



## Tragwerksverstärkung

Höhere Belastbarkeit  
für Stahlbetonbauwerke

Bei den nachfolgend in der Broschüre enthaltenen Angaben, Abbildungen, generellen technischen Aussagen und Zeichnungen ist darauf hinzuweisen, dass es sich hier nur um allgemeine Mustervorschläge und Details handelt, die diese lediglich schematisch und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Funktionsweise darstellen. Es ist keine Maßgenauigkeit gegeben. Anwendbarkeit und Vollständigkeit sind vom Verarbeiter / Kunden beim jeweiligen Bauvorhaben eigenverantwortlich zu prüfen. Angrenzende Gewerke sind nur schematisch dargestellt. Alle Vorgaben und Angaben sind auf die örtlichen Gegebenheiten anzupassen bzw. abzustimmen und stellen keine Werk-, Detail- oder Montageplanung dar. Die jeweiligen technischen Vorgaben und Angaben zu den Produkten in den Technischen Merkblättern und Systembeschreibungen / Zulassungen sind zwingend zu beachten.

# Inhalt



Verstärkung für Bauwerke aus Stahlbeton	<b>4</b>
Die Sto S&P FRP-Systeme: Das komplette Programm	<b>6</b>
Glossar	<b>7</b>
Objekte mit Tragwerksverstärkung	<b>13</b>
Bemessungssoftware S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna	<b>14</b>
Der professionelle Service	<b>15</b>
Literatur	<b>15</b>

# Verstärkung für Bauwerke aus Stahlbeton

Intelligente Technik für tragfähige Lösungen



**Tragwerke aus Stahlbeton werden meist über Jahrzehnte genutzt. In dieser Zeit kann viel passieren, was eine nachträgliche Verstärkung erforderlich machen kann.**

Brücken oder Parkhäuser – kein Bauwerk trägt für die Ewigkeit. Nicht selten werden nach einiger Zeit nachträgliche Verstärkungsmaßnahmen von Tragwerken erforderlich. Sei es, weil die Nutzung geändert wurde oder weil Umbauten durchzuführen sind, wodurch sich neue Anforderungen an die Belastbarkeit ergeben. Externe Verstärkungen können ebenfalls erforderlich werden, wenn sich durch höhere Beanspruchungen des Bauwerks überplanmäßige Abnutzungen ergeben. Vielleicht sind Schäden durch äußere Einflüsse wie Stürme, Erdbeben oder Unfälle entstanden, die behoben werden müssen, um die Standsicherheit des Bauwerks wieder herzustellen.

Was auch immer die Ursache ist – das Ziel ist klar: Es geht darum, eine effiziente Lösung zu finden, mit der das Bauwerk an sich erhalten und verlässlich den veränderten Anforderungen angepasst werden kann.



### Moderne Verbundmaterialien lösen klassische Verfahren ab

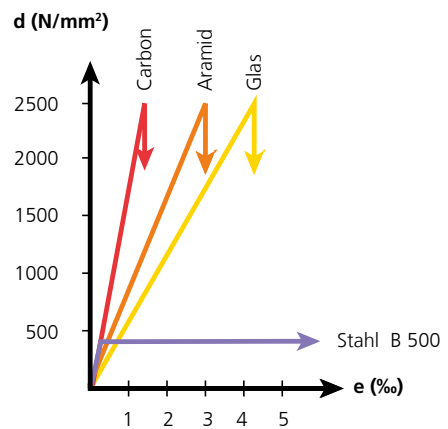
Lange Zeit wurden nur aufwändige Verfahren, wie z. B. die Verstärkung durch Spritzbeton mit Bewehrung, zusätzliche Stahlträger oder geklebte Laschen aus Stahl verwendet. Diese konventionellen Verfahren weisen jedoch einige Probleme auf. Beispielsweise wird das Eigengewicht des Bauteils erhöht, das Lichtraumprofil eingeschränkt oder der Einbau ist schlichtweg teuer und zeitraubend, verursacht lange Nutzungsausfälle, Lärm und Schmutz.

Kohlefasern beweisen schon lange in vielen Bereichen ihre Leistungsfähigkeit als leichter und stabiler Baustoff. Eine minimale thermische Ausdehnung und extreme Korrosionsbeständigkeit sind die spezifischen Vorteile.

### Sto S&P FRP-Systeme können mehr.

Die Sto S&P FRP-Systeme nutzen diese Eigenschaften optimal und ermöglichen qualitativ wie wirtschaftlich überzeugende Lösungen bei der nachträglichen Verstärkung von Beton- und Stahlbetonbauteilen.

Sto S&P FRP-Systeme sind besonders flexibel, einfach einzusetzen und sehr leicht zu transportieren. Sie erhöhen die Zug-, Druck- und Biegezugfestigkeit tragender Bauteile, wobei Konstruktionsmaße und Gewicht der Bauteile nur unwesentlich verändert werden. Die Verstärkungsmaßnahmen sind unauffällig und können optisch nahezu unsichtbar kaschiert werden. Ver- und Entsorgungsleitungen können während des Einbaus meist an Ort und Stelle verbleiben.



### Zugfestigkeiten

Fasertyp	E-Modul kN/mm²	Zugfestigkeit Mpa
C (Carbon)	240-650	2500-4000
A (Aramid)	125	3000-4000
G (Glas)	65-70	1700-3000
Polyester	12-15	2000-3000
zum Vergleich: Betonstahl	210	≥ 500

### Die Vorteile der Sto S&P FRP-Systeme im Überblick

- Hohe Stabilität bei geringem Gewicht
- Hohe Korrosionsbeständigkeit
- Einfaches Handling
- Schnelle Verarbeitung und damit geringe Nutzungsausfälle
- Hohe Flexibilität im Einsatz
- Problemlose optische Integration ins Bauwerk
- Hohe Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen

CFK = Kohlefaserverstärkter Kunststoff

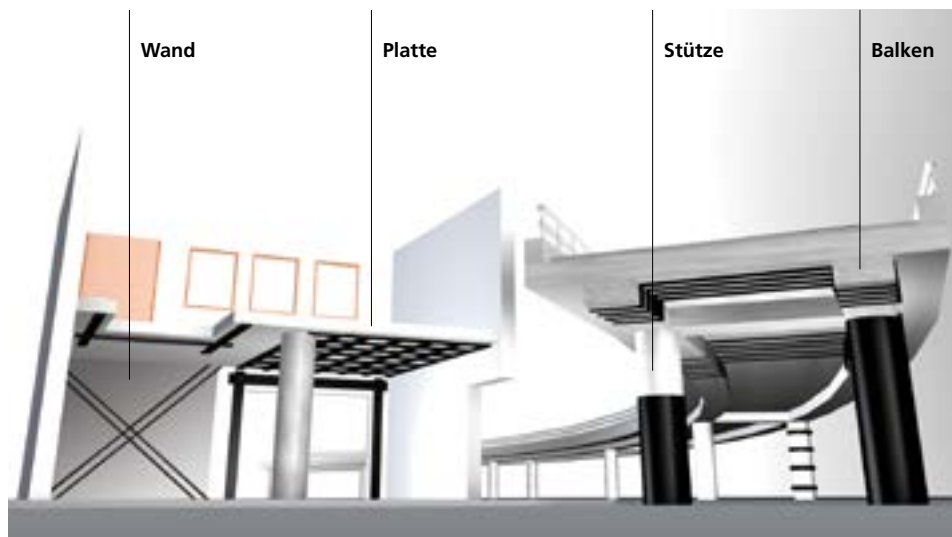
Carbon = Kohlenstoff

FRP = Fibre Reinforced Polymer (Faserverstärkte Kunststoffe)



# Die Sto S&P FRP-Systeme: Das komplette Programm

Kohlefasern machen sich stark



## Das wirtschaftliche Programm zur Tragwerksverstärkung

Sto S&P FRP-Systeme decken ein breites Anwendungsspektrum ab. Ob Ingenieurbau, wie die Verstärkung einer Brücke, oder Hochbau, wie die Nutzlasterhöhung einer Fabrikdecke. Auch das Absichern von Deckendurchbrüchen, der Ersatz tragender Wände, Wandaussteifungen und Verstärkung von Stützen und Pfeilern sind damit einfach, schnell und vor allem sicher möglich.



## Die Produktsysteme:

- Sto S&P CFK Lamelle oberflächlich geklebt
- Sto S&P Endverankerungssystem für oberflächlich geklebte Lamellen
- Sto S&P CFK Lamelle geschlitzt geklebt
- Sto S&P CFK Lamelle Vorspannsystem
- Sto S&P C Sheet
- Bemessungsprogramm S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna

Sto S&P FRP Systemlösungen					
Bauteil	Belastung	Sto S&P CFK Lamelle oberflächlich geklebt	Sto S&P CFK Lamelle geschlitzt geklebt	Sto S&P CFK Lamelle Vorspannsystem	Sto S&P C Sheet
Stütze	Normalkraftverstärkung*				●
Balken	Zugkraftverstärkung	●	●		
	Durchbiegung	●	●	●	
	Querkraftverstärkung (Schub)				●
Platte	Zugkraftverstärkung	●	●		
	Durchbiegung	●	●	●	
Wand	Zugkraftverstärkung	●	●		
	Normalkraftverstärkung			●	

\*Druckrafterhöhung ohne Ausknicken durch Umschnürung

● gut

# Glossar

**Folgende Bauteile sind repräsentativ für Kohlefaserverstärkung geeignet:**

## **Stütze**

Stützen sind stabförmige Konstruktionen, die überwiegend vertikal belastet werden und als Druckglied zur Lastabtragung dienen. Die Tragfähigkeit einer Stütze hängt ab von der Festigkeit des gewählten Materials, den Querschnittsabmessungen und der Querschnittsform, der Länge bzw. Höhe der Stütze. Im Stahlbetonbau werden Stützen überwiegend rechteckig oder rund mit einer durch Bügel umschlossenen Bewehrung ausgeführt.

## **Balken**

Balken sind überwiegend auf Biegung beanspruchte stabförmige Träger eines beliebigen Querschnitts.

## **Platte**

Unter Platten versteht man Flächentragwerke, welche senkrecht zu ihrer Ebene belastet werden, was Biegemomente erzeugt. Hierbei wird, hinsichtlich der Lastabtragung, in einachsig gespannte und zweiachsig gespannte Platten unterschieden. Einachsige Spannrichtung bedeutet, dass die Lasten nur in eine Richtung auf die Auflager abgetragen werden. Bei zweiachsiger Spannrichtung erfolgt der Lastabtrag in zwei Richtungen auf die Auflager. Zur Anwendung kommen Platten hauptsächlich als Geschossdecken, als Fundamentplatten und bei Brücken. Sie sind in der Regel aus Beton oder Stahl.

## **Wand**

Eine Wand im klassischen Sinne ist ein senkrecht stehendes Bauteil, dessen horizontale Ausdehnung in die eine Richtung (Länge) sehr viel größer ist als in die andere Richtung (Breite), also eine vertikal gestellte Scheibe. Hinsichtlich der statischen Anforderungen wird unterschieden in aussteifende, nicht tragende und tragende Wände, hinsichtlich der Anordnung im Gebäude in Außenwände, Innenwände und Trennwände.

**Man unterscheidet üblicherweise zwischen zwei Belastungsarten:**

### **Ständige Lasten**

Die ständige Last ist die Summe aller unveränderlichen Lasten. Diese sind die Eigenlasten der tragenden Bauteile (beispielsweise Stahlbetondecke) und die von ihnen dauernd aufzunehmenden Lasten (z. B. Estrich, Fußbodenbelag). Die ständige Last ist in ihrer Größe abhängig von den verwendeten Baustoffen.

### **Verkehrslasten**

Die Verkehrslast ist die veränderliche oder bewegliche Belastung des Bauteils. Sie ersetzt die Lasten von Personen, Einrichtungsgegenständen, Lagerstoffen, Fahrzeugen, Schnee und Wind sowie Einwirkungen aus Erdbeben oder Explosionen. Die Verkehrslast ist in ihrer Größe abhängig vom Nutzungszweck des Gebäudes und als Wind- bzw. Schneelast abhängig von Form und geographischer Lage des Gebäudes.

**Eine Erhöhung der Verkehrslasten beeinflusst folgende Parameter:**

### **Durchbiegung**

Biegung bezeichnet in der technischen Mechanik eine mechanische Veränderung der Bauteilgeometrie infolge eines Biegemomentes, wodurch eine Verkrümmung der Stabachse hervorgerufen wird. Diese Biegung wird in einachsige und zweiachsige (doppelte) Stabbiegung unterteilt. Biegung tritt auf bei Balken, Platten, Rahmen und Schalen.

### **Ausknicken**

Je schlanker eine Stütze, umso mehr neigt sie dazu, der Last (vertikal) durch seitliches Ausknicken auszuweichen. Dadurch wird die nötige Traglast einer Stütze abgemindert bzw. es entsteht eine Zusatzbelastung aufgrund der Auslenkung der Stütze.

### **Querkraft (Schub)**

Beanspruchung durch Schnittkräfte parallel zur Schnittebene eines Stab- oder Flächenelements.

### **Normalkraft**

Beanspruchung durch Schnittkräfte senkrecht zur Schnittebene eines Bauteils. Die Normalkraft erzeugt Druck- bzw. Zugkräfte.

### **Zugkraft**

Positive Kraft, die an der Schnittebene eines Bauteils zieht. Die Kraft verläuft senkrecht zur Schnittebene.

# Sto S&P CFK Lamelle – oberflächlich geklebt

## Bewehrung zur Biegezugverstärkung



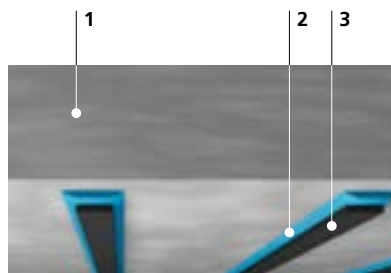
Das System besteht aus 1 bis 1,5 mm dünnen Kohlefaserlamellen, die mit einem bauaufsichtlich zugelassenen Epoxidharzkleber auf den vorbereiteten Beton aufgeklebt werden. Das zu verstärkende Bauteil erhält damit ein Zugband aus Kohlefaserbewehrung. Für eine bessere Anpassung an das Tragverhalten unterschiedlicher Bauteile ist die Sto S&P CFK Lamelle in den zwei E-Modul-Varianten, HM und NM, erhältlich. HM steht hierbei für hohes E-Modul und NM für ein niedriges E-Modul.

Die Sto S&P CFK Lamellen sind wenige Zentimeter breit und in beliebiger Länge bis 150 m erhältlich. Die längs ausgerichteten Kohlefasern sind in einer Epoxidharzmatrix eingebettet. Sie zeichnen sich durch enorme Zugfestigkeit aus, haben ein geringes Eigengewicht und sind besonders leicht und schnell zu verarbeiten.

Durch die Beschichtung mit diversen Schlussbeschichtungen von StoCretec können die Sto S&P CFK Lamellen nach der Bewehrung farblich an den vorhandenen Untergrund angepasst werden.

**FRP = Fibre Reinforced Polymer  
(Faserverstärkte Kunststoffe)**

- 1 Betonbauteil
- 2 Kleber
- 3 Sto S&P CFK Lamelle



### Anwendungsbereiche:

- Ebene oder abgerundete Bauteile mit großem Durchmesser
- Untergründe aus Beton und Stahlbeton
- Biegezugverstärkung

### Systemvorteile:

- Schnelle Verarbeitung durch vorgefertigte Lamellen
- Vielfältige Querschnittsflächen, dadurch variabel
- Biaxiale Verstärkung durch Verklebung über Kreuz
- Leicht, daher keine Abstützung beim Verkleben notwendig
- Leichter Transport, da aufrollbar, Durchmesser  $\geq 60$  cm
- Anpassungsfähig, da auf der Baustelle zuschneidbar
- Korrosionsbeständig
- Beständig gegen chemische und atmosphärische Belastungen
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

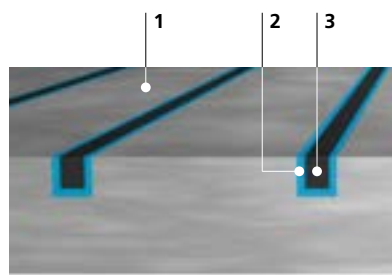


# Sto S&P CFK Lamelle – geschlitzt geklebt

Extrem hohe Verbundtragfähigkeit



- 1 Betonbauteil
- 2 Laminierharz
- 3 Sto S&P CFK Lamelle



Eingeschlitzte Lamellen zeichnen sich im Vergleich zu oberflächlich aufgeklebten Lamellen durch eine äußerst hohe Verbundtragfähigkeit aus. Die hohe Zugfestigkeit der CFK Lamelle kann bei dieser Anwendung bis zum Versagen der Carbonfasern ausgenutzt werden.

Speziell für das Einschlitzen in Stahlbetonbauteile gibt es Sto S&P CFK Lamellen mit einer Breite von 10-20 mm. Bei diesem Verfahren werden mit einer Betonfräse Schlitze von ca. 3-6 mm Breite und etwa 15-25 mm Tiefe in den Betonuntergrund eingeschnitten. Die Schlitze werden mit dem systemgeprüften Epoxidharzkleber StoPox SK 41 gefüllt und die Lamellen hochkant in den Epoxidharzkleber eingepresst. Grundsätzlich ist im Vorfeld der Verstärkungsmaßnahme zu prüfen, ob die Dicke der Betondeckungsschicht ein Einschlitzen in erforderlicher Tiefe zulässt. Eine Erhöhung der Betondeckung kann durch die Verwendung eines M3-Mörtels erreicht werden.

## Anwendungsbereiche:

- Im Bereich von hohen Zugkraftgradienten
- An Stellen kombinierter Momenten- und Querkraftbeanspruchung (z. B. im Stützmomentenbereich von Durchlaufträgern)
- In Kombination mit der oberflächlich geklebten Lamelle

## Systemvorteile:

- Sehr gute Verankerung der Kräfte
- Sehr hohe Verbundtragfähigkeit
- Keine Beschränkung der Haftzugfestigkeit des Stahlbetonbauteils
- Korrosionsbeständig
- Beständig gegen chemische und atmosphärische Belastungen
- Schnelle Verarbeitung durch vorgefertigte Lamellen
- Anpassungsfähig, da auf der Baustelle zuschneidbar
- Lamelle trägt nicht auf
- Vor mechanischer Beschädigung geschützt, da die Lamelle im Bauteil integriert ist
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Die mechanische Wirkungsweise eingeschlitzter Lamellen wurde in mehreren Forschungsvorhaben eingehend untersucht. Sie lassen sich insbesondere im Bereich von hohen Zugkraftgradienten bzw. an Stellen kombinierter Momenten- und Querkraftbeanspruchung (z. B. im Stützmomentenbereich von Durchlaufträgern) sinnvoll einsetzen.

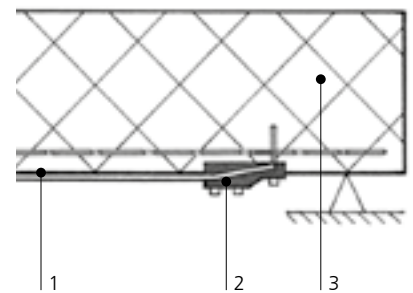
# Sto S&P Endverankerungssystem

Für oberflächlich geklebte Lamellen



- 1 CFK Lamelle
- 2 Beton

Bei Überschreiten der Verbundbruchkraft reißt die oberflächennahe Betondeckung ab



- 1 CFK Lamelle
- 2 Endverankerungssystem
- 3 Beton



Das Sto S&P Endverankerungssystem besteht aus einer Grund- und einer Deckplatte aus Aluminium. Die Grundplatte wird in den Beton eingelassen und mit der Deckplatte verschraubt. Gehalten wird die CFK Lamelle mit Klebstoff und über den Anpressdruck. Die Zugkräfte der CFK Lamelle werden über den Stirndruck der Grundplatte in den Beton eingeleitet. Dadurch ist es möglich, die Verbundkräfte einer aufgeklebten CFK Lamelle zu verdoppeln.

Das System wird dort eingesetzt, wo der Verbund am Ende der aufgeklebten Lamelle maßgebend wird.

Grundsätzlich ist im Vorfeld der Verstärkungsmaßnahme zu prüfen, ob die Dicke der Betondeckschicht bzw. die Lage der Bewehrungseisen einen Einsatz des Endverankerungssystems zulässt.

## Anwendungsbereiche:

- Ebene oder abgerundete Bauteile mit großem Durchmesser
- Untergründe aus Beton und Stahlbeton
- Biegezugverstärkung

## Systemvorteile:

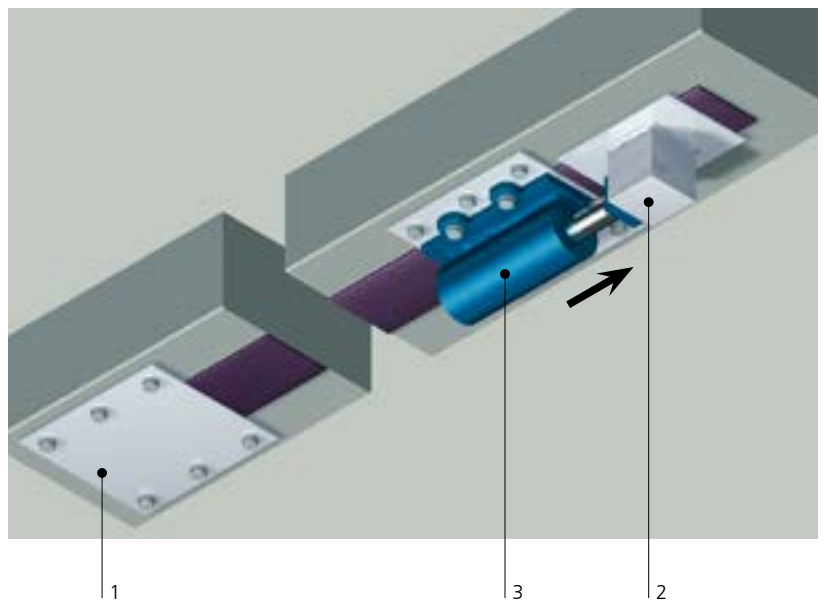
- Sehr gute Verankerung der Kräfte
- Keine Beschränkung der Haftzugfestigkeit
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (für trockene Innenräume)

# Sto S&P CFK Lamelle – Vorspannsystem

## Nachverstärkung von vorgespannten Bauteilen aus Stahlbeton



Zur Nachverstärkung von vorgespannten Bauteilen aus Stahlbeton dient das Sto S&P Vorspann-System. Die Endverankerung der Lamellen erfolgt durch die verdübelten und verklebten Stahlplatten an den Lamellenenden und einem direkten Klebeverbund mit dem systemgeprüften 2K-EP Kleber StoPox SK 41.



### Anwendungsbereiche:

- Nachverstärkung von vorgespannten Bauteilen aus Stahlbeton
- Nachträgliches Verbinden von Koppelfugen im Brückenbau
- In zahlreichen Fällen kostenoptimierte Nachverstärkung von schlaff bewehrten Bauteilen aus Stahlbeton (Einsparung von Lamellen durch bessere Auslastung der Zugkraft)

### Systemvorteile:

- Geprüftes System
- Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit von Tragwerken
- Entlastung der internen Stahlbewehrung
- Verminderung von Rissbreiten und Durchbiegung
- Einfacher Einbau

### Das Sto S&P Vorspann-System (schematische Darstellung)

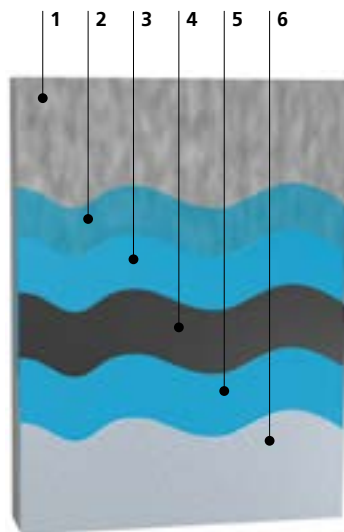
- 1 Feste Endverankerung**  
Stahlplatte, verklebt mit der Sto S&P CFK Lamelle (Kleber ausgehärtet) und im Beton mit Dübeln verankert.
- 2 Bewegliche Verankerung**  
Die Stahlplatte dient zum Vorspannen der Sto S&P CFK Lamelle. Nach dem Vorspannen und Erhärten des Kleberbettes wird die Platte abgetrennt.
- 3 Zweite Endverankerung und Vorspann-Einrichtung**  
Die Stahlplatte wird über dem Lamellenende verklebt und verdübelt. Auf der Stahlplatte wird der Hydraulikzylinder befestigt. Die Lamelle gleitet während des Spannvorgangs unter der Verankerungsplatte hindurch. Nach dem Aushärten des Klebers dient die Stahlplatte als Endverankerung.

# Sto S&P C Sheet

## Großflächige Kohlefaserverbundmatten



- 1 Betonbauteil
- 2 Grundierung (optional)
- 3 Laminierharz
- 4 Sto S&P C Sheet
- 5 Laminierharz
- 6 evtl. Schlussbeschichtung



### Sto S&P C Sheet

Sheets sind flache, großflächige Kohlefasergelege, die für die Applikation auf einer Kunststoffolie geliefert werden. Sie werden auf der Baustelle als handlamierte Verstärkung eingesetzt.

Das Sheet in den beiden Varianten 240 (hohe Zugfestigkeit) und 640 (hohes E-Modul) eignet sich hervorragend dafür, die externe Verstärkung auf Schub vorzunehmen. Im Zusammenspiel mit diesen kann auch eine Torsionsverstärkung bei Massivbauteilen vorgenommen werden.

Auch für das Sto S&P C Sheet gilt, dass es durch eine Schlussbeschichtung an die Umgebung nach Wunsch des Bauherrn angepasst werden kann.

#### Anwendungsbereiche:

- Ebene oder runde Bauteile
- Untergründe aus Beton und Stahlbeton
- Biegezugverstärkung
- Querkraftverstärkung

#### Systemvorteile:

- Drapierbar
- Bessere Anpassung an das Tragverhalten der zu verstärkenden Bauteile durch zwei verschiedene E-Module
- Keine Reduktion der lichten Weite
- Einfach und kostengünstig im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren

# Objekte mit Tragwerksverstärkung

Gewichtige Aufgaben mit intelligenter Technik gelöst



Referenzobjekte		
Objekt	Grund der Maßnahme	Ausführung
Regenrückhaltebecken Offenbach	Korrodierte Bewehrung Deckenverstärkung	1998
Brücke an der B54 Dortmund	Korrodierte Bewehrung Nutzlasterhöhung	1999
Decke im Rheincenter Weil am Rhein	Stützmoment	1999
Sulzbachtalbrücke Saarland	Nutzlasterhöhung	2001
Unterzüge Rheingoldhalle Mainz	Biegezugverstärkung	2005
Kaufhof Frankfurt am Main	Deckenverstärkung	2007
City Outlet Zweibrücken	Deckendurchbruch für Rolltreppe	2007
BAB A7 Würzburg-Kassel Döllbachtalbrücke	Brückenkappenverstärkung	2008
BMW NL Saar/ Pfalz Kirkel	Deckenverstärkung	2008
AMC Pancke AG Hagenow	Wandöffnungen	2008
Kranbahn Göttingen	Balkenverstärkung	2008
Sendemast Ochsenkopf Bayern	Biegezugverstärkung	2008
Deutsche Bank Frankfurt am Main	Wandöffnung	2009
Universität Augsburg	Tragwerksverstärkung	2011
Finanzamt Dresden	Tragwerksverstärkung	2011
Neubert + Möma Würzburg	Deckenöffnung in einer Ausstellungshalle	2012





# Bemessungssoftware S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna

## Kompetenz für die Bemessung

Um die Bemessung der Sto S&P CFK Lamellen so einfach wie möglich zu gestalten, wurde die Bemessungssoftware S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna entwickelt. Diese Bemessungssoftware von S&P unterstützt die Planung von Nachverstärkungen mit Sto S&P FRP-Systemen. Sie berechnet die Verstärkung von Stahlbetonbauteilen unter einachsiger Biegung mit Sto S&P FRP-Systemen. Das Programm bemisst die Querschnitte und führt alle erforderlichen Nachweise gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung aus. Die Bemessungssoftware S&P FRP Colonna ermöglicht es, die nachträgliche Verstärkung von Stützen zu bemessen. Das Programm führt alle erforderlichen Nachweise aus.

### Anwendungsbereiche

- Bemessung von schlaff bewehrten und vorgespannten (Vorspannung mit bzw. ohne Verbund) Stahlbetonbauteilen mit allen prüffähigen Nachweisen
- Bemessung von in Schlitzten verklebten Sto S&P CFK Lamellen
- Bemessung seitlich angebrachter Sto S&P CFK Lamellen
- Bemessung für Platten, Balken, Plattenbalken und Doppel-T-Querschnitte

- Bemessung von Rund- und Rechteckstützen
- Berücksichtigung von bis zu sechs inneren Bewehrungslagen und bis zu drei unterschiedlichen Lagen CFK Verstärkung
- Bemessung der Sto S&P C Sheets auf Biegezug und Querkraft
- Übersichtliche Baumstruktur für Eingabe- und Ergebnisdaten
- Optische Kontrolle der Geometrie durch maßstäbliche Darstellung
- Animation der Dehnungen in maßstäblicher Darstellung
- Bemessungsbeispiele nach DIN 1045-1 (2008-08) bzw. EC 2
- Ausführliches Bemessungshandbuch

### Bemessungsgrundlagen

- DIN 1045-1 bzw. Eurocode 2
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen
- DAfStb-Richtlinie: Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung 2012

### Nachweise

- Verstärkungsgrad gemäß Zulassung
- Mindestsicherheit im Brandfall
- Verankerungsnachweis gemäß DAfStb-Richtlinie
- Nachweis der Verankerung der Innenbewehrung an den Auflagern
- Schubnachweis gem. EC 2 bzw. DIN 1045-1



# Der professionelle Service

Beratung mit Erfahrung



Technisch hoch entwickelte Werkstoffe und ein komplexes Arbeitsgebiet wie die Tragwerksverstärkung verlangen Know-how und Erfahrung. Der S&P Clever Reinforcement GmbH ist es wichtig, allen Kunden dieses Know-how und die Entwicklungskompetenz zugänglich zu machen. Die S&P-Ingenieurabteilung berät und unterstützt daher jederzeit bei der Planung und statischen Bemessung.

Die Bemessungssoftware S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna kann gegen eine Schutzgebühr angefordert werden bei:

## S&P Clever Reinforcement GmbH

Karl-Ritscher-Anlage 5  
60437 Frankfurt a. M.  
Telefon +49 69 9509471-0  
Fax +49 69 9509471-10  
info@sp-reinforcement.de  
www.sp-reinforcement.de

## Vertrieb

Der Vertrieb der Sto S&P FRP-Systeme erfolgt über die StoCretec GmbH. Die Beratungsleistung erbringt die S&P Clever Reinforcement GmbH.

## Literatur

Pichler, D.: Die Wirkung von Anpressdrücken auf die Verankerung von Klebelamellen. Dissertation, Universität Innsbruck, Institut für Betonbau, 1993.

Holzenkämpfer, P.: Ingenieurmodell des Verbunds geklebter Bewehrung für Betonbauteile. Dissertation, TU Braunschweig, 1994.

Rostasy, F.S., Ranisch, E.-H.: Sanierung von Betontragwerken durch Ankleben von Faserverbundwerkstoffen. Forschungsbericht, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig, Dezember 1994.

Rostasy, F.S., Holzenkämpfer, P., Hankers, Ch.: Geklebte Bewehrung für die Verstärkung von Betonbauteilen. Betonkalender 1996, Teil 11, Berlin: W. Ernst & Sohn, 1996.

Verbundversuche an Doppelaschenkörpern mit CFK-Lamellen und Biegeversuche an mit CFK-Lamellen verstärkten Platten. Untersuchungsbericht Nr. 8511/8511, S. 11. 1996, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig.

Scherer J., S&P Clever Reinforcement: Anwendungsmöglichkeiten von Faserverbundwerkstoffen in der Bauwerkverstärkung

Ladner M. Prof., Hochschule Technik + Architektur: Bemessungsansätze für die Nach-verstärkung von Druckelementen mittels Faserverbundwerkstoffen

Tagung Kreative Ingenieurleistungen, TU Darmstadt, BOKU Wien: Meier Urs, EMPA CH: Unidirektionale CFK Profile im konstruktiven Ingenieurbau

Lucain Wilhelm, BOKU Wien: Verstärkung von Holzbauteilen mit geklebten CFK Lamellen

ACI Spring Convention March 14-19, 1999, Chicago: Scherer J., S&P Clever Reinforcement: Fiber reinforced polymer FRP systems for externally strengthening concrete structures

Taerwe L., Matthys S., Universiteit Gent: Inrijgen van Betonkolommen met vezelcomposietlamellen.

Ripper T., Scherer J.: Avaliação do desempenho de plásticos armados com folhas unidireccionais de fibras de carbono como elemento de reforço de vigas de betão armado, Ibracon 41st Congress, 1999, Salvador, Bahia, Brasil.

Grunewald D., S&P Clever Reinforcement GmbH: Bauwerksverstärkung mit Kohlefaserlamellen, Industriebau, Heft 1/99, Baumeister, Heft 7/ 2000

Grunewald D., S&P Clever Reinforcement GmbH: Konstruktive Bauwerksverstärkung mit Kohlefaserprodukten, Bundesbaublatt, Heft 2/ 2001

Grunewald D., S&P Clever Reinforcement GmbH: Verstärkung von Bauwerken mit Faserverbundwerkstoffen, Bautechnik, Heft 4/ 2008

Onken P., vom Berg W.: Biegezugverstärkung mit CFK-Lamellen. Neues Bemessungsmodell nach EC 2 und DIN 1045-1. Beton- und Stahlbetonbau, Heft 2/ 2001

S&P Bemessungsprogramm FRP Lamella, bow ingenieure, Braunschweig

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Deutschland für Sto S&P CFK-Lamellen

DAfStb-Richtlinie Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung, Ausgabe März 2012

**StoCretec GmbH**

Gutenbergstraße 6  
65830 Kriftel (bei Frankfurt a. M.)

**Zentrale**

Telefon 06192 401-0  
Telefax 06192 401-325

**Technisches InfoCenter**

Telefon 06192 401-104  
Telefax 06192 401-105  
stocretec@sto.com  
www.stocretec.de



**Vertriebsregionen Deutschland**

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion  
Baden-Württemberg**  
August-Fischbach-Straße 4  
78166 Donaueschingen  
Telefon 0771 804-230  
Telefax 0771 804-226  
vr.bw.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion Mitte**  
Ullsteinstraße 98–106  
12109 Berlin-Tempelhof  
Telefon 030 707937-100  
Telefax 030 707937-130  
vr.mitte.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion  
Nordrhein-Westfalen**  
Marconistraße 12–14  
50769 Köln-Feldkassel  
Telefon 0221 70925-123  
Telefax 0221 70925-148  
vr.nrw.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion Bayern**  
Magazinstraße 83  
90763 Fürth  
Telefon 0911 76201-21  
Telefax 0911 76201-48  
vr.bayern.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion Nord**  
Am Knick 22-26  
22113 Oststeinbek  
Telefon 040 713747-100  
Telefax 040 713747-120  
vr.nord.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**

**Vertriebsregion Rhein-Main**  
Gutenbergstraße 6  
65830 Kriftel  
Telefon 06192 401-411  
Telefax 06192 401-711  
vr.rheinmain.de@sto.com

Die komplette Übersicht unserer rund 90 Sto-VerkaufsCenter finden Sie im Internet unter **www.sto.de**

**Hauptsitz**

**Sto SE & Co. KGaA**

Ehrenbachstraße 1  
79780 Stühlingen  
Telefon 07744 57-0  
Telefax 07744 57-2178  
infoservice@sto.com  
www.sto.de



**Tochtergesellschaften der Sto SE & Co. KGaA im Ausland**

**Österreich**

**Sto Ges.m.b.H.**  
Richtstraße 47  
A-9500 Villach  
Telefon +43 4242 33133  
Telefax +43 4242 34347  
info@sto.at  
www.sto.at

**Schweiz**

**Sto AG**  
Industriestrasse 17  
CH-4553 Subingen  
Telefon +41 32 6744141  
Telefax +41 32 6744151  
sto.ch.subingen@sto.com  
www.stoag.ch

Der Lieferservice für StoCretec erfolgt durch die Sto SE & Co. KGaA.

Informationen über internationale Vertriebspartner erhalten Sie unter:  
Telefon +49 7744 57-1131