

3

Beton- und Stahlbetonbau

102. Jahrgang
März 2007
Heft 3
ISSN 0005-9900

A 1740

Feuerverzinkte
Bewehrungsstähle

Dünne Bauteile aus
UHFFB

Wiederverwendung
von Spannbeton-
Fertigdecken

Schubbeanspruchte
Fugen

Fahrbahnübergänge
unter Erdbeben-
belastung



 **WILEY**
1807-2007
KNOWLEDGE FOR
GENERATIONS

 **Ernst & Sohn**
A Wiley Company

Faserverbundwerkstoffe im Bauwesen – eine Erfolgsgeschichte

Faserverbundwerkstoffe wurden bis vor etwa 15 Jahren fast ausschließlich in Produkten und Bereichen eingesetzt, wo hohe Festigkeiten und Gewichtsminimierung im Vordergrund standen. Insbesondere auch wegen der hohen Herstellungskosten waren FRP-Systeme, abgesehen von einigen wenigen Spezialanwendungen wie z. B. Spannglieder aus Glasfaserstäben, im Bauwesen nahezu unbekannt. Erst mit der Entwicklung schubfest angeklebter Bewehrung aus Kohlefasern (CFK-Lamellen) zur Verstärkung von Bauteilen wurden Faserverbundwerkstoffe zunehmend auch für den Baubereich interessant.

Sowohl die rasche Entwicklung neuer FRP-Produkte und -systeme durch Industrie und Forschung als auch die Einführung bauaufsichtlicher Zulassungen hat in den letzten Jahren im Bauwesen zu einer wesentlichen Vergrößerung des Anwendungsspektrums beigetragen und gleichzeitig zu einer hohen Akzeptanz bei Bauherren und Planern geführt. Inzwischen werden Faserverbundwerkstoffe in Bereichen eingesetzt, die vor einigen Jahren ausschließlich den klassischen Baustoffen vorbehalten waren.

Übersicht über Faserverbundwerkstoffe

Als Ausgangsmaterialien für FRP-Systeme werden im Bauwesen überwiegend Glas und Kohlefasern sowie im begrenzten Umfang auch Aramid- und Polyesterfasern eingesetzt. Bei Faserverbundwerkstoffen werden die Ausgangsfasern in eine Polymer-Matrix eingebettet. Dabei lassen sich die Fasern im Faserverbundwerkstoff sowohl uni-direktional in Gelege oder vorgefertigte Lamine als auch bi-direktional in Geweben anordnen.

AR-Glas

Alkali-resistente Glasfasern, geeignet als Umschnürungsbewehrung von Betonstützen oder für die Verstärkung von Mauerwerk in Kombination mit einer wasserdampffernen, zementvergüteten Matrix sind ideal zur Verbesserung der Duktilität im Rahmen seismischer Verstärkungsmaßnahmen.

Kohlefaser

Kohlefasern werden aufgrund ihrer hohen Steifigkeit (hoher E-Modul) idealerweise im Bereich der Bauteilverstärkung eingesetzt, z. B. bei der Traglastserhöhung von Biegebauteilen. Kohlefasern zeichnen sich durch ihre geringe thermische Ausdehnung, durch geringe Ermüdung sowie durch eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit aus.

nung, durch geringe Ermüdung sowie durch eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit aus.

Aramid

Aramidfasern besitzen eine hohe Zähigkeit. Aramidgewebe werden z. B. für die Herstellung von kugelsicheren Westen verwendet. Im Rahmen der Bauwerksverstärkung bringt die hohe Zähigkeit Vorteile bei der Nachverstärkung von Druckstützen. Vorzugsweise werden Aramidfasern zur Verbesserung des Aufprallschutzes, z. B. bei Brückenpfeilern o. ä. Bauteilen eingesetzt. Wegen der geringen Querdruckempfindlichkeit lassen sich FRP-Systeme aus Aramidfasern besonders gut an Bauteilkanten oder auch unter Vorspannung applizieren.

teme aus Aramidfasern besonders gut an Bauteilkanten oder auch unter Vorspannung applizieren.

Polyester

Polyester sind synthetische Polymere (Kunststoffe) mit Esterbindungen in ihrer Hauptkette. Polyesterfasern werden nach dem Schmelzspinnverfahren hergestellt. Sie spielen im Bauwesen nur eine untergeordnete Rolle. Wegen des geringen E-Moduls ist der Anwendungsbereich begrenzt. Faserverbundwerkstoffe mit Polyesterfasern wurden in der Vergangenheit vorwiegend als Gewebearmierung für Fahrbahndecken aus Asphalt eingesetzt.

FRP-Produkte

Vorgefertigte Lamine

Uni- oder bi-direktionale Lamine werden werksmäßig auf Doppelbandpressen oder im Strangzugverfahren hergestellt. Die vorgefertigten Gewebe oder die uni-direktionalen Faserstränge werden kontinuierlich in Epoxdharz getränkt und unter Wärmeinwirkung ausgehärtet. Verfahrenstechnisch beträgt die maximale Faserfüllung von uni-direktionalen Laminen etwa 70%. Aus den Eigenschaften der Fasern und der Matrix lassen sich die theoretischen Steifigkeitskennwerte einer uni-direktionalen Schicht bestimmen. Sowohl der E-Modul als auch die Zugfestigkeit der Epoxdharzmatrix sind für die Berechnung der Kennwerte vernachlässigbar. Die mechanischen Eigenschaften von uni-direktionalen Laminen liegen daher annähernd bei ca. 70% der theoretischen Faserkennwerte. Nach diesem Verfahren werden derzeit ausschließlich Kohlefaserlamellen (CFK-Lamellen) hergestellt.

Für die Herstellung von Hybriden werden verschiedene Carbonfasern mit unterschiedlichem E-Modul sowie unterschiedlicher Zugfestigkeit eingesetzt. Normalerweise verläuft der E-Modul eines Hybridlaminates nichtlinear. Die hochmoduligen Carbonfasern mit einer geringeren Bruchdehnung reißen früher als die tiefmoduligen Fasern. Bei neueren Hybridlaminen (z. B. S&P CFK-Lamellen) hingegen werden die C-Fasern mit der höheren Bruchdehnung beim Herstellvorgang vorgespannt. Dies führt zu einem linearen Verlauf des Elastizitätsmoduls der Lamine.

Gelege und Gewebe für Handlamination

FRP Sheets (Gelege/Gewebe) lassen sich sowohl im Trocken- oder Nassverfahren als auch als vorimprägnierte Prepregs applizieren. Die Aufgabe der Matrix besteht darin, die Kräfte aus einer Faser in die nächste Faser und in den Untergrund zu übertragen. Je nach Anwendungsbereich werden Gelege oder Gewebe aus Glas-, Kohle- oder Aramidfasern hergestellt, deren Kennwerte (Querschnittsfläche und Steifigkeit) sich aus den theoretischen Faserkennwerten ermitteln lassen. Die theoretische Dicke eines Sheets errechnet sich aus dem Quotienten des jeweiligen Fasergewichts und der Dichte der Fasern.

Anwendungsbedingt lässt sich bei einer Handlamination eine optimale Faseranordnung nicht immer gewährleisten. So besteht z.B. die Gefahr, dass sprödebruchempfindliche Fasern, wie z.B. Glas- oder Kohlefasern beim unsachgemäßen Anrollen beschädigt oder die Sheets durch unebene Untergründe in leichter Wellenform angeklebt werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, die Faserkennwerte für die Bemessung zusätzlich abzumindern.

FRP-Verstärkungssysteme für den konstruktiven Ingenieurbau

Verstärkung mit schubfest verklebten CFK-Lamellen

Für die Verstärkung von Bauteilen werden in Europa vorwiegend oberflächlich aufgeklebte FRP-Systeme aus Kohlefaserlaminen (CFK-Lamellen) eingesetzt. CFK-Lamellen verschiedener Hersteller sind seit über 10 Jahren in mehreren europäischen Ländern bauaufsichtlich zugelassen (Bild 1). Hauptanwen-

Nachträgliches

Verstärken von Stahlbeton

durch Klebearmierung aus Stahl- bzw. Kohlefaserlamellen und Kohlefaserfolien

Zugelassen für Lasten nach DIN 1055, DIN 1072, DIN 4132. Zur Nutzlastenerhöhung bei Decken und Brücken etc.: für

Auswechsellamierungen beim nachträglichen Einschneiden von Türen, Fenstern, Treppenaussparungen, Treppen- und Montageöffnungen



Laumer

20 Jahre Erfahrung in Klebearmierungsarbeiten

84323 Massing | Tel. 08724 188-0 | Fax 500 04288 Leipzig | Tel. 034297 48-400 | Fax 399



Bild 1. CFK-Lamellen für die Biegezugverstärkung

ungsgebiet ist die Verstärkung von Stahlbeton- bzw. Spannbetonbauteilen, aber auch historische Holzbauteile oder Gusseisensträger wurden inzwischen bereits mit Kohlefaserlamellen verstärkt. CFK-Lamellen werden mit einem systemgeprüften Epoxydharzkleber schubfest an die Zugzone des zu verstärkenden Bauteils angeklebt und wirken als zusätzliche Bewehrungslage. Wegen der begrenzten Verbundtragfähigkeit, die wesentlich von der Qualität der Betondeckungsschicht bestimmt wird, können oberflächlich aufgeklebte Verstärkungssysteme

nicht bis zur Bruchdehnung ausgenutzt werden. Bei höherer Beanspruchung ist mit Entkoppelungseffekten zu rechnen.

Eine wesentlich bessere Ausnutzung erreicht man, wenn die CFK-Lamellen in die Stahlbetonoberfläche eingeklebt werden. Speziell für das Einschlitzeln wurden CFK-Lamellen mit einer geringen Breite von 10–25 mm entwickelt. Beim diesem Verfahren werden mit einer Betonfräse Schlitze von ca. 3–4 mm Breite und etwa 15–30 mm Tiefe in den Betonuntergrund eingeschnitten. Die Schlitze werden mit einem systemgeprüften Epoxydharzkleber gefüllt. Danach werden die Lamellen hochkant in den Epoxydharzkleber eingepresst (Bild 2). Dabei ist grundsätzlich im Vorfeld der Verstärkungsmaßnahme zu prüfen, ob die Dicke der Betondeckungsschicht für das Einschlitzeln der CFK-Lamellen ausreicht. In Schlitze eingeklebte CFK-Lamellen zeichnen sich im Vergleich zu oberflächlich aufgeklebten Systemen durch eine äußerst hohe Verbundtragfähigkeit aus. Dadurch kann die hohe Zugfestigkeit der CFK-Lamelle bis zum Versagen der Lamellen ausgenutzt werden. Wegen des nicht unerheblichen Aufwands für das Einschlitzeln werden entsprechenden Systeme vorwiegend an Deckenoberseiten eingesetzt.

Endverankerte und vorgespannte CFK-Lamellen

Da die Endverankerung für die Bemessung von oberflächlich aufgeklebten Lamellen häufig maßgebend wird, wurden in den letzten Jahren vermehrt Systeme mit einer zusätzlichen mechanischen Endverankerung entwickelt. Dadurch lassen sich aufgeklebten Lamellen erheblich wirkungsvoller verankern und man erreicht eine bessere Ausnutzung der hochfesten Lamine. Die zusätzliche Verankerung wirkt sich insbesondere bei dynamisch beanspruchten Bauteilen, wie

z. B. Brücken, vorteilhaft auf das Gesamttragverhalten aus, da eine Entkoppelung der Lamellenenden auch bei größeren Schwingbreiten dauerhaft vermieden werden kann.

Neuere Untersuchungen mit endverankerten Systemen haben gezeigt, dass bei dynamischer Beanspruchung stets die Ermüdung der inneren Bewehrung zum Versagen des Bauteils führt. Bild 3 zeigt das Verankerungssystem der Fa. S&P

Darüber hinaus können CFK-Lamellen auch im vorgespannten Zustand zur Verstärkung von Bauteilen einge-



Bild 2. In Schlitze eingeklebte CFK-Lamellen



Bild 3. CFK-Lamellen mit mechanischer Endverankerung

setzt werden, wobei die mechanische Endverankerung im Wesentlichen die Aufgabe hat, die Vorspannkraft während des Vorspannens sicher in das Bauteil zu übertragen. Anders als bei externen Spanngliedern aus Stahl wirken vorgespannte CFK-Lamellen durch die Verklebung mit der Betonoberfläche im Verbund. Der Verbund mit der Betonoberfläche wird durch das Aushärten des zuvor aufgetragenen Klebers aktiviert. Die gesamte Vorspannkraft wird durch die Endverankerungen aufgenommen, während der Kleber spannungsfrei erhärtet. Bei weiterer äußerer Belastung des Bauteils erfährt das angeklebte Spannglied infolge des schubfesten Verbundes mit dem Beton eine zusätzliche Dehnung. Dieser Vorteil lässt sich im Gegensatz zu externen Vorspannsystemen aus Stahl auch beim Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit nutzen.

Hochmodulige Kohlenstofffasern sind besonders geeignet für hohe Vorspannkraft in Verbindung mit geringen Dehnwegen, z. B. für die externe Vorspannung im Brückenbau. Von Vorteil ist auch die äußerst geringe Relaxation von Kohlefasern im Gebrauchszustand. Andererseits neigen Kohlefasern dazu, infolge Querpressung oder bei exzentrischer Beanspruchung vorzeitig zu versagen. Daher müssen CFK-Lamellen beim Vorspannen besonders sorgfältig verankert werden, damit die hohen Zugkräfte ohne Schädigung des Fasermaterials eingeleitet werden können. Bild 4 zeigt die Anwendung des S&P Vorspannsystems bei der Verstärkung einer Hochbaudecke.

Oberflächlich geklebte FRP-Sheets

Weitaus geringer verbreitet sind in Europa Anwendungen mit aufgeklebten FRP-Gelegen oder -Gewebe, den so genannten Sheets. In Asien oder Nordamerika wurden diese Materialien be-

**Tragwerks-
verstärkung**

von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen
durch schubfest aufgeklebte

**Kohlefaserlamellen
oder Stahlflaschen**

Statische Beratung und Ausführung

Anwendungen:

- Nutzlasterhöhung
- Änderung des statischen Systems
- Ergänzung fehlender oder korrodierter Bewehrung
- Ausweiselbewehrung für das nachträgliche Anlegen von Treppen- oder Fahrstuhlöffnungen

Roxeler Betonsanierungsgesellschaft mbH
Ingenieurmäßige Instandsetzung
von Hoch-, Tief- und Brückenbauwerken
Otto-Hahn-Straße 7 48161 Münster
Tel.: 0 25 34/62 00-0 Fax: 0 25 34/62 00-32



Bild 4. Verstärkung einer Decke mit extern vorgespannten CFK-Lamellen



Bild 5. Querkraftverstärkung eines Unterzuges im Hochbau

reits vor etwa 20 Jahren für Verstärkungsmaßnahmen eingesetzt, vorwiegend zur Verbesserung des Tragverhaltens bei Erdbebenbeanspruchung. Aber auch in Europa werden inzwischen bei Traguntergründen mit geringer Oberflächenzugfestigkeit oder bei kleinen Verstärkungsgraden zunehmend Gelege aus Carbonfasern verwendet. Die vergleichsweise große Oberfläche der CF-Sheets ermöglicht bei einer externen Verstärkung eine bessere Verbundkraftübertragung mit dem Untergrund sowie eine Anpassung an schwierige geometrische Verhältnisse.

Vorwiegend kommen CF-Sheets allerdings dort zur Anwendung, wo eine Verstärkung mit CFK-Lamellen technisch nicht möglich ist, z. B. bei der Erhöhung der Schubtragfähigkeit von massiven Bauteilen. Aber auch für die Torsionsverstärkung sind CF-Sheets durchaus geeignet. Bilder 5, 6a und 6b zeigen Anwendungsbeispiele. Besonderes Augenmerk ist bei entsprechenden Verstärkungsmaßnahmen auf die Detaillierung der Verankerung zu legen, da bei hoch beanspruchten Bauteilen die Sheets in aller Regel in der Druckzone verankert werden müssen. Die bereitet baulich häufig große Schwierigkeiten.

FRP-Systeme eignen sich auch für die Verstärkung von massiven Stützen. Deren Tragfähigkeit lässt sich durch die Umwicklung mit FRP wesentlich erhöhen. Der belastete Beton erfährt durch die Umschnürungswirkung einen dreiaxialen Spannungszustand, der zu einer Steigerung der Betondruckfestigkeit führt. Bei umschnürten Bauteilen erfolgt die Herstellung des Ringschlusses durch den Verbund des FRP-Materials im Überlappungsbereich. Die Tragfähigkeit des Untergrundes ist somit von untergeordneter Bedeutung. Mit diesem Verfahren lassen sich sowohl runde als auch rechteckige Stützen verstärken.

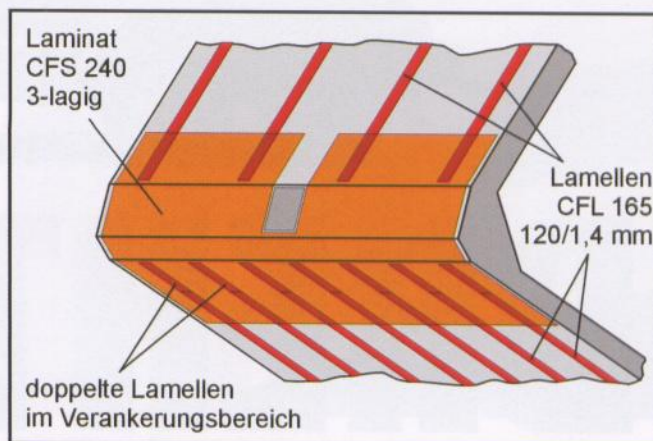


Bild 6 a, b. Querkraft- und Torsionsverstärkung der West Gate Bridge, Melbourne

Ernst & Sohn www.Ing-Pages.de

A Wiley Company

Home Über uns Impressum Kundenlogin Kunde werden

Schnellsuche Volltextsuche Erwartete Suche

► A-Z
► Firmen
► Produkte & Dienstleistungen
► Ingenieurbüros

Sie suchen Bewehrungssysteme?

www.Ing-Pages.de

Auch eine nachträgliche Biegeverstärkung von Stützen, z. B. als Ersatz korrodierter Längsbewehrung, ist mit FRP möglich. Die Verstärkung erfolgt in der Regel in Form senkrecht eingeschlitzter CFK-Lamellen in Verbindung mit einer Umwicklung aus CF-Sheets.

Umschnürte FRP-Systeme werden aber nicht nur zur Erhöhung der Tragfähigkeit angewendet sondern insbesondere auch zur seismischen Nachverstärkung von Massivbauteilen. Hierbei steht die Verbesserung der Duktilität der Bauteile im Vordergrund. Daher werden vorzugsweise Glasfasergewebe eingesetzt (Bild 7), die erheblich kostengünstiger sind als vergleich-



Bild 7. Seismische Verstärkung eines Hochhauses in Teheran



Bild 8 a, b. Umschnürung eines Brückenpfeilers und einer Kuppel mit vorgespannten S&P Aramidbändern

bare Systeme aus Carbonfasern. Bei seismisch hoch beanspruchten Bauteilen werden z. T. auch Aramidgewebe verwendet, die sich aufgrund der geringen Querdrukempfindlichkeit besonders vorteilhaft verankern lassen. In Ausnahmefällen, z. B. zur seismischen Verstärkung von massiven Wänden, gelangen auch Gelege aus Carbonfasern zum Einsatz. Durch die Verstärkung wird das Verformungsvermögen der massiven Bauteile wesentlich erhöht, so dass auch bei hoher Erdbebenbeanspruchung die Versagenswahrscheinlichkeit stark verringert wird. Die rechnerischen

Nachweise sind in der Regel aufwändig. Die im Erdbebenfall beanspruchten Bauteile werden daher vorwiegend mit Hilfe einer FE-Analyse im Rahmen einer Kapazitätsbemessung untersucht.

Spezialanwendungen

Neben den bisher erwähnten Anwendungen wurden in den letzten Jahren auch zahlreiche Spezialanwendungen aus Faserverbundwerkstoffen entwickelt, z. B. Vorspannsysteme zur ringförmigen Verstärkung von Siloanlagen oder Kuppeln oder zur aktiven Umschnürung von massiven Stützen. Diese Systeme werden vorwiegend dort eingesetzt, wo mit korrosionsfördernden Einflüssen zu rechnen ist und die Dauerhaftigkeit eine entscheidende Rolle spielt. Wegen der bereits erwähnten geringen Querdrukempfindlichkeit sind Aramidfasern für diese Anwendung besonders geeignet. Sie lassen sich ohne Probleme an die bestehende Geometrie des jeweiligen Bauteils anpassen und mit einfach mechanischen Systemen verankern. Die Bilder 8a und 8b zeigen Anwendungsbeispiele.

FRP-Armierung für Asphaltbeläge

Dass FRP-Systeme nicht nur im Verstärkungsbereich zur Anwendung kommen, zeigen die jüngsten Entwicklungen im Straßenbau. Die zunehmende Verkehrsbelastung führt zu einer immer stärkeren Beanspruchung der Straßenbeläge. Die Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen und für die Erneuerung der geschädigten Straßenbeläge steigen von Jahr zu Jahr. Zwar wurden in der Vergangenheit immer wieder Versuche unternommen, die auftretenden Schäden an Asphaltbelägen durch eingelegte Stahl- oder Polyestergeritter zu, jedoch waren diese Versuche wenig erfolgreich. Einerseits wirken die Bewehrungseinlagen wie eine Trennschicht, so dass der Schichtverbund zwischen den bituminösen Schichten gestört wird und andererseits sind Straßenbeläge mit eingebauten Stahl- bzw. Polyestergerittern nicht recyclingfähig. Polyestergeritter sind auch aufgrund des geringen E-Moduls kaum wirksam.

Allg. bauaufsichtliche Zulassung für in Schlitze verklebte S&P CFK-Lamellen

S&P
Clever Reinforcement

S&P
Tragwerkverstärkungen

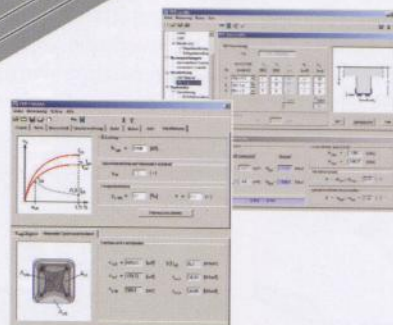
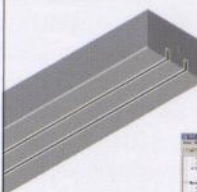


FRP Systeme

Neu

Faserverstärkte Kunststoffe

- + Externe Verstärkung auf Biegezug
(S&P CFK-Lamellen schlaft, eingeschlitzl. oder vorgespannt)
- + Ertüchtigung von Druckbauteilen
(Verstärkung mit S&P C-Sheet 240 oder vorgespannten Aramidbändern)
- + Erhöhung der Schubtragfähigkeit
(S&P C-Sheet 640)



**Jetzt bestellen:
Die neue S&P FRP-
Bemessungssoftware**

Ab sofort können Sie die neue S&P Software FRP Lamella 3.6 sowie FRP Colonna 1.2 gegen eine Schutzgebühr bei uns bestellen:

S&P Clever Reinforcement GmbH
Beyerbachstraße 5
D-65830 Kriftel
Tel.: +49 (0) 6192 9612830
Fax: +49 (0) 6192 9612829
info@sp-reinforcement.de
www.sp-reinforcement.de



FEM-Tripla: Win32-Plattenprogramm FEM-Trisch: Win32-Scheibenprogramm

automatische Erkennung der Windows-Version (XP, 2003, 2000, NT, 9x etc.)

Alle Programme mit vollautomatischer Netzgenerierung, grafische und maskengesteuerte Eingabe, grafische Ausgabe, Bemessung, Projektverwaltung, CAD-Übernahme, schnelle Bearbeitungszeiten

Informationen auch über voll-lauffähige Demoversionen durch:

Dr. Volker Tornow Software, Haslach 79, 94568 St. Oswald

Tel.: 08558 / 2580

Fax: 08558 / 91034

E-mail: Tornow.Software@t-online.de



Bild 9. Verlegung vorbituminierter Armierungsgitter im Straßenbau

Diese Defizite führten dazu, dass vor einigen Jahren von der Fa. S&P vorbituminierte Armierungsgittern aus Glas- und Carbonfasern für Asphaltbeläge entwickelt wurden (Bild 9).

Vorbituminierte Armierungsgitter werden auf eine bestehende gerissene Asphaltdecke appliziert, bevor der Überbau mit einer neuen bituminösen Verschleiß- oder Deckschicht erfolgt. Die Knotenhaftung der Gitter, welche durch die Bitumen-tränkung erfolgt, wird durch Erwärmung aufgelöst, so dass die Gitter selbst bei engen Kurvenradien faltenfrei und ohne Schneiden verlegt werden können. Das zusätzliche Polymerbitumen, das mit der vorgetränkten Asphaltarmierung appliziert wird, garantiert den Schichtverbund.

In zahlreichen Laborversuchen wurden die hervorragenden Eigenschaften gegenüber einer Rissfortpflanzung unter

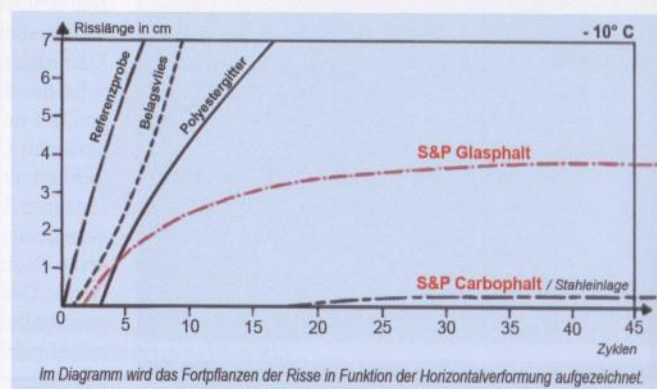
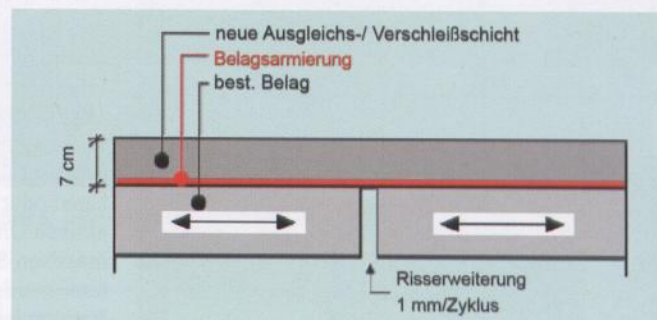


Bild 10a, b. Testanordnung und Versuchsergebnisse zur Rissreflektion armierter Asphaltdecken (Bilder: S&P Clever Reinforcement GmbH)

Dauerlast nachgewiesen (Bild 10a und 10b). Bei unbewehrten Asphaltproben schlägt der Riss nach etwa 6 Frost-/Tauzyklen wieder bis an die Oberfläche durch. Gittereinlagen aus Polyester oder auch Belagsvlies können infolge des geringen Zugelastizitätsmoduls das Durchschlagen des Risses ebenfalls nicht verhindern. Vorbittuminierte Glas- oder Carbongitter verhindern aufgrund der hohen Steifigkeit dagegen ein Durchschlagen des alten Belagsrisses durch die neue Verschleißschicht. In der Praxis werden Gittereinlagen aus Glas im Minimum 4 cm stark mit einer neuen bituminösen Verschleiß- resp. Deckschicht überbaut. Vorbittuminierte Kohlenfaserarmierung verhindert auch bei sehr geringen Deckschichten (ca. 10 bis 20 mm) praktisch jegliche Rissfortpflanzung (Bild 10).

Vorbituminierte Asphaltarmierungen aus Glas- sowie Kohlefasern bieten in der Praxis viele interessante Perspektiven. In Westeuropa sind die Straßen gebaut. Die Höhenkoten von bestehenden Straßen können oft nur mit viel Auf-

advance

STRUCTURAL FOR AEC

Kombinierbare und leistungsstarke CAD-Softwarelösungen:

advance - Massivbau

advance - Stahlbau

Integriert in AutoCAD® und ADT®

www.graitec.com

GRAITEC GmbH Benzstr. 3, D-76185 Karlsruhe Tel: +49/(0)721/9774-200 info.germany@graitec.com

wand korrigiert werden. Anpassarbeiten an bestehende Zufahrtsstraßen sowie Gehwege, Randsteine und Entwässerungssysteme sind sehr kostenintensiv.

In der Schweiz, Skandinavien, Deutschland und auch in Osteuropa wurden in den letzten Jahren bereits mehrere hunderttausend Quadratmeter Straße erfolgreich bewehrt. Der Erfolg dieser Anwendung ist inzwischen messbar. Die Verwendung vorbituminierter Asphaltarmierungen wird sowohl in der Instandsetzung als auch bei Neubauvorhaben in den nächsten Jahren drastisch zunehmen.

Ausblick

Obwohl die ersten Entwicklungen von Faserverbundwerkstoffen im Bauwesen erst vor etwas mehr als 10 Jahren auf den europäischen Markt gelangten, sind FRP-Systeme inzwischen aus dem Baubereich kaum noch wegzudenken. Die rasante Entwicklung seitens der Industrie und auch der Bauforschung hat dazu beigetragen, dass sich das Anwendungsspektrum über den Verstärkungsbereich hinaus auch auf andere Gebie-

te, wie z. B. den Straßenbau, erweitert hat. Derzeit bewirkt die hohe Nachfrage insbesondere aus dem Flugzeugbau, dass die Kosten für Faserverbundwerkstoffe im Vergleich zu den Massenaustoffen im Bauwesen immer noch sehr hoch sind. Mit der Ausweitung der Produktionskapazitäten ist aber damit zu rechnen, dass auch im Baubereich die Verwendung zunehmen wird. Sowohl Bewehrungselemente für den Betonbau als auch komplette Tragsysteme aus Faserverbundwerkstoffen wurden bereits entwickelt und werden das Bauen zukünftig bereichern. Die bisherige Erfolgsgeschichte wird vermutlich fortgeschrieben.

Dirk Grunewald, Peter Onken;
S&P Reinforcement GmbH

Weitere Informationen:

S&P Clever Reinforcement GmbH,
Beyerbachstraße 5, 65830 Kriftel,
Tel. (06192) 96128-30,
Fax (06192) 96128-29,
info@sp-reinforcement.de,
www.sp-reinforcement.de

Deckenverstärkung mit Kohlefaser-Verbundwerkstoffen

Das Modehaus engelhorn trendhouse in Mannheim will seinen jungen Kunden ein ganz besonderes Einkaufserlebnis bieten. Das Ambiente muß deshalb zum Angebot passen.

Um diesen Anspruch auch künftig zu erfüllen, wurden umfangreiche Umbaumaßnahmen durchgeführt. Bei laufendem Geschäftsbetrieb erhielt das Kaufhaus einen völlig neuen Geschoslaufbau, weshalb die Tragfähigkeit der Decken verstärkt werden mußte. Das wurde erst durch Kohlefaserlamellen möglich.

Die Umbauten waren so umfangreich, daß sogar die Statik neu zu berechnen war. Als Ausgleich für die statische Funktion einer tragenden Wand, die entfernt wurde, mußte die Tragfähigkeit der betroffenen Deckenbereiche in einer Fläche von 200 m² verstärkt werden. Hierfür kamen kohlefaserverstärkte Kunststofflamellen von StoCretec zum Einsatz: Sto S&P CFK-Lamelle 100 1,4 NM (niedermodulig) und Sto S&P CFK-Lamelle 100 1,4 HM (hochmodulig). Die Planung übernahm das Ingenieurbüro Herzog & Partner, Mannheim.

Geringes Gewicht, einfache Handhabung und maximale Verstärkungsleistung zeichnen die Sto S&P CFK-Lamel-

len aus. Schneller und einfacher Einbau, geringe Schmutz- und Lärmbelastung bei der Verarbeitung, absolute Korrosionsbeständigkeit und sehr hohe Sicherheitsreserven machen die Lamellen zum idealen Werkstoff für die nachträgliche Verstärkung von Tragwerken.

Zur Untergrundvorbereitung wurde die Betondecke gestrahlt und gesäubert. Der Ausgleich der Unebenheiten erfolgte mit dem Epoxidharzkleber Sto-Pox SK 41. Vor dem Kleben mußte die



Bild 1. Das Modehaus engelhorn trendhouse in Mannheim: Der völlig neue Geschoslaufbau erforderte eine Verstärkung der Decken



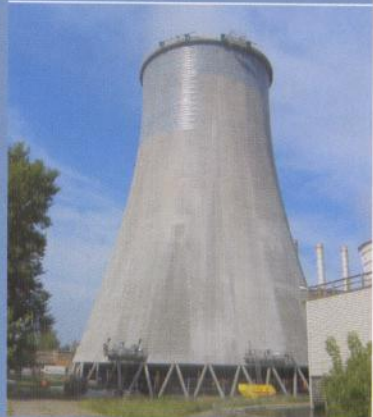
Portsmouth Millennium Tower



Parkhaus Landesmesse Stuttgart



Middle Ring Road II, Malaysia



Kühlturm Eisenhüttenstadt

Die Zukunft des Bauens: www.lap-consult.com

Leonhardt, Andrä und Partner
Beratende Ingenieure VBI, GmbH