

3 **Verarbeitungsrichtlinien für S&P Lamellen CFK**

- **Traggrund**

Ein tragfähiger Untergrund ist Voraussetzung für eine Verstärkung mit Lamellen. Bei Altbeton wird eine Haftzugfestigkeit des Traggrundes von $> 1.5 \text{ N/mm}^2$ verlangt. Die Zementschlämme muss entfernt werden. Die optimale mittlere Oberflächenrauigkeit liegt bei 0.5 - 1.0 mm. Ideale Abtragsmethoden sind Sandstrahlen, Kugelstrahlen oder Anfräsen. Der Untergrund muss sauber, trocken, fett- und ölfrei sein.. Unmittelbar vor dem Auftragen des Epoxydharzklebers muss die Oberfläche mit einer Bürste oder einem Staubsauger von losen Teilen gereinigt werden.

- **Ausgleichen des Traggrundes**

Die Ebenheit der Betonoberfläche muss mit einer Metalllatte überprüft werden. Auf 2 Metern Länge dürfen Vertiefungen von 5 mm nicht überschritten werden. Grössere Unebenheiten sind mit dem systemgeprüften Ausgleichsmörtel S&P Resin 230 vorgängig zu reprofilieren. Wird ein mineralischer Ausgleichsmörtel (S&P Resicem) eingesetzt, ist die Restfeuchtigkeit $< 4 \%$ gefordert bevor mit den Klebearbeiten begonnen werden kann.

- **Grundierung**

Bei tiefen Haftzugwerten des Traggrundes kann durch eine vorgängige Grundierung mit S&P Resin Epoxy 50 eine Verbesserung der Haftzugwerte erreicht werden.

- **Vorbereitungsarbeiten / Qualitätskontrollen**

Die Betonoberfläche wird von Staubpartikeln gereinigt und visuell kontrolliert. Die Untergrundfeuchtigkeit des Betons soll vor der Kleberarbeit bestimmt werden. Die Feuchtigkeit des Betons muss unter 4 Vol.-% liegen. Unmittelbar vor der Applikation soll die Taupunkt-, Luft- und Umgebungs-Temperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt werden. Beträgt der Taupunkt Abstand weniger als 3°C , so muss der Untergrund erwärmt, oder die relative Luftfeuchtigkeit gesenkt werden. Bei Verklebungsarbeiten für statische Verstärkungen muss die Temperatur minimal 5°C betragen darf jedoch 35°C nicht überschreiten. Spezielle Klebstoffe für Arbeiten bei Temperaturen bis -15°C sind bei S&P erhältlich.

- **Reinigung / Vorbereitung der S&P Lamellen CFK**

Mit Hilfe eines weissen Lappens wird die Oberfläche mit einem lösungsmittelhaltigen Reiniger (S&P Cleaner) abgerieben. Damit wird neben allgemeinen Verunreinigungen auch Kohlenstoffstaub entfernt. Die Reinigung muss so oft durchgeführt werden, bis am weissen Lappen keine schwarzen Kohlenstaubspuren mehr haften bleiben.

- **Mischen des Epoxydharzklebers (S&P Resin 220)**

Die Anweisungen auf dem technischen Merkblatt der S&P sind zu befolgen.

Produkt	Topfzeit			Untergrundfeuchtigkeit	Anwendung
	10°C	20°C	30°C		
S&P Resin 220	~ 90 Min.	~ 60 Min.	~ 30 Min.	< 4 %	Sommerliche Temperaturen

- **Auftragen des Klebers**

Die gereinigte und vollständig trockene Lamelle CFK wird mit Hilfe eines Spachtels dachförmig mit S&P Resin 220 beschichtet. Danach wird die S&P Lamelle CFK auf den staubfreien Traggrund appliziert. Bei S&P können auch speziell geeignete Kleberaufziehgeräte bezogen werden, die auf alle Lamellenbreiten variabel eingestellt werden können.

- **Aufkleben der S&P Lamellen CFK auf den Beton**

Die CFK Lamelle wird mit leichtem Fingerdruck auf die Betonoberfläche fixiert. Dank der sehr guten Standfestigkeit des S&P Resin 220 Klebers werden zur Unterstützung keine Hilfsmittel benötigt. Anschliessend wird die S&P Lamelle CFK mit einem Hartgummiroller angepresst, so dass der frische Kleber auf beiden Seiten der Lamelle ausgepresst wird. Damit wird gewährleistet, dass die Verklebung hohlraumfrei appliziert ist. Das ausgepresste Klebematerial kann mit einem Zungenspachtel entfernt werden. Die Kleberschichtdicke sollte im Mittel 2 mm betragen (minimal 1 mm - maximal 3 mm). Kleberreste an der Lamellenoberfläche können mit S&P Reiniger entfernt werden, solange der Klebstoff nicht ausgehärtet ist. Die S&P Lamellen CFK können in einem minimalen Abstand von 5 mm verklebt werden.

- **Qualitätskontrollen**

Während den Klebearbeiten und bis zur Aushärtung des S&P Resin 220 müssen im Einflussbereich der Klebebewehrung Erschütterungen vermieden werden. Nach der Aushärtephase des Klebstoffes sollen die Lamellen mittels Abklopfen auf Hohlstellen geprüft werden. Die Ebenheit der Lamellenoberfläche wird zusätzlich kontrolliert. Dabei darf die Abweichung auf einer Prüfstrecke von 30 cm nicht mehr als 1 mm betragen. Bei einer Prüfstrecke von 2 m nicht mehr als 5 mm. Konkave Krümmungen, welche gegen den Beton drücken, werden nicht beanstandet.

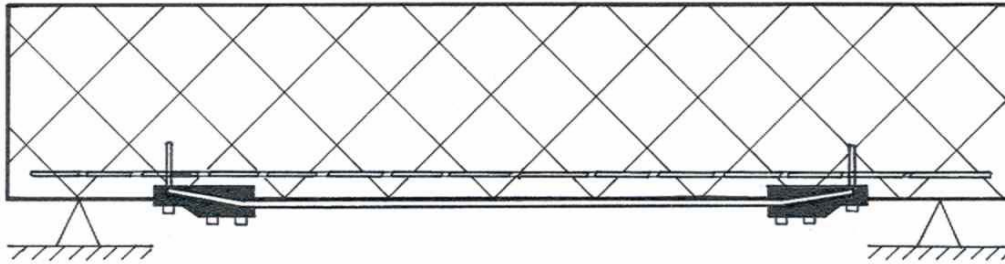
- **Brandschutzmassnahmen**

Da 2-Komponenten-Kleber nur bis Temperaturen von max. 50° - 60°C beständig sind, ist den Brandschutzmassnahmen besondere Beachtung zu schenken.

3.1 Endverankerungen von S&P Lamellen CFK

Steigt die Momentenlinie nahe beim Auflager steil an oder müssen mehrere CFK-Lamellen übereinander geklebt werden, ist es oft nicht möglich, den Verankerungsnachweis zu erbringen. Unter diesen Umständen werden zusätzliche Endverankerungen am Lamellenende benötigt. Die nachfolgend aufgeführten Varianten sind möglich:

A) Bei Platten oder breiten Balken



Durch den Aluminium-Klemmschuh am Lamellenende wird das frühzeitige Delaminieren der Lamelle verhindert. Diese spezielle S&P Endverankerung garantiert einen aktiven Anpressdruck auf die Lamelle und durch den erzwungenen Radius am Lamellenende wird die Verankerungskraft optimal in den Stahlbetonquerschnitt eingeleitet.

B) Bei schmalen Balken

Die Enden der S&P Lamelle CFK werden mit dem C-Sheet 640 umwickelt. Die Umschnürung am Lamellenende dient in diesem Falle dazu das Delaminieren zu verhindern und somit die Endverankerung zu garantieren. Durch die Umschnürung wird gleichzeitig die Querkrafttragfähigkeit des Querschnittes verbessert.



Montageanleitung für die S&P Endverankerungen

Es gibt für jede Lamellenbreite einen speziellen Endverankerungstyp. Die Betonüberdeckung wird bis auf die äusserste Bewehrungslage entfernt. Die Minimalabmessungen für die Aussparungen im Betonuntergrund können aus folgender Tabelle entnommen werden:

Lamellenbreite	Aussparungs-Breite	Aussparungs-Länge	Aussparungs-Tiefe
Typ 50	140 mm	180 mm	20 mm
Typ 60	150 mm	180 mm	20 mm
Typ 80	170 mm	180 mm	20 mm
Typ 90	180 mm	180 mm	20 mm
Typ 100	190 mm	180 mm	20 mm
Typ 120	210 mm	180 mm	20 mm

Arbeitsablauf:



1. Aussparung erstellen
Untergrund reinigen und absaugen



2. Grundplatte inkl. Schrauben versetzen
und mit S&P Resin 220 verkleben



3. Lamelle kleben und Deckplatte versetzen



4. Schrauben mit Drehmomentschlüssel
anziehen (60 Nm)

3.2 Technische Daten S&P Lamellen CFK

Vorgefertigte Lamine aus Carbon

Typ: S&P Lamellen CFK 150 / 2000

Typ: S&P Lamellen CFK 200 / 2000

Oberflächig geklebte Lamellen:

Lamellen Typ	Querschnitt	max. Zugkraft bei 0.6 % Dehnung	max. Zugkraft bei 0.8 % Dehnung
150/2000 E-Modul: >165'000 kN/mm ² (Mittelwert)	[mm ²]	Rechn. Zugspannung: 1000 N/mm²	Rechn. Zugspannung: 1300 N/mm²
50 / 1.2	60	60.0 kN	78.0 kN
50 / 1.4	70	70.0 kN	91.0 kN
60 / 1.4	84	84.0 kN	109.2 kN
80 / 1.2	96	96.0 kN	124.8 kN
80 / 1.4	112	112.0 kN	145.6 kN
90 / 1.4	126	126.0 kN	163.8 kN
100 / 1.2	120	120.0 kN	156.0 kN
100 / 1.4	140	140.0 kN	182.0 kN
120 / 1.2	144	144.0 kN	187.2 kN
120 / 1.4	168	168.0 kN	218.4 kN
200/2000 E-Modul: >210'000 N/mm ² (Mittelwert)	[mm ²]	Rechn. Zugspannung: 1250 N/mm²	Rechn. Zugspannung: 1650 N/mm²
50 / 1.4	70	87.5 kN	115.5 kN
60 / 1.4	84	105.0 kN	138.6 kN
80 / 1.4	112	140.0 kN	184.8 kN
90 / 1.4	126	157.5 kN	207.9 kN
100 / 1.4	140	175.0 kN	231.0 kN
120 / 1.4	168	210.0 kN	277.2 kN

Einschlitzlamellen:

Lamellen Typ	Querschnitt	max. Zugkraft
150/2000 E-Modul: >165'000 N/mm ² (Mittelwert)	[mm ²]	Zugspannung: 1650 N/mm²
10 / 1.4	14	23.1 kN
20 / 1.4 *	28	46.2 kN
200/2000 E-Modul: >210'000 N/mm ² (Mittelwert)	[mm ²]	Zugspannung: 2050 N/mm²
10 / 1.4 *	14	28.7 kN
20 / 1.4 *	28	57.4 kN

*) Nur für grössere Mengen auf Anfrage!

- **Lieferung**

Lieferung als Rollen à 150 m oder fertig konfektioniert. Ein Abrollbock kann auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden. Spezielle Abmessungen auf Anfrage.

- **Anwendung**

Die S&P Lamellen CFK werden als extern geklebte Bewehrungen für die Biegezugverstärkung von Tragwerken aus Stahlbeton und Holz oder Natursteinen eingesetzt.

- **Einsatzbereich**

Anpassung der Tragkonstruktion an neue Bedürfnisse:

- Änderung des Tragsystems
- Erhöhungen der Nutzlast
- Auswechslungen bei Deckendurchbrüchen

Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit:

- Verringerung von Durchbiegungen
- Dämpfung von Schwingungen
- Erreichen von Erdbebensicherheit

Behebung von Tragwerksmängeln:

- Schäden infolge Korrosion
- Schadenereignis, z.B. Brand, Anprall, Explosion, etc.
- Planungs- oder Ausführungsfehler

- **Eigenschaften**

- Geringes Eigengewicht
- Geringe Einbaudicke
- Wirtschaftliche Applikation ohne Hebezeug oder Anpressvorrichtung
- Sehr hohe Festigkeit
- Hoher E-Modul
- Ausgezeichnetes Ermüdungsverhalten
- Korrosionsbeständig
- Abdecken mit Farbanstrichen möglich

- **Spezielle Lamellen CFK**

Beispielsweise mit einem E-Modul von 300'000 N/mm² können hergestellt werden. Infolge der geringen ausnutzbaren Zugfestigkeit ist die Anwendung solcher Lamine jedoch nicht wirtschaftlich.

3.3 Technische Daten S&P Resin 220 Epoxykleber

2-K, Kleber auf Epoxidharzbasis für S&P FRP Systeme

Anwendung

- kraftschlüssiges Verkleben von S&P Lamellen CFK auf Beton, Stahl und Holz

Materialbeschreibung

S&P Resin 220 Epoxykleber ist ein lösungsmittelfreier, thixotroper, grauer 2-K-Epoxidharzkleber der speziell für die Verklebung von Kohlefaserlamellen (S&P Lamellen CFK) entwickelt wurde. Die Materialeigenschaften des frischen und erhärteten Klebers sind auf die speziellen Anforderungen des S&P Bauteilverstärkungssystems abgestimmt. Der Kleber ist im Verbund systemgeprüft für die Bemessungssoftware FRP Lamella.

Vorteile

- verarbeitungsfertig (keine Füllstoffzugabe notwendig)
- verarbeitungsfreundliche Topfzeit
- hohe Klebekraft und Haftfestigkeit
- thixotrop und damit weder verlaufend noch abfließend
- hohe mechanische Festigkeiten
- schwindminimiertes Aushärten
- haftet auf mattfeuchtem Untergrund
- lösungsmittelfrei

Untergrundvorbereitung

Eine Eigenzugfestigkeit des Traggrundes von mind. 1,5 N/mm² ist Voraussetzung für eine Nachverstärkung mit CFK Lamellen. Der Untergrund muss frei von Substanzen sein, welche die Haftung negativ beeinflussen können (Öle, Fette, etc.). Des weiteren muss er staubfrei, sauber, fest und weitgehend trocken sein.

Max. Untergrundfeuchte: 4 %

Betonalter je nach Klima mind. 3 bis 6 Wochen.

Hinweise

Bei Bauteilverstärkungen mit dem S&P FRP System müssen die Zugkräfte aus den Lamellen über den Kleber in den Traggrund eingeleitet werden können. Eine mechanische Bearbeitung (Reinigung) des Untergrundes ist daher immer vorzunehmen. Es können die üblichen Methoden wie Schleifen, Fräsen, Sandstrahlen, etc. eingesetzt werden. Vor der Montage von CFK Lamellen müssen Unebenheiten im Untergrund ausgeglichen werden. Dieser Arbeitsgang ist notwendig, damit bei Zugbeanspruchung keine Umlenkkräfte entstehen. Auf einer Länge von 200 cm darf der Stich max. 0,5 cm betragen. Geeignetes Material: S&P Resin 230 Ausgleichsmörtel.

Verarbeitung

- Mischen:

Die einzelnen Komponenten getrennt aufrühren und dann die Komp. B der Komp. A zugeben und gründlich mischen, bis die Farbe gleichmäßig grau und schlierenfrei ist. Gemischtes Material umtopfen, um eventuelle Mischfehler aufzudecken. Niedertourig (< 400 U/Min.) mischen, um möglichst wenig Luft einzurühren.

- Die Lamellenoberfläche muss vor dem Kleberauftrag mit S&P Cleaner gereinigt und entfettet werden.

- Eventuell vorgängig Kleber mit einem Spachtel in einer Schichtdicke von ca. 1 mm auf den Untergrund auftragen.

- Kleber dachförmig in einer Schichtdicke von ca. 2-3 mm gleichmäßig auf die Lamelle aufbringen.
- Innerhalb der Offenzeit des Klebers die Lamelle in die vorgespachtelte Kleberschicht eindrücken und mit Anpressroller gleichmäßig einbetten bis der Kleber beidseitig aus der Fuge gedrückt wird. Verbleibende Mindestkleberdicke: 1 mm, Maximaldicke: 4 mm.
- Das Aufbringen des Klebers auf die Lamelle erfolgt am besten unter Verwendung eines sogenannten Applikationsschlittens.
- Die applizierte Lamelle ist nach Erhärtung des Klebers durch Abklopfen auf vollflächigen Verbund zu prüfen.
- Brandschutzanforderungen sind zu beachten, da Epoxykleber nur bedingt temperaturbeständig sind.
- Für eine optische Anpassung kann die Lamellenoberfläche überstrichen werden.

Verbrauch

ca. 1,75 kg/m²/mm

Reinigung

Noch nicht erhärtetes Material kann mit S&P Cleaner abgewaschen werden. Erhärtetes Material kann nur noch mechanisch entfernt werden.

Lieferform

Einheiten zu 5 kg und 15 kg (A+B)

Sicherheitshinweise

Sicherheits-, Gefahren- und Entsorgungshinweise können Sie dem Sicherheitsdatenblatt und der Gebindeetikette entnehmen.

Technische Daten

Form	Paste	Komp. A und B
Farbe	hellgrau schwarz	Komp. A Komp. B
Dichte	ca. 1,75 g/cm ³ ca. 1,75 g/cm ³	Komp. A Komp. B
Mischungsverh. A:B	4 : 1 4 : 1	in Gewichtsteilen in Volumenteilen
Topfzeit	~ 90 Minuten ~ 60 Minuten ~ 30 Minuten	bei +10 °C bei + 20 °C bei + 30 °C
Biegezugfestigkeit	> 30 N/mm ²	
Druckfestigkeit	> 90 N/mm ²	
Haftzugfestigkeit	> 3 N/mm ² > 3 N/mm ² > 2 N/mm ² > 14 N/mm ²	auf Beton; 3 Tage; 20°C auf S&P Lamellen CFK auf S&P Resin 230 Ausgleichsmörtel Stahl auf Stahl (ohne Primer)

Verarbeitungstemperatur

Verarbeitbar von +10° C bis +35° C

Die Untergrundtemperatur muss mindestens 3° C über der Taupunkttemperatur liegen!

Lagerbedingungen

Die Komponenten A + B sind 1 Jahr lagerfähig. Lagerung bei + 5° C bis + 25° C. Gefrorenes oder unterkühltes Material langsam erwärmen und homogenisieren.

Verbundverhalten

Verbundversuche mit S&P Resin 220 und oberflächlich auf Beton geklebten S&P Lamellen CFK:

TU Kassel Deutschland

Hochschule Freiburg Schweiz

TU Braunschweig Deutschland

CHUNGBUK National University Korea

TU Lissabon Portugal

und andere

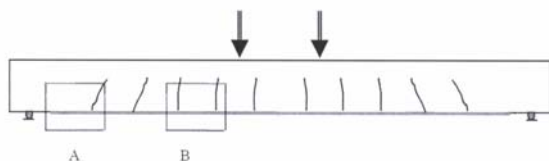


Bild 1: Verbundbereiche A (Lamellenende), B (zwischen zwei Rissen) werden experimentell untersucht.

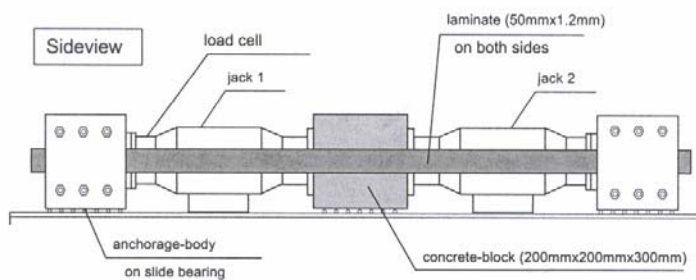


Bild 2: Die unterschiedlichen Schubspannungen auf den Klebstoff S&P Resin 220 werden simuliert.

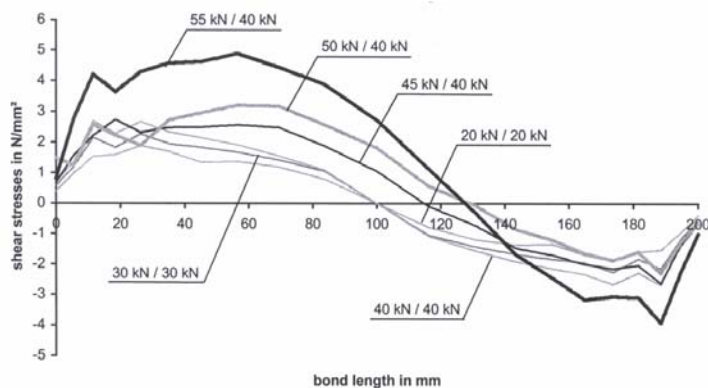


Bild 3: Die Verbundspannungen bei einer Kleberdicke von 2 mm werden ermittelt.

Die Bemessungsmodelle für die Software FRP Lamella basieren auf Verbundversuchen des Klebers S&P Resin 220 und der S&P Lamelle CFK. Verlangen Sie die detaillierten Untersuchungsberichte bei S&P Clever Reinforcement Company.