

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Deutsches Institut für Bautechnik
ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt

Mitglied der Europäischen Organisation für
Technische Zulassungen EOTA und der Europäischen Union
für das Agrément im Bauwesen UEAtc

Tel.: +49 30 78730-0
Fax: +49 30 78730-320
E-Mail: dibt@dibt.de

Datum: 27. Januar 2010 Geschäftszeichen: I 15-1.36.1-1/10

Zulassungsnummer:

Z-36.12-76

Geltungsdauer bis:

31. August 2011

Antragsteller:

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6, 65830 Kriftel

Zulassungsgegenstand:

**Verstärken von Stahlbetonbauteilen
durch in Schlitze verklebte "Sto S&P CFK Lamellen"**



Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 20 Seiten und vier Anlagen. Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-36.12-76 vom 27. August 2009. Der Gegenstand ist erstmals am 25. August 2006 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 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.
- 6 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.
- 7 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 Stahlbeton. Im Bereich der Betondeckung der Zugzone des zu verstärkenden Bauteils werden dabei Schlitzte eingeschnitten, in die jeweils eine kohlenstofffaserverstärkte Epoxidharzlamelle (CFK-Lamelle), genannt "Sto S&P CFK Lamelle", mit Hilfe eines Epoxidharzklebstoffs eingeklebt wird.

Der Bausatz besteht aus folgenden Komponenten:

- "Sto S&P CFK Lamellen" nach Abschnitt 2.1.1,
- Laschenbügel und Ankerschrauben nach Abschnitt 2.1.3,
- Klebstoff "StoPox SK 41" nach Abschnitt 2.1.2,
- Betonersatzsystem "StoPox Mörtel standfest" nach Abschnitt 2.1.5,
- Haftbrücke "StoPox KSHthix" nach Abschnitt 2.1.5,
- Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun" nach Abschnitt 2.1.4,
- Reinigungsmittel "StoCryl VV" für die "Sto S&P CFK Lamelle" nach Abschnitt 2.1.7,
- Schutzanstrich für "Sto S&P CFK Lamellen" nach Abschnitt 2.1.6.

1.2 Anwendungsbereich

Die schubfest in die Schlitzte im Bauteil eingeklebten "Sto S&P CFK Lamellen" dürfen zum Nachweis der Tragfähigkeit von Stahlbetonbauteilen herangezogen werden.

Den Lamellen dürfen planmäßig nur Zugkräfte zugewiesen werden. In Abhängigkeit von der Größe der Querkraftbeanspruchungen müssen die CFK-Lamellen zusätzlich durch Laschenbügel aus Stahl oder durch schubfest aufgeklebte Kohlenstofffaserlamine nach einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung umschlossen werden.

Die Verstärkungen nach dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung dürfen an Stahlbetonbauteilen aus Normalbeton der Festigkeiten C20/25 ($f_{cm} \geq 28$ MPa) bis C45/55 vorgenommen werden.

Durch die in Schlitzte eingeklebten CFK-Lamellen dürfen vorwiegend ruhend und nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Bauteile gemäß DIN 1055-100¹, Abschnitt 3.1.2.4.2 und 3.1.2.5.1 verstärkt werden. Für nicht vorwiegend ruhende Belastung muss innere Längszugbewehrung aus Betonstahl vorhanden sein. Falls zusätzliche äußere Schubbewehrung erforderlich ist, dürfen nur in der Druckzone verankerte Laschenbügel ohne geklebt Übergreifungsstöße verwendet werden.

Die in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen dürfen ungeschützt nur in den Expositionsklassen X0, XC1 (hier nur für trockene Umgebungsbedingungen) oder XC3 nach DIN 1045-1², Tabelle 3, eingesetzt werden. Außerdem dürfen die mit in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen verstärkten Bauteile im Bereich der CFK-Lamellen nicht direkter Sonneneinstrahlung bzw. wechselnder oder dauerhafter Durchfeuchtung ausgesetzt werden. Andernfalls sind Oberflächenschutzsysteme entsprechend der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³, Abschnitt 5, unter Verwendung von Bauprodukten nach DIN V 18026⁴ bzw. DIN EN 14879-3⁵ oder andere geeignete Schutzschichten vorzusehen.



Bei der Anwendung unter der Expositionsklasse XC4 nach DIN 1045-1², Tabelle 3, ist durch das Aufbringen geeigneter Schutzschichten sicherzustellen, dass das Bauteil im Bereich der in Schlitzte verklebten CFK-Lamellen keiner wechselnden oder dauernden Durchfeuchtung und keinem "schwachen" chemischen Angriff nach DIN 4030-2⁶ ausgesetzt ist.

Im Bereich der Lamellen darf die Bauteiltemperatur von 40 °C nicht überschritten werden. Wird auf Betonoberflächen in Schlitzte in Bereichen geklebt, die mit dem Betonersatzsystem, bestehend aus den Komponenten "StoPox KSH thix" und "StoPox Mörtel standfest" instand gesetzt wurden, darf die Bauteiltemperatur 34 °C nicht überschreiten.

Die Herstellung der Klebeverbindung darf nur von Betrieben ausgeführt werden, die ihre Eignung entsprechend Abschnitt 4.1 nachgewiesen haben.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 "Sto S&P CFK Lamellen"

Die "Sto S&P CFK Lamellen" müssen stranggezogene 1,2 mm, 1,4 mm oder 1,7 mm dicke Lamine des Typs "Sto S&P 150/2000" (niedermodulig) bzw. 1,2 mm oder 1,4 mm dicke Lamine des Typs "Sto S&P 200/2000" (hochmodulig) aus dem Harzsystem mit ≥ 70 Vol.% Verstärkung durch unidirektionale Kohlenstofffasern sein. Die Lamellenbreite darf 10 mm bis 30 mm betragen. Die "Sto S&P CFK Lamellen" müssen folgende Eigenschaften haben:

	"Sto S&P 150/2000"	"Sto S&P 200/2000"
- Zugfestigkeit	$f_{Lk} \geq 2\ 350\ \text{N/mm}^2$	$\geq 2\ 500\ \text{N/mm}^2$
- Elastizitätsmodul in Faserrichtung (Mittelwerte):	$E_{Lm} \geq 168\ 000\ \text{N/mm}^2$	$\geq 210\ 000\ \text{N/mm}^2$
- Elastizitätsmodul in Faserrichtung (charakteristische Werte):	$E_{Lk} \geq 160\ 000\ \text{N/mm}^2$	$\geq 200\ 000\ \text{N/mm}^2$
- charakteristischer Wert der Bruchdehnung in Faserrichtung muss betragen:	$\epsilon_{Luk} \geq 1,5\ \%$	$\epsilon_{Luk} \geq 1,3\ \%$.

Zusammensetzung und Eigenschaften des Harzes und der Kohlenstofffasern müssen mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben übereinstimmen.

2.1.2 Klebstoff

Als Klebstoff zur Verklebung der "Sto S&P CFK Lamellen" in die Schlitzte des Betons ist der Klebstoff "StoPox SK 41", ein mit Quarzmehl gefülltes Epoxidharz, zu verwenden. Die Rezeptur muss mit der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben übereinstimmen.

2.1.3 Schublaschen, Ankerschrauben

Sofern zusätzliche Schublaschen erforderlich sind, müssen diese aus Stahl der Sorten S 235 J2 und S 235 JR nach DIN EN 10025-2⁷ bestehen. Unter folgenden Voraussetzungen darf der Stahl der Sorte S 235 JR analog des Einsatzbereiches der Sorte S 235 J2 verwendet werden:

- Stahllaschendicke $t_L \leq 20\ \text{mm}$
- Verwendung bei vorwiegend ruhend beanspruchten Bauteilen
- die nominelle Streckgrenze im Blech im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist auf 80 % zu begrenzen

Die charakteristischen Materialkennwerte für Stahl der Sorten S 235 J2 und S 235 JR sind DIN 18800-1⁸, Tabelle 1 zu entnehmen.

Ankerschrauben müssen die Festigkeit 4.6, 5.6, 8.8 oder 10.9 besitzen.



2.1.4 Primer für die Schublaschen

In Verbindung mit dem Klebstoff "StoPox SK 41" müssen die gestrahlten Stahlflächen zum Korrosionsschutz durch die Epoxidharz Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun" der Firma StoCretec GmbH beschichtet werden. Vor dem Auftrag des Primers müssen die Stahlflächen den Vorbereitungsgrad SA 2½ nach DIN EN ISO 12944-4⁹ aufweisen. Der Primer ist in unterschiedlichen Farben zur visuellen Kontrolle vollflächig und zweilagig aufzubringen. Dabei ist die Verweildauer zwischen dem Auftrag beider Primerschichten und die Aushärtezeiten nach Anlage 3, Tabelle 2 zu beachten. Die Rezeptur der Primer muss mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben 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 KSHthix" gemäß dem Allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis P-50-ibac vom 22. September 2005 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 M3, Beton nach DIN 1045-2¹⁰ oder Spritzbeton nach DIN 18551¹¹ unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse verwendet werden. Dabei muss der Verbund zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht nach Anlage 2, Abschnitt 2.6, 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 "Sto 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 der Lamellen

2.2.1 Herstellung

2.2.1.1 Herstellung der "Sto S&P CFK Lamellen"

Die "Sto S&P CFK Lamellen" dürfen nur in Herstellwerken gefertigt werden, die durch den Antragsteller folgende Angaben zu den Kohlenstofffasern und des Harzes erhalten haben:

- die Handelsnahmen der einzelnen Rohstoffe
- Benennung der Hersteller
- Angaben zur chemischen Bezeichnung der Rohstoffe
- mechanische Eigenschaften der Kohlenstofffasern und des Harzes
- Angaben zur Zusammensetzung und Herstellung der "Sto S&P CFK Lamellen" je Lamellentyp

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

Die Aushärtung erfolgt in einer beheizten Doppelbandpresse.



Die "Sto S&P CFK Lamellen" dürfen nach der Herstellung nur auf Rollen von $\geq 0,60$ m Durchmesser aufgerollt werden. Die Lamellen müssen vor dem Aufrollen ausreichend ausgehärtet sein.

2.2.1.2 Herstellung des Klebstoffs "StoPox SK 41"

Der Klebstoff "StoPox SK 41" wird in zwei Komponenten - Harz und Härter - bei der StoCretec GmbH hergestellt.

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. Beim Transport der "Sto S&P CFK Lamellen" im aufgerollten Zustand ist der Mindestdurchmesser von 0,60 m einzuhalten.

2.2.2.2 Klebstoff "StoPox SK 41"

Harz und Härter des Klebstoffes sind im Werk in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) zu füllen und luftdicht zu verschließen. Der Klebstoff ist in geschlossenen Räumen bei Mindesttemperaturen von 10 °C zu lagern.

2.2.2.3 Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun" für die Schublaschen aus Stahl, Reinigungsmittel und Schutzanstrich für die Lamellen

Die Produkte sind in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) zu füllen und luftdicht zu verschließen.

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.

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.

2.2.3.1 "Sto S&P CFK Lamellen"

Die "Sto S&P CFK Lamellen" sind unverwechselbar und dauerhaft zu kennzeichnen mit der Typenbezeichnung 150/2000 oder 200/2000.

2.2.3.2 Klebstoff "StoPox SK 41"

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

- Produktbezeichnung, Chargennummer
- Anwendungszwecke
- minimale und maximale Verarbeitungstemperatur
- Zulassungsgegenstand
- Gewicht/Volumen
- Mischungsverhältnis von Harz- und Härterkomponente
- Hinweis auf Arbeitsvorschriften (Merkblatt) und Arbeitshygiene
- "Erst unmittelbar vor dem Mischen öffnen"
- Lagerungsart, Verbrauchszeitraum, Gebindeverarbeitungszeit, Verarbeitungszeit, Unterstützungsdauer

Die Gebindeverarbeitungszeit und Unterstützungsdauer müssen auf den Gebinden für die höchstzulässige Arbeitstemperatur angegeben sein. Die Verarbeitungsbedingungen müssen in Abhängigkeit von der Temperatur angegeben sein (siehe Anlage 3, Tabelle 1).

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

2.2.3.3 Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun"

Auf dem Gebinde für die Komponenten des Primers müssen folgende zusätzlichen Angaben enthalten sein:

- Produktbezeichnung
- Verarbeitungstemperatur
- Gebindeverarbeitungszeit

Die Angaben können auch auf einem der Lieferung beigefügten 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", Klebstoff "StoPox SK41" und Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun" für die Schublaschen aus Stahl

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte nach den Abschnitten 2.1.1, 2.1.2 und 2.1.4 mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk 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 Schublaschen aus Stahl

Der Hersteller der Stahlaschenbügel muss sich davon überzeugen, dass die für das Vormaterial in DIN EN 10025-2⁷ geforderten Eigenschaften durch die CE-Kennzeichnung belegt sind.

2.3.1.3 Reinigungsmittel und Schutzanstrich

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte nach den Abschnitten 2.1.6 und 2.1.7 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 den Abschnitten 2.1.1 bis 2.1.4, 2.1.6, und 2.1.7 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.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle des Klebstoffes und des Primers sind mindestens die Prüfungen nach Anlage 4, Tabelle 2, durchzuführen.

Die werkseigene Produktionskontrolle im Herstellwerk der "Sto S&P CFK Lamellen" muss mindestens die folgenden Maßnahmen einschließen:



- Eingangskontrolle der Herstellererklärungen für die Kohlenstofffasern und das Harz-Härter-System und Dokumentation der Handelsnahmen der einzelnen Rohstoffe einschließlich deren Hersteller
- 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, Tabelle 1 angegeben.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle in den Herstellwerken der Kohlenstofffasern, des Harzsystems zur Herstellung der "Sto S&P CFK Lamellen" sowie der Stahlteile der Schublaschen, des Reinigungsmittels und des Schutzanstrichs sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- 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

In jedem Herstellwerk der "Sto S&P CFK Lamellen", des Klebstoffes und des Primers 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 Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

Es sind die Prüfungen nach Anlage 4 durchzuführen.

Für die Stahlteile muss sich der Fremdüberwacher davon überzeugen, dass eine Überprüfung der CE-Kennzeichnung der Ausgangsmaterialien vorgenommen und aufgezeichnet wird.

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 ergibt sich nach Gleichung (1). Für die Festlegung der statischen Nutzhöhe ist die maximale Schlitztiefe unter Berücksichtigung der halben Lamellenbreite maßgebend (siehe Anlage 2, Abschnitt 2.1). Die Breite des Schlitzes darf die Grenzwerte nach Gleichung (2) nicht über- bzw. unterschreiten.

$$t_s \leq c - \Delta c \quad (1)$$

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

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 Betondeckung der Bewehrung in mm

Δc Vorhaltemaß in mm:

$$\Delta c = \Delta c_{\text{Gerät}} + \Delta c_{\text{Schnitt}} + \Delta c_{\text{Bauteil}} \quad (3)$$

mit:

$\Delta c_{\text{Gerät}}$ gerätespezifische Fehlergrenze nach DBV-Merkblatt 'Betondeckung'¹² bzw. nach Herstellerangaben, mindestens jedoch 1 mm

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

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

$\Delta c_{\text{Bauteil}}$ kann entfallen, wenn durch geeignete Maßnahmen, z. B. die stichprobenartige Überprüfung der Betondeckung durch punktuelles 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.

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

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

In den Gleichungen (4) und (5) bedeuten:

b_L Breite der CFK-Lamelle

d_g Größtkorndurchmesser der Gesteinskörnung

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.

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



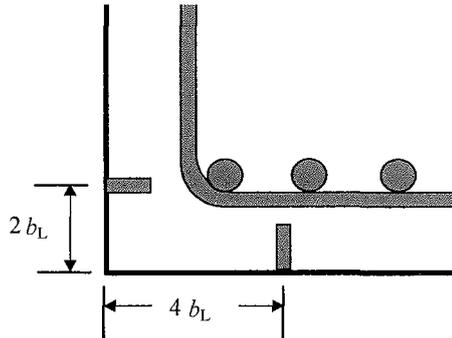


Bild 1: Randabstände bei Anordnung von Lamellen zu beiden Seiten einer Kante

3.1.2.2 Gekrümmt verlegte CFK-Lamellen

Bei Platten und Balken, die im Bereich der Krümmung der CFK-Lamellen nicht mit Laschenbügeln zur Aufnahme der Umlenkkräfte ausgestattet sind, muss in Richtung des Krümmungsmittelpunkts mindestens ein Randabstand von 150 mm bestehen. In allen anderen Fällen gilt Abschnitt 3.1.2.1. Der Krümmungsradius der eingeklebten Lamellen muss mindestens 2 m betragen.

3.1.3 Achsabstände

Für die Mindestachsabstände a_L von Zuglamellen gelten folgende Regelungen:

$$a_L \geq d_s \quad (7)$$

$$\text{für } a_s > 2 \cdot d_s \text{ gilt } a_L \geq b_L \quad (8)$$

d_s Durchmesser der parallel zu den CFK-Lamellen verlaufenden Betonstahlbewehrung

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.

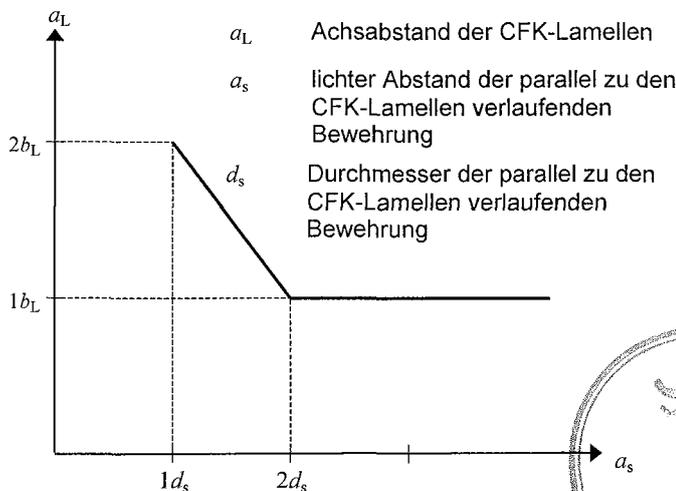


Bild 2: Mindestachsabstände der Zuglamellen



Für die maximalen Achsabstände a_L von Zuglamellen gelten folgende Regelungen:

$$a_L \leq 0,2 l_0 \quad (9)$$

$$a_L \leq 4 h \quad (10)$$

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 Verankerungsbereich der CFK-Lamellen ist bei Balken mit einem Laschenbügel oder schubfest verklebten Kohlefasergeweben bzw. -gelegen nach einer gesonderten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu umschließen. Der Bügel darf höchstens 50 mm vom Lamellenende entfernt angebracht werden (Bild 3). Die Bemessung des Laschenbügels hat entsprechend Anlage 2, Abschnitt 2.4.3 zu erfolgen.

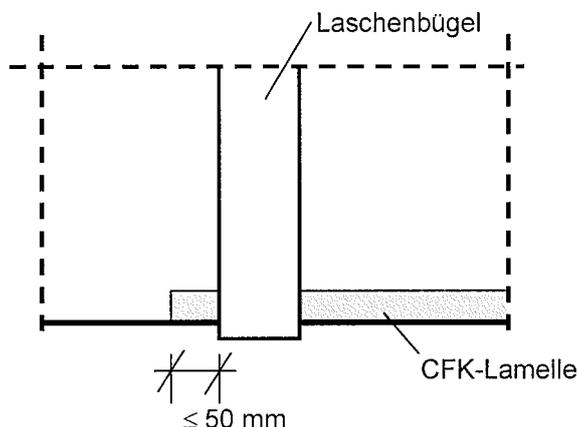


Bild 3: Anordnung des Laschenbügels am Lamellenende

3.1.5 Zugkraftdeckung

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

3.1.6 Laschenbügelbewehrung aus Stahl

Die Laschenbügel dürfen nur senkrecht zur Bauteilachse angeordnet werden.

Der Achsabstand benachbarter, in der Druckzone verankerter Laschenbügel darf nicht größer als die Steghöhe sein. Bezüglich des Ermüdungsnachweises der Verankerungselemente siehe Anlage 2, Abschnitt 2.7. Bei Bauteilen, die von oben nicht zugänglich sind, darf die Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone durch für den vorgesehenen Verwendungszweck zugelassene Verbundanker erfolgen.

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

Bei Verankerung durch Klebeverbund sind die Laschenbügel konstruktiv mittels Absturz-sicherung (z. B. Dübel) für den Brandfall zu sichern.

Bei Laschenbügeln, die durch einen geklebten Übergreifungsstoß geschlossen werden, ist die erforderliche Übergreifungslänge nach den Gleichungen (13) und (14) von Anlage 2 mit $f_{ctm,surf} = 3,0 \text{ MPa}$ zu bemessen. Die gewählte Übergreifungslänge $l_{\bar{u}}$ muss mindestens der Breite b_L der Zuglamelle bzw. bei Anordnung mehrerer Zuglamellen deren gesamten Breite entsprechen.

3.2 Bemessung

Für die Bemessung gelten die Anlagen 1 und 2.

Den Lamellen dürfen planmäßig nur Zugkräfte zugewiesen werden. In Abhängigkeit von der Größe der Querkraftbeanspruchungen (s. Anlage 2, Abschnitt 2.4) müssen die CFK-Lamellen zusätzlich durch Laschenbügel aus Stahl oder durch schubfest aufgeklebte Kohlenstofffaserlaminare nach einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung umschlossen werden.

Die zur Ermittlung der Verbundtragfähigkeit erforderlichen charakteristischen Festigkeitskennwerte der Klebstoffe nach Abschnitt 2.1.4 können ohne genaueren Nachweis nach den Zeilen 1 und 2 der Tabelle 1 angenommen werden.

Davon abweichende Kennwerte können nach Eignungsnachweis entsprechend Abschnitt 4.8.4 verwendet werden. Dabei dürfen die Maximalwerte gemäß den Zeilen 3 und 4 der Tabelle 1 nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Charakteristische Festigkeitskennwerte des zu verwendenden Klebstoffes

Zeile	Anmerkung	Kennwert	StoPox SK41
1	ohne genaueren Nachweis	Zugfestigkeit $f_{kt,k}$	14 MPa
2		Druckfestigkeit $f_{kc,k}$	58 MPa
3	nur mit Eignungsnachweis nach Abschnitt 4.8.5 bei einer Prüftemperatur von 50 °C	Zugfestigkeit $f_{kt,k,max}$	21 MPa
4		Druckfestigkeit $f_{kc,k,max}$	75 MPa

Bezüglich der Bemessung und Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung in Form von Laschenbügeln gelten die Anlagen 1 und 2.

3.3 Feuerwiderstand der Bauteile

Sofern Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile gestellt werden, zu deren Erfüllung die Verstärkung der Bauteile mit "Sto S&P CFK Lamellen" nach dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erforderlich ist, ist die jeweils geforderte Feuerwiderstandsklasse der Bauteile im Einzelfall nachzuweisen.

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 durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall 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.



4.2 Erfassen des Ist-Zustandes des zu verstärkenden Bauteils

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

- Stahlart, Lage, Erhaltungszustand und Betondeckung der vorhandenen Bewehrung sowie Karbonatisierungstiefen und ggf. Schadstoffgehalte wie z. B. Chloride sind festzustellen. Die Betondeckung der vorhandenen Bewehrung ist kontinuierlich zu messen und zu dokumentieren. Die Bestimmung der Betondeckung darf nur von qualifiziertem Personal nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen"¹⁴ ausgeführt werden. Die Messung der Betondeckung ist vor Ort durch geeignete Maßnahmen zu kalibrieren.
- Lage, Verlauf und Breite von Rissen sind zu erfassen, wenn die Rissbreite die Anforderungen der Tabelle 18, DIN 1045-1² überschreitet.
- Werden geklebte Laschenbügel angeordnet oder Ausgleichsschichten nach Abschnitt 2.1.2 hergestellt, ist die Oberflächenzugfestigkeit des Betons im Bereich der Klebeflächen gemäß DIN 1048-2¹³, Abschnitt 6, zu prüfen und die Ergebnisse nach DIN 1048-2¹³, 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.
- Ist die Betondruckfestigkeit eines zu verstärkenden Bauteilabschnitts nicht bekannt oder werden geklebte Laschenbügel angeordnet ist diese gemäß DIN 1048-2¹³ und DIN 1048-4¹⁵ am Bauwerk zu bestimmen.

Beim zerstörungsfreien Prüfen mit dem Rückprallhammer nach DIN 1048-2¹³ wird der Mittelwert der Würfeldruckfestigkeit bestimmt. Für Umrechnung in den Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit darf im Geltungsbereich dieser Zulassung die Umrechnung wie folgt erfolgen:

$$f_{cm} = 0,85 \cdot f_{cm,cube}$$

mit:

f_{cm} Mittelwerte der Zylinderdruckfestigkeit

$f_{cm,cube}$ Mittelwerte der Würfeldruckfestigkeit

Analog darf aus dem Mittelwert der am Würfel $f_{cm,cube}$ geprüften Druckfestigkeit der Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit f_{cm} mit $f_{cm} = 0,85 \cdot f_{cm,cube}$ ermittelt werden. Dieser Wert darf für f_{cm} in den Gleichungen (13) und (14) von Anlage 2 verwendet werden

4.3 Anforderungen an das zu verstärkende Bauteil

Die Festigkeit des Betons muss im Bereich Betonfestigkeitsklassen C20/25 ($f_{cm} \geq 28$ MPa, s. auch Abschnitt 4.2) bis C45/55 nach DIN 1045-2¹⁰ liegen.

Die nach Abschnitt 3.1.1 bestimmte Schlitztiefe t_s muss größer sein als die Lamellenbreite.

Die nach der Ausführung der Verstärkungsmaßnahme vorhandene Betondeckung muss darüber hinaus DIN 1045-1², Abschnitt 6.3, entsprechen. Andernfalls sind die Auswirkungen auf den Korrosionsschutz der inneren Bewehrung sowie die Auswirkungen auf die Standsicherheit und insbesondere die Verankerung der Bewehrung entsprechend der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 1¹⁶, Abschnitt 6 zu prüfen und ggf. Korrosionsschutzmaßnahmen vorzusehen.



Für den Ausgleich von klein- oder großflächigen Unebenheiten der Betonoberfläche bzw. von Fehlstellen im Klebebereich dürfen neben den in Abschnitt 2.1.2 genannten Instandsetzungsmörteln auf Reaktionsharzbasis auch Instandsetzungsbetone bzw. -mörtel nach Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 2.23, der Beanspruchungsklasse M3 (s. DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³: Bauprodukte und Anwendung, Abschnitt 4.2), Beton nach DIN 1045-2¹⁰ oder Spritzbeton nach DIN 18551¹¹ unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse verwendet werden. Die dafür erforderlichen mittleren Rautiefen der Oberfläche des Altbetons können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Erforderliche Rautiefen R_t mit dem Sandverfahren nach DIN EN 1766¹⁷ bei großflächigem Ausgleich der Oberfläche

Ausgleich der Oberfläche mit	Mittlere Rautiefe R_t [mm]
Beton, ohne Haftbrücke	2,5
Beton, mit Haftbrücke	1,0
Spritzbeton	1,0

Die Höhe der Reprofilierung bzw. die Ausbruchtiefe muss 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 2.6 der Anlage 2 zu führen sowie die Verbundfestigkeit nach Abschnitt 4.8.2 zu ermitteln.

Bei Anwendung von geklebten und nicht in der Druckzone verankerter Schubbewehrung muss die Oberflächenzugfestigkeit der Betondeckung nach Vorbereitung im Bereich der Klebeflächen einen Rechenwert von $f_{ctm} \geq 1,5$ MPa bei Unebenheiten ≤ 5 mm erreichen. Größere Unebenheiten müssen abgetragen werden oder mit dem Instandsetzungsmörtel auf Reaktionsharzbasis nach Abschnitt 2.1.5 ausgeglichen werden. Zum Ausgleich der Unebenheiten darf auch Instandsetzungsbeton bzw. -mörtel nach Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 2.23, der Beanspruchungsklasse M3, Beton nach DIN 1045-2¹⁰ oder Spritzbeton nach DIN 18551¹¹ unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsklasse verwendet 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 sowie deren Korrosionsschutz vor dem Ankleben müssen den Angaben nach Abschnitt 2.1.3 und 2.1.4 entsprechen.

In Verbindung mit dem Klebstoff StoPox SK 41 sind stets Stahlflächen, die vor dem Auftrag des Primers den Vorbereitungsgrad Sa 2½ nach DIN EN ISO 12944-4¹⁸ aufweisen und zweifach mit dem Primer StoPox ZNP nach Abschnitt 2.1.4 geschützt sind, zu verwenden. Die geprimerten Stahlteile sind bis zur Verklebung vor Verschmutzung zu schützen.

Schweißarbeiten dürfen nur von Werken vorgenommen werden, die im Besitz eines Nachweises entsprechend DIN 18800-7¹⁹ (Kleiner Eignungsnachweis) sind.



Schweißarbeiten an verklebten Laschenbügeln sind nicht zulässig.

Zusätzlich sind die Stahllaschenbügel nach dem Einbau mit einem Korrosionsschutz mindestens der Korrosivitätskategorie C3 nach DIN EN ISO 12944-5²⁰ zu schützen. Für Sonderbelastungen müssen die Korrosionsschutzsysteme auf den Anwendungsfall abgestimmt werden.

4.5 Anforderungen an CFK-Lamellen

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 0,60 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 nach der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³, Abschnitt 6 mit Produkten nach DIN V 18028²¹ abzudichten.

Die Betondeckung im Bereich der in Schlitze zu verklebenden Lamellen muss nachgewiesen und dokumentiert werden. Die erforderliche Betondeckung richtet sich unter Berücksichtigung der Abschnitte 3.1.1 und 4.3 sowie in Abhängigkeit von der Expositions-klasse nach DIN 1045-1², Abschnitt 6.3.

In das Betonbauteil werden Schlitze senkrecht zur Bauteiloberfläche geschnitten. Hierbei sind die Randbedingungen nach Abschnitt 3.1.1 einzuhalten. Die Schlitze müssen staubfrei und frei von losen Teilen sein. Minderfeste, nicht tragfähige Schichten auf den Schnittflächen sind zu entfernen. Das Bauteil muss im Bereich der Schlitze im Sinne der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³, Abschnitt 2.3.5 "trocken" sein. Für die Witterungsbedingungen gilt die DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³, Tabelle 2.2, Spalte "kunststoffgebunden Stoffe".

Vor dem Ausgleich von klein- oder großflächigen Unebenheiten der Betonoberfläche bzw. von Fehlstellen im Klebebereich mit Materialien nach Abschnitt 2.1.2 muss die Betonoberfläche tragfähig, staubfrei und frei von losen Teilen sein. Dies bedarf einer geeigneten Untergrundvorbereitung nach der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen". Die dort in Teil 2³ vorgegebenen Grenztemperaturen und -feuchten für die Luft und das Bauteil sind in Abhängigkeit vom jeweilig zu verwendenden Material einzuhalten.

Bei großflächig aufzubringenden Ausgleichsschichten aus Beton oder Spritzbeton muss die Oberfläche eine Abschnitt 4.3, Tabelle 2, entsprechende mittlere Rautiefe aufweisen.

Die zu verklebende Oberfläche des Betons im Bereich der Laschenbügel muss z. B. durch Feststoffstrahlen, Kugelstrahlen, Druckwasserstrahlen, mit Nadelpistole oder Stockgerät für die Verklebung vorbereitet werden, bis der Grobzuschlag (≥ 8 mm) sichtbar wird. Sie muss staubfrei, frei von losen Teilen und trocken sein.

4.7 Klebearbeiten

4.7.1 Allgemeine Anforderungen

Während der Klebearbeiten darf die Temperatur von Luft, Beton und Klebstoff den Mindestwert nach Anlage 3, Tabelle 1 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung in Abhängigkeit vom verwendeten Klebstoff nicht unterschreiten. Die Temperatur der Bauteile muss 3 K höher sein als die Taupunkttemperatur der Luft.

Die relative Luftfeuchte beim Verkleben darf nicht mehr als 75 % 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 andere Inhomogenitäten enthalten und es muss einen gleichmäßigen Farbton aufweisen. Es dürfen keine wesentlichen Luftmengen eingemischt werden, die die mechanischen Eigenschaften des Klebstoffes nach Abschnitt 2.1.2 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 4.8.4 maßgebend. Bei höheren Temperaturen ist eine geringere Wartezeit möglich, wenn die in der Bemessung angesetzten charakteristischen Klebstoffkennwerte (Haftzug- und Druckfestigkeit) nach Abschnitt 4.8.4 nachgewiesen werden.

4.7.2 Verklebung der "Sto S&P CFK Lamellen" in Schlitze

- (1) Der Beton ist nach Abschnitt 4.6 einzuschlitzen und die Schlitze sind zu reinigen. Die "Sto S&P CFK Lamellen" müssen für die Verklebung frei von Verschmutzungen (Staub, Öle, Fette u. a. von Fingerabdrücken) sein. Sofern die Lamellen auf den beiden zu verklebenden Seiten werksmäßig aufgeraute, entfettete und mit Abreißgewebe geschützte Oberflächen besitzen, sind die Gewebe unmittelbar vor der Verklebung zu entfernen. Wenn die Oberflächen nicht werksmäßig aufgeraut, gereinigt und geschützt sind, müssen sie unmittelbar vor der Verklebung angeschliffen und mit dem Reinigungsmittel nach Abschnitt 2.1.7 gereinigt werden.
- (2) Der Klebstoffe 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.
- (3) Die eingeklebte Lamelle benötigt während der Aushärtung keine Sicherung. 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 Laschenbügel

Bei ggf. zu verklebenden Laschenbügel aus Stahl müssen die Oberflächen im Klebebereich den Anforderungen nach Abschnitt 4.4 genügen.

Die Primerflächen der Stahllaschen müssen vor dem Verkleben leicht angeschliffen, entstaubt und mit Reinigungsmittel gereinigt werden.

Auf den Betonuntergrund ist eine Spachtelung mit dem Klebstoff nach Abschnitt 2.1.2 aufzubringen. Der Klebstoff ist ca. 2 mm dick dachförmig, in Form eines gleichschenkligen Profils mit Überhöhung in der Mitte auf die Schublasche aufzutragen. Die Laschenbügel sind vorsichtig und gleichmäßig anzudrücken. Der Klebstoff darf dabei nur gleichmäßig mit einem leichten Bauch aus der Fuge gedrückt werden, so dass eine Mindestklebstoffdicke von 1 mm verbleibt. Nach Erreichen ihrer planmäßigen Lage sind die Laschenbügel zu fixieren und zu unterstützen. Das Fixieren der Laschenbügel muss innerhalb der Verarbeitungszeit des Klebstoffes nach Anlage 3, Tabelle 1 erfolgen.

Die Unterstützung der Laschenbügel darf erst entfernt werden, wenn die in Anlage 3, Tabellen 1 in Abhängigkeit von der Temperatur angegebenen Unterstützungsdauer erreicht ist. Wird davon abgewichen, kann durch Haftzugversuche nach Abschnitt 4.8.3 der Nachweis geführt werden, dass Betonbruch erreicht wird.

Die zu verklebenden Stahlschublaschen dürfen nach dem Fixieren bis zur Belastung der Konstruktion (s. 4.7.1, letzter Absatz) keine Erschütterungen und Bewegungen gegenüber der Bauteiloberfläche erleiden.

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 entsprechendem Ü-Zeichen gekennzeichnet sein,
- b) das Verbrauchsdatum noch nicht abgelaufen ist,
- c) die in den Abschnitten 4.1 bis 4.7 genannten Bedingungen eingehalten sind.

4.8.2 Oberflächenzugfestigkeit von Beton beim Verkleben von Laschenbügeln

Bei Verklebungen von Laschenbügeln, die in der Druckzone verankert sind und bei großflächigen Ergänzungen der Oberfläche mit Materialien nach Abschnitt 2.1.2 wird auf der gemäß Abschnitt 4.6 vorbehandelten Fläche die Oberflächenzugfestigkeit des Betons oder Betonersatzsystems gemäß DIN 1048-2¹³, Abschnitt 6, mit Ringnut ermittelt. Der Prüfaufwand wird entsprechend der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3²², 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 Ausgleichsschichten im Verankerungsbereich entsprechend Tabelle 2 in Anlage 2 ist der Verbund in der Fuge zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht nachzuweisen. Die Prüfung der Verbundfestigkeit erfolgt im Haftzugversuch gemäß DIN 1048-2¹³, Abschnitt 6 im Randbereich der Betonergänzung. Die herzustellende Ringnut wird bis in den Altbeton geführt. Aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Tragfähigkeit der Ergänzung ist folgender Prüfaufwand vorzusehen:

- mindestens 5 Prüfungen je Verstärkungsobjekt bzw.
- mindestens 1 Prüfung je angefangene 50 m verklebter Lamelle im Bereich der Ausgleichsschicht

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

Bei sonstigen kleinflächigen Ausgleichsschichten muss die Verbundfestigkeit $f_{tm} \geq 1,5$ MPa betragen. Die Prüfhäufigkeit ist in der DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3²² geregelt.

4.8.3 Verbund des Klebstoffes mit Beton, ggf. Ausgleichsschichten und Stahl mit Primer

Zur Bestimmung der Belastbarkeit der Klebeverstärkung mit Stahllaschenbügeln 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 Laschenbügel zur Anwendung kommt, erfolgt die Haftzugprüfung am System Beton - Ausgleichsschicht - Klebstoff.

4.8.4 Erhärtungsprüfung des Klebstoffes

Zur Überprüfung der mechanischen Eigenschaften des verwendeten Klebstoffes (siehe Tabelle 1, Abschnitt 3.2) müssen in Versuchen die charakteristischen Werte der Zugfestigkeit sowie der Druckfestigkeit nachgewiesen werden.

Die Ermittlung der Zugfestigkeit erfolgt im Haftzugversuch mit Prüfstempeln $\varnothing 20$ mm, die auf eine Sa 3 gestrahlten Stahlplatte mit einer Dicke ≥ 15 mm verklebt und nach einer Erhärtungszeit von 7 Tagen geprüft werden



Die Druckfestigkeit ist an Prismen entsprechend DIN EN 196-1:2005-05²³ nach einer Erhärtungszeit von 7 Tagen zu bestimmen. Der erforderliche Prüfumfang ist in Tabelle 3 festgelegt.

Tabelle 3: Erforderlicher Umfang der Erhärtungsprüfungen des Klebstoffs

Kenngroße	Erforderlicher Prüfumfang
Zugfestigkeit im Haftzugversuch	mind. 6 Prüfungen je verwendeter Klebstoffcharge bzw. je 6 Klebetage
Druckfestigkeit	mind. 6 Prüfungen je verwendeter Klebstoffcharge bzw. je 3 Klebetage

Aus den Prüfergebnissen werden die charakteristischen Werte wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned} f_{Kc,k} &= f_{Kc,m} - k_n \times \sigma_{Kc} \\ f_{Kt,k} &= f_{Kt,m} - k_n \times \sigma_{Kt} \end{aligned} \quad (11),$$

wobei

$f_{Kc,m}, f_{Kt,m}$ die Mittelwerte der Druck- und Haftzugfestigkeit des Klebstoffs,

$f_{Kc,m}, f_{Kt,m}$ die charakteristischen Werte der Druck- und Haftzugfestigkeit des Klebstoffs,

k_n Faktor nach DIN EN 1990²⁴, Tabelle D1 (s. Tabelle 6),

σ_{Kc}, σ_{Kt} Standardabweichung der Druck- und Haftzugfestigkeit des Klebstoffs ist.

Tabelle 6: Werte k_n nach DIN EN 1990²⁴, Tabelle D1

n	6	8	10	20	30	∞
k_n	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

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

4.8.5 Kontrolle nach der Ausführung

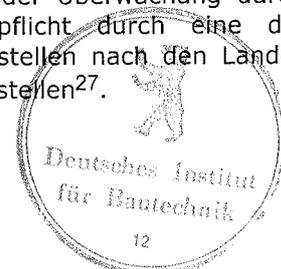
Die volle Einbettung in den Schlitz muss überprüft werden. Verbundlose Bereiche der Lamelle von mehr als 5 % der Lamellenquerschnittsfläche müssen nachträglich in der Bemessung berücksichtigt werden.

Die Stahllaschenbügel sind nach der Aushärtung der Verklebung auf Hohlräume abzuklopfen. Hohlräume müssen durch druckloses Verfüllen mit Rissfüllstoffen auf Epoxydharzbasis gem. DAfStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 2³, Abschnitt 6, bzw. nach DIN V 18028²¹ gefüllt werden.

4.9 Überwachung der Ausführung

4.9.1 Allgemeines

Für die Überwachung der Ausführung gilt die Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen" des DAfStb, Teil 3²², Abschnitt 2. Neben der Überwachung durch das ausführende Unternehmen besteht eine Überwachungspflicht durch eine der im "Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen"²⁶, Teil V, lfd. Nr. 7, aufgeführten Überwachungsstellen²⁷.



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 Betriebes gemäß "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen"¹⁴ erteilt hat.

4.9.2 Voraussetzung

Die Verstärkungsarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die ihre Eignung vor Beginn der Arbeiten nachgewiesen haben. Die Eignung des ausführenden Betriebes muss durch einen Eignungsnachweis nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen"¹⁴ erbracht werden.

Die qualifizierte Führungskraft nach der "Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebten CFK-Lamellen"¹⁴ 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"¹⁴ 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"¹⁴ ausgeführt werden.

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 Klebearbeiten an Beton bereits ausgeführt hat (SIVV-Schein)
8. Ergebnisse der folgenden Kontrollen bzw. Prüfungen:
 - Lufttemperatur und Bauteiltemperatur
 - relative Luftfeuchten
 - ggf. Prüfung der Haftzugfestigkeit des Primers
 - ggf. Prüfung Oberflächenzugfestigkeit des Betons nach Abschnitt 4.8.2
 - ggf. Prüfung der Verbundfestigkeit von Ausgleichsschichten nach Abschnitt 4.8.2
 - ggf. Prüfung der Verbundfestigkeit des Klebstoffes auf Beton bzw. Ausgleichsschichten nach Abschnitt 4.8.3



- ggf. Prüfung der Haftung des Klebstoffes auf Stahl und Primer nach Abschnitt 4.8.3
- Erhärtungsprüfungen des Klebstoffes nach Abschnitt 4.8.4
- Ergebnisse der Überprüfung und eventuelle Ausbesserung nach Abschnitt 4.8.4, letzter Absatz

Häusler

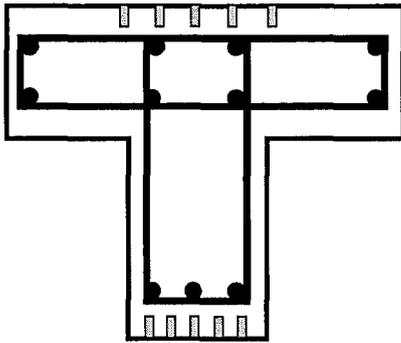


1	DIN 1055-100:2001-03	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessung
2	DIN 1045-1:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
3	DAFStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Oktober 2001	Teil 2: Bauprodukte und Anwendung,
4	DIN V 18026:2006-06	Oberflächenschutzsysteme für Beton aus Produkten nach DIN EN 1504-2:2005-01
5	DIN EN 14978-3:2007-02	Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien - Teil 3: Beschichtungen für Bauteile aus Beton
6	DIN 4030-2:2008-06	Beurteilung Betonangreifender Wässer, Böden und Gase - Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben
7	DIN EN 10025-2:2005-04	Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen - Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle; Deutsche Fassung EN 10025-2:2004
8	DIN 18800-1:2008-11	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
9	DIN EN ISO 12944-4:1998-07	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-4:1998
10	DIN 1045-2:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
11	DIN 18551:2005-01	Spritzbeton - Anforderungen, Herstellung, Bemessung und Konformität
12	DBV-Merkblatt "Betondeckung und Bewehrung", Fassung 202, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V., Berlin	
14	"Richtlinie für den Eignungsnachweis zum Verstärken von Betonbauteilen durch in Schlitze verklebte CFK-Lamellen" (Januar 2004)	
15	DIN 1048-4:1991-06	Prüfverfahren für Beton; Bestimmung der Druckfestigkeit von Festbeton in Bauwerken und Bauteilen; Anwendung von Bezugsgeraden und Auswertung mit besonderen Verfahren
16	DAFStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze, Oktober 2001	
17	DIN 1766:2000-03	Prüfverfahren: Referenzbeton für Prüfungen
18	DIN 12944-4:1998-07	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung
19	DIN 18800-7:2008-11	Stahlbauten - Teil 7: Ausführung und Herstellerqualifikation
20	DIN EN ISO 12944-5	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme Teil 5: Beschichtungssysteme
21	DIN V 18028:2006-06	Rissfüllstoffe nach DIN EN 1504-5:2005-03 mit besonderen Eigenschaften
22	DAFStb-Richtlinie "Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen", Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung, Oktober 2001	
23	DIN EN 196-1:2005-05	Prüfverfahren für Zement - Teil 1: Bestimmung der Festigkeit; Deutsche Fassung EN 196-1:1994
24	DIN EN 1990:2002-10 DIN EN 1990/A1:2006-04	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
26	Die aktualisierte Fassung wird jährlich in einem Sonderheft der Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik veröffentlicht.	
27	Die Anerkennung als Überwachungsstelle ist beim Deutschen Institut für Bautechnik zu beantragen.	

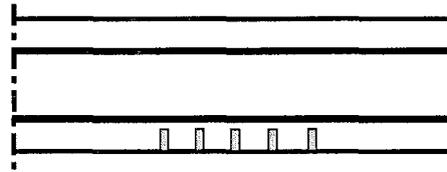
Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,ct}$$

Balken / Plattenbalken



Platte



Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung

$$V_{Rd,ct} \leq V_{Ed} \leq V_{Rd,02}$$

$V_{Ed} \leq V_{Rd,sy}$ und $V_{Ed} \leq V_{Rd,lim}$ und $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$: auf zusätzliche Querkraftbewehrung kann verzichtet werden

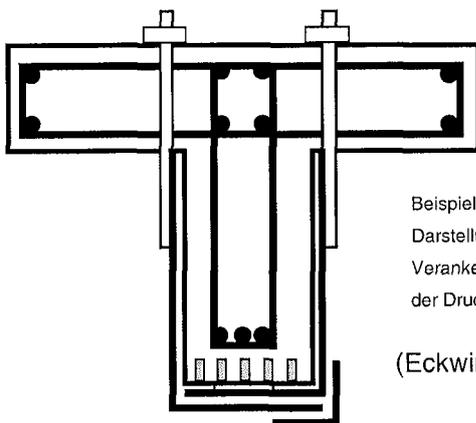
In der Druckzone verankerte Laschenbügel bei

- $V_{Rd,sy} < V_{Ed}$
- nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen
- $V_{Rd,sy} \geq V_{Ed}$ und $V_{Ed} \geq V_{Rd,lim}$ wenn der Nachweis der Verankerung der Laschenbügel über Klebeverbund nicht erfüllt werden kann (s. Anlage 2, Abschnitt 2.4)

Über Klebeverbund verankerte Laschenbügel bei

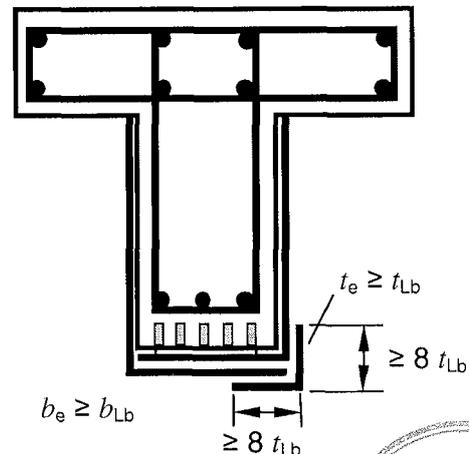
- $V_{Rd,sy} \geq V_{Ed}$ und $V_{Ed} \geq V_{Rd,lim}$ mit Nachweis der Verankerung über Klebeverbund (s. Anlage 2, Abschnitt 2.4)

Balken / Plattenbalken



Beispielhafte Darstellung der Verankerung in der Druckzone

(Eckwinkel wie rechts)



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6

65830 Kriftel

Bemessung in Schlitze
eingeklebter CFK-
Lamellen

Übersicht über die Bemessung
für Querkräfte

Anlage 1
zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung
Z-36.12-76
vom
27. Januar 2010

Grundlagen der Bemessung nach DIN 1045-1¹

1 Allgemeines

Alle erforderlichen Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit sind für das verstärkte Bauteil unter Berücksichtigung des Ist-Zustandes zu erbringen. Es gelten die entsprechenden Abschnitte in DIN 1045-1¹.

2 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

2.1 Biegung ohne Längskraft

Es gilt DIN 1045-1¹, 10.2 mit folgenden zusätzlichen Festlegungen:

Die Spannungsdehnungslinie der CFK-Lamelle kann linear angenommen werden. Sie wird beschrieben durch die charakteristischen Werte der Zugfestigkeit f_{Lk} und des Elastizitätsmoduls E_{Lk} nach Abschnitt 2.1.1 der "Besonderen Bestimmungen". Der Bemessungswert der Zugfestigkeit f_{Ld} ist nach Gleichung (1) zu ermitteln.

$$f_{Ld} = \frac{f_{Lk}}{\gamma_L} \quad (1)$$

In Gleichung (1) bedeuten:

f_{Lk} charakteristischer Wert der Zugfestigkeit der CFK-Lamelle

γ_L Teilsicherheitsbeiwert für die CFK-Lamelle

= 1,2 für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen

= 1,0 für außergewöhnliche Bemessungssituationen

Die Randdehnung der CFK-Lamelle darf den Wert $\epsilon_{Ld,max}$ nach Gleichung (2) nicht überschreiten.

$$\epsilon_{Ld,max} \leq k_e \cdot \frac{f_{Lk}}{E_{Lk} \cdot 1,5} \quad (2)$$

Der Abminderungsfaktor k_e ist mit 0,8 anzunehmen.

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

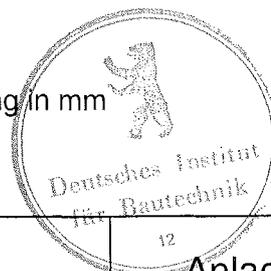
Die statische Nutzhöhe d_L der CFK-Lamellen ist nach Gleichung (3) anzunehmen (Bild 1).

$$d_L = h - \left(t_s - \frac{b_L}{2} \right) \quad (3)$$

In Gleichung (3) bedeuten:

h Bauteilhöhe in mm

c für die Schlitztiefe maßgebende Betondeckung in mm



- Δc Vorhaltemaß für die Schlitztiefe 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“
 $\leq c - \Delta c$

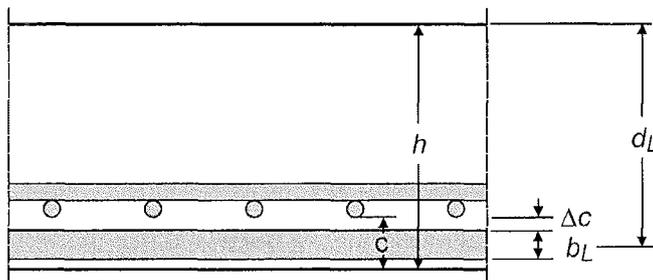


Bild 1: Ermittlung der statischen Nutzhöhe der CFK Lamellen

Der zur Berechnung der Verbundtragfähigkeit erforderliche Bemessungswert der Schubtragfähigkeit $\tau_{k,bd}$ des Klebstoffes kann nach Gleichung (4) ermittelt werden. Die charakteristischen Werkstoffwerte des Epoxidharzklebstoffes sind nach Abschnitt 3.2 der "Besonderen Bestimmungen" anzunehmen.

$$\tau_{k,bd} = \frac{1}{\gamma_{ov}} \sqrt{\left(2 \cdot f_{Ktk} - 2 \cdot \sqrt{(f_{Ktk}^2 + f_{Kck} \cdot f_{Ktk})} + f_{Kck} \right) \cdot f_{Ktk}} \quad (4)$$

In Gleichung (4) bedeuten:

- γ_b Teilsicherheitsbeiwert für die Verbundtragfähigkeit
 = 1,3 für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen
 = 1,05 für außergewöhnliche Bemessungssituationen
- f_{Ktk} charakteristische Zugfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in MPa nach Tabelle 1 der Besonderen Bestimmungen
- f_{Kck} charakteristische Druckfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in MPa nach Tabelle 1 der Besonderen Bestimmungen

2.2 Biegebemessung

Innerhalb der Grenzdehnungen nach DIN 1045-1¹, 10.2 sowie Abschnitt 2.1 dieser Anlage darf im Grenzzustand der Tragfähigkeit die volle Mitwirkung der vorhandenen Bewehrung und der CFK-Lamellen angenommen werden. Der Dehnungszustand der vorhandenen Bewehrung von Stahlbetonbauteilen zum Zeitpunkt der Verstärkung darf hierfür unter Annahme des gerissenen Zustandes ermittelt werden.

2.3 Nachweis der Verbundtragfähigkeit, Zugkraftdeckung

Die Zugkraftdeckung ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit über die gesamte Bauteillänge nachzuweisen (Bild 2). Hierfür ist die Zugkraftlinie unter Berücksichtigung des Versatzmaßes nach DIN 1045-1¹, 13.2.2 (3) bzw. 13.3.2 (1) zu ermitteln. Unterschiedliche Dehnungen der einzelnen Bewehrungslagen sowie Abstufungen des Betonstahlquerschnittes sind zu berücksichtigen.



StoCretec GmbH
 Gutenbergstraße 6
 65830 Kriftel

**Bemessung in
 Schlitz eingeklebter
 CFK-Lamellen**

Anlage 2 Seite 2/10
 zur allgemeinen
 bauaufsichtlichen Zulassung
 Nr. Z-36.12.76
 vom
 27. Januar 2010

Die über Verbundwirkung zwischen CFK-Lamelle und Betonbauteil zu verankernde Lamellenzugkraft ist für Verbundlängen l_b bis 115 mm nach Gleichung (5), für größere Verbundlängen nach Gleichung (6) zu bestimmen.

$$\text{Für } l_b \leq 115 \text{ mm: } F_{bd} = b_L \cdot \tau_{Kbd} \cdot \sqrt[4]{a_r} \cdot l_b \cdot (0,4 - 0,0015 \cdot l_b) \cdot \frac{E_{Lk}}{E_{Lm}} \quad (5)$$

$$\text{Für } l_b > 115 \text{ mm: } F_{bd} = b_L \cdot \tau_{Kbd} \cdot \sqrt[4]{a_r} \cdot \left(26,2 + 0,065 \cdot \tanh\left(\frac{a_r}{70}\right) \cdot (l_b - 115) \right) \cdot \frac{E_{Lk}}{E_{Lm}} \quad (6)$$

In den Gleichungen (5) und (6) bedeuten:

- $F_{b,k}$ Bemessungswert der Verbundtragfähigkeit in N
- b_L Breite der CFK-Lamelle in mm
- τ_{Kbd} Bemessungswert der Schubtragfähigkeit des Klebstoffs nach Gleichung (4)
- a_r Abstand der Lamellenlängsachse zum freien Bauteilrand in mm,
 a_r darf höchstens mit 150 mm angesetzt werden.
- l_b Verbundlänge in mm
- 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“

Der Bemessungswert der Verbundtragfähigkeit ergibt sich nach Gleichung (7).

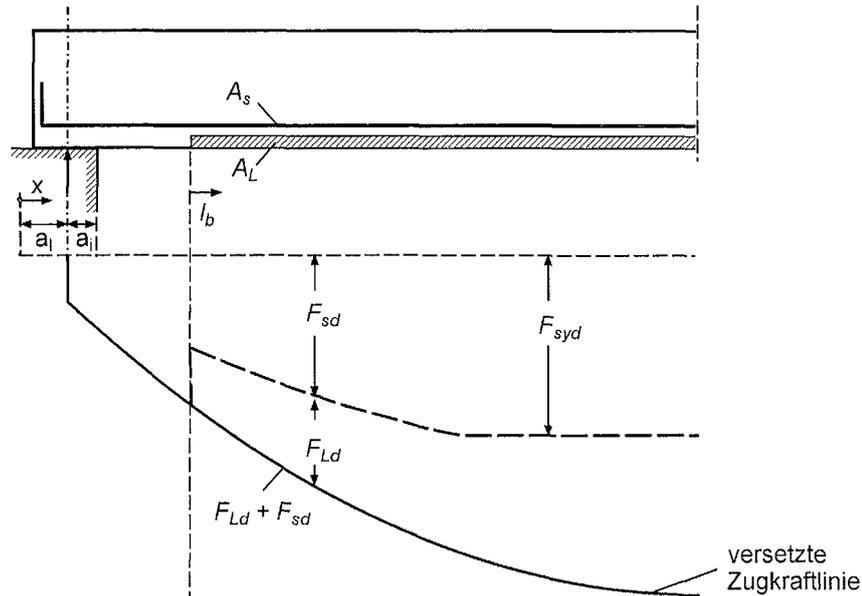
$$F_{bd} \leq k_e \cdot f_{Ld} \cdot A_L \quad (7)$$

In Bild 2 bedeuten:

- F_{sd} Bemessungswert der Zugkraft in der Betonstahlbewehrung infolge der einwirkenden Schnittgrößen
- F_{Ld} Bemessungswert der Zugkraft in den CFK-Lamellen infolge der einwirkenden Schnittgrößen
- F_{syd} Bemessungswert der Zugkraft in der Betonstahlbewehrung bei Erreichen der Streckgrenze
- $F_{Ld,max}$ Bemessungswert der von den CFK-Lamellen maximal aufnehmbaren Zugkraft
- A_s Querschnitt der Betonstahlbewehrung
- A_L Querschnitt der CFK-Lamellen
- a_i Versatzmaß nach DIN 1045-1¹, 13.2.2 bzw. 13.3.2
- a_j Abstand zwischen der Auflagervorderkante und der rechnerischen Auflagerlinie nach DIN 1045-1¹, Bild 7



a) Ermittlung der Zugkraftanteile (exemplarisch)



b) Nachweis der Zugkraftdeckung durch Betonstahl und Klebarmierung

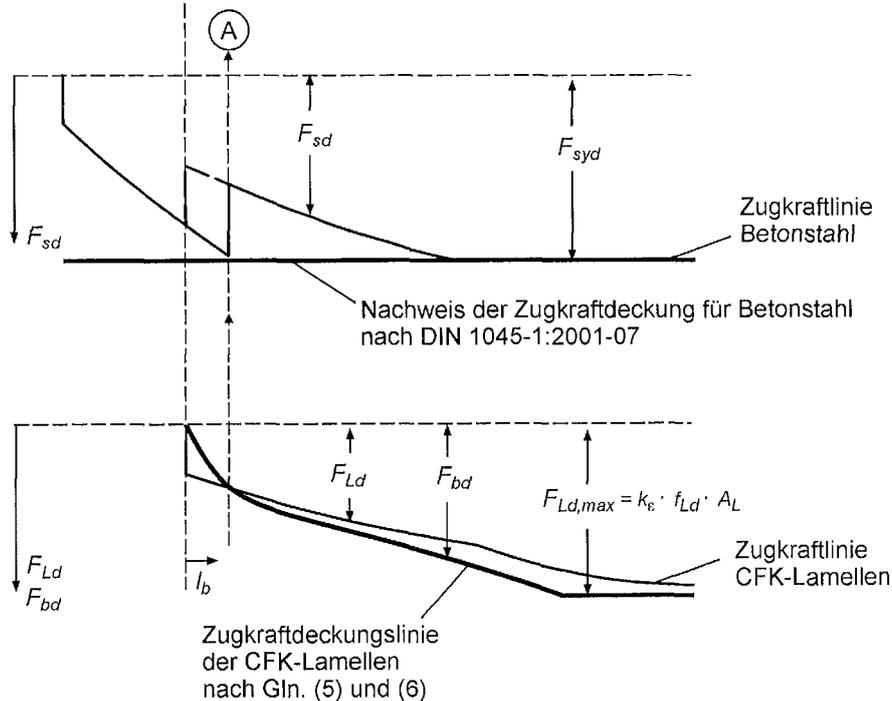


Bild 2: Ermittlung der Zugkraftanteile und Nachweis der Zugkraftdeckung

In jedem Querschnitt des verstärkten Bauteils muss sichergestellt sein, dass der Bemessungswert des Bauteilwiderstandes größer ist als der Bemessungswert der einwirkenden Schnittgröße im verstärkten Zustand. 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 1045-1¹, 13.2.2 und 13.3.2 geführt werden. Insbesondere ist der

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen



Anlage 2 Seite 4/10

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Nachweis der Zugkraftdeckung durch die vorhandene Betonstahlbewehrung in den Bereichen, in denen die CFK-Lamellen nicht angerechnet werden können (nach Bild 2 vereinfachend bis zum Punkt A) nach DIN 1045-1¹ zu führen.

2.4 Querkraftnachweis und -bemessung

Es gelten die Regelungen nach DIN 1045-1¹ mit den folgenden zusätzlichen Festlegungen.

2.4.1 Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung

Für Bauteile ohne rechnerisch erforderliche Querkraftbewehrung gilt DIN 1045-1¹, 10.3.3. In $V_{Rd,ct}$ nach DIN 1045-1¹, Abschnitt 10.3.3, Gleichung (70) darf bei der Ermittlung des Bewehrungsgrades auch die in Schlitze eingeklebte CFK-Bewehrung berücksichtigt

werden. Dabei ist $\rho_1 = \frac{A_s + \frac{E_s}{E_L} A_L}{b_w d}$ mit

d statische Nutzhöhe der Betonstahl und der in Schlitze verklebten

Bewehrung $d = \frac{E_s A_s d_s + E_L A_L d_L}{E_s A_s + E_L A_L}$ in mm,

d_s statische Nutzhöhe der Betonstahlbewehrung in mm,

d_L statische Nutzhöhe in Schlitze verklebten Bewehrung in mm,

A_s Querschnittsfläche des Betonstahls in der Zugzone des Querschnitts in mm²

A_L Querschnittsfläche der in Schlitze verklebten Lamellen in der Zugzone des Querschnitts in mm²

E_s Elastizitätsmodul des Betonstahls in der Zugzone des Querschnitts in mm²

E_L Elastizitätsmodul der in Schlitze verklebten Lamellen in der Zugzone des Querschnitts in mm²

b_w die kleinste Querschnittsbreite innerhalb der Zugzone des Querschnitts in mm

Gleichung (70a) nach DIN 1045-1¹, Abschnitt 10.3.3 gilt nicht. Sofern der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} den Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,ct}$ an keiner Stelle überschreitet, kann auf die Anordnung zusätzlicher äußerer Querkraftbewehrung verzichtet werden.

2.4.2 Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung

Für Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung gilt DIN 1045-1¹, 10.3.4. mit der Abweichung, dass $V_{Ed} \leq V_{Rd,02}$. Dabei ist $V_{Rd,02} = \overline{\gamma_E} \cdot \tau_{02} \cdot b_w \cdot z_m$ mit

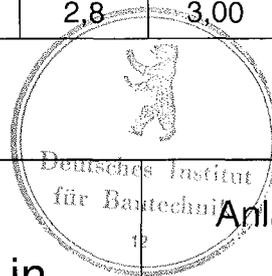
$\overline{\gamma_E}$ als gemittelter Sicherheitsbeiwert für die Einwirkungen²,

τ_{02} nach Tabelle 1 (aus DIN 1045³, Tabelle 13) und

z_m als mittlerer Hebelarm der Biegezugbewehrung (näherungsweise darf $z_m = 0,85 d$ gesetzt werden)

Tabelle 1 τ_{02} nach DIN 1045³ (Werte für C25/30 und C40/50 linear interpoliert)

	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
τ_{02} [MPa]	1,80	2,0	2,40	2,70	2,8	3,00



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Krieffel

**Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen**

Anlage 2 Seite 5/10
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Zusätzliche äußere Querkraftbewehrung, die die Zugzone einschließlich der CFK-Lamellen umschließt, ist anzuordnen. Ausnahmen hiervon werden in 2.4.3 angegeben. Für die Ermittlung des von der vorhandenen Querbewehrung abgedeckten Querkraftanteils $V_{Rd,sy}$ gilt DIN 1045-1¹, 10.3.4, die Gleichungen (75) bzw. (77). Der Bemessungswert des durch die zusätzliche äußere Querkraftbewehrung in Form von Laschenbügeln aufnehmbaren Querkraftanteils $V_{Rd,Ly}$ darf für eine Stahlspannung entsprechend dem Bemessungswert der Streckgrenze f_{Lyd} nach Gleichung (8) ermittelt werden.

$$f_{Lyd} = \frac{f_{Lyk}}{\gamma_s} \quad (8)$$

In Gleichung (8) bedeuten:

f_{Lyk} charakteristischer Wert der Streckgrenze der Laschenbügel

γ_s Teilsicherheitsbeiwert entsprechend DIN 1045-1¹

Dem Querkraftnachweis ist eine für einbetonierte und angeklebte Bewehrung einheitliche Druckstrebenneigung θ in den Grenzen nach DIN 1045-1¹, 10.3.4 (3) zugrunde zu legen.

Der Bemessungswert der durch zusätzliche äußere Querkraftbewehrung (Laschenbügel) abzudeckenden Querkraft $V_{Ed,L}$ ist nach Gleichung (9) zu bestimmen.

$$V_{Ed,L} = \max \begin{cases} \frac{\eta_B - 1}{\eta_B} \cdot V_{Ed} \\ V_{Ed} - V_{Rd,sy} \end{cases} \quad (9)$$

In Gleichung (9) bedeuten:

η_B Biegeverstärkungsgrad

$$= \frac{M_{Ed,V}}{M_{Rd,0}}$$

$M_{Ed,V}$ Bemessungswert der Schnittkraft aus den Einwirkungen im verstärkten Zustand

$M_{Rd,0}$ Bemessungswert des Bauteilwiderstands im unverstärkten Zustand

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

Fall 1:

Der Bemessungswert der durch die innere Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft $V_{Rd,sy}$ ist kleiner als der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} ($V_{Rd,sy} < V_{Ed}$):

Äußere Querkraftbewehrung in Form angeklebter Laschenbügel aus Stahl ist stets anzuordnen. Diese müssen die Zugzone umschließen und in der Druckzone verankert werden. Bei vorwiegend ruhender Beanspruchung darf die in der Druckzone zu verankernde Zugkraft auf 2/3 ihres Rechenwertes abgemindert werden, sofern die Laschenbügel über die Steghöhe verklebt werden.

Fall 2:

Der Bemessungswert der durch die innere Querkraftbewehrung aufnehmbaren Querkraft $V_{Rd,sy}$ ist gleich oder größer als der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft V_{Ed} ($V_{Rd,sy} \geq V_{Ed}$):



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

**Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen**

Anlage 2 Seite 6/10
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Überschreitet bei Balken und Plattenbalken der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft den Wert $V_{Rd,lim}$ nach Gl. (10) nicht ($V_{Ed} \leq V_{Rd,lim}$) kann auf die Anordnung zusätzlicher Querkraftbewehrung verzichtet werden.

$$V_{Rd,lim} = 0,13 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ck}^{2/3} \quad (10)$$

In allen anderen Fällen ist zusätzliche Querkraftbewehrung in Form von Laschenbügeln anzuordnen. Auf die Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone kann verzichtet werden, sofern die auf sie entfallende Querkraft $V_{Ed,L}$ über Klebeverbund an das Betonbauteil übertragen werden kann. Die Laschenbügel sind hierfür über die vorhandene Steghöhe zu verkleben.

Der Nachweis des Verbundes der Schublaschen mit dem Beton erfolgt nach Gleichung (11). Dabei darf für die rechnerische Verankerungslänge l_t höchstens die Hälfte der vorhandenen Klebelänge entlang des Steges angesetzt werden.

$$F_{Lb,d} \leq \frac{0,5 \cdot T_k}{\gamma_c} \quad (11)$$

In Gleichung (11) bedeuten:

$F_{Lb,d}$ Bemessungswert der auf einen Schenkel des Laschenbügels entfallenden Zugkraft

T_k charakteristische Verbundbruchkraft

γ_c Teilsicherheitsbeiwert für Beton nach DIN 1045-1¹, 5.3.3

Die charakteristische Verbundbruchkraft T_k ist nach den Gleichungen (12) bis (14) zu berechnen.

$$T_k = T_{k,max} \cdot \frac{l_t}{l_{t,max}} \cdot \left(2 - \frac{l_t}{l_{t,max}} \right) \leq T_{k,max} \quad (12)$$

$$T_{k,max} = 0,24 \cdot b_{Lb} \cdot \sqrt{E_{Lbk} \cdot t_{Lb} \cdot \sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm,surf}}} \quad (13)$$

$$l_{t,max} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{E_{Lbk} \cdot t_{Lb}}{\sqrt{f_{cm} \cdot f_{ctm,surf}}}} \quad (14)$$

In den Gleichungen (12) bis (14) bedeuten:

T_k charakteristische Verbundbruchkraft in N

$T_{k,max}$ Maximalwert der charakteristischen Verbundbruchkraft für $l_t \geq l_{t,max}$ in N

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

l_t höchstens die Hälfte der vorhandenen Verankerungslänge in mm

b_{Lb} Breite des Laschenbügels in mm

t_{Lb} Dicke des Laschenbügels in mm

E_{Lbk} Elastizitätsmodul des Laschenbügels in MPa

f_{cm} Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit des Betons in MPa

$f_{ctm,surf}$ Mittelwert der Oberflächenzugfestigkeit des Betons in MPa



StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

**Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen**

Anlage 2 Seite 7/10
zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Der Mittelwert $f_{ctm,surf}$ der Oberflächenzugfestigkeit des Betons für die Bemessung geklebter und nicht in der Druckzone verankerter Laschenbügel ist gemäß Abschnitt 4.2 der "Besonderen Bestimmungen" zu ermitteln. Er darf maximal mit $f_{ctm,surf} = 3$ MPa angesetzt werden.

Hinsichtlich Anordnung und zulässiger Abstände der Bügel vgl. Abschnitt 3.1.4 der „Besonderen Bestimmungen“. Aufgeklebte und nicht in der Druckzone verankerte Laschenbügel können durch schubfest aufgeklebte Kohlenstofffaserlamine entsprechend einer hierfür erteilten, geltenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ersetzt werden.

2.4.3 Verbügelung der Lamellenendverankerung

Übersteigt V_{Ed} den Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,ct}$ von Bauteilen ohne Querkraftbewehrung nach DIN 1045-1¹, 10.3.3, ist in jedem Fall eine Verbügelung des Endverankerungsbereichs der CFK-Lamellen vorzusehen. Der nach Abschnitt 3.1.4 der „Besonderen Bestimmungen“ anzuordnende Laschenbügel ist für den Bemessungswert der einwirkenden Zugkraft nach Gl. (15) auszulegen.

$$F_{Lb,d} = F_{Ld}^* \cdot \tan\theta \quad (15)$$

Hierbei entspricht F_{Ld}^* dem Bemessungswert der fiktiven Zugkraft der verankerten CFK-Lamellen an deren Ende, die unter der Annahme einer ebenen Dehnungsverteilung und starren Verbundes sowie unter Berücksichtigung des Versatzmaßes zu berechnen ist. In Gleichung (15) entspricht θ der dem Querkraftnachweis zugrunde liegenden Druckstrebenwinkel gemäß DIN 1045-1¹, Gleichung (73). Die Verankerung des Bügels kann durch Klebeverbund oder Verankerung in der Druckzone entsprechend Fall 2 erfolgen. Der im Bereich der Endverankerung anzuordnende Laschenbügel kann auf die zur Aufnahme der Querkraft erforderlichen Laschenbügel angerechnet werden.

2.5 Schubkraft zwischen Balkensteg und Zuggurt

Der Anschluss der CFK-Lamellen in Zuggurten gegliederter Querschnitte ist gemäß DIN 1045-1¹, 10.3.5 nachzuweisen.

2.6 Nachweis des Verbundes zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht

Bei einem Ausgleich der Bauteiloberfläche im Bereich der CFK-Lamellen ist abhängig von 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.



12

Anlage 2 Seite 8/10

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

**Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen**

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Tabelle 2 Nachweise bei Ausgleich bzw. Ergänzung von Betonoberflächen

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 zu einem Abstand von 150 cm vom Lamellenende	
	sonstige Flächen	Prüfung der Verbundfestigkeit im Haftzugversuch

Die Schubbeanspruchung der Fuge ist aus der Zugkraftänderung der CFK-Lamellen zu bestimmen. Der Bemessungswert des über die Fuge zu übertragenden Längskraftanteils F_{cdj} ist dabei unter der Voraussetzung einer ebenen Dehnungsverteilung und unter Berücksichtigung des Versatzmaßes sowie von 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.

Für den Nachweis der Schubkraftübertragung in der Fuge zwischen Altbeton und Ausgleichsschicht gelten die Regeln nach DIN 1045-1¹, 10.3.6.

2.7 Nachweise bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen

Für die Nachweise gegen Ermüdung unter nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen gilt DIN 1045-1¹, 10.8. Bis zu $2 \cdot 10^6$ Lastspiele ist nachgewiesen, dass der Ermüdungsnachweis der in Schlitzen verklebten CFK-Lamellen erfüllt ist, wenn für die im Querschnitt vorhandene Betonstahlbewehrung ein ausreichender Widerstand gegen Ermüdung nach DIN 1045-1¹, 10.8 nachgewiesen wird und die Verankerungskraft den Wert von $0,6 F_{bd}$ (F_{bd} nach den Gleichungen (5) und (6)) nicht überschreitet.

Für Laschenbügel aus Stahl, die ohne geklebte Übergreifungsstöße ausgeführt werden und in der Druckzone verankert sind, kann ein ausreichender Widerstand gegen Ermüdung angenommen werden, wenn unter der häufigen Einwirkungskombination die Spannungsschwingbreite $\Delta\sigma_{Lb} = 80$ MPa nicht überschreitet⁴.

Die Ausführung von Laschenbügeln, die nur durch Klebeverbund verankert werden, ist bei nicht vorwiegend ruhenden Einwirkungen nicht zulässig.

Der Betriebsfestigkeitsnachweis von Stahlbauteilen (Bolzen, etc.) zur Verankerung der Laschenbügel in der Druckzone und von geschweißten Stößen hat nach DIN 18800-1⁵, Abschnitt 7.5.1, Element 741 zu erfolgen.



12

Anlage 2 Seite 9/10

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Kriftel

**Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen**

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

3 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit

3.1 Grundlagen

Für die Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit kann die Spannungs-Dehnungs-Linie der CFK-Lamellen als linear angenommen werden. Die Nachweise sind auf Grundlage des charakteristischen Wertes des E-Moduls $E_{L,k}$ nach Abschnitt 2.1 der „Besonderen Bestimmungen“ zu führen.

3.2 Begrenzung der Lamellendehnungen

Die Randdehnung der CFK-Lamellen ist unter der seltenen Einwirkungskombination nach DIN 1055-100⁶: 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. Hinweise hierzu enthält DIN 1045-1¹.

3.3 Begrenzung der Rissbreiten

Im Allgemeinen ist die Begrenzung der Rissbreiten durch die vorhandene Bewehrung nach DIN 1045-1, Abschnitt 11.2 einzuhalten. Sofern eine Mitwirkung der in Schlitzen verklebten CFK-Lamellen bei der Rissbreitenbegrenzung rechnerisch berücksichtigt werden soll, werden weitergehende Untersuchungen unter Einschluss experimenteller Ergebnisse sowie eines Gutachtens einer anerkannten Prüfstelle erforderlich.

3.4 Nachweis der Dauerhaftigkeit

Zusätzlich zum Verankerungsnachweis nach Gleichung (5) bzw. (6) muss nachgewiesen werden, dass die auftretenden Verankerungskräfte aus quasi-ständigen Lasten nach den unter Annahme folgender Kleberfestigkeiten aufgenommen werden:

$$f_{Ktak} = 0,5 \cdot f_{Ktk} \quad (16)$$

$$f_{Kcak} = 0,5 \cdot f_{Kck} \quad (17)$$

f_{Ktak} charakteristische Dauerzugfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in MPa

f_{Kcak} charakteristische Dauerdruckfestigkeit des Epoxidharzklebstoffes in MPa

Für diesen Nachweis müssen die charakteristischen Festigkeiten f_{Ktk} und f_{Kck} nach Gleichung (4) durch die charakteristischen Dauerfestigkeiten f_{Ktak} und f_{Kcak} ersetzt werden.

-
- ¹ DIN 1045-1:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- ² Vereinfachend darf $\overline{\gamma_E} = 1,35$ angenommen werden.
- ³ DIN 1045:1988-07 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung
- ⁴ Dem vereinfachten Nachweis liegt der Kerbfall 5 nach DIN EN 1993-1-9:2005-07 mit $\gamma_s = 1,15$ zugrunde; ggf. können andere Kerbfälle maßgebend werden.
- ⁵ DIN 18800-1:2008-11 Stahlbauten-Teil 1: Konstruktion und Bemessung
- ⁶ DIN 1055-100:2001-03 Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln



Anlage 2 Seite 10/10

StoCretec GmbH
Gutenbergstraße 6
65830 Krieffel

Bemessung in
Schlitze eingeklebter
CFK-Lamellen

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung
Nr. Z-36.12.76
vom
27. Januar 2010

Tabelle 1: Verarbeitungszeit und Unterstützungsdauer der Schubverstärkungen mit dem Klebstoff StoPox SK 41

Umgebungs-, Stahllaschen- und Klebstofftemperatur [°C]	ausnutzbare Verarbeitungszeit [min]	Unterstützungsdauer [h]
≥ 10	≤ 60	mindestens 48
~ 23	≤ 30	mindestens 24
≤ 30	≤ 15	mindestens 15

Maximale Dauertemperatur ohne Anwendung von "StoPox Mörtel standfest" nach Abschnitt 2.1.5 der Besonderen Bestimmungen nach der Aushärtung 40°C

Maximale Dauertemperatur mit Anwendung von "StoPox Mörtel standfest" nach Abschnitt 2.1.5 der Besonderen Bestimmungen nach der Aushärtung 34°C

Tabelle 2: Aushärtezeit für die Primer "StoPox ZNP sandgelb" und "StoPox ZNP rotbraun"

Umgebungs-, Stahllaschen- und Primertemperatur [°C]	Aushärtezeit bis zum Verkleben der geprimerten Stahllaschen [Tage]
≥ 10	mindestens 7 d
~ 23	mindestens 3 d
≤ 30	mindestens 2 d

Zwischen der Auftragung beider Primerschichten ist eine Verweildauer von mindestens 24 Stunden einzuhalten.



<p>StoCretec GmbH Gutenbergstraße 6 65830 Kriftel</p>	<p>In Schlitz verklebte Lamellen</p> <p>Verarbeitungszeit und Unterstützungsdauer für den Klebstoff StoPox SK 41</p>	<p>Anlage 3</p> <p>zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-36.12-76 vom 27. Januar 2010</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 61006:2004-11	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 61006:2004-11

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

Prüfverfahren		Häufigkeit	Grenzwerte
1	Topfzeit 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 Raumtemperatur 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 Schlitz verklebte Lamellen Übereinstimmungsnachweis CFK-Lamellen und für den Klebstoff StoPox SK 41	12 Anlage 4 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-36.12-76 vom 27. Januar 2010
--	--	---