

# 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 Geleugen 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**  
Nachhaltig, 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

## Nachhaltig, 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:

- **Nachhaltig**

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. Das schont Ressourcen.

- **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

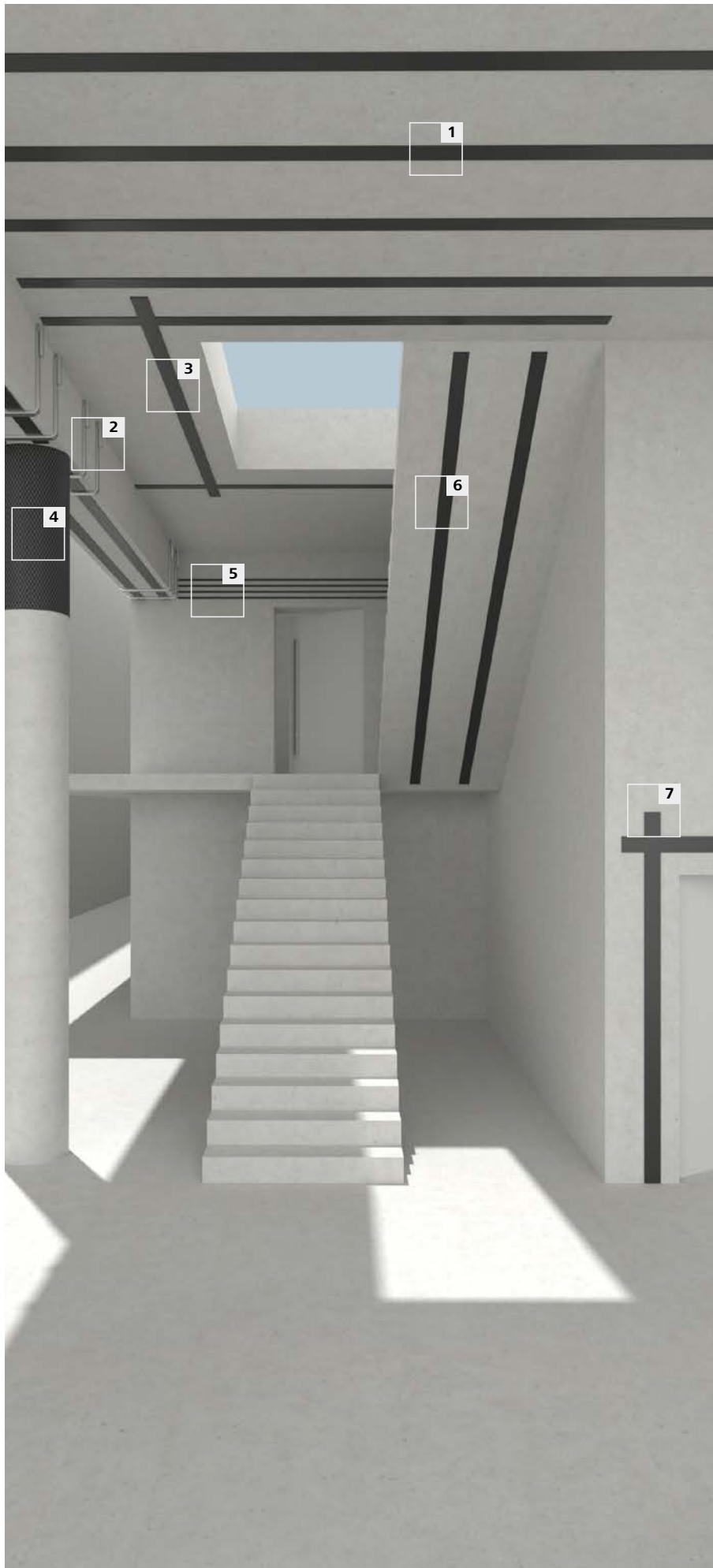
Bauen im Bestand ist ein wachsender Markt im Wohnungsbau, Verwaltungsbau, Industriebau oder Parkraumbau. Vorhandene Bauwerke erfahren eine Umplanung oder Umnutzung. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die Instandhaltung von Bestandsbauten. Häufig wird bei diesen Maßnahmen in das statische System der Bauteile 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 Gebäudeumnutzung 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 Tragwerksverstärkung 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 Schlitzes 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

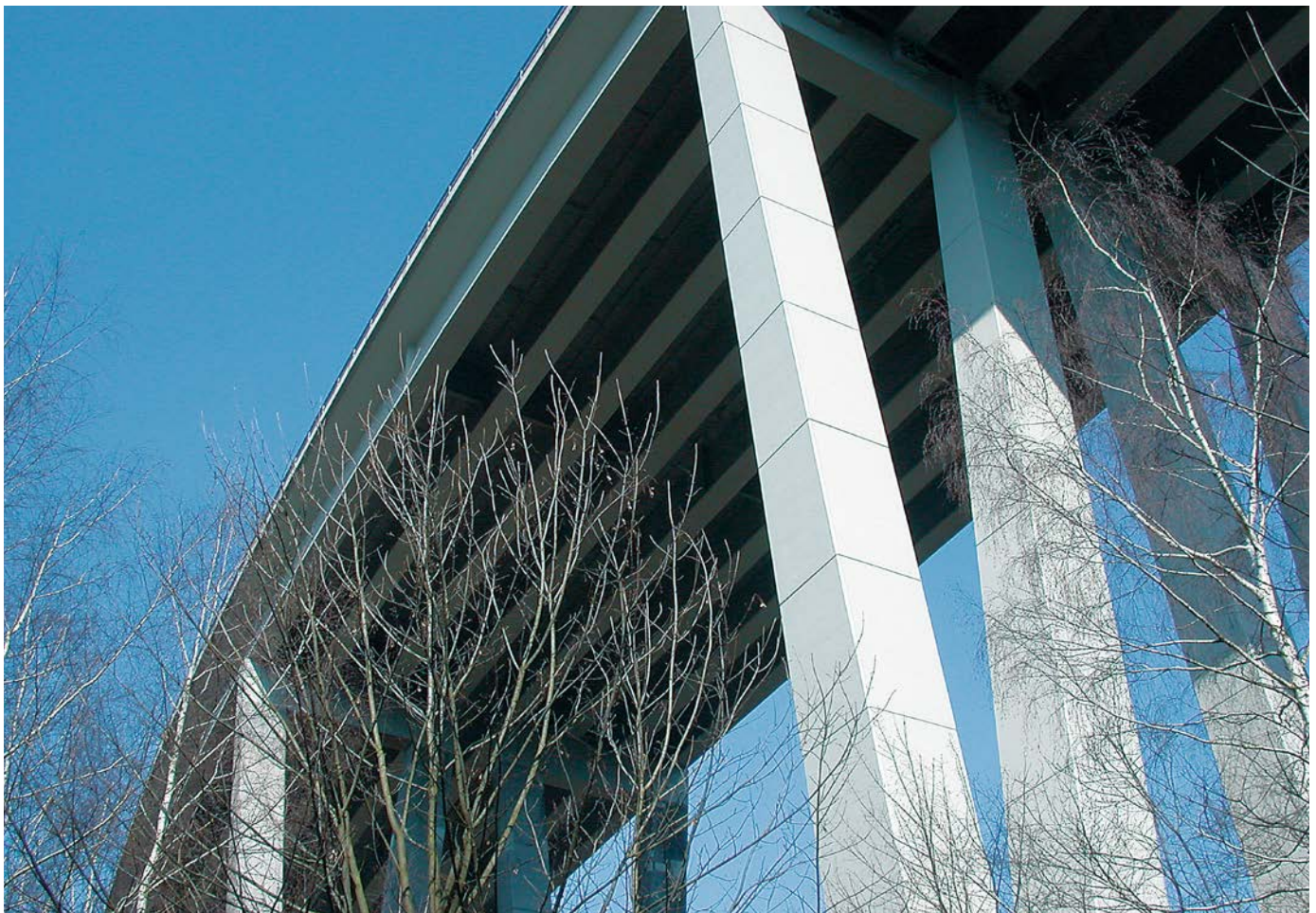
Anwendungsgebiet Ingenieurbau

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.

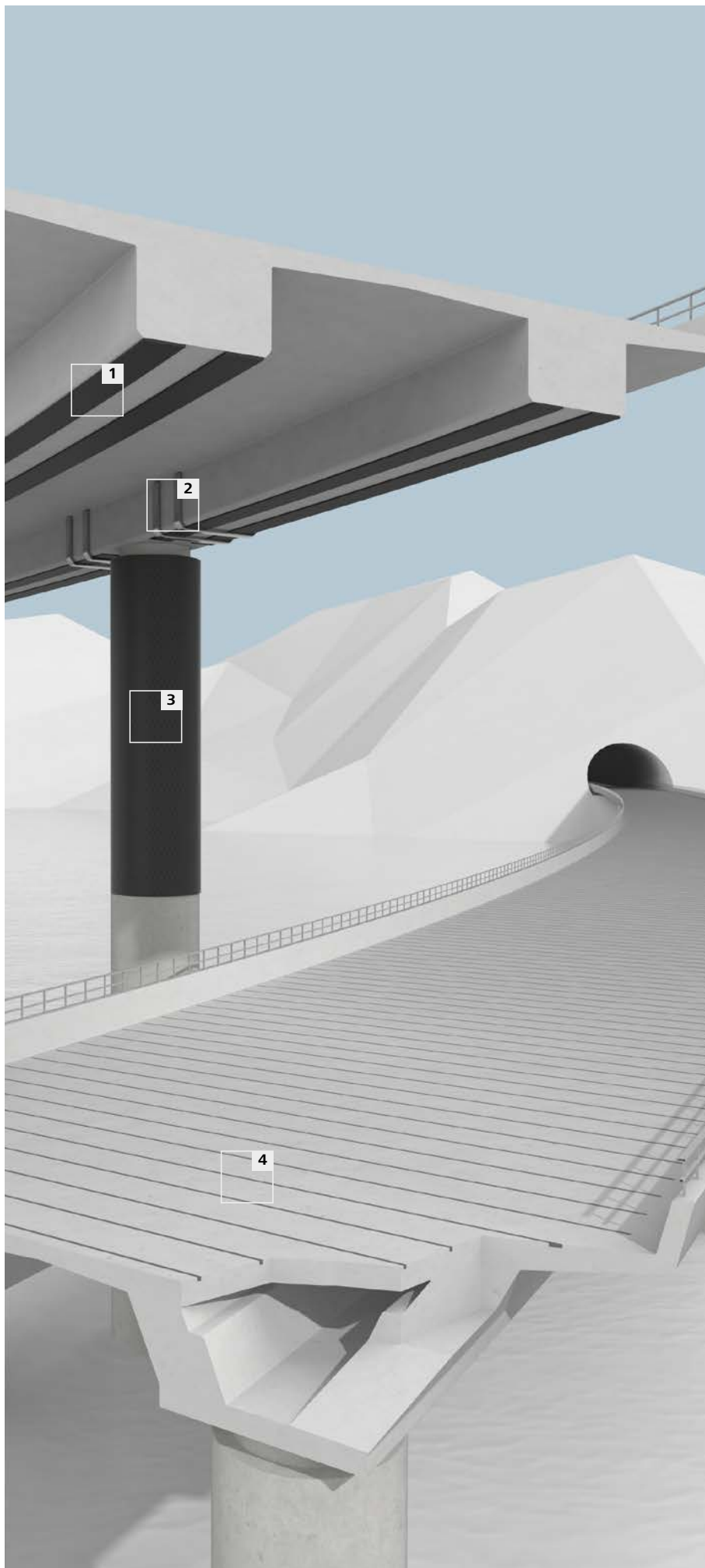
Unsere Verstärkungslösungen sorgen für Sicherheit und haben dies bereits vielfach bewiesen. Außerdem schonen sie Ressourcen, da sie eine wirtschaftliche Alternative zu Abriss und Neubau bieten. Neben Brücken können Tunnel, Wasserbauwerke, Stützbauwerke, Trogbauwerke oder andere Bauten des Ingenieurbaus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

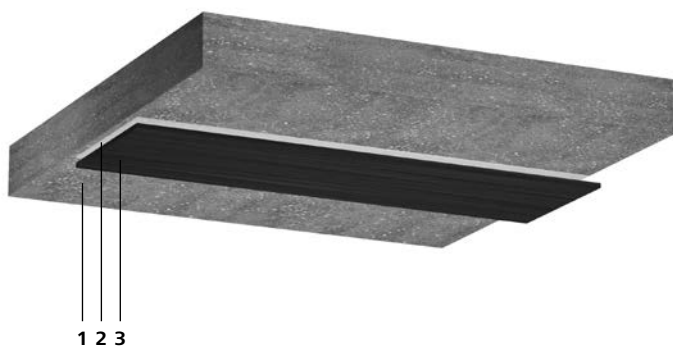
### Ergebnisse:

- 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. Bemessungsfestigkeitsmüssen 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.

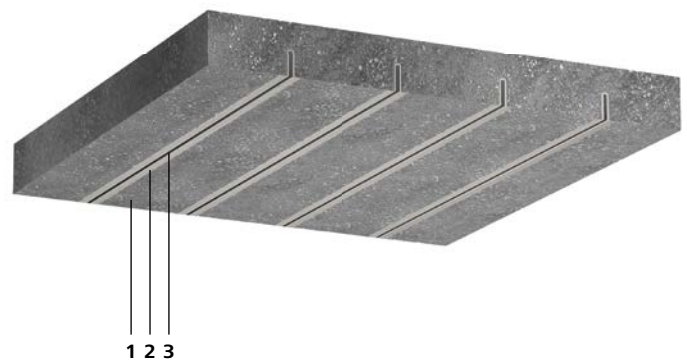
### Fazit:

Der Überbau von CFK Lamellen mit Asphalt sowie das Aufbringen einer Bitumendichtungsbahn 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 — Betonbauteil  
2 — Kleber  
3 — Sto S&P CFK Lamelle



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

## Oberflächlich geklebte Lamelle

Das System StoConcrete Carbon Plate mit oberflächlich 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 oberflächlich 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 oberflächlich geklebten Lamelle ist eine zweiachsig 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 — Betonbauteil
- 2 — Laminierharz
- 3 — 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
<b>Verstärkungselement</b>	Sto S&P CFK Lamelle, oberflächlich geklebt	Sto S&P CFK Lamelle, in Schlitze geklebt	Stahllasche oberflächlich geklebt	Sto S&P C Sheet
<b>Bauteil &amp; Verstärkungsart</b>				
<b>Stütze</b>				
Normalkraftverstärkung*				■
<b>Balken</b>				
Zugkraftverstärkung	■	■		
Biegezugverstärkung	■	■		
Querkraftverstärkung (Schub)			■	■
<b>Platte</b>				
Zugkraftverstärkung	■	■		
Biegezugverstärkung	■	■		
<b>Wand</b>				
Zugkraftverstärkung	■	■		
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabel durch vielfältige Querschnittsflächen</li> <li>• Biaxiale Verstärkung durch Verkleben über Kreuz</li> <li>• Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr gute Verankerung der Kräfte</li> <li>• Sehr hohe Verbundtragfähigkeit</li> <li>• Keine Beschränkung der Haftzugfestigkeit des Betonbauteils</li> <li>• Keine mechanische Beschädigung der im Bauteil integrierten Lamelle</li> <li>• Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr gute Verankerung der Kräfte</li> <li>• Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drapierbar</li> <li>• Optimale Anpassung an das Tragverhalten der zu verstärkenden Bauteile durch zwei E-Modul-Varianten</li> <li>• Keine Reduktion der lichten Weite</li> </ul>

\*Druckkraftehöhung ohne Ausknicken durch Umschnürung

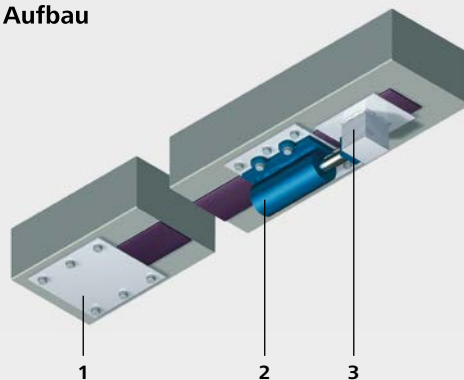
Bild rechts:  
**Geschossumbau, Kaufhaus, Mannheim, DE**  
StoCretec-Kompetenz: StoConcrete Carbon Plate, oberflächlich geklebte Lamelle  
Foto: StoCretec GmbH



## Vorspannsystem

Das Sto SGP 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 Schlitze 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 Repair Prime TS 203	StoConcrete Screed Classic TG
System-/Produktbeschreibung	CEM Instandsetzungssystem, kunststoffmodifiziert, manuell, statisch mitwirkend	EP Mörtel, Schichtdicke 4–20 mm	CEM Instandsetzungssystem, kunststoffmodifiziert, Trockenspritzverfahren, statisch mitwirkend	CEM Instandsetzungssystem, kunststoffmodifiziert, Nassspritzverfahren, statisch mitwirkend	CEM Instandsetzungssystem, kunststoffmodifiziert, manuell, zweikomponentig, statisch mitwirkend
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sehr gute Modellierbarkeit des Frischmörtels</li> <li>Applikation auch unter dynamischer Belastung</li> <li>Hohe Druckfestigkeit</li> <li>Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Epoxidharzgebunden</li> <li>Sehr gute Haftfestigkeit</li> <li>Hohes Standvermögen</li> <li>Hohe Schutzwirkung bei Frost-Tausalz-Bearbeitung</li> <li>Sehr schnell überarbeitbar</li> <li>Sehr hohe Dichtheit</li> <li>Sehr hohe mechanische Widerstandsfähigkeit</li> <li>Lösemittelfrei</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Große Schichtdicke in einem Arbeitsgang</li> <li>Applikation auch unter dynamischer Belastung</li> <li>Flexible Arbeitsunterbrechung und lange Förderstrecken</li> <li>Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit</li> <li>Dauerhaft elektrisch leitfähig (KKS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Applikation auch unter dynamischer Belastung</li> <li>Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit</li> <li>Dauerhaft elektrisch leitfähig (KKS)</li> <li>Geringes Endkriechmaß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dauerhaft elektrisch leitfähig (KKS)</li> <li>Zweikomponentig</li> </ul>
Lage der Auftragsfläche	Beliebig	Beliebig	Vertikal, über Kopf	Vertikal, über Kopf	Waagrecht, schwach geneigt
Verarbeitung	Manuell	Manuell	Trockenspritzverfahren	Nassspritzverfahren	Manuell
Druckfestigkeit gemäß EN 1504-3	Klasse R4	Klasse R3	Klasse R4	Klasse R4	Klasse R4
Baustoffklasse gemäß EN 13501-1	A2-s1,d0	B-s1,d0 Bfl-s1	A1	A2-s1,d0	A2fl-s1
Feuerwiderstand (ETK) gemäß DIN 4102-2 bzw. DIN EN 1365-2	F90		F90	REI 90	
<b>Systemaufbau</b>					
Korrosionsschutz	StoCrete TK	StoPox KSH thix	StoCrete TK	StoCrete TK	StoCrete TH 110
Haftbrücke	StoCrete TH 200	StoPox KSH thix			StoCrete TH 110
Betonersatz	StoCrete TG 203	StoPox Mörtel standfest	StoCrete TS 100	StoCrete TS 203	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 ließ der Fachbetrieb 30 Millimeter tiefe Schlitze in den Beton ein. 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 Feuerwehrezufahrt 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, oberflächlich geklebt, StoPox Mörtel standfest  
Foto: MBI



# Grundsaniierung 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 Setzen 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 Kohlefasergelege 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 Türelemente 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 Räumlichkeiten 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 und liegt vor.

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 Schlitzen 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  
Telefax +49 6192 401-325

### Technisches InfoCenter

Telefon +49 6192 401-104  
Telefax +49 6192 401-105  
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  
Telefax +49 771 804-226  
vr.bw.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**  
**Vertriebsregion**  
**Rhein-Main**  
Gutenbergstraße 6  
65830 Kriftel  
Telefon +49 6192 401-411  
Telefax +49 6192 401-711  
vr.rheinmain.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**  
**Vertriebsregion Ost**  
Ullsteinstraße 98–106  
12109 Berlin-Tempelhof  
Telefon +49 30 707937-100  
Telefax +49 30 707937-130  
vr.ost.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**  
**Vertriebsregion**  
**Nord-West**  
Am Knick 22–26  
22113 Oststeinbek  
Telefon +49 40 713747-100  
Telefax +49 40 713747-120  
vr.nord-west.de@sto.com

**Sto SE & Co. KGaA**  
**Vertriebsregion Bayern**  
Magazinstraße 83  
90763 Fürth  
Telefon +49 911 76201-21  
Telefax +49 911 76201-48  
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](http://www.sto.de).

## Hauptsitz Sto

**Sto SE & Co. KGaA**  
Ehrenbachstraße 1  
79780 Stühlingen  
Deutschland  
Telefon +49 7744 57-0  
Telefax +49 7744 57-2178

### Infoservice

Telefon +49 7744 57-1010  
Telefax +49 7744 57-2010  
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  
Telefax +43 4242 34347  
info.at@sto.com  
www.sto.at

Schweiz  
**Sto AG**  
Südstrasse 14  
8172 Niederglatt  
Telefon +41 44 851 53 53  
Telefax +41 44 851 53 00  
sto.ch@sto.com  
www.stoag.ch

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

