

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Anstalt des öffentlichen Rechts

10829 Berlin, 25. August 2006
Kolonnenstraße 30 L
Telefon: 030 78730-300
Telefax: 030 78730-320
GeschZ.: I 15-1.36.1-1/05

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsnummer:

Z-36.12-67

Antragsteller:

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

Zulassungsgegenstand:

Verstärken von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen
durch in Schlitze schubfest mit "StoPox SK 41"
eingeklebte "Sto S&P CFK Lamelle"

Geltungsdauer bis:

31. August 2011

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 18 Seiten und vier Anlagen.



I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.



II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Zulassungsgegenstand ist ein Verfahren zur Verstärkung von Bauteilen aus Stahl- und Spannbeton. Im Bereich der Betondeckung der Zugzone des zu verstärkenden Bauteils werden dabei Schlitze eingeschnitten, in die jeweils eine kohlenstofffaserverstärkte Epoxidharzlamelle (CFK-Lamelle), genannt "Sto S&P CFK Lamelle", mit Hilfe eines Epoxidharzklebstoffs eingeklebt wird (siehe Anlage 1).

1.2 Anwendungsbereich

Die schubfest in die Schlitze im Bauteil eingeklebten "Sto S&P CFK Lamellen" dürfen zum Nachweis der Tragfähigkeit von Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen herangezogen werden.

Den Lamellen dürfen planmäßig nur Zugkräfte zugewiesen werden. Bei größeren Schubbeanspruchungen im Betonbalken müssen die Zuglamellen zusätzlich durch Schublaschen aus Stahl oder durch schubfest aufgeklebte Kohlefaserlaminat (siehe Abschnitt 2.1.3) umschlossen werden.

Durch die in Schlitze eingeklebten CFK-Lamellen dürfen vorwiegend ruhend und nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile verstärkt werden.

Verstärkte Bauteile dürfen im Bereich der CFK-Lamellen direkter Sonneneinstrahlung bzw. wechselnder oder dauerhafter Durchfeuchtung nicht ausgesetzt werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Umweltbedingungen DIN 1045:1988-07, Tabelle 10, Zeilen 1 bis 3, mit Ausnahme von Zeile 2, Satz 2 und Zeile 3, Satz 3 bzw. den Expositionsclassen XC1 (mit Ausnahme von ständig im Wasser liegenden Bauteilen) oder XC3 nach DIN EN 206-1:2001-07 entsprechen. Andernfalls sind ein Oberflächenschutzsystem entsprechend der "DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" bzw. DIN 28052-1:2001-07 oder andere geeignete Schutzschichten vorzusehen.

Die CFK-Lamellen dürfen mit Verwendung des Instandsetzungsmörtels "StoPox Mörtel standfest" für Bauteildauertemperaturen im Lamellenbereich bis 34 °C und ohne Verwendung des Instandsetzungsmörtels "StoPox Mörtel standfest" für Bauteildauertemperaturen im Lamellenbereich bis 45 °C eingesetzt werden.

Die Herstellung der Klebeverbindung darf nur von Baustellenfachpersonal nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ ausgeführt werden.

Für die Verstärkung von Spannbetonbauteilen sowie von Stahlbetonbauteilen, die sowohl durch Biegemomente als auch durch Längskräfte beansprucht sind, ist zu prüfen, ob eine uneingeschränkte Anwendung der Zulassung möglich ist. Andernfalls ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.



¹ erhältlich beim Deutschen Institut für Bautechnik

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung der "Sto S&P CFK Lamellen"

2.1.1 Sto S&P CFK-Lamellen

Die "Sto S&P CFK-Lamellen" müssen stranggezogene 1,0 bis 3,0 mm dicke und 10 bis 30 mm breite Lamine aus Epoxidharz mit ≥ 70 Vol.% Verstärkung durch unidirektionale Kohlenstofffasern sein. Die "Sto S&P CFK-Lamellen" müssen folgende Eigenschaften haben:

Bezeichnung der Lamelle	Sto S&P 150/2000			Sto S&P 200/2000
	≤ 2 mm	2 mm*	$\geq 2,5$ mm*	
Dicke [mm]	≤ 2 mm	2 mm*	$\geq 2,5$ mm*	1 bis 3 mm
Fasergehalt	≥ 70 Vol.%	≥ 70 Vol.%	≥ 70 Vol.%	≥ 70 Vol.%
Zugfestigkeit in Faserrichtung f_{lk} [N/mm ²]	≥ 2.350	≥ 2.000	≥ 2.400	≥ 2.500
Elastizitätsmodul in Faserrichtung E_{lk} [N/mm ²]	≥ 160.000	≥ 190.000	≥ 160.000	≥ 200.000
Elastizitätsmodul in Faserrichtung E_{lm} [N/mm ²]	≥ 168.000	≥ 199.000	≥ 163.000	≥ 210.000
Bruchdehnung ϵ_{luk}	$\geq 1,5$ %	$\geq 0,9$ %	$\geq 1,3$ %	$\geq 1,3$ %

* bei Lamellendicken zwischen 2 und 2,5 mm sind die Werte linear zu interpolieren

mit f_{lk} , E_{lk} , ϵ_{lk} als charakteristische Materialkennwerte und E_{lm} als Mittelwert

Die in Schlitz zu verklebenden "Sto S&P CFK-Lamellen" müssen entweder

- auf den beiden zu verklebenden Seiten werksmäßig aufgeraute und entfettete Oberflächen haben, die mit Abreißgeweben geschützt sind oder
- mit nicht aufgerauten Oberflächen unmittelbar vor der Verklebung angeschliffen und mit dem Reinigungsmittel nach Abschnitt 2.1.4 gereinigt werden.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Harzes und der Kohlestofffasern müssen mit den beim DIBt hinterlegten Angaben übereinstimmen.

2.1.2 Klebstoff

Als Klebstoff zur Verklebung der "Sto S&P CFK-Lamellen" mit dem Beton ist der Klebstoff "StoPox SK 41", ein mit Quarzmehl gefülltes Epoxidharz, zu verwenden. Die Rezeptur muss mit der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten übereinstimmen.

2.1.3 Schublaschen, Ankerschrauben

Die Schublaschen bestehen aus Stahl S 235J2G3 nach DIN EN 10025-1:1994-03. Es sind Ankerschrauben der Festigkeitsklassen 4.6, 5.6, 8.8 oder 10.9 nach DIN EN 20898-2 zu verwenden.

Bei geringer Beanspruchung können die Schublaschen entsprechend Anlage 2, Abschnitt 2.4, durch schubfest aufgeklebte Kohlefaserlamine ersetzt werden.

2.1.4 Primer für die Schublaschen

In Verbindung mit dem Klebstoff "StoPox SK41" dürfen in der Werkstatt vorbereitete Stahlflächen zum Korrosionsschutz nur durch die Epoxidharz-Primer "StoPox ZNP" beschichtet werden. Die Rezeptur der Primer muss mit der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten übereinstimmen.



2.1.5 Instandsetzungsmörtel, Korrosionsschutzbeschichtung und Haftbrücke

Als Instandsetzungsmörtel zur Begradigung größerer Unebenheiten muss der Instandsetzungsmörtel "StoPox Mörtel standfest" in Verbindung mit Korrosionsschutzbeschichtung und Haftbrücke "StoPox KSH thix" gemäß dem Allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis P-50-ibac verwendet werden. Die Zusammensetzungen der Korrosionsschutzbeschichtung, der Haftbrücke und des Instandsetzungsmörtels müssen mit der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezeptur übereinstimmen.

Für den Ausgleich von klein- oder großflächigen Unebenheiten der Betonoberfläche bzw. von Fehlstellen im Klebebereich dürfen neben dem zuvor genannten Instandsetzungsmörteln auf Reaktionsharzbasis auch Instandsetzungsbetone bzw. -mörtel nach Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 2.23, der Beanspruchungsklasse M3², Beton nach DIN 1045-2:2001-07 oder Spritzbeton nach DIN 18551:2005-01 unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse verwendet werden. Dabei muss der Verbund zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht nach Anlage 2, Abschnitt 2.5, nachgewiesen werden.

2.1.6 Schutzanstrich für "Sto S&P CFK-Lamellen"

Als Schutzanstrich bei der Verwendung der Lamellen in bewitterten Bereichen ist ein UV-beständiges Oberflächenschutzsystem zu verwenden, das mit den "S&P CFK-Lamellen" und dem Beton verträglich ist.

2.1.7 Reinigungsmittel für die "Sto S&P CFK-Lamellen"

Die Vorbehandlung und Aktivierung der Klebeseite der "Sto S&P CFK Lamellen" muss vor der Verklebung mit dem Reiniger "StoCryl VV" erfolgen. Die Zusammensetzung des Reinigers muss mit der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezeptur übereinstimmen.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung, Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung der "Sto S&P CFK Lamellen"

Die "Sto S&P CFK Lamellen" müssen in Herstellwerken hergestellt werden, die durch den Antragsteller eingewiesen sind und beaufsichtigt werden.

Die Kohlenstofffasern sind auszurichten und mit dem Harzsystem vollständig zu tränken.

Die Aushärtung muss in einer beheizten Form mit anschließender Durchlauftemperatur erfolgen.

2.2.2 Verpackung, Transport, Lagerung

2.2.2.1 "Sto S&P CFK Lamellen"

Die "Sto S&P CFK Lamellen" müssen verpackt und gegen Witterung und Verschmutzung geschützt transportiert und gelagert werden. Die "Sto S&P CFK Lamellen" dürfen nur mit einem Durchmesser von $\geq 0,90$ m aufgerollt transportiert und gelagert werden.

2.2.2.2 Klebstoff

Harz und Härter des Klebstoffes müssen in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) gefüllt und luftdicht verschlossen transportiert und gelagert werden.

2.2.2.3 Primer für Stahlschublaschen

Der Primer muss in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) gefüllt und luftdicht verschlossen transportiert und gelagert werden.

2.2.3 Kennzeichnung

Die Bauprodukte müssen vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.



² siehe DAfStb "Richtlinie für Schutz und Instandsetzung", Teil 2: Bauprodukte und Anwendung, Oktober 2001, Abschnitt 4.2

Die Verpackung bzw. das Gebinde eines jeden Bauproduktes ist vom Hersteller zusätzlich zu dem Übereinstimmungszeichen so zu kennzeichnen, dass eine Verwechslung insbesondere bezüglich Anwendung, Inhalt, Menge, und ggf. Reaktivität ausgeschlossen ist.

Auf der Verpackung für den Klebstoff und den Primer müssen folgende Angaben enthalten sein:

- Produktbezeichnung, Chargennummer
- minimale und maximale Verarbeitungstemperatur
- Zulassungsgegenstand
- Gewicht / Volumen
- Mischungsverhältnis von Harz- und Härterkomponente
- Hinweis auf die Arbeitsvorschriften (Merkblatt) und Arbeitshygiene
- "Erst unmittelbar vor dem Mischen öffnen"
- Lagerungsart, Verbrauchszeitraum
- Gebindeverarbeitungszeit innerhalb der zulässigen Verarbeitungstemperaturen gemäß Anlage 3.

Die Angaben können auch auf einem der Lieferung beigelegten Merkblatt erfolgen, sofern durch gleich lautende Fabrikationsbezeichnungen Verwechslungen ausgeschlossen sind.



2.3 Übereinstimmungsnachweis

2.3.1 Allgemeines

2.3.1.1 "Sto S&P CFK Lamellen", Klebstoffe und Primer für Stahlschublaschen

Die Bestätigung der Übereinstimmung der "Sto S&P CFK Lamellen" nach Abschnitt 2.1.1 und des Klebstoffs sowie des Primers nach Abschnitt 2.1.2 mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellerwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.1.2 Kohlenstofffasern, Harzsystem

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Kohlenstofffasern und des Harzsystems nach Abschnitt 2.1.1 mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer Erstprüfung durch eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle und einer werkseigenen Produktionskontrolle erfolgen.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk der Produkte nach Abschnitt 2.1.1 ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Produkte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle im Herstellerwerk der "Sto S&P CFK Lamellen" muss mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Eingangskontrolle der Herstellererklärungen für die Kohlenstofffasern und das Harz-Härter-System
- Aufbau der Kohlenstofffaserverstärkung alle 2 Stunden
- Kontrolle der Tränkung
- Kontrolle der Aushärtung
- Kontrolle der Tragfähigkeit (Zugprüfung)

Die Prüfungen und die Häufigkeit sind in Anlage 4 beschrieben.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle im Herstellerwerk der "Sto S&P CFK Lamellen" sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen



Die Aufzeichnungen sind dem Antragsteller zu übergeben und von diesem mindestens fünf Jahre aufzubewahren und soweit gefordert, der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

- 2.3.3 Fremdüberwachung "Sto S&P CFK Lamellen" ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich. Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der "Sto S&P CFK Lamellen" durchzuführen. Die Probenahme und Prüfung obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Es sind die Prüfungen nach Anlage 4 durchzuführen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und der Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Entwurf

3.1.1 Abmessungen des Schlitzes

Die Tiefe des Schlitzes im Beton ist so auszulegen, dass die Lamelle unter Berücksichtigung des Ausgleichs von Unebenheiten vollständig im Schlitz eingebettet werden kann. Die größte zulässige Schlitztiefe t_s ergibt sich nach Gleichung (1). Für die Festlegung der statischen Höhe ist die maximale Schlitztiefe unter Berücksichtigung der halben Lamellenbreite maßgebend (siehe Anlage 2, Abschnitt 2.1). Die Breite des Schlitzes b_s darf die Grenzwerte nach Gleichung (2) nicht über- bzw. unterschreiten.

$$t_S \leq c - \Delta h \quad (1)$$

$$t_L + 1 \text{ mm} \leq b_S \leq t_L + 3 \text{ mm} \quad (2)$$

In den Gleichungen (1) und (2) bedeuten:

b_S Breite des Schlitzes in mm

t_S Tiefe des Schlitzes in mm

t_L Dicke der einzelnen CFK-Lamelle in mm

c vorhandene Betonüberdeckung der Bewehrung in mm

Δh Vorhaltemaß in mm:

$$\Delta h = \Delta h_{\text{Gerät}} + \Delta h_{\text{Schnitt}} + \Delta h_{\text{Bauteil}} \quad (3)$$

mit:

$\Delta h_{\text{Gerät}}$ gerätespezifische Fehlergrenze nach DBV-Merkblatt 'Betondeckung'³ bzw. nach Herstellerangaben, mindestens jedoch 1 mm

$\Delta h_{\text{Schnitt}}$ Vorhaltemaß für die Schnitttiefe, mindestens 2 mm

$\Delta h_{\text{Bauteil}}$ bei Platten darf $\Delta h_{\text{Bauteil}} = 0$ mm gesetzt werden, bei allen anderen Bauteilen soll für $\Delta h_{\text{Bauteil}}$ mindestens 2 mm angenommen werden.

$\Delta h_{\text{Bauteil}}$ kann entfallen, wenn durch geeignete Maßnahmen, z. B. die stichprobenartige Überprüfung der Betondeckung durch punktuellen Freilegen der Bewehrung, die Genauigkeit der Betondeckungsmessung erhöht werden kann.

3.1.2 Randabstände

3.1.2.1 Gerade verlegte CFK-Lamellen

Zum freien Bauteilrand muss ein Mindestabstand a_r eingehalten werden, der dem größeren Wert nach den Gleichungen (4) und (5) entspricht.

$$a_r \geq 2 \cdot b_L \quad (4)$$

$$a_r \geq d_K \quad (5)$$

b_L Breite der CFK-Lamelle

d_K Durchmesser des Größtkorns im Beton

Für eine Anordnung der CFK-Lamellen an beiden Seiten eines freien Randes nach Bild 1 muss ein Mindestrandabstand einer der beiden Lamellen nach Gleichung (6) eingehalten werden.

$$a_r \geq 4 \cdot b_L \quad (6)$$

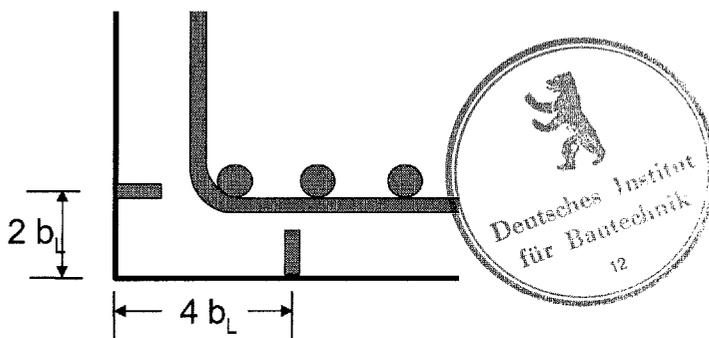


Bild 1: Randabstände bei Anordnung von Lamellen zu beiden Seiten einer Kante

³ DBV-Merkblatt „Betondeckung und Bewehrung“, Fassung 2002, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Berlin

3.1.2.2 Gekrümmt verlegte CFK-Lamellen

Bei Platten und Balken, die im Bereich der Krümmung der CFK-Lamellen nicht mit Schublaschen verstärkt sind, muss in Richtung des Krümmungsmittelpunkts mindestens ein Randabstand von 150 mm bestehen. In allen anderen Fällen gilt Abschnitt 3.1.2.1. Der Mindestkrümmungsradius der eingeklebten Lamellen beträgt 2 m.

3.1.3 Achsabstände

Für die Mindestachsabstände a_L von Zuglamellen gelten folgende Regelungen:

$$a_L \geq d_k \tag{7}$$

$$\text{für } a_s > 2 d_s \quad a_L \geq b_L \tag{8}$$

d_s Durchmesser der parallel zu den CFK-Lamellen verlaufenden Bewehrung

a_s lichter Abstand zwischen zwei Stäben der parallel zu den CFK-Lamellen verlaufenden Bewehrung

Für lichte Abstände der Betonstahl-Längsbewehrung kleiner als $2d_s$ sind die Mindestachsabstände der Zuglamellen nach Bild 2 einzuhalten.

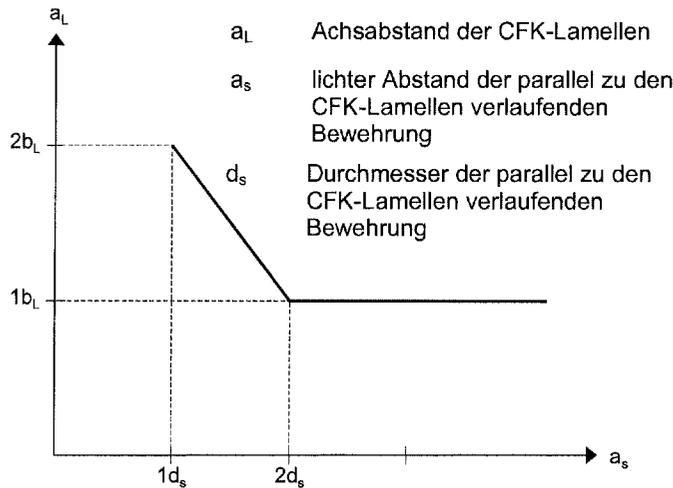


Bild 2: Mindestachsabstände der Zuglamellen

Für die maximalen Achsabstände a_L von Zuglamellen gelten folgende Regelungen:

$$a_L \leq 0,2 l_0 \tag{9}$$

$$a_L \leq 4 h \tag{10}$$

l_0 Abstand der Momentennullpunkte in mm, bei Kragarmen: $l_0 = 2 l_k$

h Bauteildicke in mm

3.1.4 Verbügelung der Lamellenendverankerung

Der Endbereich der Zuglamellen ist bei Balken entsprechend Anlage 2, Abschnitt 2.4, mit einem Laschenbügel zu umschließen. Dieser Bügel darf höchstens 50 mm vom Lamellenende entfernt angebracht werden (Bild 3).



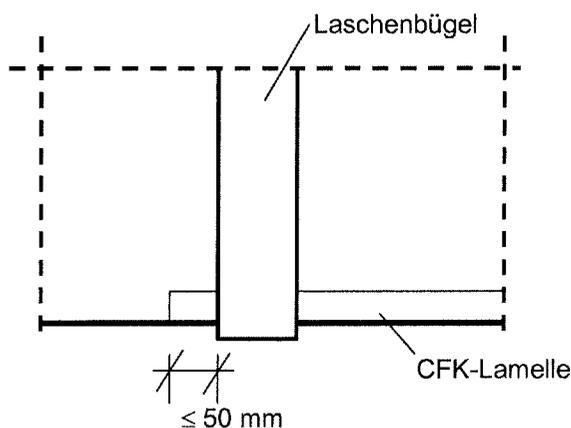


Bild 3: Anordnung des Laschenbügels am Lamellenende

3.1.5 Zugkraftdeckung

Für jedes Bauteil sind die versetzte Zugkraft- und die Zugkraftdeckungslinie für den Grenzzustand der Tragfähigkeit (vgl. Anlage 2, Abschnitt 2.3) darzustellen (siehe Anlage 2, Bild 1). Ein Einschneiden der versetzten Zugkraftlinie ist nicht gestattet.

3.1.6 Laschenbügelbewehrung aus Stahl

Bei vorwiegend ruhender Beanspruchung darf die in der Druckzone zu verankernde Zugkraft auf 2/3 ihres Rechenwertes abgemindert werden. Bei Bauteilen, die von oben nicht zugänglich sind, darf die Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone durch zugelassene Klebeanker erfolgen. Der Achsabstand benachbarter Laschenbügel darf nicht größer als die Steghöhe sein. Bezüglich des Ermüdungsnachweises der Verankerungselemente siehe Anlage 2, Abschnitt 3.3.

Bei nicht in der Druckzone verankerten Laschenbügeln (Fall 2 nach Anlage 2, Abschnitt 2.4) sind die Bügel über die gesamte Steghöhe zu verkleben. Der Abstand benachbarter Bügel darf nicht größer als die halbe Steghöhe sein.

Bei Laschenbügeln, die durch einen geklebten Übergreifungsstoß geschlossen werden, kann die erforderliche Übergreifungslänge mit den Gleichungen (9) bis (13) nach Anlage 2 und der folgenden Gleichung (11) mit $f_{ctm} = 3,0 \text{ N/mm}^2$ bemessen werden.

$$l_t = l_{t,max} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{T_k}{T_{k,max}}} \right) \quad (11)$$

Für die statischen Nachweise nach Anlage 2, Abschnitt 2, auf Grundlage von DIN 1045:1988-07 und DIN 4227-1:1988-07 ist für die Verbundbruchkraft des Übergreifungsstoßes im rechnerischen Bruchzustand unter γ -fachen Lasten T_k anzusetzen.

3.2 Bemessung

Für die Bemessung gelten die Anlagen 1 und 2.

Die zur Ermittlung der Verbundtragfähigkeit erforderlichen charakteristischen Festigkeitswerte der jeweiligen Klebstoffe "StoPox SK41" nach Abschnitt 2.1.4 können ohne genaueren Nachweis nach Zeilen 1 und 2 von Tabelle 3 angenommen werden.

Davon abweichende Werte können nach Eignungsnachweis entsprechend Abschnitt 4.8.5 verwendet werden. Dabei dürfen die Maximalwerte gemäß Zeilen 3 und 4 der Tabelle 3 nicht überschritten werden.



Tabelle 3: Charakteristische Festigkeitswerte der zu verwendenden Kleber

Zeile	Anmerkung	Kennwert	StoPox SK41
1	ohne genaueren Nachweis	Zugfestigkeit $f_{Kt,k}$	14 N/mm ²
2		Druckfestigkeit $f_{Kc,k}$	58 N/mm ²
3	nur mit Eignungsnachweis	Zugfestigkeit $f_{Kt,k, max}$	21 N/mm ²
4		Druckfestigkeit $f_{Kc,k, max}$	75 N/mm ²

Platten dürfen nur im Schubbereich bis τ_{011} nach DIN 1045:1988-07, Tabelle 13, Zeile 1b, mit eingeschlitzt verklebten "Sto S&P CFK Lamellen" verstärkt werden.

Bezüglich der Anordnung und Bemessung von zusätzlichen Schublaschen (Laschenbügel) bei Balken und Plattenbalken gelten die Anlagen 1 und 2.

3.3 Brandverhalten

Die "Sto S&P CFK Lamellen" sind normalentflammbar (Baustoffklasse DIN 4102-B2).

Soweit ein Nachweis der vorhandenen Feuerwiderstandsdauer erforderlich ist, ist dieser im Allgemeinen unter der Voraussetzung zu führen, dass die CFK-Lamellen und Laschenbügel ausfallen, es sei denn, dass in jedem Einzelfall durch ein Prüfzeugnis oder durch ein Gutachten einer hierfür anerkannten Prüfstelle der Nachweis geführt wird, dass die CFK-Lamellen und Laschenbügel im Brandfall durch Zusatzmaßnahmen hinreichend gegen Erwärmung geschützt sind.



4 Ausführung

4.1 Allgemeines

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung mit allen Anlagen sowie die Verarbeitungsvorschriften des Herstellers müssen bei den Verstärkungsarbeiten auf jeder Baustelle vorliegen.

Die Verstärkungsarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die ihre Eignung nachgewiesen haben. Die Eignung des ausführenden Betriebes muss durch einen Eignungsnachweis nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ erbracht werden.

Die qualifizierte Führungskraft nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebten CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ muss während der entscheidenden Phasen auf der Baustelle anwesend sein und die begleitenden Kontrollen nach Abschnitt 4.8 durch das Baustellenfachpersonal nach "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ durchführen lassen und selbst stichprobenartig überprüfen.

Die Herstellung der Klebeverbindung darf nur von Baustellenfachpersonal nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ ausgeführt werden.

4.2 Erfassen des Ist-Zustandes des zu verstärkenden Bauteils

Folgende für den rechnerischen Nachweis und für die Ausführung relevanten Eigenschaften des zu verstärkenden Bauteils sind zu erfassen und zu bewerten:

- Sofern die Betonfestigkeitsklasse nicht bekannt ist, muss sie gemäß DIN 1048-2:1991-06 und -4:1991-06 an jedem zu verstärkenden Bauteilabschnitt bestimmt werden.

- Stahlart, Lage, Erhaltungszustand und Betonüberdeckung der vorhandenen Bewehrung sowie Karbonatisierungstiefen und ggf. Schadstoffgehalte wie z. B. Chloride sind festzustellen. Die Betondeckung der vorhandenen Bewehrung soll kontinuierlich gemessen und dokumentiert werden. Die Bestimmung darf nur von qualifiziertem Personal nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ ausgeführt werden. Die Messung der Betondeckung ist vor Ort durch geeignete Maßnahmen zu kalibrieren.
- Lage, Verlauf und Breite von Rissen sind zu erfassen.
- Werden geklebte und nicht in der Druckzone verankerte Laschenbügel angeordnet oder Ausgleichsschichten nach Abschnitt 2.1.2 hergestellt, ist die Oberflächenzugfestigkeit des Betons im Bereich der Klebeflächen gemäß DIN 1048-2:1991-06, Abschnitt 6, zu prüfen und die Ergebnisse nach DIN 1048-2:1991-06, Anhang A, auszuwerten. Der Mittelwert μ der Grundgesamtheit der Oberflächenzugfestigkeit gilt als Rechenwert f_{ctm} nach Abschnitt 6.3. Die Prüfflächen müssen mit dem für die Ausführung vorgesehenen Verfahren vorbereitet worden sein.

4.3 Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil

Der Beton muss mindestens der Betonfestigkeitsklasse C16/20 nach DIN 1045-2:2001-07 im Zusammenhang mit DIN EN 206-1:2001-07 entsprechen.

Eine Betondeckung der vorhandenen, kreuzenden Bewehrung im Bereich der Verstärkungsmaßnahmen, die mindestens der vorgesehenen Schlitztiefe in den Grenzen einschließlich eines Vorhaltemaßes Δh nach Abschnitt 3.1.1 entspricht, muss vorhanden sein.

Davon unabhängig muss die nach Ausführung der Verstärkungsmaßnahme vorhandene Betondeckung DIN 1045:1988-07, Tabelle 10, entsprechen. Für den Ausgleich von klein- oder großflächigen Unebenheiten der Betonoberfläche bzw. von Fehlstellen im Kleberebereich dürfen neben den in der Tabelle 2 in Abschnitt 2.1.2 genannten Instandsetzungsmörteln auf Reaktionsharzbasis auch Instandsetzungsbetone bzw. -mörtel nach Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 2.23, der Beanspruchungsklasse M3⁴, Beton nach DIN 1045-2:2001-07 oder Spritzbeton nach DIN 18551:1992-03 unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse verwendet werden. Die dafür erforderlichen mittleren Rautiefen (nach DIN EN ISO 4287:1998-10) der Oberfläche des Altbetons können Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Erforderliche Rautiefen $R_{p,m}$ mit dem Sandverfahren nach DIN EN 1766:2000 bei großflächigem Ausgleich der Oberfläche

Ausgleich der Oberfläche mit	Mittlere Rautiefe $R_{p,m}$ [mm]
Beton, ohne Haftbrücke	2,5
Beton, mit Haftbrücke	1,0
Spritzbeton	1,0



Die Höhe der Reprofilierung bzw. die Ausbruchtiefe müssen mindestens dem dreifachen Größtkorndurchmesser des Instandsetzungsbetons bzw. -mörtels entsprechen. Im Fall eines großflächigen Ausgleichs der Oberfläche sowie bei kleinflächigen Fehlstellen im Verankerungsbereich der Lamellen ist ein rechnerischer Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht nach Abschnitt 2.5 der Anlage 2 zu führen sowie die Verbundfestigkeit nach Abschnitt 4.8.2 zu ermitteln.

⁴ siehe DAfStb "Richtlinie für Schutz und Instandsetzung", Teil 2: Bauprodukte und Anwendung, Oktober 2001, Abschnitt 4.2

Bei Anwendung von geklebten und nicht in der Druckzone verankerten Laschenbügeln muss die Oberflächenzugfestigkeit der Betondeckung nach Vorbereitung im Bereich der Klebeflächen einen Rechenwert von $f_{ctm} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ bei Unebenheiten $\leq 5 \text{ mm}$ erreichen. Größere Unebenheiten müssen abgetragen oder mit einem Instandsetzungsmörtel auf Reaktionsharzbasis gemäß Tabelle 2 in Abschnitt 2.1.2 oder einem Instandsetzungsbeton bzw. -mörtel nach Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 2.23, der Beanspruchungsklasse M3⁴, Beton nach DIN 1045-2:2001-07 oder Spritzbeton nach DIN 18551:1992-03 unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse ausgeglichen werden. Die Betondeckung im Bereich der Klebeflächen muss mindestens 10 mm betragen.

Die Erfüllung der Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil ist vor Beginn der Maßnahmen zu prüfen und zu dokumentieren.



4.4 Anforderungen an Stahlteile

Das Material der Stahllaschen und der Ankerschrauben muss den Angaben von Abschnitt 2.1.3 entsprechen.

Ungeprimerte Laschenbügel und andere zu klebende Konstruktionselemente müssen unmittelbar vor Klebstoffauftrag den Reinheitsgrad Sa 3 nach DIN EN ISO 12944-4:1998-07 aufweisen.

Falls die Vorbereitung der Stahlklebeflächen von Laschenbügeln in der Werkstatt, d.h. nicht unmittelbar vor dem Verkleben auf der Baustelle erfolgt, sind die gestrahlten Oberflächen unverzüglich mit einem für den Klebstoff zugelassenen Primer nach Abschnitt 2.1.2 zu beschichten.

Schweißarbeiten dürfen nur von Werken vorgenommen werden, die im Besitz eines Nachweises entsprechend DIN 18800-7:2002-07 (Kleiner Eignungsnachweis) sind.

Schweißarbeiten an verklebten Laschenbügeln sind nicht zulässig.

Die Stahllaschenbügel sind nach dem Einbau gemäß Korrosionsschutzklasse III nach DIN EN ISO 12944-4:1998-07 zu schützen. Für Sonderbelastungen müssen die Korrosionsschutzsysteme auf den Anwendungsfall abgestimmt werden.

4.5 Anforderungen an CFK-Werkstoff, Klebstoff und Instandsetzungsbetone bzw. -mörtel

Die "Sto S&P CFK Lamellen" nach Abschnitt 2.1.1 dürfen nicht abgekantet oder scharfen Querpressungen ausgesetzt werden. Sie dürfen, falls erforderlich, auf der Baustelle nur senkrecht zur Faserrichtung passend geschnitten werden. Der kleinste Biegedurchmesser, der bei der Handhabung der CFK-Lamellen nicht unterschritten werden darf, beträgt 0,90 m.

Die Bauprodukte dürfen nur innerhalb des auf der Packung angegebenen Zeitraumes und der angegebenen Verarbeitungstemperatur verwendet werden.

4.6 Vorbereitung der Bauteile

Risse im Beton, die zur Korrosion der Bewehrung führen können, sind zu verpressen.

Die Betondeckung im Bereich der eingeschlitzten zu verklebenden Lamellen muss nachgewiesen und dokumentiert werden. Die erforderliche Betondeckung richtet sich unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.1.1 und in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen nach Tabelle 10 von DIN 1045:1988-07.

In das Betonbauteil werden Schlitz senkrecht zur Bauteiloberfläche geschnitten. Hierbei sind die Randbedingungen nach Abschnitt 3.1.1 einzuhalten. Die Schlitz müssen staubfrei und frei von losen Teilen sein. Minderfeste, nicht tragfähige Schichten auf den Schnittflächen sind zu entfernen. Der maximale Feuchtegehalt im Schlitzbereich darf die Werte nach Anlage 3 nicht überschreiten.

Die zu verklebende Oberfläche des Betons im Bereich der Schublaschen muss z.B. durch Sandstrahlen, Kugelstrahlen, Druckwasserstrahlen, mit Nadelpistole oder Stockgerät für die Verklebung vorbereitet werden, bis der Grobzuschlag ($\geq 8 \text{ mm}$) sichtbar wird. Sie muss staubfrei, frei von losen Teilen und trocken sein.

Im Fall der Anwendung von Schublaschen muss die zu verklebende Betonoberfläche. Die Oberfläche des Betons im Klebebereich der Sto S&P CFK Lamellen soll möglichst ebenflächig sein.

Vor dem Ausgleich von klein- oder großflächigen Unebenheiten der Betonoberfläche bzw. von Fehlstellen im Klebebereich mit Materialien nach Abschnitt 2.1.2 muss die zu verklebende Betonoberfläche tragfähig, staubfrei und frei von losen Teilen sein. Dies bedarf einer geeigneten Untergrundvorbereitung nach der "Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" (2001) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton. Die dort in Teil 2 vorgegebenen Grenztemperaturen und -feuchten für die Luft und das Bauteil sind in Abhängigkeit vom jeweilig zu verwendenden Material einzuhalten.

Bei großflächig aufzubringenden Ausgleichsschichten muss die Oberfläche eine Abschnitt 4.3, Tabelle 4, entsprechende mittlere Rautiefe aufweisen.

4.7 Klebearbeiten

4.7.1 Allgemeine Anforderungen

Während der Klebearbeiten darf die Temperatur von Luft, Beton und Kleber den Mindestwert nach Anlage 3 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für den Klebstoff nicht unterschreiten. Die Temperatur der Bauteile muss 3 K höher sein als die Taupunkttemperatur der Luft.

Die relative Luftfeuchte beim Verkleben darf die zulässigen Grenzwerte nach Anlage 3 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht überschreiten.

Der maximale Feuchtigkeitsgehalt im Schlitzbereich darf die Angaben nach Anlage 3 nicht überschreiten.

Das Mischen der Komponenten muss mechanisch mit niedrigtourigen Mischgeräten ≤ 300 U/min erfolgen. Die Komponenten müssen sorgfältig so lange gemischt werden, bis eine homogene und schlierenfreie Klebstoffmasse vorliegt. Die Mischung ist umzutopfen. Das fertige Gemisch darf keine Knollen oder dergleichen enthalten und es muss einen gleichmäßigen Farbton aufweisen. Es dürfen keine wesentlichen Luftmengen eingemischt werden, die die mechanischen Eigenschaften des Klebstoffes nach Tabelle 3 beeinträchtigen.

Die Belastung der Konstruktion darf bei einer mittleren Bauwerkstemperatur von 20 °C i.d.R. 2 Tage nach Beendigung der Klebearbeiten erfolgen. Bei niedrigeren Temperaturen oder Unsicherheiten über die Aushärtung des Klebstoffes sind die Erhärtungsnachweise gemäß Abschnitt 4.8.5 maßgebend. Bei höheren Temperaturen ist eine geringere Wartezeit möglich, wenn die charakteristischen Festigkeiten (Haftzug- und Druckfestigkeit) des Klebstoffes nach Abschnitt 4.8.5 nachgewiesen werden.

4.7.2 Verklebung der Sto S&P CFK Lamellen

Der Beton ist nach Abschnitt 4.6 einzuschlitzen und die Schlitze sind zu reinigen. Vor Verklebung der "Sto S&P CFK Lamellen" müssen die beiden Klebeseiten nach Abschnitt 2.1.1 vorbereitet werden.

Der Klebstoff nach Abschnitt 2.1.2 ist wie in Abschnitt 4.7.1 beschrieben anzurühren und in die Schlitze einzubringen. Die Lamelle ist vorsichtig in die Mitte des Schlitzes einzudrücken und muss vollständig vom Schlitz aufgenommen werden. Im Regelfall soll die CFK-Lamelle bündig mit der Betonoberfläche abschließen. Ein Abweichen hiervon ist nach Abschnitt 4.6 nur im Rahmen des Ausgleichs von Unebenheiten der Betonoberfläche möglich. Der aus dem Schlitz quellende Klebstoff ist zu entfernen. Innerhalb der ausnutzbaren Verarbeitungszeit nach Anlage 3 müssen der Klebstoff in die Schlitze eingefüllt und die "Sto S&P CFK Lamellen" eingedrückt sein.

Die eingeklebte Lamelle muss während der Aushärtung keine Sicherung erhalten. In Bereichen, in denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung nach dem Einbau nicht auszuschließen ist, müssen die Lamellen gegen mechanische Verletzungen geschützt werden.



4.7.3 Verklebung der Stahlschublaschen

Bei ggf. zu verklebenden Schublaschen aus Stahl müssen die Oberflächen im Kleberebereich den Anforderungen nach Abschnitt 4.4 genügen. Die Primerflächen müssen vor dem Verkleben angeschliffen, entstaubt und mit Reinigungsmittel gereinigt werden.

Der Klebstoff muss in Form eines gleichschenkligen Profils mit Überhöhung in der Mitte auf die Stahlaschen aufgetragen werden. Die Laschenbügel müssen innerhalb der Verarbeitungszeit des Klebstoffes nach Anlage 3 in ihrer endgültigen Lage festgehalten sein.

Der Anpressdruck für das Aufbringen der Stahlschublasche sollte nur so groß sein, dass der Klebstoff entlang des ganzen Umfangs der Laschenbügel geringfügig herausgedrückt wird. Die zu verklebenden Stahlschublaschen dürfen nach dem Fixieren bis zur Aushärtung des Klebstoffes keine Erschütterungen und Bewegungen gegenüber der Bauteiloberfläche erleiden.

Die Unterstützung der Laschenbügel darf je nach vorliegender Temperatur erst nach Erreichen der in Anlage 3 angegebenen Unterstützungsdauer entfernt werden. Wird davon abgewichen, kann durch Haftzugversuche nach Abschnitt 4.8.3 der Nachweis geführt werden, dass Betonbruch erreicht wird.

Bei Verstärkung mit Schublaschen aus Stahl ist für diese eine Unterstützung für die Dauer der Aushärtung nach Anlage 3 erforderlich.



4.8 Prüfungen während der Ausführung

4.8.1 Überprüfung der Voraussetzungen

Der Bauausführende hat sich davon zu überzeugen, dass

- a) CFK-Lamellen, Klebstoff und Primer mit dem dieser Zulassung entsprechenden Ü-Zeichen gekennzeichnet sind,
- b) das Verbrauchsdatum noch nicht abgelaufen ist,
- c) die in den Abschnitten 4.1 bis 4.7 genannten Bedingungen eingehalten sind.

4.8.2 Prüfung der Oberflächenzugfestigkeit von Beton bzw. der Verbundfestigkeit von Ausgleichsschichten

Bei Verkleben von Schublaschen, die in der Druckzone verankert sind und vor großflächigen Ergänzungen der Oberfläche mit Materialien nach Abschnitt 2.1.2 wird auf der gemäß Abschnitt 4.6 vorbehandelten Fläche die Oberflächenzugfestigkeit des Betons gemäß DIN 1048-2:1991-06, Abschnitt 6, mit Ringnut ermittelt. Der Prüfaufwand wird entsprechend der "Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung, Oktober 2001, Anhang A, Zeile 4, festgelegt. Bei nicht in der Druckzone verankerten Schublaschen richtet sich der Prüfaufwand nach Abschnitt 4.2, letzter Absatz.

Bei Herstellung von großflächigen bzw. kleinflächigen Ausgleichsschichten im Verankerungsbereich entsprechend Tabelle 1 in Anlage 2 ist der Verbund in der Fuge zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht nachzuweisen. Die Prüfung der Verbundfestigkeit erfolgt im Haftzugversuch im Randbereich der Betonergänzung gemäß DIN 1048-2:1991-06, Abschnitt 6. Die herzustellende Ringnut wird bis in den Altbeton geführt. Aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit der Ergänzung ist folgender Prüfaufwand vorzusehen:

- mindestens 5 Einzelwerte je Verstärkungsobjekt bzw.
- je angefangene 50 m verklebter Lamelle im Bereich der Ausgleichsschicht eine Prüfung

Die Prüfung muss bei großflächigen und kleinflächigen Ausgleichsschichten im Verankerungsbereich nach Definition der Tabelle 1 in Anlage 2 einen Bruch im Altbeton ergeben.

Bei sonstigen kleinflächigen Ausgleichsschichten muss die Verbundfestigkeit $f_{im} \geq 1,5 \text{ N/mm}^2$ betragen. Die Prüfhäufigkeit ist in der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3 geregelt.

- 4.8.3 Prüfung des Verbunds des Klebstoffes auf Beton, ggf. Ausgleichsschichten und Stahl
 Zur Bestimmung der Belastbarkeit der Klebeverstärkung mit Stahlschublaschen ist die Haftung des Klebstoffes auf der Baustelle am Bauteil zu prüfen. Die Beurteilung der Klebung erfolgt durch fünf Haftzugversuche mit aufgeklebten Prüfstempeln. Die Haftzugprüfung muss Betonbruch ergeben. Sofern Instandsetzungsbeton bzw. -mörtel im Bereich der Schublaschen zur Anwendung kommt, erfolgt die Haftzugprüfung am System Ausgleichsschicht - Kleber.
- 4.8.4 Prüfung des Klebstoffes auf Stahl und Primer
 Zur Überprüfung der Belastbarkeit der Schublaschen der Klebeverstärkung und der Haftung von Klebstoff auf Primer und Stahl bei Raumtemperatur von 20 °C sind mindestens 3 Prüfstempel Ø 20 mm auf eine Sa 3 gestrahlte Stahlplatte mit einer Dicke von ≥ 15 mm oder ein vergleichbar steifes Stahlprofil zu kleben und abzuziehen. Bei Prüfung nach 48 Stunden muss die Haftzugfestigkeit nach Tabelle 3, Zeile 1 erreicht werden. Die Stahlplatte ist wie die Laschenbügel vorzubehandeln, ggf. einschließlich Primerung.
- 4.8.5 Erhärtungsprüfung des Klebstoffes
 Zur Überprüfung der mechanischen Eigenschaften (siehe Tabelle 3, Abschnitt 3.2) des verwendeten Klebstoffes müssen in Versuchen die charakteristischen Werte der Haftzugfestigkeit auf einer Sa 3 gestrahlten Stahlplatte mit einer Dicke ≥ 15 mm sowie der Druckfestigkeit an Prismen nach DIN EN 196-1 nachgewiesen werden. Der erforderliche Prüfaufwand ist in Tabelle 5 festgelegt. Der jeweils größere Prüfumfang ist maßgebend. Die Prüfungen erfolgen 7 Tage nach Herstellung.

Tabelle 5: Erforderlicher Prüfumfang beim Klebstoff

Kenngroße	Erforderlicher Prüfumfang
Haftzugfestigkeit	mind. je 6 Prüfungen je verwendeter Klebercharge bzw. mind. je 6 Prüfungen je 6 Klebetage
Druckfestigkeit	mind. je 6 Prüfungen je verwendeter Klebercharge bzw. mind. je 6 Prüfungen je 3 Klebetage

Die Ermittlung der charakteristischen Werte (5%-Fraktile) muss nach den "Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren", Fassung Mai 1986⁵ unter Zugrundelegung einer Aussagewahrscheinlichkeit von 75 % erfolgen.

Können die im Standsicherheitsnachweis angesetzten Materialkennwerte nicht erreicht werden, muss dies nachträglich in der Bemessung berücksichtigt werden.

- 4.8.6 Kontrolle nach der Ausführung
 Die volle Einbettung in den Schlitz muss überprüft werden. Verbundlose Bereiche der Lamelle von mehr als 5 % der Lamellenquerschnittsfläche müssen nachträglich in der Bemessung berücksichtigt werden.
 Die Laschenbügel sind nach der Aushärtung der Verklebung auf Hohlräume abzuklopfen. Hohlräume müssen durch Epoxidharzsysteme nach der "Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauwerken", Teil 2, Abschnitt 6, mit leichtem Druck gefüllt werden.



⁵ Deutsches Institut für Bautechnik: Grundlagen zur Beurteilung von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten im Prüfzeichen- und Zulassungsverfahren", Fassung Mai 1986: Berlin, 1986

4.9 Überwachung der Ausführung

4.9.1 Allgemeines

Für die Überwachung der Ausführung gilt die DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3, Abschnitt 2. Neben der Überwachung durch das ausführende Unternehmen besteht eine Überwachungspflicht durch eine dafür anerkannte Überwachungsstelle. Gemäß "Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen"⁶, Teil V, sind folgende Stellen vom Deutschen Institut für Bautechnik anerkannt⁷:

Materialprüfanstalt für das Bauwesen an der TU München
Theresienstraße 90
80333 München

Materialprüfanstalt für das Bauwesen
Beethovenstraße 52
38106 Braunschweig

Gütegemeinschaft Erhaltung von Bauwerken e.V.
Kurfürstenstraße 130
10785 Berlin

Die Voraussetzungen gemäß Abschnitt 4.9.2 sowie die Vollständigkeit der Überwachung durch den Bauausführenden sind im Abstand von drei Jahren durch die Überwachungsstelle zu kontrollieren, die die Bescheinigung über die Eignung des Betriebs gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebten CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ erteilt hat.

4.9.2 Voraussetzung

Der ausführende Betrieb muss seine Eignung zur bestimmungsgemäßen Herstellung von Verstärkungen von Betonbauteilen durch Einkleben von CFK-Lamellen in Schlitze im Beton durch eine geltende Bescheinigung gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ nachweisen.

Der Betrieb muss über eine qualifizierte Führungskraft und über Baustellenfachpersonal gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen (Fassung Januar 2004)"¹ verfügen.

4.9.3 Aufzeichnungen

Jeder ausführende Betrieb hat eine Liste der ausgeführten Bauobjekte zu führen und der Überwachungsstelle auf Verlangen vorzulegen. Die Liste muss mindestens folgende Angaben enthalten:

1. Name, Ort und Art des Bauobjektes
2. Anzahl und Abmessungen der Lamellen
3. Aufsteller und Prüfer der statischen Berechnung, Verstärkungsgrad
4. Zeitpunkt der Verstärkung
5. Eigenschaften von Beton und Betonstahl nach Abschnitt 4.2
6. Art und Bezeichnung der verbrauchten Klebstoffe, Primer, Instandsetzungsmörtel und gegebenenfalls der Haftbrücke
7. Name des Bauleiters und des Kolonnenführers, der Klebarbeiten an Beton bereits ausgeführt hat (SIVV-Schein)



⁶ Die aktualisierte Fassung wird jährlich in einem Sonderheft der Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik veröffentlicht.

⁷ Die Anerkennung als Überwachungsstelle ist beim Deutschen Institut für Bautechnik zu beantragen.

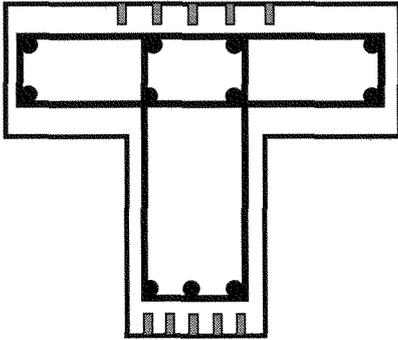
8. Ergebnisse der folgenden Kontrollen bzw. Prüfungen:
- Lufttemperatur und Bauteiltemperatur
 - relative Luftfeuchten
 - ggf. Haftzugfestigkeit des Primers
 - Oberflächenzugfestigkeit des Betons nach Abschnitt 4.8.2
 - ggf. Verbundfestigkeit von Ausgleichsschichten nach Abschnitt 4.8.2
 - ggf. Verbundprüfung des Klebstoffes auf Beton nach Abschnitt 4.8.3
 - Erhärtungsprüfungen des Klebstoffes auf Stahl und ggf. Primer nach Abschnitt 4.8.4
 - Erhärtungsprüfungen des Klebstoffes nach Abschnitt 4.8.5
 - Ergebnisse der Überprüfung und eventuelle Ausbesserung nach Abschnitt 4.8.6, letzter Absatz.

Dr.-Ing. Hartz

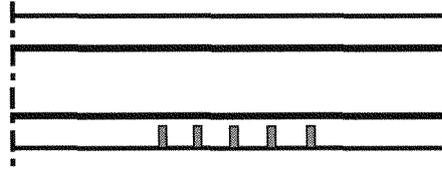


Verstärkung ohne Schublaschen

Balken / Plattenbalken



Decke



$$\tau_{0V} \leq \tau_{011} \text{ (Zeile 1b)}$$

$$\text{ged}Q_{Vs} \geq Q_V$$

Balken

Plattenbalken

$$\tau_{0V} \leq \tau_{011}$$

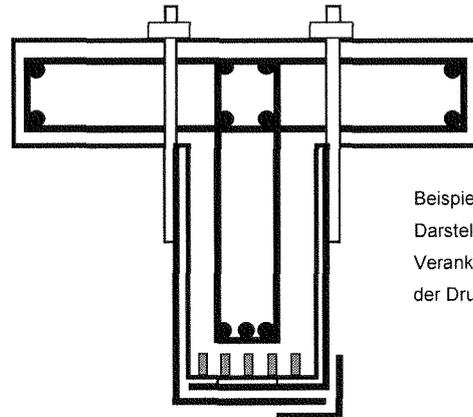
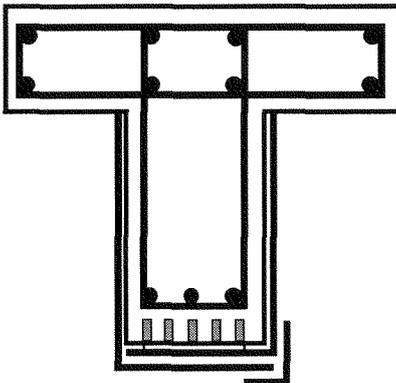
$$\tau_{0V} \leq \tau_{012}$$



Verstärkung mit Schublaschen

aus Stahl S 235J2G3 nach DIN 10 025-1:1994-03

Balken / Plattenbalken



Beispielhafte Darstellung der Verankerung in der Druckzone

$$\text{ged}Q_{Vs} < Q_V \quad \text{oder}$$

$$\text{ged}Q_{Vs} \geq Q_V \quad \text{und} \quad \tau_{012} \leq \tau_{0V} \leq \tau_{02} \quad \text{oder}$$

Klebeverbund nach Anlage 2, Abschnitt 2.4, Fall 2, nicht ausreichend

$$\text{ged}Q_{Vs} \geq Q_V \quad \text{und}$$

$$\tau_{011} \text{ (Zeile 1b)} \leq \tau_{0V} \leq \tau_{012} \quad \text{und}$$

Klebeverbund nach Anlage 2, Abschnitt 2.4, Fall 2, ausreichend

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

Übersicht
In Schlitze verklebte
Lamellen

Anlage 1
zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67
vom 25. August 2006

Grundlagen der Bemessung nach DIN 1045:1988-07 und DIN 4227-1:1988-07

1. Allgemeines

Alle erforderlichen Nachweise im rechnerischen Bruchzustand und im rechnerischen Gebrauchszustand sind für das verstärkte Bauteil unter Berücksichtigung des Ist-Zustandes zu erbringen. Es gelten die entsprechenden Abschnitte der DIN 1045:1988-07 und DIN 4227-1:1988-07.

2. Nachweise im Bruchzustand

2.1 Grundlagen

Die Spannungsdehnungslinie der vorhandenen Bewehrung kann als bilinear mit $E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$, die Grenzdehnung mit 20‰ angenommen werden. Für die Nachweise im rechnerischen Bruchzustand unter γ -fachen Lasten kann die Spannungsdehnungslinie der CFK-Lamelle als linear angenommen werden. Sie wird beschrieben durch die charakteristischen Werte der Zugfestigkeit f_{Lk} und des Elastizitätsmoduls E_{Lk} (siehe Bild 1) nach Abschnitt 2.1.1 der "Besonderen Bestimmungen". Die charakteristischen Werkstoffwerte der CFK-Lamelle sind der Verfahrenszulassung zu entnehmen. Für die Nachweise im Gebrauchszustand ist ebenfalls von einer linearen Spannungsdehnungslinie auszugehen, die durch den charakteristischen Wert des E-Moduls der CFK-Lamelle beschrieben wird.

Der Sicherheitsbeiwert γ ist gemäß DIN 1045:1988-07 Abschnitt 17.2.2 bzw. Bild 13 in Abhängigkeit der im rechnerischen Bruchzustand angenommenen Dehnung des äußersten Bewehrungsstranges am maßgebenden Querschnitt festzulegen.

Im rechnerischen Bruchzustand unter γ -fachen Gebrauchslasten darf die Randdehnung der CFK-Lamelle den Wert $\varepsilon_{L,max}$ nach Gleichung (1) nicht überschreiten.

$$\varepsilon_{L,max} \leq k_\varepsilon \cdot \frac{f_{Lk}}{E_{Lk}}$$



Der Abminderungsfaktor k_ε kann zu 0,8 angenommen werden.

Der Rechenwert der vorhandenen Betondruckfestigkeit ist nach Abschnitt 4.2 der "Besonderen Bestimmungen" festzulegen.

Der statische Hebelarm h_L der CFK-Lamellen ist nach Gl. (2) anzunehmen.

$$h_L = d - (t_s - b_L / 2) \tag{2}$$

In Gl. (2) bedeuten:

d Bauteilhöhe in mm

c für die Schlitztiefe maßgebende Betondeckung in mm

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 1
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

- Δh Vorhaltemaß für die Schlitttiefe in mm nach Abschnitt 3.1.1 der "Besonderen Bestimmungen"
- b_L Breite der Lamelle in mm
- t_s Tiefe des Schlitzes in mm nach Abschnitt 3.1.1 der "Besonderen Bestimmungen"
- $\leq c - \Delta h$

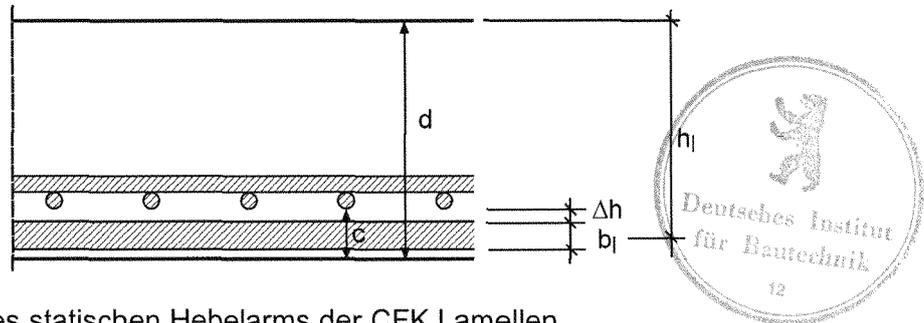


Bild 1: Ermittlung des statischen Hebelarms der CFK Lamellen

Der zur Berechnung der Verbundtragfähigkeit erforderliche charakteristische Wert der Schubtragfähigkeit $\tau_{K,k}$ des Klebstoffes kann nach Gleichung (3) ermittelt werden. Die charakteristischen Werkstoffwerte des Epoxidharzklebstoffes sind nach Abschnitt 3.2 der "Besonderen Bestimmungen" anzunehmen.

$$\tau_{K,k} = \sqrt{\left(2 \cdot f_{Kt,k} - 2 \cdot \sqrt{\left(f_{Kt,k}^2 + f_{Kc,k} \cdot f_{Kt,k} \right) + f_{Kc,k}} \right) \cdot f_{Kt,k}} \quad (3)$$

In Gleichung (3) bedeuten:

$f_{Kt,k}$ charakteristische Zugfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in N/mm^2

$f_{Kc,k}$ charakteristische Druckfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in N/mm^2

Der Rechenwert f_{ctm} für die Oberflächenzugfestigkeit des Betons für die Bemessung geklebter und nicht in der Druckzone verankerter Laschenbügel ist gemäß Abschnitt 4.2 der "Besonderen Bestimmungen" zu bestimmen. Er darf maximal mit $f_{ctm} = 3 N/mm^2$ angesetzt werden.

2.2 Biegebemessung

Innerhalb der Grenzdehnung gemäß Abschnitt 2.1 darf im rechnerischen Bruchzustand die volle Mitwirkung der vorhandenen Bewehrung und der CFK-Lamellen angenommen werden. Der Dehnungszustand der vorhandenen Bewehrung von Stahlbetonbauteilen zum Zeitpunkt der Klebung darf hierfür unter Annahme des gerissenen Zustandes ermittelt werden. Bei Spannbetonbauteilen muss der wirklichkeitsnahe Ist-Zustand erfasst werden. Der Anschluss der Zuglamellen in Zuggurten gegliederter Querschnitte ist gemäß DIN 1045, Abschnitt 18.8.5, nachzuweisen.

2.3 Nachweis der Verbundtragfähigkeit, Zugkraftdeckung

Es ist nachzuweisen, dass die Gesamtzugkraft unter Berücksichtigung des Versatzmaßes nach DIN 1045, Abschnitt 18.7.2, im rechnerischen Bruchzustand unter γ -fachen Lasten

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 2

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

über die gesamte Bauteillänge durch die vorhandene Betonstahlbewehrung und die geklebte CFK-Bewehrung gedeckt ist (Bild 2). Unterschiedliche Dehnungen der einzelnen Bewehrungslagen sowie Abstufungen des Betonstahlquerschnittes sind zu berücksichtigen.

Die über Verbundwirkung zwischen CFK-Lamelle und Betonbauteil übertragbare Lamellenzugkraft ist für Verbundlängen bis 115 mm nach Gleichung (4), für größere Verbundlängen nach Gleichung (5) zu bestimmen.

$$\text{Für } l_v \leq 115 \text{ mm: } F_{V,k} = b_L \cdot \tau_{K,k} \cdot \sqrt[4]{a_r} \cdot l_v \cdot (0,4 - 0,0015 \cdot l_v) \cdot \frac{E_{Lk}}{E_{Lm}} \quad (4)$$

$$\text{Für } l_v > 115 \text{ mm: } F_{V,k} = b_L \cdot \tau_{K,k} \cdot \sqrt[4]{a_r} \cdot \left(26,2 + 0,065 \cdot \tanh\left(\frac{a_r}{70}\right) \cdot (l_v - 115) \right) \cdot \frac{E_{Lk}}{E_{Lm}} \quad (5)$$

In den Gln. (4) und (5) bedeuten:

$F_{V,k}$ Charakteristische Verbundtragfähigkeit in N

b_L Breite der CFK-Lamelle in mm

$\tau_{K,k}$ Charakteristische Schubfestigkeit des Klebstoffs nach Abschnitt 2.1 in N/mm²

a_r Abstand der Lamellenlängsachse zum freien Bauteilrand in mm, a_r darf höchstens mit 150 mm angesetzt werden.

E_{Lk} charakteristischer Wert des E-Moduls der CFK-Lamellen nach Abschnitt 2.1 der "Besonderen Bestimmungen"

E_{Lm} Mittelwert des E-Moduls der CFK-Lamellen nach Abschnitt 2.1 der "Besonderen Bestimmungen"



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 3

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

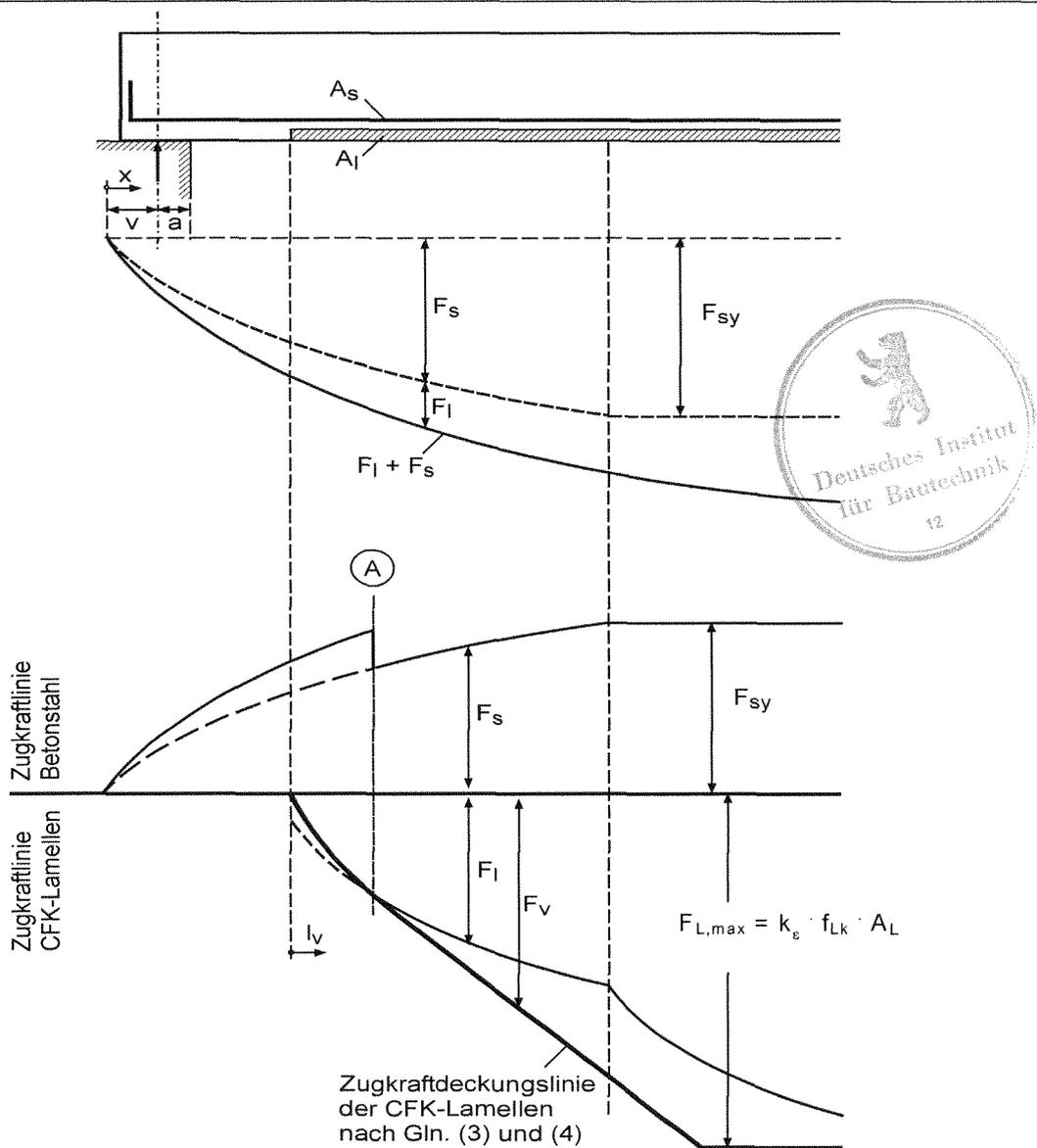


Bild 2: Zugkraftdeckung

In jedem Querschnitt des verstärkten Bauteils muss sichergestellt sein, dass der Bauteilwiderstand größer als die einwirkende Schnittgröße im verstärkten Zustand unter γ -fachen Lasten ist. Die Teilzugkräfte der Bewehrungsstränge sind unter der Annahme einer ebenen Dehnungsverteilung zu ermitteln.

Der Zugkraftdeckungsnachweis kann nach Bild 2 unter Beachtung der relevanten Bestimmungen nach DIN 1045:1988-07, Abschnitt 18.7.2 geführt werden. Insbesondere ist der Nachweis der Zugkraftdeckung durch die vorhandene Betonstahlbewehrung in den Bereichen, in denen die CFK-Lamellen nicht angerechnet werden können (nach Bild 2 vereinfachend bis Punkt A) nach Maßgabe der DIN 1045:1988-07 zu führen.

2.4 Schubnachweis und Bemessung

Hinsichtlich der Schubnachweise und -bemessung gelten die Regelungen der DIN 1045 bzw. der DIN 4227-1. Der Schubbereich 3 darf nicht angewandt werden. Der Grundwert τ_{0V} der Schubspannung des verstärkten Bauteils im Gebrauchszustand kann für Vollplatten nach Gleichung (6) in Höhe der Nulllinie (siehe Bild 3) bestimmt werden:

$$\tau_{0V} = \frac{Q_V}{\eta_B \cdot z_m} \cdot \left[1 + (\eta_B - 1) \cdot \frac{s_L}{2(h_L - x)} \right] \leq \tau_{011}(b) \quad (6)$$

In Gleichung (6) bedeuten:

Q_V gesamte Querkraft des 1 m breiten Plattenstreifens im Gebrauchszustand, z.B. in [kN/m]

η_B Biegeverstärkungsgrad $\eta_B = \frac{M_{uV}}{M_{u0}}$

M_{uV} Bauteilwiderstand im verstärkten Zustand

M_{u0} Bauteilwiderstand im unverstärkten Zustand

s_L Lamellenabstand in mm

z_m mittlerer Hebelarm der inneren Kräfte in mm, $z_m \approx 0,85 d$, mit d = Plattenhöhe in mm

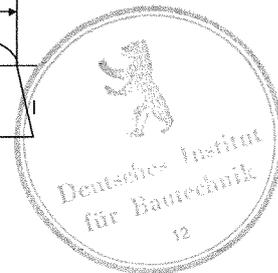
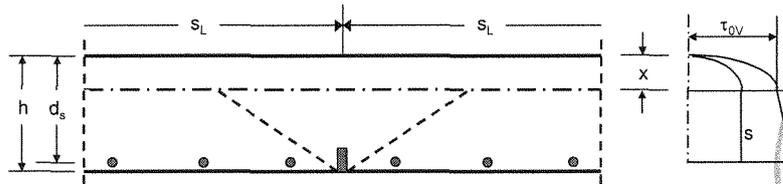
$\tau_{011}(b)$ τ_{011} nach DIN 1045:1988-07, Tabelle 13, Zeile 1b

Bei Balken kann der Grundwert τ_{0V} wie folgt bestimmt werden (siehe Bild 3):

$$\tau_{0V} = \frac{Q_V}{b \cdot z_m} \leq \tau_{02} \quad (7)$$

Hierin ist b die Balkenstegbreite.

Platte:



Balken

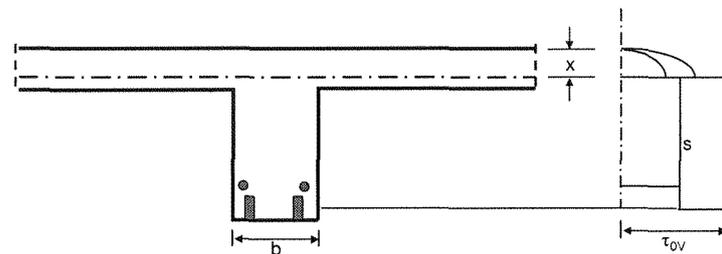


Bild 3: Ermittlung des Grundwertes der Schubspannung für Platten und Balken

Bei der Ermittlung des von der inneren Schubbewehrung abgedeckten Querkraftanteils Q_{VS} ist die innere Schubbewehrung mit der Stahlspannung $\sigma_s = f_{syk}/1,75$ in Rechnung zu stellen. Die Laschenbügel sind mit der Stahlspannung $\sigma_{lbü} = f_{lyk}/1,75$ zu bemessen.

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 5
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

Die Mindestmenge der Laschenbügel ist gemäß DIN 1045, Abschnitte 17.5.5.2 und 17.5.5.3 nachzuweisen.

Bei einer Schubbeanspruchung $\tau_{0V} \leq \tau_{011}$ (Zeile 1b) nach DIN 1045:1988-07, Tabelle 13, kann auf Laschenbügel verzichtet werden.

Übersteigt die Schubbeanspruchung den Wert τ_{011} (Zeile 1b), ist die durch Laschenbügel abzudeckende Querkraft Q_{V1} nach Gleichung (8) bzw. (9) zu berechnen. Ein Fließen der inneren Betonstahlbewehrung muss bei der Ermittlung von Q_{V1} berücksichtigt werden. Der größere Wert Q_{VL} ist maßgebend.

$$Q_{VL} = \frac{\eta_B - 1}{\eta_B} \cdot Q_V \quad (8)$$

$$Q_{VL} = Q_V - \text{ged } Q_{VS} \quad (9)$$

In den Gleichungen (8) bzw. (9) bedeuten:

η_B Biegeverstärkungsgrad $\eta_B = \frac{M_{uV}}{M_{u0}}$

M_{uV} Bruchmoment im verstärkten Zustand

M_{u0} Bruchmoment im unverstärkten Zustand

ged Q_{VS} durch die innere Schubbewehrung gedeckte Querkraft



Hinsichtlich der Deckung der Querkraft des Bauteils im verstärkten Zustand sind zwei Fälle zu unterscheiden:

Fall 1:

Die durch die innere Schubbewehrung gedeckte Querkraft ged Q_{VS} ist kleiner als die gesamte Querkraft (ged $Q_{VS} < Q_V$):

Äußere Schubbewehrung in Form geklebter Stahlbügel ist stets anzuordnen. Diese müssen die Zugzone umschließen und in der Druckzone verankert werden.

Fall 2:

Die durch die innere Schubbewehrung gedeckte Querkraft ist gleich oder größer als die gesamte Querkraft (ged $Q_{VS} > Q_V$):

Auf die Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone kann verzichtet werden, sofern die auf die Bügel entfallende Zugkraft über Klebeverbund an das Betonbauteil übertragen werden kann.

Der Nachweis kann nach Gleichung (10) erfolgen.

$$F_{b\ddot{u}} \leq 0,5 T_k \quad (10)$$

Die charakteristische Verbundbruchkraft T_k ist nach den Gleichungen (11) bis (13) zu berechnen. Die Laschenbügel sind über die gesamte Steghöhe zu verkleben. In Gleichung (11) darf nur die Hälfte der vorhandenen Klebelänge angesetzt werden.

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 6
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

$$T_k = T_{k,max} \cdot \frac{l_t}{l_{t,max}} \cdot \left(2 - \frac{l_t}{l_{t,max}} \right) \quad [\text{N}] \quad (11)$$

$$T_{k,max} = 0,225 \cdot b_B \cdot \sqrt{E_B \cdot t_B \cdot \beta_{wN} f_{ctm}} \quad [\text{N}] \quad (12)$$

$$l_{t,max} = 1,46 \cdot \sqrt{\frac{E_B \cdot t_B}{\beta_{wN} f_{ctm}}} \quad [\text{mm}] \quad (13)$$

$T_{k,max}$ charakteristische Verbundbruchkraft

$l_{t,max}$ zu $T_{k,max}$ zugehörige Verankerungslänge

l_t höchstens die Hälfte der vorhandenen Verankerungslänge

b_B Breite des Bügels in mm

t_B Dicke des Bügels in mm

E_B Elastizitätsmodul des Bügels in N/mm²

f_{ctm} Rechenwert der Oberflächenzugfestigkeit des Betons nach Abschnitt 4.2 der "Besonderen Bestimmungen" in N/mm²

β_{wN} Nennfestigkeit des Betons nach DIN 1045:1988-07, Tabelle 1, in N/mm²

Hinsichtlich Anordnung und zulässiger Abstände der Bügel vgl. Abschnitt 3.1.6 der "Besonderen Bestimmungen". Geklebte und nicht in der Druckzone verankerte Laschenbügel können durch schubfest aufgeklebte Kohlefaserlamine entsprechend einer dafür erteilten und gültigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erfolgen.

Bei einer Schubbeanspruchung $\tau_{0V} \geq \tau_{011}$ (Zeile 1b) ist in jedem Fall eine Verbügelung des Endbereichs der Lamelle vorzusehen. Der am Lamellenende anzuordnende Laschenbügel ist auf eine Kraft zu bemessen, die der fiktiven Zugkraft am Ende der Lamelle unter Annahme einer ebenen Dehnungsverteilung und unter Berücksichtigung des Versatzmaßes entspricht. Die Verankerung des Bügels kann durch Klebeverbund oder Verankerung in der Druckzone entsprechend Fall 2 erfolgen. Der am Laschenende anzuordnende Bügel kann auf die Bügelbewehrung zur Abtragung der Schubkräfte angerechnet werden.

2.5 Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht

Bei einem Ausgleich der Oberfläche im Verstärkungsbereich ist je nach Lage und Größe der Ausgleichsfläche die Schubkraftübertragung in der Fuge zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht für folgende Flächen rechnerisch nachzuweisen sowie nach Abschnitt 4.8.2 der "Besonderen Bestimmungen" zu überprüfen.



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 7

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

Ausgleichsflächen		Nachweise
Großflächig	bei Einzelflächen mit $L > 50$ cm in Richtung der Lamellenlängsachse bzw. bei Ausgleichsschichten an einer Lamelle mit insgesamt $L > 20$ % der Einzellamellenlänge	Rechnerischer Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht sowie Prüfung der Verbundfestigkeit im Haftzugversuch
kleinflächig	im Verankerungsbereich der Lamelle bis 1,5 m vom Lamellenende	
	Sonstige Flächen	Prüfung der Verbundfestigkeit im Haftzugversuch

Tabelle 1: Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht

Der für die Ermittlung der Schubbeanspruchung maßgebende Umrisschnitt kann gemäß Bild 4 in Abhängigkeit von der mittleren Ausbruchtiefe bzw. mittleren Höhe der Betonergänzung bestimmt werden.

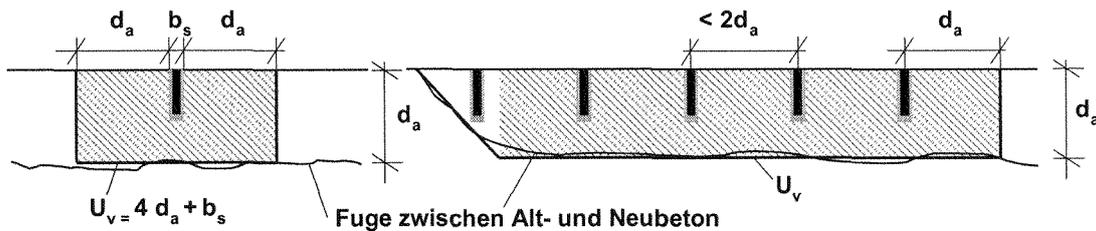


Bild 4: Rechnerische Umrisslinie zum Nachweis der Schubspannungen in der Fuge zwischen Altbeton und Neubeton (Links: Lamellenabstand größer als zweifache Ausbruchtiefe)

Die Schubbeanspruchung der Fuge τ_v ist aus der Zugkraftänderung der CFK-Lamelle bzw. bei einem Abstand der Lamelle kleiner als der zweifachen Ausbruchtiefe aus der Zugkraftänderung des Lamellenpakets zu bestimmen.

Die Zugkraftänderung ist unter γ -fachen Gebrauchslasten unter Berücksichtigung des Versatzmaßes nach DIN 1045:1988-07 unter der Voraussetzung einer ebenen Dehnungsverteilung sowie unter Berücksichtigung eventueller Vordehnungen der Betonstahlbewehrung zum Zeitpunkt der Verstärkung zu ermitteln. Sofern die vorhandene einbetonierte Bewehrung aus glattem Betonstahl besteht, ist das unterschiedliche Verbundverhalten der Bewehrungsstränge in angemessener Weise zu berücksichtigen.

Die Schubbeanspruchung τ_v darf bei Balken und Platten den Grenzwert nach (14) nicht überschreiten.

$$\tau_v \leq 0,8 \cdot \tau_{011(b)} \cdot \gamma \quad (14)$$

$\tau_{011(b)}$ Schubbereichsgrenze nach DIN 1045:1988-07, Tabelle 13, Zeile 1b

γ globaler Sicherheitsbeiwert; es ist der der Ermittlung der Schubbeanspruchung zugrunde gelegte Sicherheitsbeiwert nach Abschnitt 2.1 der Anlage 2 zu verwenden



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 8
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67
vom 25. August 2006

3. Nachweise im Gebrauchszustand

3.1 Grundlagen

Für die Nachweise im Gebrauchszustand kann die Spannungs-Dehnungs-Linie der CFK-Lamellen als linear angenommen werden. Die Nachweise sind auf Grundlage des charakteristischen Wertes des E-Moduls nach Abschnitt 2.1 der "Besonderen Bestimmungen" zu führen.

3.2 Begrenzung der Lamellendehnungen

Die Randdehnung der CFK-Lamellen ist unter voller Gebrauchslast auf einen Wert von 2 ‰ zu beschränken. Werden im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit höhere Lamellendehnungen angestrebt, ist die Bauteilverformung zu begrenzen. Grenzwerte der Durchbiegung von Balken oder Platten sind im Einzelfall festzulegen oder können einschlägigen Regelwerken entnommen werden.

3.3 Rissbreitenbeschränkung

Auf den Nachweis der Beschränkung der Rissbreiten kann verzichtet werden. Soll eine rissbreitenbeschränkende Wirkung der eingeschlitzte verklebten Lamellen angesetzt werden, ist die Wirksamkeit versuchstechnisch und mit einem Gutachten einer anerkannten Versuchsanstalt zu belegen.

3.4 Ermüdung

Der Ermüdungsnachweis sowohl der geklebten Zuglamellen als auch der Laschenbügel gilt als erfüllt, wenn ein entsprechender Nachweis für die zugehörige innere Bewehrung (Biege- und Schubbewehrung) erfüllt ist.

Für die Stahlbauteile (Bolzen, etc.) zur Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone ist für nicht vorwiegend ruhende Beanspruchung entweder ein Dauerfestigkeitsnachweis oder bei Vorliegen des Belastungskollektivs für den Anwendungsfall ein Betriebsfestigkeitsnachweis zu führen.



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Sto S&P
Bemessung

Anlage 2 Seite 9

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-67

vom 25. August 2006

Verarbeitungszeit und Unterstützungsdauer der Schubverstärkungen mit dem Klebstoff Stopox SK 41

Temperatur [°C]	Verarbeitungszeit [Min]	Unterstützungsdauer [h]
≥ 15	≤ 60	48
~ 23	≤ 30	24
≤ 30	≤ 15	8

Maximale Dauertemperatur ohne Anwendung
des Instandsetzungsmörtels "StoPox Mörtel standfest" nach der Aushärtung 40 °C

Maximale Kurzzeittemperatur ohne Anwendung
des Instandsetzungsmörtels "StoPox Mörtel standfest" nach der Aushärtung 42 °C

Maximale Dauer- und Kurzzeittemperatur mit Anwendung
des Instandsetzungsmörtels "StoPox Mörtel standfest" nach der Aushärtung 34 °C



<p>StoCretec GmbH Gutenbergstraße 6 65830 Kriftel</p>	<p>In Schlitze verklebte Lamellen</p> <p>Verarbeitungszeit und Unterstützungsdauer für den Klebstoff StoPox SK 41</p>	<p>Anlage 3 zur allgemeinen bauaufsicht- lichen Zulassung Z-36.12-67 vom 25. August 2006</p>
--	---	--

Tabelle 1: Werkseigene Produktionskontrolle für "Sto S&P CFK-Lamellen"

Prüfung		Häufigkeit
1	Eingangskontrolle der Herstellererklärungen der angelieferten Werkstoffe	jede Rohmaterial-Charge
2	Gelierzzeit des Harzsystems	jede Rohmaterial-Charge
3	Sichtkontrolle auf Fehlstellen	laufend
4	Statischer E-Modul der Lamelle in Längsrichtung in Anlehnung an DIN EN 2561:1995-11	alle 150 m
5	Glasübergangspunkt mittels DSC Analyse unter Berücksichtigung der beim DIBt hinterlegten Versuchsparameter, Auswertung gemäß DIN EN 61006	alle 1000 m
6	Lamellenzugfestigkeit in Anlehnung an DIN EN 2561:1995-11	alle 150 m

Fremdüberwachung

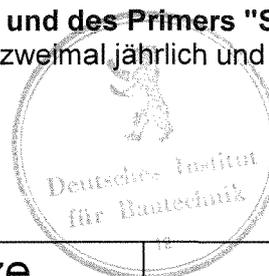
Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle und alle Prüfungen 3 bis 6 stichprobenartig;
 Überprüfung des Glasübergangspunktes mittels thermomechanischer und DSC Analyse nach DIN EN 61006

Tabelle 2: Werkseigene Produktionskontrolle des Klebers "StoPox SK 41" und des Primers "StoPox ZNP"

Prüfverfahren		Häufigkeit	Grenzwerte
1	Tropfzeit des angerührten Klebstoffes bei 23 °C	jede Fertigungs-Charge	Mindestwerte 18 Minuten
2	Haftzugfestigkeit eines auf einem Stahlträger geklebten Stahlstempels mit Ø 20 mm und einer Dicke von 25 mm	je 3 Proben*/Charge nach 48 h bei RT zu prüfen	Mindestwerte 14 N/mm ²
* mit und ohne Primer			

Fremdüberwachung des Klebers "StoPox SK 41" und des Primers "StoPox ZNP"

Überprüfung der werkseigenen Produktionskontrolle zweimal jährlich und stichprobenartige Kontrolle der Prüfungen 1 und 2



StoCretec GmbH Gutenbergstraße 6 65830 Kriftel	In Schlitze verklebte Lamellen Übereinstimmungsnachweis CFK-Lamellen und für den Klebstoff StoPox SK 41	Anlage 4 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-36.12-67 vom 25. August 2006
--	---	--