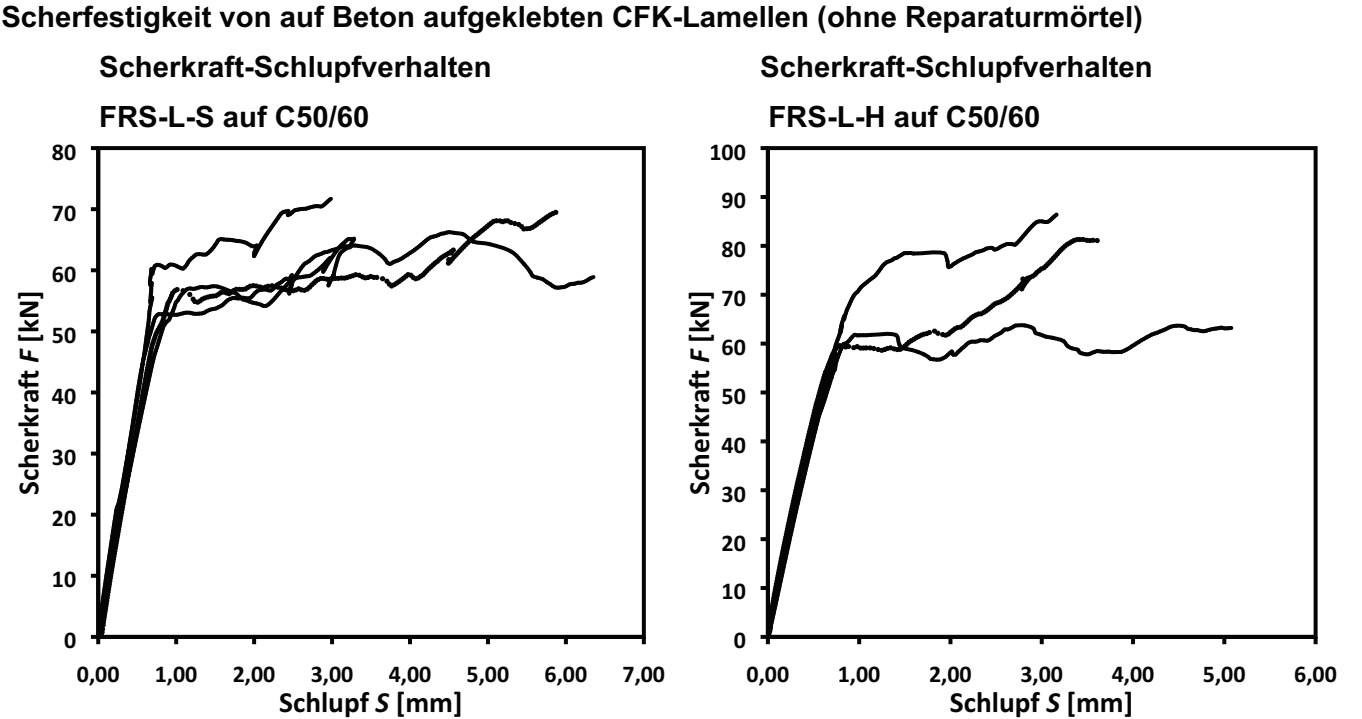
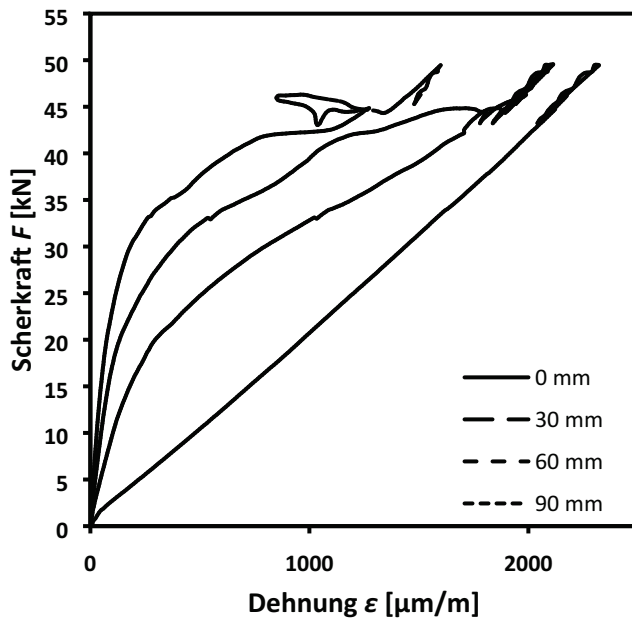


Abbildung C25.1: Scherkraft-Schlupfdiagramme von schubfest auf Beton C50/60 aufgeklebten "FRS-L-S" und "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C12/15



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C12/15

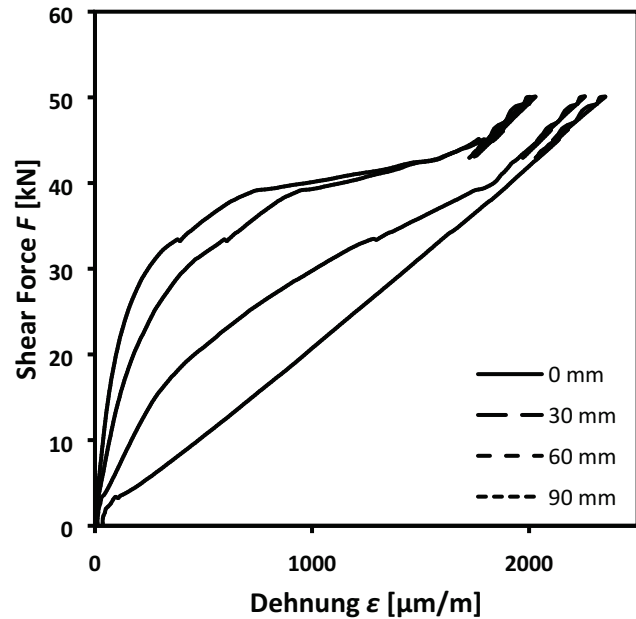
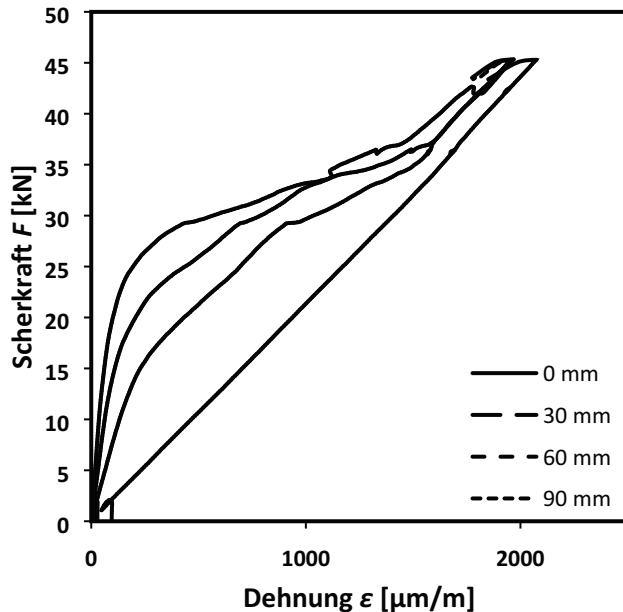


Abbildung C26.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C12/15 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C12/15



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C12/15

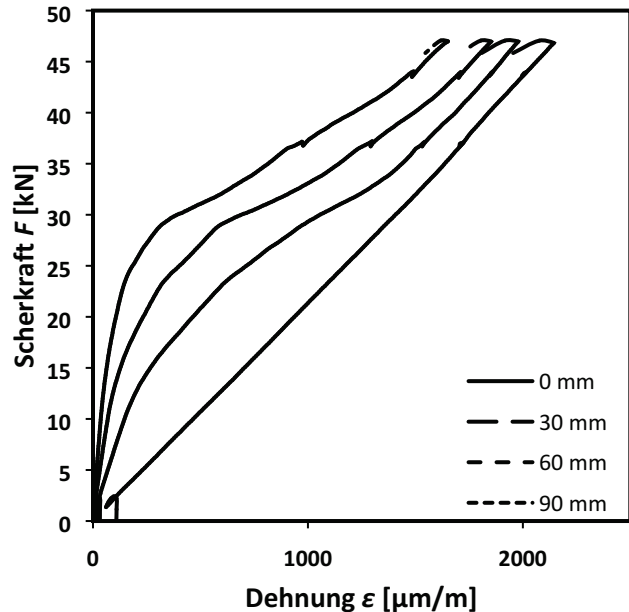


Abbildung C26.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C12/15 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

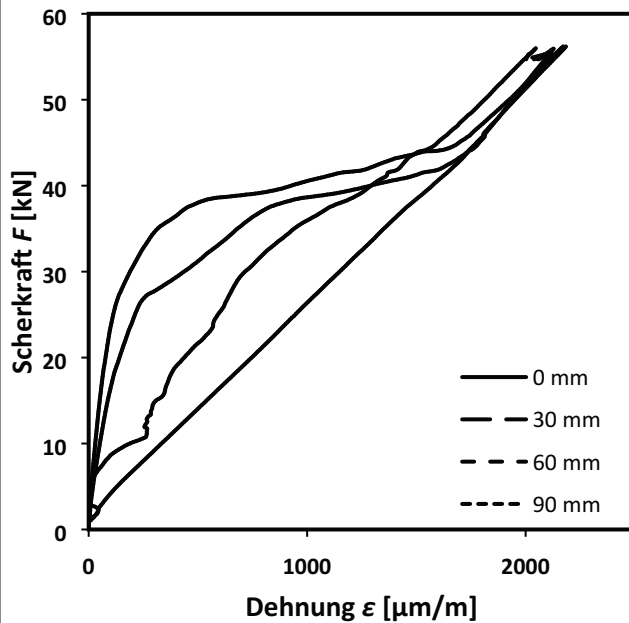
Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C26

Appendix 41 / 49

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C12/15



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C12/15

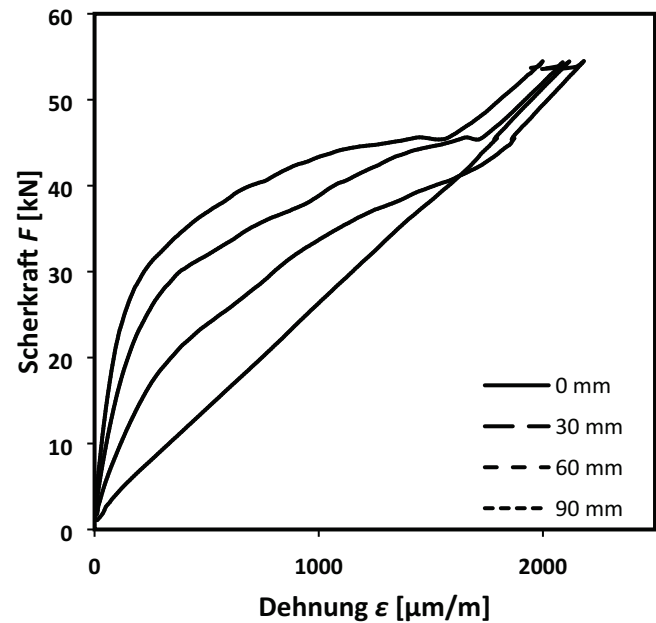
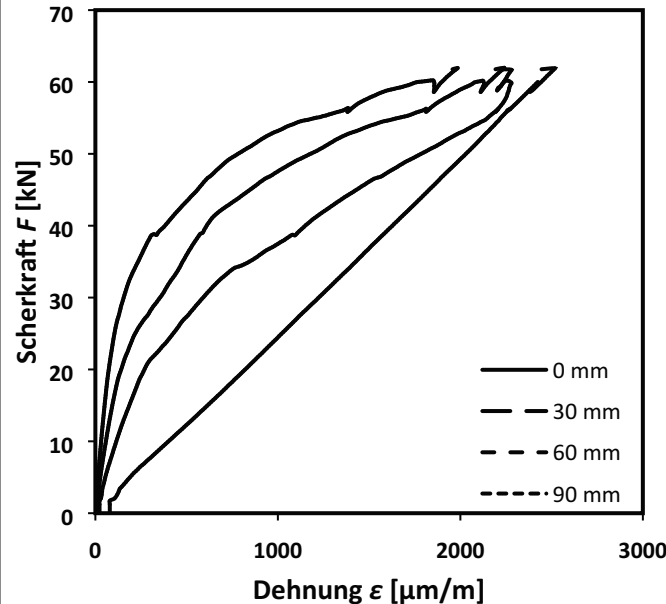


Abbildung C27.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C12/15 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C12/15



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C12/15

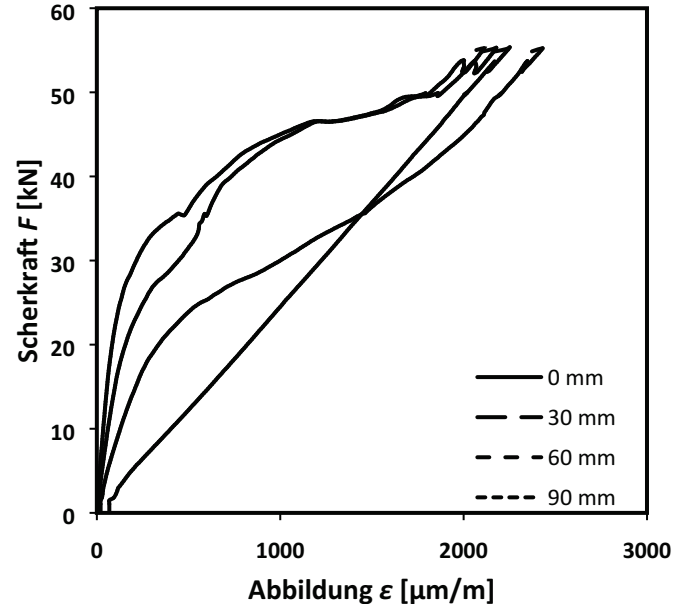


Abbildung C27.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C12/15 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

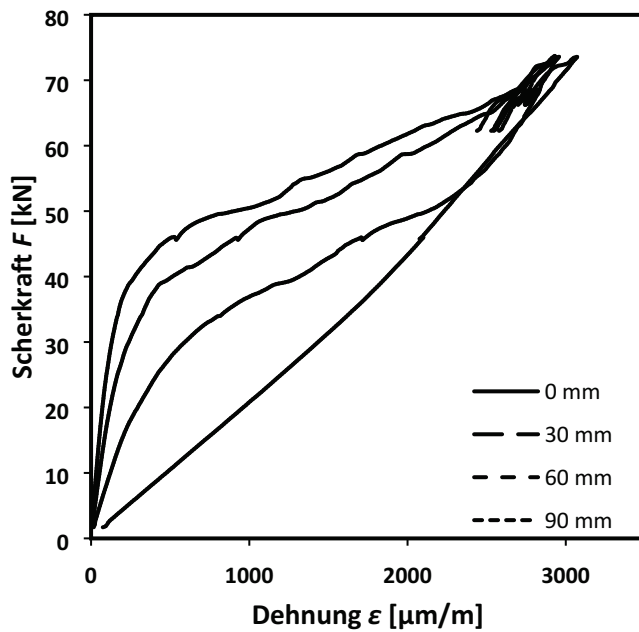
Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C27

Appendix 42 / 49

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C30/37



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C30/37

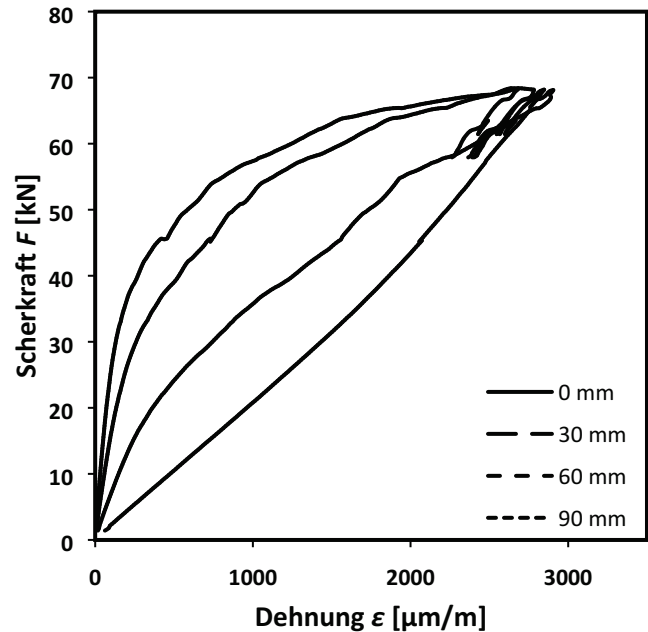
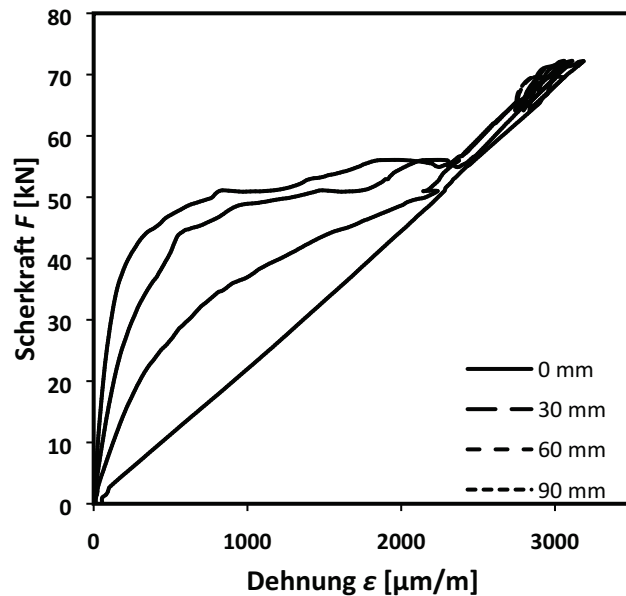


Abbildung C28.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C30/37 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C30/37



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C30/37

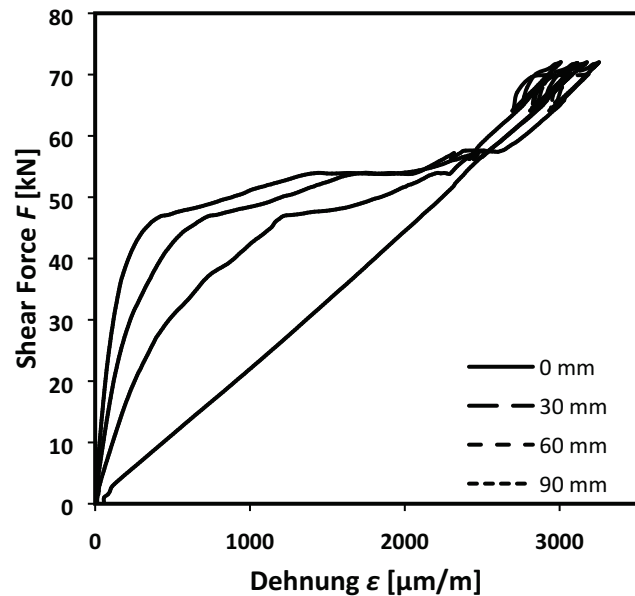


Abbildung C28.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C30/37 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

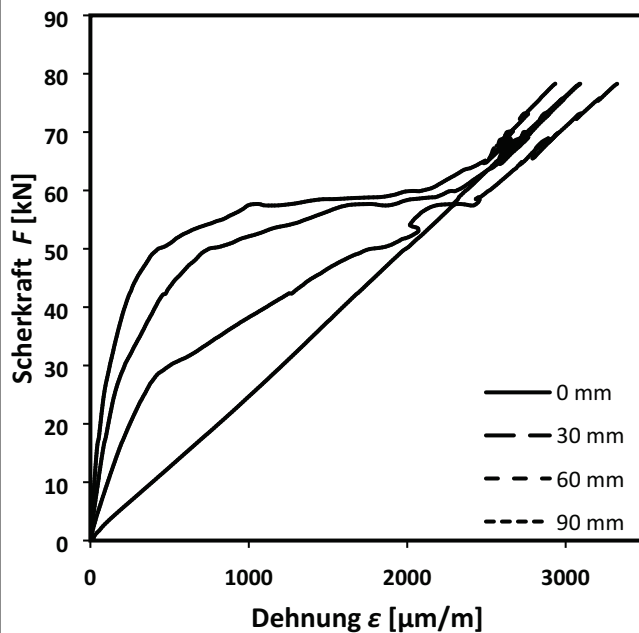
Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C28

Appendix 43 / 49

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C30/37



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C30/37

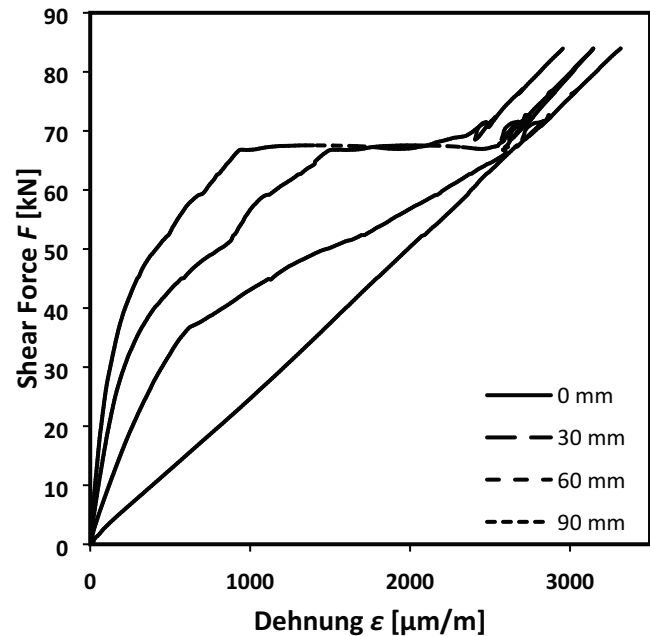
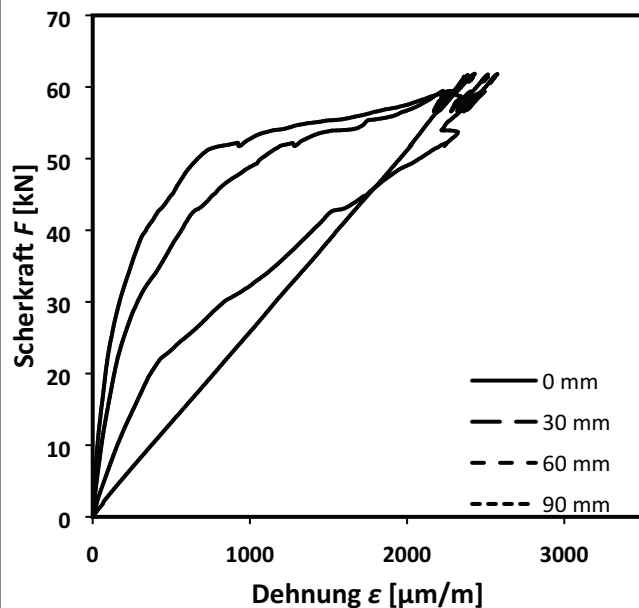


Abbildung C29.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C30/37 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C30/37



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C30/37

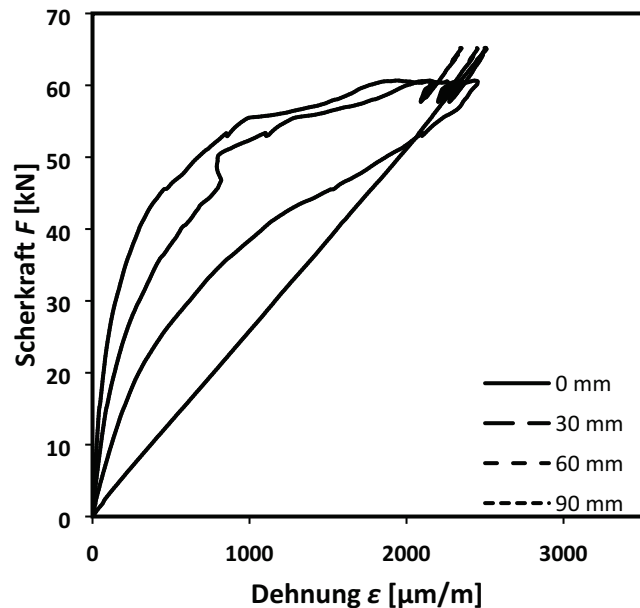


Abbildung C29.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C30/37 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

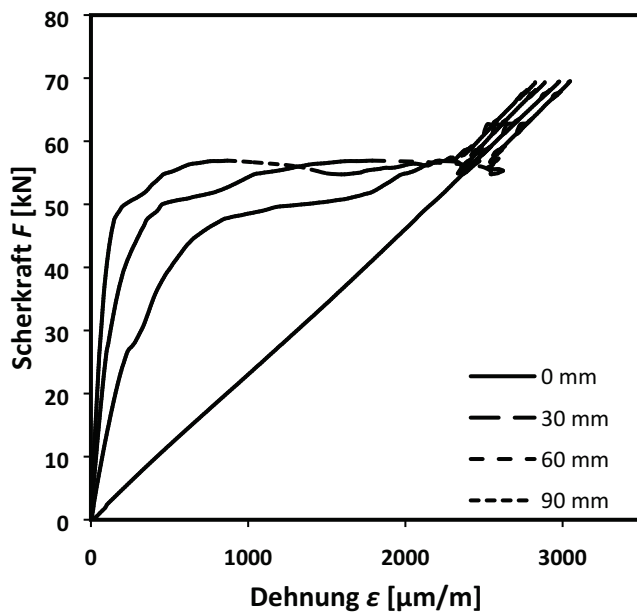
Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten „FRS-L-H“ CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C29

Appendix 44 / 49

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C50/60



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C50/60

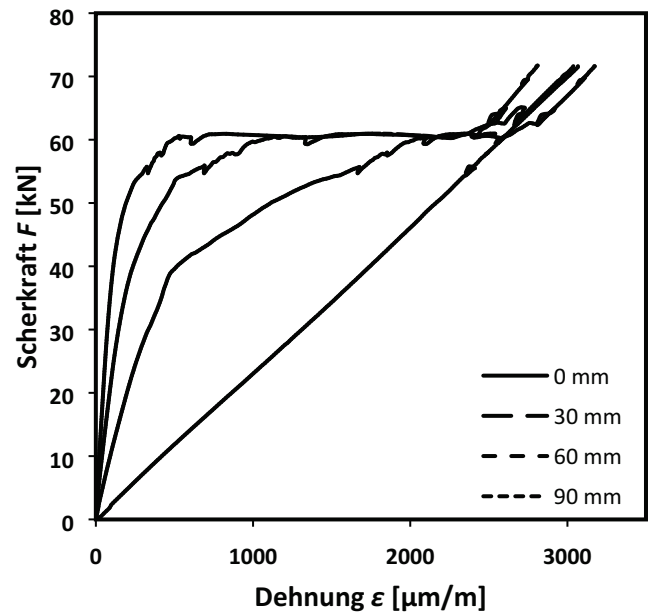
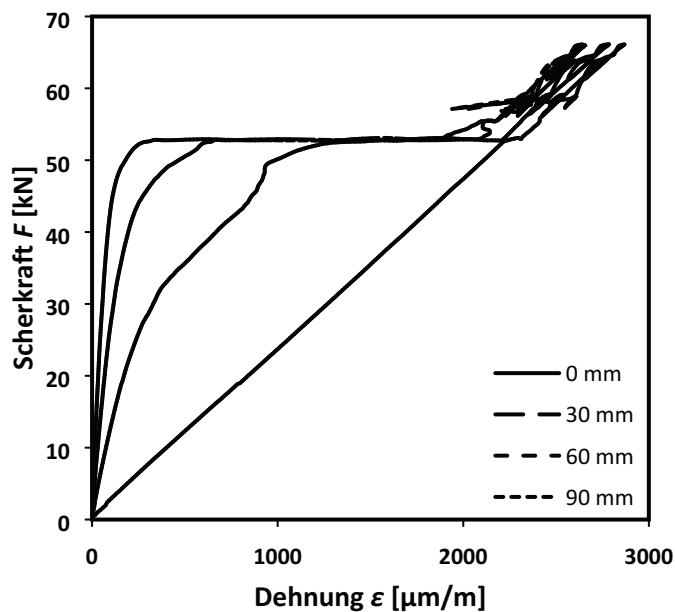


Abbildung C30.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C50/60 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C50/60



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-S auf C50/60

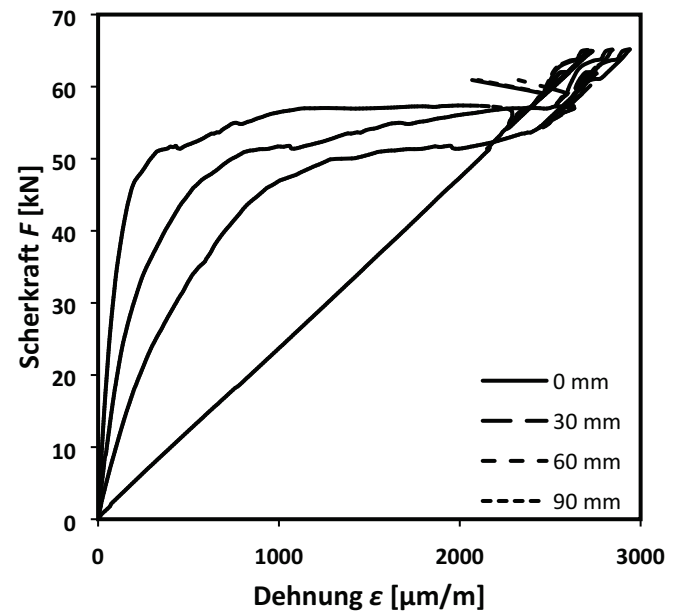


Abbildung C30.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C50/60 aufgeklebten "FRS-L-S" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

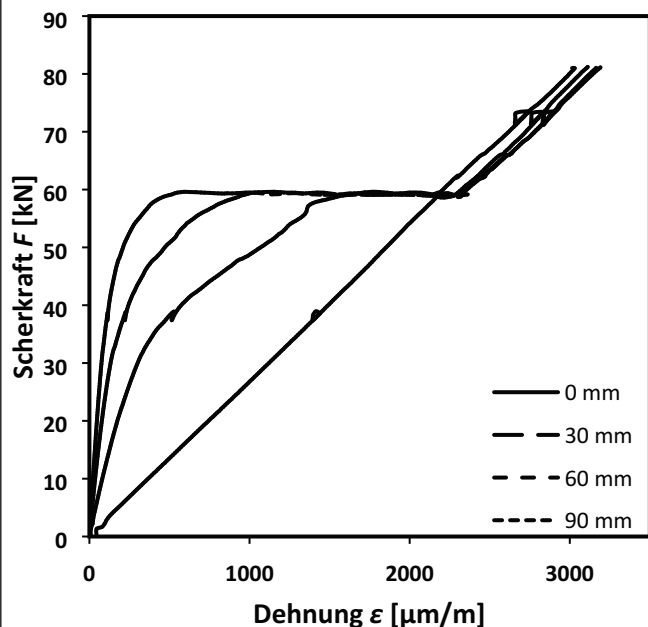
Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten „FRS-L-S“ CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C30

Appendix 45 / 49

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C50/60



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C50/60

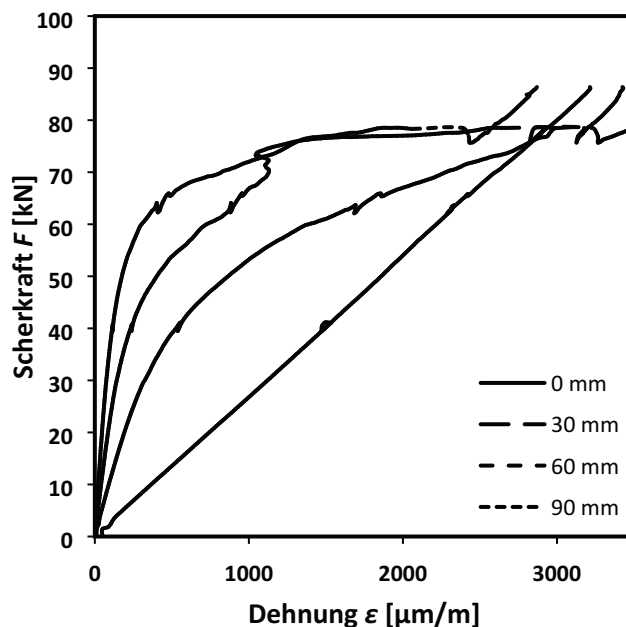
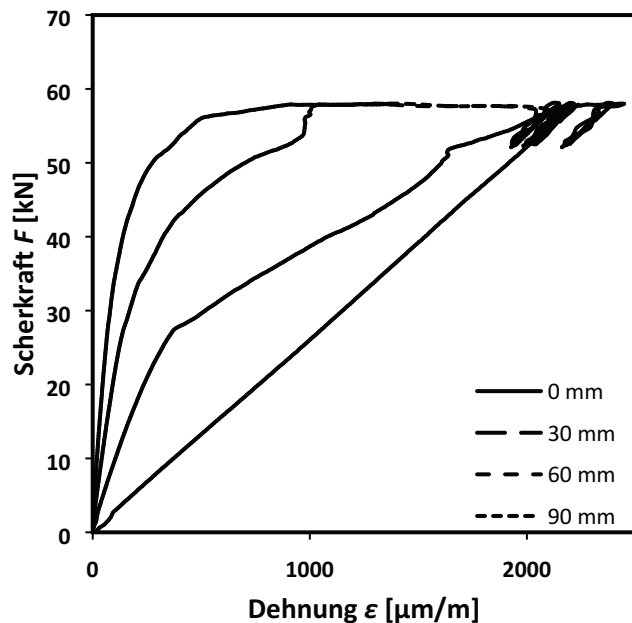


Abbildung C31.1: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C50/60 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C50/60



Scherkraft-Dehnung

FRS-L-H auf C50/60

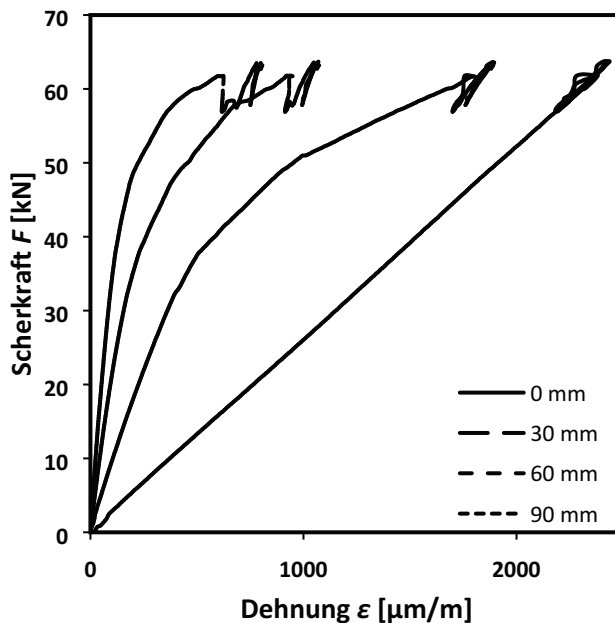


Abbildung C31.2: Scherkraft-Dehnungsdiagramme von schubfest auf Beton C50/60 aufgeklebten "FRS-L-H" CFK-Klebelamellen, Dehnungsmessung in 0, 30, 60, 90 mm Abständen vom Beginn des Verbundbereiches.

fischer C-Fiber Force Strengthening System

Leistung

Scherfestigkeit von auf Beton aufgeklebten „FRS-L-H“ CFK-Klebelamellen (ohne Reparaturmörtel), Auswertung der Dehnungen entlang der Lasteinleitungszone

Anhang C31

Appendix 46 / 49

Tabelle C32.1 Ermüdungsverhalten der Endverankerung von aufgeklebten „FRS-L-H“ CFK-Lamellen				
Lastniveau	Betondruckfestigkeit [N/mm²]	Beton Haftzugfestigkeit [N/mm²]	Unterlast, Oberlast, und Schwingbreite [kN]	Anzahl der Lastzyklen
A1 (Test 1)	C12/15 ⁺	$f_{ctim,surf}$: 1,25	F_{bLi}^l : 12,33; F_{bLi}^u : 36,99; ΔF_{bLi} : 24,66	2 000 000 (P)
A2 (Test 1)	f_{cm} : 18,6	$f_{ctik,surf}$: 0,75	F_{bLi}^l : 12,33; F_{bLi}^u : 40,28; ΔF_{bLi} : 27,95	2 000 000 (P)
B1 (Test 2)	f_{ck} : 14,1 [#]	$f_{ctim,surf}$: 1,44	F_{bLi}^l : 24,66; F_{bLi}^u : 45,21; ΔF_{bLi} : 20,55	2 000 000 (P)
B2 (Test 2)		$f_{ctik,surf}$: 1,27	F_{bLi}^l : 24,66; F_{bLi}^u : 47,68; ΔF_{bLi} : 23,02	2 000 000 (P)
B3 (Test 2)			F_{bLi}^l : 24,66; F_{bLi}^u : 50,14; ΔF_{bLi} : 25,48	1 017 013 (F)
B4 (Test 2)			F_{bLi}^l : 24,66; F_{bLi}^u : 52,61; ΔF_{bLi} : 27,47	72,388 (F)
C1 (Test 3)		$f_{ctim,surf}$: 1,60	F_{bLi}^l : 36,99; F_{bLi}^u : 52,61; ΔF_{bLi} : 15,62	2 000 000 (F)
C3 (Test 3)		$f_{ctik,surf}$: 0,42	F_{bLi}^l : 36,99; F_{bLi}^u : 57,42; ΔF_{bLi} : 20,43	129 633 (F)
D1 (Test 4)		$f_{ctim,surf}$: 1,40	F_{bLi}^l : 49,32; F_{bLi}^u : 60,83; ΔF_{bLi} : 11,51	2 000 000 (P)
D2 (Test 4)		$f_{ctik,surf}$: 0,67	F_{bLi}^l : 49,32; F_{bLi}^u : 62,47; ΔF_{bLi} : 13,15	1 051 239 (F)
A1 (Test 5)	C30/37 ⁺	$f_{ctim,surf}$: 2,31	F_{bLi}^l : 15,80; F_{bLi}^u : 47,41; ΔF_{bLi} : 31,61	2 000 000 (P)
A2 (Test 5)	f_{cm} : 33,2	$f_{ctik,surf}$: 1,36	F_{bLi}^l : 15,80; F_{bLi}^u : 51,62; ΔF_{bLi} : 35,82	2 000 000 (P)
A3 (Test 5)	f_{ck} : 29,7 [#]		F_{bLi}^l : 15,80; F_{bLi}^u : 55,84; ΔF_{bLi} : 40,04	247 343 (F)
A4 (Test 5)			F_{bLi}^l : 15,80; F_{bLi}^u : 60,05; ΔF_{bLi} : 44,25	299 050 (F)
C1 (Test 6)		$f_{ctim,surf}$: 2,73	F_{bLi}^l : 47,41; F_{bLi}^u : 67,42; ΔF_{bLi} : 20,01	2 000 000 (P)
C2 (Test 6)		$f_{ctik,surf}$: 2,15	F_{bLi}^l : 47,41; F_{bLi}^u : 70,58; ΔF_{bLi} : 23,17	720 000 (F)
C3 (Test 6)			F_{bLi}^l : 47,41; F_{bLi}^u : 73,75; ΔF_{bLi} : 26,34	129 631 (F)
A1 (Test 7)	C50/60 ⁺	$f_{ctim,surf}$: 3,23	F_{bLi}^l : 18,06; F_{bLi}^u : 54,18; ΔF_{bLi} : 36,12	2 000 000 (P)
A2 (Test 7)	f_{cm} : 47,6	$f_{ctik,surf}$: 1,31	F_{bLi}^l : 18,06; F_{bLi}^u : 58,99; ΔF_{bLi} : 40,93	2 000 000 (P)
A3 (Test 7)	f_{ck} : 42,3 [#]		F_{bLi}^l : 18,06; F_{bLi}^u : 63,81; ΔF_{bLi} : 45,75	1 339 552 (F)
A4 (Test 7)			F_{bLi}^l : 18,06; F_{bLi}^u : 68,62; ΔF_{bLi} : 50,56	346 523 (F)
D1 (Test 8)		$f_{ctim,surf}$: 3,10 $f_{ctik,surf}$: -*	F_{bLi}^l : 72,73; F_{bLi}^u : 89,09; ΔF_{bLi} : 16,86	2 000 000 (F)
Verbundlänge l_v der CFK Lamelle: 1000 mm Schichtdicke des Hauptklebstoffs FRS-CS $d_{G,min.}$: 1 mm Dicke der CFK-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H t_L : 1,4 mm Breite der CFK-Lamelle b_L : 100 mm (P): Kein Verbundversagen beobachtet (< 30 mm Entkopplung) (F): Verbundversagen beobachtet (≥ 30 mm Entkopplung) *Nicht bestimmbar: Die Bewertung des char. Wertes gemäß EN 1990:2002+A1:2005+A1:2005/AC:2010 ergibt ein negatives Ergebnis. #Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper. *Angestrebte Betonfestigkeitsklasse, f_{cm} und f_{ck} geben die ermittelten Festigkeitswerte wieder.				
fischer C-Fiber Force Strengthening System				Anhang C32 Appendix 47 / 49
Leistung Ermüdungsverhalten der Endverankerung von aufgeklebten „FRS-L-H“ CFK-Lamellen				

Tabelle C33.1 Bruchlasten der Endverankerung von in Schlitze verklebten CFK-Schlitzlamellen								
Betonfestigkeitsklasse	Verbundlänge l_{bl} [mm]	Randabstand a_r [mm]	Bruchlast [kN]					Versagensart
C12/15	300	30	Einzelwerte	Test Nr.	4.1**	F_{bLi}	19,28	A*
					4.2		18,05	B, A*
					4.3		20,16	B, A*
			Mittelwert			F_{bLm}	19,16	
			Charakteristischer Wert			F_{bLk}	15,60	
C12/15	300	150	Einzelwerte	Test Nr.	5.1	F_{bLi}	29,43	B*
					5.2**		30,51	B*
					5.3		24,17	B*
			Mittelwert			F_{bLm}	28,04	-
			Charakteristischer Wert			F_{bLk}	16,61	-
C50/60	100	150	Einzelwerte	Test Nr.	2.1	F_{bLi}	24,69	B*
					2.2		23,16	B*
					2.3**		28,59	B*
			Mittelwert			F_{bLm}	25,48	-
			Charakteristischer Wert			F_{bLk}	16,04	-
C50/60	300	30	Einzelwerte	Test Nr.	3.1	F_{bLi}	26,00	B, L*
					3.2		30,82	B, L*
					3.3		29,85	B, L*
			Mittelwert			F_{bLm}	28,89	-
			Charakteristischer Wert			F_{bLk}	20,31	-
C50/60	300	150	Einzelwerte	Test Nr.	1.1	F_{bLi}	25,34	B*
					1.2**		28,81	B*
					1.3**		35,00	B*
			Mittelwert			F_{bLm}	29,72	-
			Charakteristischer Wert			F_{bLk}	13,23	-
Betonfestigkeit: f_{cm}: 20,3 N/mm²; f_{ck}: 19,0 N/mm²# (C12/15+) f_{cm}: 48,1 N/mm²; f_{ck}: 46,8 N/mm²# (C50/60+) Montageparameter: Schlitzbreite b_s: 3.7 – 4,2 mm Schlitztiefe t_s: 13 mm 21 °C, 50 r.F., 7 Tage Aushärtezeit Typ und Geometrie der CFK-Schlitzlamelle: „FRS-L-S NSM“ 10 × 1,7 mm Merkmale der „FRS-L-S NSM“ Schlitzlamelle und des Hauptklebstoffs FRS-CS: FRS-L-S NSM: E_{Lm}: 173 kN/mm²; f_{Lm}: 3054 N/mm²; W_{fi}: 77,4 % FRS-CS: f_{Gflm}: 31,6 N/mm²; f_{Gflk}: 24,0 N/mm² f_{Gcm}: 89,4 N/mm²; f_{Gck}: 87,0 N/mm² * Versagensart: A $\triangleq$ Kohäsionsversagen im Betonuntergrund; B $\triangleq$ Kohäsionsversagen im Klebstoff; L $\triangleq$ Zugversagen der CFK-Lamelle ** Schlupfberechnung aus der faseroptischen Dehnungsmessung nicht möglich. #Die char. Werte wurden unter Verwendung von Mittelwert und Standardabweichung berechnet. 6 Probekörper. *Angestrebte Betonfestigkeitsklasse, f_{cm} und f_{ck} geben die ermittelten Festigkeitswerte wieder.								

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C33 Appendix 48 / 49
Leistung Bruchlasten der Endverankerung von in Schlitze verklebten CFK-Schlitzlamellen	

Tabelle C34.1 Brandverhalten des Bausatzes		
Schichtaufbau des Systems	Trägerplatte in der Prüfung	Leistung gemäß DIN EN 13501-1
Haftbrücke FRS-BA, Betonreparaturmörtel FRS-PC 11, Hauptklebstoff FRS-CS, CFK-Lamellen FRS-L-S oder FRS-L-H 100 mm × 1,4 mm	Calciumsilikat* (Platte mit 10 mm Dicke)	Klasse E**
Das fischer C-Fiber Force Verstärkungssystem ist gemäß DIN EN 13501-1 als "Klasse E" klassifiziert, wenn es als Bausatz innerhalb des in dieser ETA abgedeckten Anwendungsbereichs auf einem beliebigen Untergrund der Klasse "A2-s1, d0" oder A1 mit einer Dichte von $\geq 650 \text{ kg/m}^3$ gemäß EN 13238:2010-06, Abschnitt 5.3.2.1 und 5.3.2.2 angewendet wird, und zwar bei Verwendung der folgenden oder geringeren Schichtdicken: Maximal klassifizierte Schichtdicken: Haftbrücke FRS-BA: $\leq 800 \text{ g/m}^2$ Betonreparaturmörtel FRS-PC 11 $d_{M,max}$: $\leq 30 \text{ mm}$ Hauptklebstoff FRS-CS $d_{G,max}$: $\leq 5 \text{ mm}$ CFRP-Lamelle FRS-L-S oder FRS-L-H t: $\leq 1,4 \text{ mm}$ Ohne nachträgliche Oberflächenbeschichtung oder Ähnlichem auf dem ausgeführten Bausatz *Standardträgerplatte gemäß DIN EN 13238 **Bei Anwendungen mit in Schlitze geklebten CFK-Lamellen "FRS-L-S NSM" bleibt die Klassifizierung auch für die CFK-Lamellen mit der höheren Dicke $t_L \leq 1,7 \text{ mm}$ gültig.		

fischer C-Fiber Force Strengthening System	Anhang C34 Appendix 49 / 49
Leistung Brandverhalten des Bausatzes	