

Tragwerks- verstärkung

Belastbarkeit von
Stahlbetonbauwerken erhöhen

**Betoninstand-
setzung und
Betonschutz**



Tragwerksverstärkung

Eine bewährte Alternative zu klassischen Verstärkungsverfahren stellt die Tragwerksverstärkung mit CFK Lamellen oder CF Gelegen dar. Sie ist Stand der Technik und häufig die wirtschaftlichste und ästhetischste Lösung. Diese Broschüre zeigt Systemlösungen und Anwendungsgebiete auf. Fallbeispiele erläutern die praktische Umsetzung.

Titelbild:

Anwendungsbeispiele der Tragwerksverstärkung im Hochbau

Abbildung: StoCretec GmbH

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 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 Wert-, 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



04 Mit Carbonfasern Bauwerke aus Stahlbeton verstärken
Wirtschaftlich, sicher und ästhetisch

Anwendungsgebiete

06 StoConcrete Verstärkungssysteme
Anwendungsgebiet Hochbau

08 StoConcrete Verstärkungssysteme
Anwendungsgebiet Ingenieurbau

10 StoConcrete Verstärkungssysteme
Anwendungsgebiet Denkmalschutz

11 Studie: Geklebte CFK Lamellen unter Asphalt
Temperaturstabilität und Dauerhaftigkeit

Verstärkungsprinzipien und Systemlösungen

12 Verstärkungsprinzipien im Vergleich

14 StoConcrete Verstärkungssysteme auf einen Blick

16 Betonersatz für die Tragwerksverstärkung
Betonüberdeckung erhöhen, Unebenheiten egalisieren

Aus der Praxis

17 Sanierung des Deutschen Museums in München
Tragfähigkeit erhöhen, Bauteilgeometrie erhalten

18 Erneuerung der Autobahn A 57
Brückenverstärkung unter dynamischer Belastung

19 Deckenverstärkung in Münchener Tiefgarage
Standicherheit bei Feuerwehreinsatz gewährleistet

20 Grundsanierung der Nibelungenhalle Königswinter
Tragwerksverstärkung aufgrund neuer Lastsituation

21 Standicherheit für Wohnhaus mit 10 Geschossen
Umnutzung zur Kita erfordert 6 Wanddurchbrüche

Service

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

23 Beratung, Bemessung, Bestellung
Der Erfolg Ihres Bauvorhabens hat oberste Priorität

Mit Carbonfasern Bauwerke aus Stahl- beton verstärken

Wirtschaftlich, sicher und ästhetisch

Die Nutzungsdauer von Bauwerken aus Stahlbeton ist meist für mehrere Jahrzehnte vorgesehen. Veränderte Nutzungsintensität, Umbaumaßnahmen oder äußere Einflüsse wie Stürme, Erdbeben oder Unfälle führen in dieser Zeit oft zu neuen Anforderungen hinsichtlich der Belastbarkeit. Nachträgliche Verstärkungsmaßnahmen werden notwendig, um die Standsicherheit des Bauwerkes zu erhalten oder wieder herzustellen.

Klassische Verfahren wie die Verstärkung durch eine zusätzliche Ortbetonschicht, Spritzbeton mit ergänzender Bewehrung oder zusätzliche Stahlträger weisen einige Nachteile auf: Sie erhöhen das Eigengewicht und schränken das Lichtraumprofil ein. Ihr Einbau ist kostspielig und langwierig, verursacht enorme Nutzungsausfälle und lässt sich daher oft aus Zeitgründen nicht realisieren. Architektonische und städtebauliche Gegebenheiten können zudem die Logistik erschweren.

Eine bewährte Alternative stellt die Tragwerksverstärkung mit CFK Lamellen (CFK = carbonfaserverstärkter Kunststoff) oder CF Gelegen (CF = Carbonfaser) dar. Sie ist Stand der Technik und häufig die wirtschaftlichste und ästhetischste Lösung.

Unsere StoConcrete Verstärkungssysteme erhöhen die Zugfestigkeit tragender Bauteile. Konstruktionsmaße und Gewicht der Bauteile werden nur unwesentlich verändert. Die Verstärkungselemente sind unauffällig und nahezu vollständig kaschierbar. Ver- und Entsorgungsleitungen können während des Einbaus meist an Ort und Stelle bleiben. Produkteignung und Qualität wurden durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen/allgemeine Bauartgenehmigungen gemäß DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung: 2012-03“ und regelmäßige Fremdüberwachung bestätigt.

Bewusst bauen mit Carbonfasern:

- **Wirtschaftlich**

Verstärkungselemente aus Carbonfaser korrodieren und ermüden nicht. Damit sind sie enorm dauerhaft. Sie erhalten das Bauwerk, wobei ihr Einbau nur einen geringen Eingriff in die Konstruktion erfordert. Vorhandene Installationen können meist erhalten bleiben.

- **Sicher**

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen/allgemeine Bauartgenehmigungen gemäß DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung: 2012-03“ sowie regelmäßige Fremdüberwachung bestätigen Eignung und Qualität unserer Verstärkungssysteme.

- **Ästhetisch**

Nahezu unsichtbar fügen sich unsere Verstärkungssysteme in die Architektur des Bauwerkes ein. Sie lassen sich verkleiden oder beschichten. Durch ihre geringe Aufbauhöhe verändern sie das Lichtraumprofil nur unwesentlich.



Deutsches Museum, München, DE

StoCretec-Kompetenzen:

StoConcrete Carbon Plate,
StoConcrete Steel Plate,
StoConcrete Repair Prime TG 203,
StoConcrete Repair Prime TS 100

Foto: StoCretec GmbH

Vorteile

- Hohe Zugfestigkeit bei geringem Eigengewicht
- Keine Korrosion
- Beständig gegen chemische und atmosphärische Belastungen
- Optische Integration in das Bauwerk
- Vernachlässigbarer logistischer Aufwand (Lieferung als Rolle)
- Flexible Anpassung durch Zuschnitt vor Ort
- Geringe Nutzungsausfälle durch schnelle und raumsparende Verarbeitung
- Bei laufendem Betrieb verarbeitbar
- Keine Demontage von Installationen notwendig
- Hohe Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems

StoConcrete Verstärkungssysteme

Anwendungsgebiet Hochbau

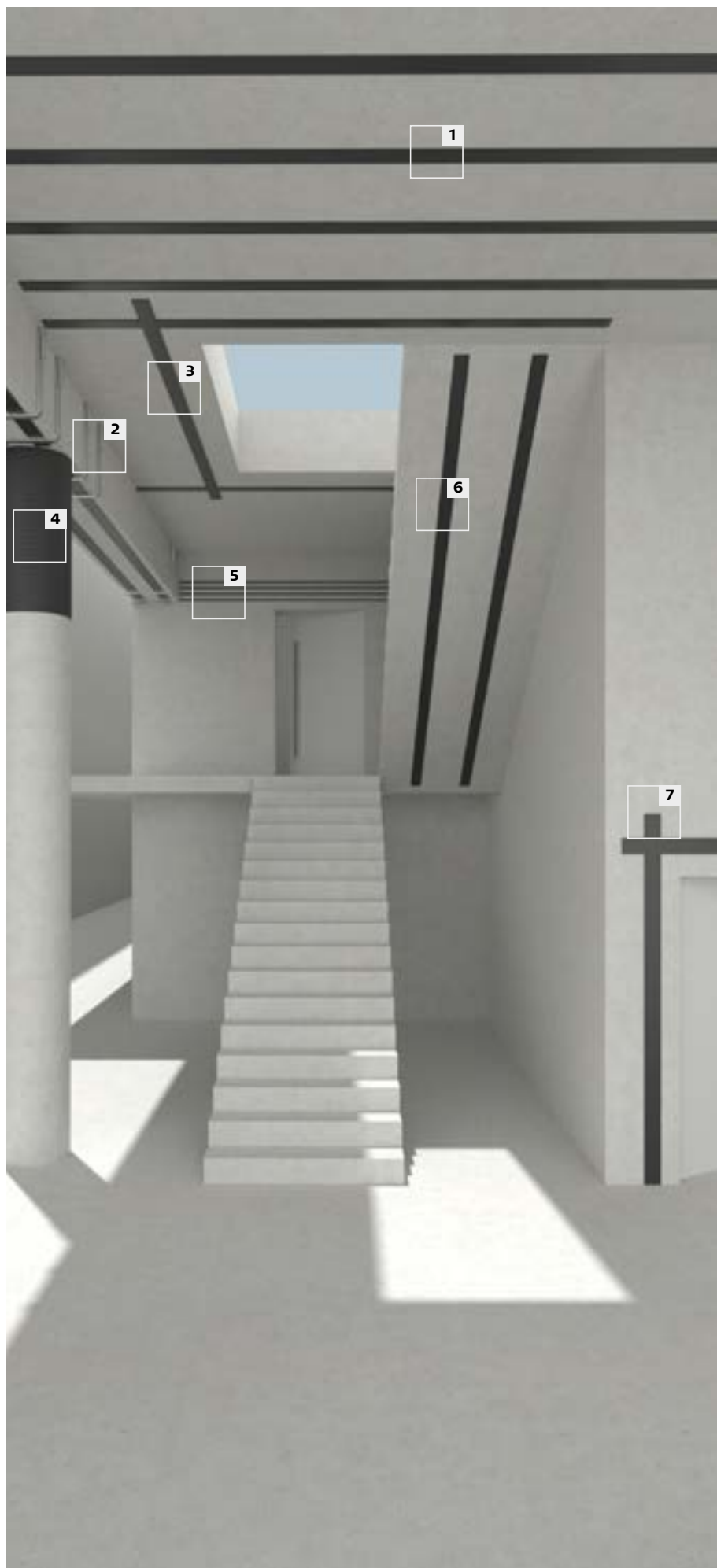
Bauen im Bestand ist ein wachsender Markt im Wohnungsbau, Verwaltungsbau, Industriebau oder Parkraumbau. Vorhandene Bauwerke erfahren eine Umplanung oder Umnutzung. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die Instandhaltung von Bestandsbauten. Häufig wird bei diesen Maßnahmen in das statische System der Bauteile eingegriffen oder die Belastungen erhöhen sich. StoConcrete Verstärkungssysteme bieten für Hochbauten unter anderem Lösungen, um die Nutzlast von Decken zu erhöhen oder die Standsicherheit bei der Gebäudemnutzung zu gewährleisten. Weitere

Anwendungen wie das Absichern von Deckendurchbrüchen, der Ersatz tragender Wände, Wandaussteifungen und die Verstärkung von Stützen und Pfeilern sind mit StoConcrete Verstärkungssystemen zuverlässig umsetzbar. Sie können sogar unter laufendem Betrieb eingebaut werden. Eine hohe Wirtschaftlichkeit, geringes Eigengewicht und ihre optische Unauffälligkeit zeichnen sie im Vergleich zu herkömmlichen Verstärkungsmethoden besonders aus. Unser Partner, die Simpson Strong-Tie GmbH, führt Machbarkeitsuntersuchungen durch und unterstützt bei Brandschutzlösungen.

Bild links:
Haus der Archäologie Sachsen, Chemnitz, DE
StoCretec-Kompetenz:
StoConcrete
Carbon Plate,
oberflächlich geklebte
Sto S&P CFK Lamellen
Foto: StoCretec GmbH

Bild rechts:
Anwendungsbeispiele
der Tragwerksver-
stärkung im Hochbau
Abbildung: StoCretec GmbH





Anwendungen im Hochbau

**1 Sto S&P CFK Lamellen
oberflächlich geklebt:**
Biegezugverstärkung der Decke

**2 Stahllaschen
oberflächlich geklebt:**
Querkraftverstärkung

**3 Sto S&P CFK Lamellen
oberflächlich geklebt:**
Wechselbewehrung aufgrund einer
Deckenöffnung

4 Sto S&P C-Sheets:
Konstruktive Stützenkopfschnürung

**5 Sto S&P CFK Lamellen
in Schlitz geklebt:**
Verstärkung einer Wandscheibe

**6 Sto S&P CFK Lamellen
oberflächlich geklebt:**
Biegezugverstärkung der Treppe

**7 Sto S&P CFK Lamellen
oberflächlich geklebt:**
Wechselbewehrung aufgrund eines
Wanddurchbruchs

StoConcrete Verstärkungssysteme

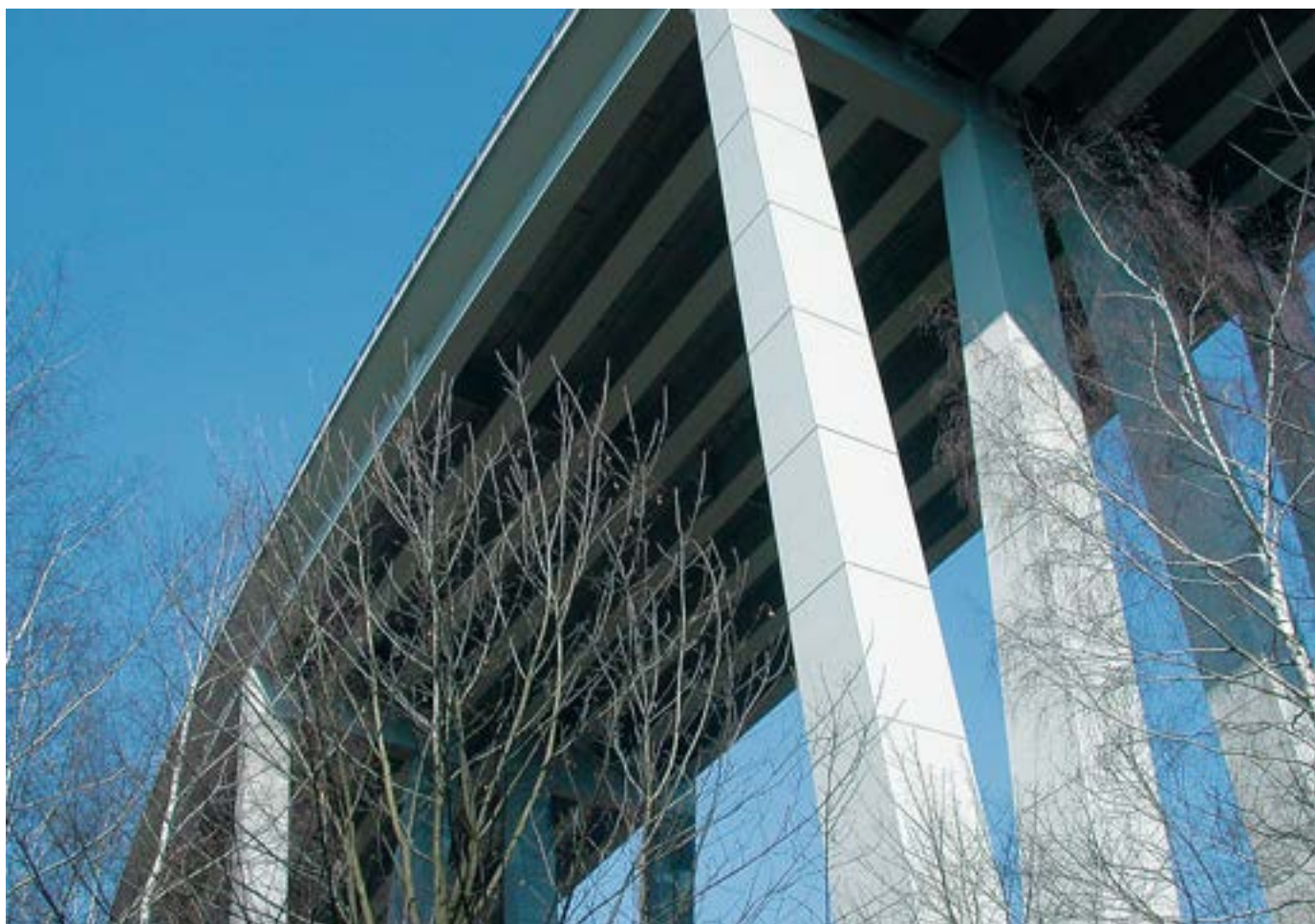
Anwendungsgebiet Ingenieurbau

Im Ingenieurbau dienen StoConcrete Verstärkungssysteme unter anderem der wirtschaftlichen Ertüchtigung von Bestandsbrücken. Lasterhöhungen oder verschärfte gesetzliche Anforderungen können dies während der Lebensdauer eines Bauwerkes erforderlich machen. Mit Kohlefaserlamellen oder CF Gelegen lassen sich beispielsweise die Nutzlast von Bestandsbrücken erhöhen oder eine Verbreiterung der Fahrbahn realisieren. Diese Technologie macht es möglich, die Nutzungsdauer zahlreicher Brücken enorm zu verlängern.

Unsere Verstärkungslösungen sorgen für Sicherheit und haben dies bereits vielfach bewiesen. Außerdem bieten sie eine wirtschaftliche Alternative zu Abriss und Neubau. Neben Brücken können Tunnel, Wasserbauwerke, Stützbauwerke, Trogbauwerke oder andere Bauten des Ingenieurbaus ertüchtigt werden.

Bild links:
**Sulzbachtalbrücke,
Friedrichsthal, DE**
StoCretec-Kompetenz:
StoConcrete
Carbon Plate mit
oberflächlich geklebter
Sto S&P CFK Lamelle
Foto: StoCretec GmbH

Bild rechts:
Anwendungsbeispiele
der Tragwerksver-
stärkung im
Ingenieurbau
Abbildung: StoCretec GmbH





Anwendungen im Ingenieurbau

**1 Sto S&P CFK Lamelle
oberflächlich geklebt:**
Biegezugverstärkung

**2 Stahllaschen
oberflächlich geklebt:**
Querkraftverstärkung

3 Sto S&P C-Sheets:
Konstruktive Stützenkopfumschnürung

**4 Sto S&P CFK Lamellen
in Schlitze geklebt:**
Verstärkung der oberen Querbewehrung

StoConcrete Verstärkungssysteme

Anwendungsgebiet Denkmalschutz

Historische Bauwerke gehören zum Erscheinungsbild unseres Landes. Sie erzählen Geschichten und prägen Regionen. Diese Denkmale sind einzigartig und unwiederbringlich. Daher sind sie zu erhalten und zu schützen, wobei Baufunktion und Aussehen nicht verändert werden sollen. CFK Verstärkungssysteme eignen sich optimal zur Ertüchtigung historischer Bauten. Die Verstärkungselemente haben wenig Eigengewicht. Sie sind schmal und an

Bauteile flexibel anpassbar. Mit Verkleidungen oder Beschichtungen werden die Verstärkungselemente nahezu unsichtbar in das Bauwerk integriert. Der Raumeindruck wird bewahrt. Verglichen mit anderen Verstärkungsmaßnahmen, z. B. Spritzbeton, entsteht beim Einbau nur wenig Schmutz, und die Arbeiten lassen sich sehr schnell ausführen. Die in Schlitze geklebte Lamelle verstärkt auch minderfeste Betone zuverlässig und dauerhaft.

**Nibelungenhalle,
Königswinter, DE**
**StoCretec-
Kompetenzen:**
StoConcrete
Carbon Plate,
in Schlitze geklebt,
StoPox Mörtel
standfest,
StoConcrete
Carbon Sheet
Foto: Ulf/Adobe Stock



Studie: Geklebte CFK Lamellen unter Asphalt

Temperaturstabilität und Dauerhaftigkeit

Aus statischen Gründen erfolgt die Verstärkung der Kragarme von Brücken häufig oberseitig. Hierbei werden die CFK Lamellen in der Regel mit Asphalt überbaut. Epoxidharz-Klebstoffe für die CFK Verstärkung verlieren bei ca. 50 bis 60°C ihre Festigkeit. Die Lastübertragung von der Verstärkung in das Bauwerk reduziert sich. Die Lamellen sind nicht mehr statisch anrechenbar. Beim Asphaltieren werden diese Temperaturen deutlich überschritten. Direkte Sonneneinstrahlung bewirkt ebenfalls eine erhöhte Temperatur auf der Asphaltdecke.

Neben den statischen Nachweisen für die Verstärkung stellen sich für diesen Anwendungsfall daher zwei Fragen:

- Wie verhält sich der Verbund im Zusammenspiel von Klebstoff und dem heißen Gussasphalt?
- Wie verhält sich das Verbundsystem im Hinblick auf die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen?

Ein Forschungsvorhaben an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Schweiz, sollte diese Fragen beantworten. Im ersten Teil wurden in Bauteilversuchen die Temperaturen in der Klebstofffuge beim Einbau der Polymerbitumen-Dichtungsbahn sowie des Gussasphaltes gemessen. Im zweiten Teil der Studie erfolgten Langzeitüberwachungen an CFK-verstärkten und mit Asphalt überbauten Platten unter Gebrauchslast und jahreszeitlichen Umwelt- und Temperatureinflüssen.

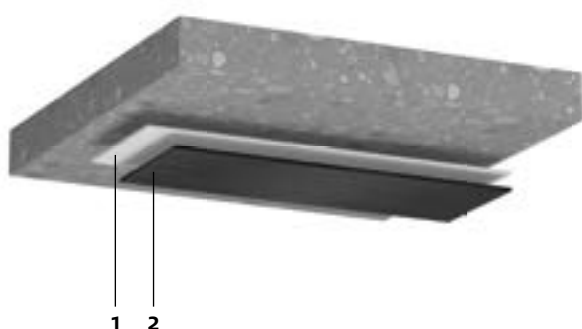
Ergebnisse:

- Die Temperaturen während des Aufbringens der Polymerbitumen-Dichtungsbahn sind vernachlässigbar aufgrund ihrer geringen Einwirkungsdauer. Die Klebstofffuge erwärmt sich nur unwesentlich.
- Beim Aufbringen des Gussasphaltes kann die Temperatur in der Epoxidharzschicht bis zu 80°C betragen. In dieser Zeit können die CFK Lamellen somit statisch nicht berücksichtigt werden. Nach Abkühlung erreicht der Klebstoff seine ursprünglichen Festigkeitseigenschaften, und die CFK Lamellen sind wieder voll ansetzbar. An Klebstoff und CFK Lamellen waren keine Veränderungen oder Einschränkungen der Festigkeit feststellbar.
- Die Haftzugprüfung zeigte nur eine minimale Beeinflussung des Verbundes. Die Bemessung bzw. Bemessungsfestigkeiten müssen nicht angepasst werden.
- Durch das beschleunigte Erhärten steigt die Glasübergangstemperatur durch Nacherhärtungseffekte an.
- Die Langzeitversuche zeigten keine Auswirkungen von Umwelt- und Temperatureinflüssen auf die Tragfähigkeit von verstärkten Bauteilen.

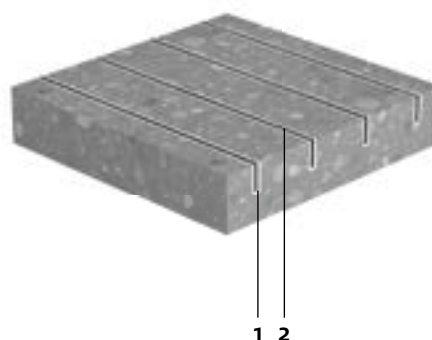
Fazit:

Der Überbau von CFK Lamellen mit Asphalt sowie das Aufbringen einer Bitumendichtbahn sind bedenkenlos möglich. Sonneneinstrahlung hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Verbundsystems. Den vollständigen Bericht der Simpson Strong-Tie GmbH erhalten Sie in unserem Technischen InfoCenter.

Verstärkungsprinzipien im Vergleich



1 — Kleber
2 — Sto S&P CFK Lamelle



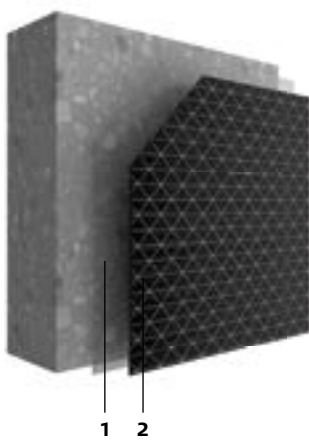
1 — Kleber
2 — Sto S&P CFK Lamelle

Oberflächig geklebte Lamelle

Das System StoConcrete Carbon Plate mit oberflächig geklebter Lamelle wird vorrangig zur Biegezugverstärkung eingesetzt. Es dient der Ertüchtigung von Betonbauteilen unter vorwiegend ruhender und nicht vorwiegend ruhender Belastung. Die Lamellen sind enorm zugfest. Ohne Untergrundaussgleich trägt das System nur 3 bis 4 Millimeter auf und hat somit kaum Einfluss auf das Lichtraumprofil des Bauwerkes. Mit Bekleidungen oder Beschichtungen ist der ursprüngliche Raumeindruck vollständig wieder herstellbar. Aufgrund ihres niedrigen Eigengewichtes lässt sich die oberflächig geklebte Lamelle auch über Kopf einfach montieren. Eine zusätzliche Unterstützung während der Aushärtung des Klebers ist nicht notwendig. Durch eine Überkreuz-Verklebung ist die Verstärkung zweiachsig gespannter Platten realisierbar.

Geschlitzt geklebte Lamelle

Das System StoConcrete Carbon Plate mit in Schlitze geklebten Lamellen zeichnet sich durch eine sehr hohe Verbundtragfähigkeit aus. Es verstärkt Betonbauteile unter vorwiegend ruhender sowie nicht vorwiegend ruhender Belastung. Die Lamellen werden hochkant in mit Kleber gefüllte Schlitze eingelegt und erreichen damit eine sehr hohe Zugfestigkeit. In Verbindung mit der oberflächig geklebten Lamelle ist eine zweiachsige Verstärkung realisierbar. Eingeschlitzte Lamellen lassen sich besonders gut im befahrenen Bereich, aber auch über Kopf einfach montieren und benötigen keine Unterstützung während der Kleberaushärtung. Sie sind oberflächenbündig einzulassen und verändern somit nicht das Lichtraumprofil des Bauwerkes. Die verstärkten Bereiche lassen sich mit Beschichtungen kombinieren.



- 1 — Laminierharz
- 2 — Sto S&P C Sheet

CF Gelege

Das System StoConcrete Carbon Sheet wird zur Biegezug- sowie Querkraftverstärkung ebener sowie runder Bauteile eingesetzt. Die Sto S&P C Sheets sind flache, großflächige Kohlefasergelege. Sie werden auf einer Kunststoffolie angeliefert und auf der Baustelle als handlamierte Verstärkung eingebaut. Es eignet sich für die externe Verstärkung auf Schub oder als Normalkraftverstärkung bei Stützen. Im Zusammenspiel beider Varianten kann eine Torsionsverstärkung bei Massivbauteilen vorgenommen werden. Mit Bekleidungen oder Beschichtungen lässt sich das Sto S&P C Sheet optisch an die Umgebung anpassen.

StoConcrete Verstärkungssysteme auf einen Blick

StoConcrete Verstärkungssysteme

Verstärkungssystem	StoConcrete Carbon Plate		StoConcrete Steel Plate	StoConcrete Carbon Sheet
Verstärkungselement	Sto S&P CFK Lamelle, oberflächlich geklebt	Sto S&P CFK Lamelle, in Schlitze geklebt	Stahlflasche, oberflächlich geklebt	Sto S&P C Sheet
Bauteil & Verstärkungsart				
Stütze				
Normalkraftverstärkung*				■
Balken				
Zugkraftverstärkung	■	■		
Biegezugverstärkung	■	■		
Querkraftverstärkung (Schub)			■	■
Platte				
Zugkraftverstärkung	■	■		
Biegezugverstärkung	■	■		
Wand				
Zugkraftverstärkung	■	■		
Eigenschaften	• Variabel durch vielfältige Querschnittsflächen • Biaxiale Verstärkung durch Verkleben über Kreuz • Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung	• Sehr gute Verankerung der Kräfte • Sehr hohe Verbundtragfähigkeit • Keine Beschränkung der Haftzugfestigkeit des Betonbauteils • Keine mechanische Beschädigung der im Bauteil integrierten Lamelle • Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung	• Sehr gute Verankerung der Kräfte • Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung	• Drapierbar • Optimale Anpassung an das Tragverhalten der zu verstärkenden Bauteile durch zwei E-Modul-Varianten • Keine Reduktion der lichten Weite

*Druckkraftehöhung ohne Ausknicken durch Umschnürung

Bild rechts:

Geschossumbau, Kaufhaus, Mannheim, DE
StoCretec-Kompetenz: StoConcrete Carbon Plate, oberflächlich geklebte Lamelle

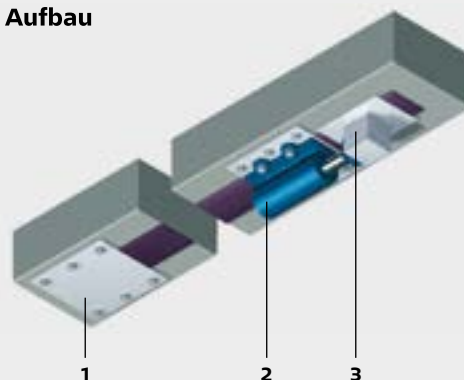
Foto: StoCretec GmbH



Vorspannsystem

Das Sto S&P Vorspannsystem dient der Nachverstärkung von vorgespannten Bauteilen aus Stahlbeton. Im Brückenbau wird es zur nachträglichen Verbindung von Koppelfugen angewendet. Zudem kommt es zur kostenoptimierten Nachverstärkung schlaff bewehrter Stahlbetonbauteile zum Einsatz. Die Endverankerung der Lamellen erfolgt hierbei durch verdübelte und verklebte Stahlplatten an den Lamellenenden sowie durch einen direkten Klebeverbund.

Aufbau



- 1 — Feste Endverankerung
- 2 — Zweite Endverankerung und Vorspanneinrichtung
- 3 — Bewegliche Verankerung

Betonersatz für die Tragwerksverstärkung

Betonüberdeckung erhöhen, Unebenheiten egalisieren

Zur Erhöhung der Betonüberdeckung unter oberflächlich geklebten CFK Lamellen oder für in Schlitzte geklebte Lamellen sowie zur Egalisierung von Unebenheiten größer vier Millimeter empfehlen wir unsere Betonersatzsysteme. Diese sind je nach Objekt, Bauteil, Lage der Auftragsfläche und

örtlichen Gegebenheiten angepasst. Sie erhöhen den Feuerwiderstand und stellen die Passivität des Bewehrungsstahls wieder her. Eine engmaschige Qualitätskontrolle aus Eigen- und Fremdüberwachung stellt die kontinuierlich hohe Produktqualität sicher.

Betonersatz für die Tragwerksverstärkung

System / Produkt	StoConcrete Repair Prime TG 203	StoPox Mörtel standfest	StoConcrete Repair Prime TS 100	StoConcrete Screed Classic TG
System- / Produktbeschreibung	CEM Instandsetzungssystem, kunststoff-modifiziert, manuell oder Nassspritzverfahren, statisch mitwirkend	EP Mörtel, Schichtdicke 4 – 20 mm	CEM Instandsetzungssystem, kunststoff-modifiziert, Trockenspritzverfahren, statisch mitwirkend	CEM Instandsetzungssystem, kunststoff-modifiziert, manuell, zweikomponentig, statisch mitwirkend
Eigenschaften	• Sehr gute Modellierbarkeit des Frischmörtels • Applikation auch unter dynamischer Belastung • Hohe Druckfestigkeit • Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit	• Epoxidharzgebunden • Sehr gute Haftfestigkeit • Hohes Standvermögen • Hohe Schutzwirkung bei Frost-Tausalz-Beanspruchung • Sehr schnell überarbeitbar • Sehr hohe Dichtheit • Sehr hohe mechanische Widerstandsfähigkeit • Lösemittelfrei	• Große Schichtdicke in einem Arbeitsgang • Applikation auch unter dynamischer Belastung • Flexible Arbeitsunterbrechung und lange Förderstrecken • Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit • Dauerhaft elektrisch leitfähig (KKS)	• Dauerhaft elektrisch leitfähig (KKS) • Zweikomponentig
Lage der Auftragsfläche	Beliebig	Beliebig	Vertikal, über Kopf	Waagrecht, schwach geneigt
Verarbeitung	Manuell, Nassspritzverfahren	Manuell	Trockenspritzverfahren	Manuell
Druckfestigkeit gemäß EN 1504-3	Klasse R4	Klasse R3	Klasse R4	Klasse R4
Baustoffklasse gemäß EN 13501-1	A2-s1,d0	B-s1,d0 Bfl-s1	A1	A2fl-s1
Feuerwiderstand (ETK) gemäß DIN 4102-2 bzw. DIN EN 1365-2	F90		F90	
Systemaufbau				
Korrosionsschutz	StoCrete TK	StoPox KSH thix	StoCrete TK	StoCrete TH 110
Haftbrücke	StoCrete TH 200 (optional)	StoPox KSH thix		StoCrete TH 110
Betonersatz	StoCrete TG 203	StoPox Mörtel standfest	StoCrete TS 100	StoCrete TG 114 oder StoCrete TG 118

Sanierung des Deutschen Museums in München

Tragfähigkeit erhöhen, Bauteilgeometrie erhalten

Im Rahmen der Modernisierung des Deutschen Museums in München erfolgte eine Nachberechnung der Bestandsstatik von 1910. Diese ergab die Notwendigkeit, das Tragwerk statisch zu verstärken, um heutige normative Anforderungen an die Tragfähigkeit zu erfüllen. Bei dem historischen Bauwerk handelt es sich um einen Skelettbau aus bewehrtem Beton. Es gibt keine tragenden Wände. Das Tragwerk besteht aus Decken, Unterzügen und Stützen.

Die Verstärkung der Unterzüge erfolgte durch Biegezugbewehrung aus carbonfaserverstärkten Kunststofflamellen (CFK) mit dem System StoConcrete Carbon Plate. Als Querkraftbewehrung kam das System StoConcrete Steel Plate mit verklebten

Stahllaschen zum Einsatz. Sie ermöglichen eine statische Verstärkung, die sich an die bestehende schlanke Architektur anpasst.

Für die Instandsetzung sowie als Unterbau für die CFK Lamellen kamen die Mörtel StoCrete TG 203 und StoCrete TS 100 zum Einsatz. Beide Mörtel eignen sich bei zusätzlichen Anforderungen an die statische Mitwirkung und zur Reprofilierung des Untergrundes im Rahmen der Tragwerksverstärkung mit geklebter Bewehrung. Die umfassend brandgeprüften Betonersatzsysteme StoConcrete Repair Prime TG 203 und StoConcrete Repair Prime TS 100 stellen den Feuerwiderstand der Betonbauteile wieder her.

Deutsches Museum, München, DE

StoCretec-Kompetenzen:

StoConcrete Carbon Plate,
StoConcrete Steel Plate,
StoConcrete Repair Prime TG 203,
StoConcrete Repair Prime TS 100

Foto: StoCretec GmbH



Erneuerung der Autobahn A 57

Brückenverstärkung unter dynamischer Belastung

Im Zuge der Erneuerung der A 57 wurden auf dem elf Kilometer langen Teilstück zwischen Sonsbeck und Alpen (NRW) sechs Brücken saniert. Neben der Sanierung des Belages und der Schutzeinrichtungen war eine Tragwerksverstärkung notwendig. Analysen an den Kragarm-Anschnitten der Brücken ergaben, dass die Kragarme aus dem passiven Schutzsystem zur Ableitung der Anpralllast nicht ausgelegt waren. Somit bestand die Gefahr, dass die Brücken das enorm gestiegene Aufkommen, insbesondere des Lastverkehrs, auf Dauer nicht mehr tragen könnten.

Zur Verstärkung der Kragarme kam das System StoConcrete Carbon Plate mit in Schlitzen verklebten CFK Lamellen zum Einsatz. Zunächst egalisierte der Fachverarbeiter den vorbereiteten Untergrund mit dem epoxidharzgebundenen StoPox Mörtel standfest. Zugleich erhöhte der Mörtel die Beton-

deckung, die bereichsweise bei nur 1 bis 2 Zentimeter lag. Danach fräste der Fachbetrieb 30 Millimeter tiefe Schlitze in den Beton. Mit dem Epoxidharzkleber StoPox SK 41 wurden die CFK Lamellen anschließend in die Schlitze eingeklebt.

Die Verklebung der CFK Lamellen mit dem Beton bewirkt hierbei eine höhere Verbundtragfähigkeit als bei Bewehrungsstäben. Außerdem weisen die Lamellen aus carbonfaserverstärktem Kunststoff ein geringeres Eigengewicht auf. Sie korrodieren nicht, sind flexibel vor Ort anpassbar und können auch unter dynamischer Belastung eingebaut werden. Somit blieben die Brücken während der Bauarbeiten weiterhin befahrbar. Voraussetzung für diese Lösung war eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung gemäß DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung: 2012-03“.

Autobahnbrücken A 57, AS Sonsbeck-Aspen, DE

StoCretec-Kompetenzen:
StoConcrete Carbon Plate, in Schlitze geklebt, StoPox Mörtel standfest

Foto: Leonhard Weiss GmbH & Co. KG, Langen



Deckenverstärkung in Münchener Tiefgarage

Standicherheit bei Feuerwehreinsatz gewährleistet

Oberhalb der Tiefgarage in der Eintrachtstraße in München verläuft die Feuerwehzufahrt in den Innenhof eines Wohnquartiers. Bei einem Rettungseinsatz mit Hilfeleistungslöschgruppenfahrzeugen (HLF) müsste die Decke der Tiefgarage große Lasten tragen. Ein einzelnes HLF der „leichten“ Klasse wiegt bis 7,5 Tonnen, ein Fahrzeug der „super“ Klasse sogar bis 16 Tonnen.

Es galt, die Standicherheit der Tiefgarage zu gewährleisten, ohne die geringe Deckenhöhe weiter zu reduzieren. Daher entschied sich der Bauherr für eine Verstärkung der Decke mit Kohlefaserlamellen (Biegezugverstärkung) im System StoConcrete Carbon Plate. Die CFK Lamellen tragen kaum auf. Außerdem lassen sie sich ohne wesentlichen Eingriff in die Architektur des Bauwerks und bei geringem Nutzungsausfall applizieren. Hierfür wurde zunächst der Betonuntergrund vorbereitet. Fehlstellen reprofilierte der Fachverarbeiter mit dem epoxidharzgebundenen Betonersatz StoPox Mörtel standfest. Die Haftbrücke StoPox KSH thix sorgt für dauerhaften Halt zum Untergrund. Abschließend wurden die Sto S&P CFK Lamellen mit dem Epoxidharzkleber StoPox SK 41 auf die Unterseite der Tiefgaragendecke geklebt.

Das System StoConcrete Carbon Plate trägt kaum auf, weshalb die Durchfahrtshöhe nur unwesentlich beeinflusst wird. Somit konnte die Tiefgarage trotz ihrer sehr geringen Deckenhöhe weiterhin ohne Einschränkungen genutzt werden. Mit Bekleidungen oder Oberflächenbeschichtungen lässt sich der ursprüngliche Raumeindruck vollständig wieder herstellen. Das System ergänzt den beim Bau nicht auf die heutige Belastung dimensionierten Trägerstahl im Beton.



Tiefgarage Eintrachtstraße, München, DE
StoCretec-Kompetenzen: StoConcrete Carbon Plate, oberflächig geklebt, StoPox Mörtel standfest

Foto: MBI

Grundsanierung der Nibelungenhalle Königswinter

Tragwerksverstärkung aufgrund neuer Lastsituation

Aufgrund diverser Schäden musste die Kuppelkonstruktion der Nibelungenhalle in Königswinter saniert werden. Instandsetzung und Verkleidung des Daches gingen mit einer Erhöhung der Last einher. Dies stellte die Statik vor eine große Herausforderung.

Als Schwachstelle für die neue Lastsituation ermittelte der federführende Statiker die sechs tragenden Unterzüge. Im Unterschied zur Originalstatik von 1913 waren die Belastungen der Schnittkräfte doppelt so hoch. Für eine möglichst zerstörungsfreie Unterzugverstärkung, die keine Änderung der Unterzuggeometrie zur Folge hat, wurde eine Verstärkung mit CFK Lamellen geprüft.

Nach eingehenden Messungen und Berechnungen konnte nur die in Schlitze geklebte CFK Lamelle im System StoConcrete Carbon Plate zum Einsatz kommen. Die Bemessung ergab eine Verstärkung

mit acht Lamellen pro Balken. Allerdings lag die Stahlbewehrung zum Teil direkt an der Oberfläche der Betonbalken. Ein Fräsen der Schlitze war an diesen Stellen aufgrund der fehlenden Betonüberdeckung nicht möglich. Dieses Problem wurde durch Aufbringen des bauaufsichtlich zugelassenen Epoxidharzmörtels StoPox Mörtel standfest an der Unterseite der Balken gelöst.

Die notwendige Querkraftverstärkung ließ sich aus Gründen des Denkmalschutzes nicht mit den üblichen Stahlbügeln durchführen. Diese wären trotz einer Putzschicht sichtbar geblieben. Daher entschied sich die Bauherrschaft für das System StoConcrete Carbon Sheet mit den Sto S&P C-Sheets 640. Die unidirektionalen Kohlefaserlegege haben eine Dicke ohne Klebstoff von ca. 0,2 Millimeter. Sie wurden im Abstand von 48 Zentimeter über den Balken verteilt angebracht.

**Nibelungenhalle,
Königswinter, DE**
**StoCretec-
Kompetenzen:**
StoConcrete
Carbon Plate, in
Schlitze geklebt,
StoPox Mörtel
standfest,
StoConcrete
Carbon Sheet
Foto: Simpson Strong-Tie GmbH



Standicherheit für Wohnhaus mit 10 Geschossen

Umnutzung zur Kita erfordert 6 Wanddurchbrüche

Im Erdgeschoss eines zehngeschossigen Wohnhauses in Offenbach wurde eine Kindertagesstätte durch den Umbau eines leerstehenden Ladengeschäftes realisiert. Die neue Nutzung machte zusätzliche Fassadenöffnungen für Ausgänge und Fluchttüren erforderlich. Für die neuen Fenster und Türen mussten die tragenden Außenwände statisch ertüchtigt werden. Kinder im Krippenalter können schließlich im Notfall auch im Erdgeschoss nicht aus dem Fenster klettern.

Öffnungen in tragenden Wänden verlangen nach Verstärkungsmaßnahmen, die die Standicherheit des gesamten Hochhauses sicherstellen. In den Räumen der Kita waren sechs Wanddurchbrüche notwendig. Diese wurden in tragenden Wandscheiben erstellt und veränderten so die statische Gesamtsituation. Zur Sicherung der Tragfähigkeit verstärkte man die neuen Durchbrüche mit dem StoConcrete Carbon Plate System. Hierfür bereitete der Fachverarbeiter in den zu verstärkenden Sturzbereichen den Untergrund vor und erhöhte mit dem Betonersatz StoPox Mörtel standfest die vorhandene Betondeckung. Im Anschluss applizierte er das StoConcrete Carbon Plate System entsprechend der vorhandenen Berechnungen. Auf beiden Seiten der Wände, teils zweilagig und in zwei Reihen, wurden die Sto S&P CFK Lamellen aufgeklebt. Zusätzlich war eine Brandschutzverkleidung der Lamellen gemäß der geltenden Brandschutzanforderungen notwendig. Dies ist ein langjährig bewährtes Verfahren zum Schutz der Lamellen im Brandfall. Dennoch war eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung notwendig.

Für die Umnutzung der Räumlichkeiten bot das System StoConcrete Carbon Plate wirtschaftlich und zeitlich die beste Lösung. So entstanden mehr als 40 neue Betreuungsplätze in der Offenbacher Innenstadt ohne kostspieligen Neubau.



Kindertagesstätte, Offenbach, DE
StoCretec-Kompetenzen: StoConcrete
Carbon Plate, oberflächlich geklebt,
StoPox Mörtel standfest

Foto: Simpson Strong-Tie

Bemessungssoftware

S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna

Um die Bemessung der Sto S&P CFK Lamellen so einfach wie möglich zu gestalten, entwickelte die Simpson Strong-Tie GmbH die Bemessungssoftware S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna. S&P FRP Lamella berechnet die Verstärkung von Bauteilen aus Stahlbeton unter einachsiger Biegung mit StoConcrete Verstärkungssystemen. Das Programm bemisst die Querschnitte und führt alle erforderlichen Nachweise gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen/allgemeinen Bauartgenehmigungen aus. S&P FRP Colonna ermöglicht die Bemessung der nachträglichen Verstärkung von Stützen. Die Software berücksichtigt ebenfalls alle erforderlichen Nachweise.

Beide Programme bieten eine übersichtliche Baumstruktur. Die maßstäbliche Darstellung vereinfacht die optische Kontrolle der Geometrie und ermöglicht eine Animation der Dehnungen. Unterstützend bieten S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna Bemessungsbeispiele gemäß Eurocode 2 sowie ein ausführliches Bemessungshandbuch.

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

Bemessungsgrundlagen

- Eurocode 2
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen/allgemeine Bauartgenehmigungen
- DAfStb-Richtlinie „Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung: 2012-03“

**Mehrfamilienhaus,
Ostseevierviertel,
Greifswald, DE**
StoCretec-Kompetenz:
StoConcrete
Carbon Plate
Foto: Maximilian Meisse, Berlin



Beratung, Bemessung, Bestellung

Der Erfolg Ihres Bauvorhabens hat oberste Priorität

Die Tragwerksverstärkung ist enorm komplex und nutzt technisch hoch entwickelte Werkstoffe. Daher legen wir in Zusammenarbeit mit der Simpson Strong-Tie GmbH großen Wert darauf, allen Kunden das notwendige Know-how und die Entwicklungskompetenz zugänglich zu machen. Die Simpson Strong-Tie Ingenieurabteilung berät und unterstützt jederzeit bei Planung und statischer Bemessung. Der Vertrieb der StoConcrete Verstärkungssysteme erfolgt über die StoCretec GmbH.

Die Bemessungssoftwares S&P FRP Lamella und S&P FRP Colonna erhalten Sie kostenfrei bei:

Simpson Strong-Tie GmbH

Hubert-Vergölst-Straße 6
61231 Bad Nauheim
Telefon +49 6032 8680 160
info@sp-reinforcement.de
www.sp-reinforcement.de

**Källösundbrücke,
Göteborg, SE**
StoCretec-Kompetenz:
StoConcrete
Carbon Plate,
StoConcrete
Carbon Sheet
Foto: StoCretec GmbH



Hauptsitz StoCretec

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel
Deutschland

Zentrale
Telefon +49 6192 401-0

Technisches InfoCenter
Telefon +49 6192 401-104
stocretec@sto.com
www.stocretec.de

Vertriebsregionen Deutschland

Sto SE & Co. KGaA
Vertriebsregion
Baden-Württemberg
August-Fischbach-Straße 4
78166 Donaueschingen
Telefon +49 771 804-0
vr.bw.de@sto.com

Sto SE & Co. KGaA
Vertriebsregion
Rhein-Main
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel
Telefon +49 6192 401-411
vr.rheinmain.de@sto.com

Sto SE & Co. KGaA
Vertriebsregion Ost
Ullsteinstraße 98-106
12109 Berlin-Tempelhof
Telefon +49 30 707937-100
vr.ost.de@sto.com

Sto SE & Co. KGaA
Vertriebsregion
Nord-West
Am Knick 22-26
22113 Oststeinbek
Telefon +49 40 713747-100
vr.nord-west.de@sto.com

Sto SE & Co. KGaA
Vertriebsregion Bayern
Magazinstraße 83
90763 Fürth
Telefon +49 911 76201-21
vr.bayern.de@sto.com



Der Lieferservice für die StoCretec GmbH erfolgt durch die Sto SE & Co. KGaA.
Die komplette Übersicht der rund 90 Sto-VerkaufsCenter finden Sie auf www.sto.de.

Hauptsitz Sto

Sto SE & Co. KGaA
Ehrenbachstraße 1
79780 Stühlingen
Deutschland
Telefon +49 7744 57-0
infoservice@sto.com
www.sto.de

Tochtergesellschaften der Sto SE & Co. KGaA in der DACH-Region

Österreich
Sto Ges.m.b.H.
Richtstraße 47
9500 Villach
Telefon +43 4242 33133
info.at@sto.com
www.sto.at

Schweiz
Sto AG
Südstrasse 14
8172 Niederglatt
Telefon +41 44 851 53 53
sto.ch@sto.com
www.stoag.ch

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

