



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 4 124 703 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.10.2024 Patentblatt 2024/43

(21) Anmeldenummer: **21187925.9**

(22) Anmeldetag: **27.07.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04G 23/02^(2006.01) **E04C 3/20**^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04G 23/0218; E04C 3/20; E04G 2023/0262

(54) VERSTÄRKTE STAHLBETONKONSTRUKTION REINFORCED STEEL-CONCRETE STRUCTURE STRUCTURE EN BÉTON ARMÉ RENFORCÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.02.2023 Patentblatt 2023/05

(73) Patentinhaber: **Sika Technology AG
6340 Baar (CH)**

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf sein Recht verzichtet, als solcher bekannt gemacht zu werden.**

(74) Vertreter: **Sika Patent Attorneys
C/o Sika Technology AG
Corp. IP Dept.
Tüffenwies 16
8048 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 016 767 JP-B2- 3 220 540
KR-A- 20030 037 117 US-A- 5 937 606
US-A1- 2012 110 940**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine verstärkte Stahlbetonkonstruktion, insbesondere Stahlbetonplatte oder Stahlbetonbiegebalken, sowie ein Verfahren zur Verstärkung von Stahlbetonkonstruktionen.

[0002] Seit längerer Zeit werden Faserverbundwerkstoffe zur statischen Verstärkung von Stahlbetonbauteilen als Biege- oder Biegezugverstärkung eingesetzt. Solche Faserverbundwerkstoffe aus Kohle-, Basalt-, Aramid- oder Glasfasern werden als vorgefertigte Laminate hergestellt und mit einem pastösen Epoxidharz vollflächig auf der Stahlbetonoberfläche verklebt. Alternativ werden unidirektionale Gelege oder bidirektionale Gewebe aus vorgenannten Fasern am Bauobjekt direkt laminiert.

[0003] Vorgefertigte Lamellen aus Kohlefasern (auch «CFK Lamelle» genannt) werden im Stand der Technik schlaff oder auch unter Vorspannung verklebt. Bei vorgespannten CFK Lamellen wird das Laminat beidseitig am Ende mechanisch fixiert, so dass die Vorspannung der Lamelle aufgebracht werden kann. Die Krafteinleitung in den Beton erfolgt einerseits über die Klebefläche und andererseits über eine mechanische Endverankerung, welche typischerweise aus Metallelementen besteht. Auch bei schlaffen CFK Verstärkungen kann die Kraft über den Klebeverbund und bei Bedarf über eine zusätzliche mechanische Endverankerung eingeleitet werden.

[0004] WO 2020/157009 A1 zeigt eine bekannte Tiefenverankerung für vorgespannte CFK Lamellen. Schlitzte werden über die gesamte Lamellenfläche eingefräst und mit Klebstoff verfüllt. Durch das Einschlitzen in die Tiefe wird die Fläche für die Krafteinleitung infolge der Vertikalen der Schlitzte markant erhöht. Dadurch wird die Krafteinleitungsfläche beinahe verdoppelt. Dank dieser Verdoppelung ist es möglich, mehr Zugkraft aus dem Lamинat in den Betontraggrund einzuleiten. Diese Tiefenverankerung wird eingesetzt, wenn spezielle dicke CFK Lamellen vorgespannt werden. Dicke CFK Lamellen haben eine markant höhere Zugkraft. Entsprechen genügt die vollflächige Verklebung nicht, um diese hohen Kräfte in den Traggrund einzuleiten.

[0005] Gemäss WO 2020/157009 A1 wird am Lamellenende im Bereich der Endverankerung ein zusätzliches U-Profil eingesetzt. Dieses U-Profil verbessert die Krafteinleitung zusätzlich. Bei dicken vorgespannten CFK Lamellen kann dadurch die Zugkraft von 3 mm dicken CFK Lamellen in den Traggrund eingeleitet werden. Die Kosten, insbesondere für einen Arbeitsaufwand, sind für eine Verstärkung gemäss WO 2020/157009 A1 jedoch sehr hoch.

[0006] KR 20030037117 offenbart eine weitere bekannte Tiefenverankerung von Carbonfaser- oder Aramidfaserplatten zur Tragwerkverstärkung. Dazu werden mehrere Nuten mit rechteckigem oder halbrunden Querschnitt in gleichmässigen Abständen in die zu verstärkende Oberfläche eingefräst und mit Klebstoff verfüllt.

Carbonfaser- oder Aramidfaserplatten werden zur Verstärkung aufgeklebt. Die Krafteinleitung in einem solchen System kann weiter verbessert werden.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes System eines verstärkten Stahlbetonkonstruktion bzw. ein verbessertes Verfahren zur Verstärkung von Stahlbetonkonstruktionen zur Verfügung zu stellen. Insbesondere soll dabei ein Kosten- und/oder Zeitaufwand reduziert werden.

[0008] Diese Aufgabe wird zunächst gelöst durch eine verstärkte Stahlbetonkonstruktion, insbesondere Stahlbetonplatte oder Stahlbetonbiegebalken, umfassend: eine Stahlbetonkonstruktion; einen Klebstoff; und einen länglichen Faserverbundwerkstoff, welcher mittels des Klebstoffes auf einer Zugseite der Stahlbetonkonstruktion schlaff appliziert ist. Dabei weist der längliche Faserverbundwerkstoff zwei Endbereiche und einen Mittelbereich auf, wobei die Stahlbetonkonstruktion unter den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes jeweils zu mindest zwei und höchstens zehn, parallel zueinander verlaufende Nuten aufweist, und wobei die Nuten mit dem Klebstoff verfüllt sind, sodass der Faserverbundwerkstoff in dessen Endbereichen über den Klebstoff in den Nuten in der Stahlbetonkonstruktion verankert ist.

[0009] Die hier vorgeschlagene Lösung hat zunächst den Vorteil, dass mit lokalen Frässchlitten (Nuten) unter einem Faserverbundwerkstoff eine preiswerte lokale Tiefenverankerung möglich ist. Solche kurzen, lokalen Frässchnitte nur in den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes sind preiswert zu erstellen, beispielsweise mittels Handfräsen.

[0010] Weiterhin hat die hier vorgeschlagene Lösung den Vorteil, dass durch die Verankerung des Faserverbundwerkstoffes in den Nuten eine frühzeitige Delamination an den Enden des Faserverbundwerkstoffes zuverlässig verhindert werden kann.

[0011] Solche Delaminationen haben zur Folge, dass nur ungenügend Zugkraft aus dem Faserverbundwerkstoff in den Traggrund eingeleitet werden, und müssen daher möglichst vermieden werden.

[0012] Ein weiterer Vorteil der hier vorgeschlagenen Lösung besteht darin, dass keine metallischen Teile verwendet werden. Bei metallischen Endverankerungen (z. B. der oben diskutierten WO 2020/157009 A1) besteht Korrosionsgefahr, da unterschiedliche Metalle in Verschraubung und Metallplatten verwendet werden (Kontaktkorrosion). Auch Chloridionen, welche als Tausalz im Strassenbau verwendet werden, greifen metallische Elemente solcher Endverankerungen an.

[0013] Ein Kerngedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass eine Tiefenverankerung nur lokal an beiden Enden der schlaff applizierten Lamelle (Faserverbundwerkstoff) erfolgt. Es hat sich gezeigt, dass in diesen Bereichen die Wirkung solcher Verankerungen am grössten ist, und dass durch das Weglassen solcher Verankerungen in einem mittleren Bereich der Lamellen vergleichsweise viel Aufwand bzw. Kosten eingespart werden können, ohne dass dabei die wesentliche Wirkung

der Verankerung verloren geht.

[0014] Insbesondere hat sich in Versuchen gezeigt, dass in diesen Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes Schubrisse zu erwarten sind, was zu einer frühzeitigen Delamination des Faserverbundwerkstoffes führen kann. Dies konnte danke der erfindungsgemäßen Verankerung des Klebstoffes in Nuten unter den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes zuverlässig verhindert werden.

[0015] Die Bezeichnung "schlaff" bzw. "schlaff appliziert" bedeutet im Zusammenhang dieser Erfindung "nicht vorgespannt" bzw. "nicht vorgespannt appliziert".

[0016] In einer beispielhaften Ausführungsform umfassen die auf der Stahlbetonkonstruktion aufgebrachten Verstärkungselemente, insbesondere der Klebstoff und der Faserverbundwerkstoff, keine metallischen Komponenten.

[0017] In einer beispielhaften Ausführungsform wird zur Verklebung des Faserverbundwerkstoffes auf der Stahlbetonkonstruktion und für die Verfüllung der Nuten dieselbe Klebstoff verwendet.

[0018] In einer beispielhaften Ausführungsform wird als Klebstoff ein Epoxidharz-Klebstoff verwendet.

[0019] In einer alternativen Ausführungsform werden als Klebstoff zwei unterschiedliche Klebstoffe verwendet, wobei die Nuten mit einem ersten Klebstoff verfüllt sind, und wobei der Faserverbundwerkstoff mit einem zweiten Klebstoff auf der Stahlbetonkonstruktion appliziert ist.

[0020] In einer beispielhaften Weiterbildung hat der erste Klebstoff ein tieferes Elastizitätsmodul (Zugmodul) als der zweite Klebstoff.

[0021] Die Stahlbetonkonstruktion umfasst unter jedem Endbereich des Faserverbundwerkstoffes jeweils zumindest zwei und höchstens zehn, parallel zueinander verlaufende Nuten.

[0022] In einer beispielhaften Ausführungsform verlaufen die Nuten im Wesentlichen parallel zum länglichen Faserverbundwerkstoff.

[0023] In einer alternativen Ausführungsform verlaufen die Nuten im Wesentlichen orthogonal zum länglichen Faserverbundwerkstoff.

[0024] In einer weiteren alternativen Ausführungsform verlaufen die Nuten in eine frei wählbare Richtung.

[0025] Die Nuten weisen eine Länge von 200 bis 2000 mm, bevorzugt von 200 bis 1500 mm, besonders bevorzugt von 200 bis 1000 mm auf.

[0026] Die Nuten weisen eine Tiefe von 5 bis 30 mm, bevorzugt von 10 bis 25 mm, besonders bevorzugt von 12 bis 22 mm auf.

[0027] Die Nuten weisen eine Breite von 5 bis 30 mm, bevorzugt von 10 bis 20 mm auf.

[0028] Die Nuten haben einen dreieckigen oder einen trapezförmigen Querschnitt.

[0029] In einer weiteren alternativen Ausführungsform haben die Nuten einen Querschnitt, welcher einen Hinterschnitt aufweist.

[0030] Unter den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes sind jeweils zumindest zwei oder zumindest

drei oder zumindest vier oder zumindest fünf Nuten angeordnet.

[0031] Unter den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes sind jeweils höchstens zehn oder höchstens acht oder höchstens sechs Nuten angeordnet.

[0032] In Versuchen hat sich gezeigt, dass durch eine höhere Anzahl von Nuten unter den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes grundsätzlich eine Verankerungskraft erhöht werden kann.

[0033] Durch das Vorsehen geeigneter Nuten kann die Verankerungskraft in etwa verdreifacht werden im Vergleich zu einer Verklebung des Faserverbundwerkstoffes ohne Nuten. Somit kann je nach Anwendungsfall eine geeignete Anzahl, Form, sowie Dimensionierung der Nuten ausgewählt werden.

[0034] In einer beispielhaften Ausführungsform besteht der Faserverbundwerkstoff aus einem vorgefertigten Laminat.

[0035] In einer alternativen Ausführungsform besteht der Faserverbundwerkstoff aus einem unidirektionalen oder bidirektionalen Gewebe, welches vor Ort gefertigt wird.

[0036] In einer beispielhaften Ausführungsform besteht der Faserverbundwerkstoff aus Karbonfasern, insbesondere hochfesten Karbonfasern, oder aus Basaltfasern, oder aus Aramidfasern, oder aus Glasfasern, oder aus einer Kombination dieser Werkstoffe.

[0037] In einer beispielhaften Ausführungsform ist quer über den Endbereichen des Faserverbundwerkstoffes ein Faserstoff angeordnet, welcher seitlich der Endbereiche des Faserverbundwerkstoffes in der Stahlbetonkonstruktion verankert ist.

[0038] In einer beispielhaften Weiterbildung ist dieser Faserstoff ein unidirektionales Fasergelege oder Fasergewebe, und/oder besteht wobei dieser Faserstoff aus hochfesten Karbonfasern.

[0039] Die eingangs gestellte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur Verstärkung von Stahlbetonkonstruktionen, insbesondere Stahlbetonplatten oder Stahlbetonbiegebalken, das Verfahren umfassend die Schritte: Fräsen von zumindest zwei Nuten und höchstens zehn Nuten in eine Zugseite der Stahlbetonkonstruktion, wobei zwischen den beiden Nuten ein Zwischenbereich ohne Fräsbearbeitung bestehen bleibt;

und wobei die Stahlbetonkonstruktion (1) unter jedem Endbereich (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) jeweils zumindest zwei und höchstens zehn, parallel zueinander verlaufende, Nuten (7) umfasst, wobei die Nuten (7) eine Länge (9) von 200 bis 2000 mm aufweisen, wobei die Nuten (7) eine Tiefe (10) von 10 bis 30 mm aufweisen, wobei die Nuten (7) eine Breite (11) von 10 bis 30 mm aufweisen, und wobei die Nuten einen dreieckigen oder einen trapezförmigen Querschnitt haben; Applizieren eines Klebstoffes in einem länglichen Muster, wobei der Klebstoff sowohl die Bereiche der Nuten als auch den Zwischenbereich bedeckt, und wobei die Nuten mit Klebstoff verfüllt werden; Applizieren eines schlaffen länglichen Faserverbundwerkstoffes auf dem Klebstoff, so-

dass jeweils ein Endbereich des Faserverbundwerkstoffes über den Nuten angeordnet ist, und dass ein Mittebereich des Faserverbundwerkstoffes über dem Zwischenbereich zwischen den Nuten angeordnet ist; sodass der Faserverbundwerkstoff in dessen Endbereichen über den Klebstoff in den Nuten in der Stahlbetonkonstruktion verankert ist.

[0040] Das hier vorgeschlagene Verfahren bietet wiederum dieselben Vorteile, welche bereits zum hier vorgeschlagenen System genannt wurden. Insbesondere kann dadurch das Verfahren kostengünstiger, weniger zeitaufwändig, und mit geringerem Werkzeugbedarf ausgestaltet werden.

[0041] In einer beispielhaften Ausführungsform wird beim Fräsen eine Handfräse verwendet.

[0042] In einer beispielhaften Ausführungsform werden beim Fräsen zur Ausbildung der Nuten mehrere Fräsböller in einer Fräsmaschine verwendet, und wobei Beton, welcher zwischen den dadurch gebildeten Fräsrillen stehen bleibt, weggemeisselt wird.

[0043] In einer beispielhaften Ausführungsform wird durch das Applizieren des Klebstoffes eine kontinuierliche Klebstoffschicht gebildet, welche im Wesentlichen dieselbe Grundfläche hat wie der darauf zu applizierende Faserverbundklebstoff.

[0044] In einer beispielhaften Ausführungsform wird beim Applizieren des Klebstoffes nur ein Klebstoff verwendet.

[0045] In einer alternativen Ausführungsform werden beim Applizieren zwei unterschiedliche Klebstoffe verwendet, wobei die Nuten mit einem ersten Klebstoff verfüllt werden, und wobei, insbesondere nach dem Verfüllen der Nuten mit dem ersten Klebstoff, ein zweiter Klebstoff zumindest auf dem Zwischenbereich appliziert wird.

[0046] In einer beispielhaften Weiterbildung hat der erste Klebstoff ein tieferes Elastizitätsmodul (Zugmodul) als der zweite Klebstoff.

[0047] Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf schematische Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften verstärkten Stahlbetonkonstruktion;

Fig. 2a und 2b schematische Darstellungen von beispielhaften Nuten auf einer Zugseite einer Stahlbetonkonstruktion;

Fig. 3a bis 3c schematische Darstellungen beispielhafter Querschnitte durch eine verstärkte Stahlbetonkonstruktion; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer beispielhaften verstärkten Stahlbetonkonstruktion.

[0048] In Fig. 1 ist eine beispielhafte Stahlbetonkonstruktion 1 dargestellt, welche mit einem Faserverbundwerkstoff 4 verstärkt ist. Der Faserverbundwerkstoff 4 ist auf einer Zugseite 2 der Stahlbetonkonstruktion 1 appliziert. Dabei hat der Faserverbundwerkstoff 4 zwei Endbereiche 5 sowie einen dazwischenliegenden Mittebereich 6. Unter den Endbereichen 5 des Faserverbundwerkstoffes 4 befinden sich jeweils Nuten in der Stahlbetonkonstruktion 1, was auf dieser Abbildung nicht sichtbar ist.

[0049] In den Fig. 2a und 2b sind zwei Ausführungsbeispiele von Nuten 7 schematisch dargestellt. Die Nuten 7 haben jeweils eine Länge 9.

[0050] In Fig. 2a sind die Nuten 7 in einer Richtung, welche im Wesentlichen parallel zur vorgesehenen Längsrichtung des Faserverbundwerkstoffes verläuft, ausgerichtet.

[0051] In Fig. 2b sind die Nuten 7 in einer Richtung, welche im Wesentlichen orthogonal zur vorgesehenen Längsrichtung des Faserverbundwerkstoffes verläuft, ausgerichtet.

[0052] Zudem sind in diesen Figuren jeweils die vorgesehenen Applikationsorte des Faserverbundwerkstoffes eingezeichnet, wobei jeweils die Endbereiche 5 und der Mittebereich 6 des Faserverbundwerkstoffes gekennzeichnet sind.

[0053] In den Fig. 3a bis 3c sind verschiedene Querschnitte durch eine verstärkte Stahlbetonkonstruktion dargestellt, wobei jeweils ein Endbereich des Faserverbundwerkstoffes 4 gezeigt ist. Dabei ist ersichtlich, dass ein Klebstoff 3 den Faserverbundwerkstoff 4 in seinen Endbereichen jeweils in den Nuten 7 verankert.

[0054] In Fig. 3a sind drei Nuten 7 mit rechteckigem Querschnitt dargestellt (nicht erfindungsgemäß). Die Nuten 7 haben dabei eine Breite 11 und eine Tiefe 10. In Fig. 3b sind vier Nuten 7 mit dreieckigem Querschnitt dargestellt (erfindungsgemäß). In diesem Ausführungsbeispiel verlaufen die Nuten 7 im Wesentlichen quer zu einer Längsrichtung des Faserverbundwerkstoffes 4. In Fig. 3c sind fünf Nuten 7 dargestellt, deren Querschnitt trapezförmig ist und einen Hinterschnitt aufweist (erfindungsgemäß).

[0055] In Fig. 4 ist schliesslich eine weitere Ausführungsform einer verstärkten Stahlbetonkonstruktion 1 dargestellt. In diesem Beispiel ist über dem Endbereich des Faserverbundwerkstoffes 4 ein Faserstoff 8 angeordnet ist, welcher seitlich des Endbereiches des Faserverbundwerkstoffes 4 in der Stahlbetonkonstruktion 2 verankert ist. In diesem Beispiel besteht die Verankerung des Faserstoffes 8 aus einer Verklebung auf Seitenwänden der Stahlbetonkonstruktion 1.

Bezugszeichenliste

55 **[0056]**

- 1 Stahlbetonkonstruktion
- 2 Zugseite

3	Klebstoff
4	Faserverbundwerkstoff
5	Endbereich
6	Mittebereich
7	Nut
8	Faserstoff
9	Länge der Nut
10	Tiefe der Nut
11	Breite der Nut

Patentansprüche

1. Verstärkte Stahlbetonkonstruktion, insbesondere Stahlbetonplatte oder Stahlbetonbiegebalken, umfassend:

eine Stahlbetonkonstruktion (1);
 einen Klebstoff (3);
 einen länglichen Faserverbundwerkstoff (4), welcher mittels des Klebstoffes (3) auf einer Zugseite (2) der Stahlbetonkonstruktion (1) schlaff appliziert ist;
 wobei der längliche Faserverbundwerkstoff (4) 20 zwei Endbereiche (5) und einen Mittbereich (6) aufweist, wobei die Stahlbetonkonstruktion (1) unter den Endbereichen (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) jeweils zumindest eine Nut (7) aufweist, und wobei die Nuten (7) mit dem Klebstoff (3) verfüllt sind, sodass der Faserverbundwerkstoff (4) in dessen Endbereichen (5) über den Klebstoff (3) in den Nuten (7) in der Stahlbetonkonstruktion (1) verankert ist;
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stahlbetonkonstruktion (1) unter jedem Endbereich (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) jeweils zumindest zwei und höchstens zehn, parallel zueinander verlaufende, Nuten (7) umfasst;
dass die Nuten (7) eine Länge (9) von 200 bis 40 2000 mm aufweisen;
dass die Nuten (7) eine Tiefe (10) von 10 bis 30 mm aufweisen;
dass die Nuten (7) eine Breite (11) von 10 bis 30 mm aufweisen; und
dass die Nuten einen dreieckigen oder einen trapezförmigen Querschnitt haben.

2. Verstärkte Konstruktion nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Nuten (7) im Wesentlichen parallel zum länglichen Faserverbundwerkstoff (4) verlaufen, oder wobei die Nuten (7) im Wesentlichen orthogonal zum länglichen Faserverbundwerkstoff (4) verlaufen.

3. Verstärkte Konstruktion nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Faserverbundwerkstoff (4) aus einem vorgefertigten Laminat besteht,

oder wobei der Faserverbundwerkstoff (4) aus einem unidirektionalen oder bidirektionalen Gewebe besteht, welches vor Ort gefertigt wird.

5 4. Verstärkte Konstruktion nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Faserverbundwerkstoff (4) aus Karbonfasern, insbesondere hochfesten Karbonfasern, oder aus Basaltfasern, oder aus Aramidfasern, oder aus Glasfasern, oder aus einer Kombination dieser Werkstoffe besteht.

5. Verstärkte Konstruktion nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei quer über den Endbereichen (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) ein Faserstoff (8) angeordnet ist, welcher seitlich der Endbereiche (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) in der Stahlbetonkonstruktion (1) verankert ist.

6. Verstärkte Konstruktion nach Anspruch 5, wobei dieser Faserstoff (8) ein unidirektionales Fasergelege oder Fasergewebe ist, und/oder wobei dieser Faserstoff (8) aus hochfesten Karbonfasern besteht.

7. Verfahren zur Verstärkung von Stahlbetonkonstruktionen, insbesondere Stahlbetonplatten oder Stahlbetonbiegebalken, das Verfahren umfassend die Schritte:

Fräsen von zumindest zwei und höchstens zehn Nuten (7) in eine Zugseite (2) der Stahlbetonkonstruktion (1), wobei zwischen den beiden Nuten (7) ein Zwischenbereich ohne Fräsbearbeitung bestehen bleibt; und wobei die Stahlbetonkonstruktion (1) unter jedem Endbereich (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) jeweils zumindest zwei und höchstens zehn, parallel zueinander verlaufende, Nuten (7) umfasst, wobei die Nuten (7) eine Länge (9) von 200 bis 2000 mm aufweisen, wobei die Nuten (7) eine Tiefe (10) von 10 bis 30 mm aufweisen, wobei die Nuten (7) eine Breite (11) von 10 bis 30 mm aufweisen, und wobei die Nuten einen dreieckigen oder einen trapezförmigen Querschnitt haben; Applizieren eines Klebstoffes (3) in einem länglichen Muster, wobei der Klebstoff (3) sowohl die Bereiche der Nuten (7) als auch den Zwischenbereich bedeckt, und wobei die Nuten (3) mit Klebstoff (3) verfüllt werden; und

Applizieren eines schlaffen länglichen Faserverbundwerkstoffes (4) auf dem Klebstoff (3), sodass jeweils ein Endbereich (5) des Faserverbundwerkstoffes (4) über den Nuten (7) angeordnet ist, und dass ein Mittebereich (6) des Faserverbundwerkstoffes (4) über dem Zwischenbereich zwischen den Nuten (7) angeordnet ist; sodass der Faserverbundwerkstoff (4) in dessen Endbereichen (5) über den Klebstoff (3) in den Nuten (7) in der Stahlbetonkonstruktion (1)

verankert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei beim Fräsen eine Handfräse verwendet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei beim Fräsen zur Ausbildung der Nuten (7) mehrere Fräsböller in einer Fräsmaschine verwendet werden, und wobei Beton, welcher zwischen den dadurch gebildeten Fräsrillen stehen bleibt, weggemeisselt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei durch das Applizieren des Klebstoffes (3) eine kontinuierliche Klebstoffsicht gebildet wird, welche im Wesentlichen dieselbe Grundfläche hat wie der darauf zu applizierende Faserverbundklebstoff (4).
11. Bauwerk mit einer verstärkten Konstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welche insbesondere durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10 verstärkt wurde.

Claims

1. Reinforced concrete structure, in particular reinforced concrete slab or reinforced concrete bending beam, comprising:
 - a reinforced concrete structure (1);
 - an adhesive (3);
 - an elongate fibre composite material (4), which is applied untensioned to a tension side (2) of the reinforced concrete structure (1) by means of the adhesive (3);
 - wherein the elongate fibre composite material (4) has two end regions (5) and a centre region (6), wherein the reinforced concrete structure (1) has at least one respective groove (7) underneath the end regions (5) of the fibre composite material (4), and wherein the grooves (7) are filled with the adhesive (3), with the result that the end regions (5) of the fibre composite material (4) are anchored in the grooves (7) in the reinforced concrete structure (1) by way of the adhesive (3);
 - characterized**
 - in that** the reinforced concrete structure (1) comprises at least two and at most ten respective mutually parallel grooves (7) underneath each end region (5) of the fibre composite material (4);
 - in that** the grooves (7) have a length (9) of 200 to 2000 mm;
 - in that** the grooves (7) have a depth (10) of 10 to 30 mm;
 - in that** the grooves (7) have a width (11) of 10 to 30 mm; and

- in that the grooves have a triangular or a trapezoidal cross section.
2. Reinforced structure according to one of the preceding claims, wherein the grooves (7) extend substantially parallel to the elongate fibre composite material (4), or wherein the grooves (7) extend substantially orthogonally to the elongate fibre composite material (4).
 3. Reinforced structure according to either of the preceding claims, wherein the fibre composite material (4) consists of a prefabricated laminate, or wherein the fibre composite material (4) consists of a unidirectional or bidirectional woven fabric, which is manufactured in situ.
 4. Reinforced structure according to one of the preceding claims, wherein the fibre composite material (4) consists of carbon fibres, in particular high-strength carbon fibres, or of basalt fibres, or of aramid fibres, or of glass fibres, or of a combination of these materials.
 25. Reinforced structure according to one of the preceding claims, wherein a fibrous material (8), which is anchored in the reinforced steel structure (1) to the side of the end regions (5) of the fibre composite material (4), is arranged transversely beyond the end regions (5) of the fibre composite material (4).
 30. Reinforced structure according to Claim 5, wherein this fibre material (8) is a unidirectional laid fibre fabric or woven fibre fabric, and/or wherein this fibrous material (8) consists of high-strength carbon fibres.
 35. Method for reinforcing reinforced concrete structures, in particular reinforced concrete slabs or reinforced concrete bending beams, the method comprising the following steps:
 - milling at least two and at most ten grooves (7) into a tension side (2) of the reinforced concrete structure (1), wherein an intermediate region that is not worked by milling remains between the two grooves (7); and wherein the reinforced concrete structure (1) has at least two and at most ten respective mutually parallel grooves (7) underneath each end region (5) of the fibre composite material (4), wherein the grooves (7) have a length (9) of 200 to 2000 mm, wherein the grooves (7) have a depth (10) of 10 to 30 mm, wherein the grooves (7) have a width (11) of 10 to 30 mm, and wherein the grooves have a triangular or a trapezoidal cross section;
 - applying an adhesive (3) in an elongate pattern, wherein the adhesive (3) covers both the regions of the grooves (7) and the intermediate region,
 - 40.
 - 45.
 - 50.
 - 55.

and wherein the grooves (3) are filled with adhesive (3); and applying an untensioned elongate fibre composite material (4) to the adhesive (3), with the result that a respective end region (5) of the fibre composite material (4) is arranged over the grooves (7), and that a centre region (6) of the fibre composite material (4) is arranged over the intermediate region between the grooves (7); with the result that the end regions (5) of the fibre composite material (4) are anchored in the grooves (7) in the reinforced concrete structure (1) by means of the adhesive (3).

8. Method according to Claim 7, wherein a hand-held milling cutter is used for the milling operation. 15
9. Method according to Claim 7 or 8, wherein multiple milling blades are used in a milling machine during the milling to form the grooves (7), and wherein concrete remaining between the thus-formed milled channels is chiselled away. 20
10. Method according to one of Claims 7 to 9, wherein a continuous adhesive layer, which has substantially the same basic area as the fibre composite adhesive (4) to be applied thereto, is formed by applying the adhesive (3). 25
11. Building having a reinforced structure according to one of Claims 1 to 6, which has been reinforced in particular by a method according to one of Claims 7 to 10. 30

Revendications

1. Structure en béton armé renforcée, notamment dalle en béton armé ou poutre de flexion en béton armé, comprenant :
une structure en béton armé (1) ;
un adhésif (3) ;
un matériau composite fibreux allongé (4) qui est appliqué de manière lâche au moyen de l'adhésif (3) sur un côté de traction (2) de la structure en béton armé (1) ;
le matériau composite fibreux allongé (4) présentant deux zones d'extrémité (5) et une zone centrale (6), la structure en béton armé (1) présentant au moins une rainure (7) sous chacune des zones d'extrémité (5) du matériau composite fibreux (4), et les rainures (7) étant remplies de l'adhésif (3), de telle sorte que le matériau composite fibreux (4) est ancré dans ses zones d'extrémité (5) par l'intermédiaire de l'adhésif (3) dans les rainures (7) dans la structure en béton armé (1) ; 40
2. Structure renforcée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les rainures (7) sont essentiellement parallèles au matériau composite fibreux allongé (4), ou dans laquelle les rainures (7) sont essentiellement orthogonales au matériau composite fibreux allongé (4). 45
3. Structure renforcée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le matériau composite fibreux (4) est constitué d'un stratifié préfabriqué, ou dans laquelle le matériau composite fibreux (4) est constitué d'un tissu unidirectionnel ou bidirectionnel fabriqué sur place. 50
4. Structure renforcée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le matériau composite fibreux (4) est constitué de fibres de carbone, notamment de fibres de carbone à haute résistance, ou de fibres de basalte, ou de fibres d'aramide, ou de fibres de verre, ou d'une combinaison de ces matériaux. 55
5. Structure renforcée selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle une matière fibreuse (8) est agencée en travers des zones d'extrémité (5) du matériau composite fibreux (4), laquelle est ancrée dans la structure en béton armé (1) sur le côté des zones d'extrémité (5) du matériau composite fibreux (4). 60
6. Structure renforcée selon la revendication 5, dans laquelle cette matière fibreuse (8) est une nappe de fibres ou un tissu de fibres unidirectionnel, et/ou dans laquelle cette matière fibreuse (8) est constituée de fibres de carbone à haute résistance. 65
7. Procédé de renforcement de structures en béton armé, notamment de dalles en béton armé ou de poutres de flexion en béton armé, le procédé comprenant les étapes suivantes :
le fraisage d'au moins deux et d'au plus dix rainures (7) dans un côté de traction (2) de la struc- 70

caractérisé en ce que

la structure en béton armé (1) comprend sous chaque zone d'extrémité (5) du matériau composite renforcé par des fibres (4) respectivement au moins deux et au plus dix rainures (7) s'étendant parallèlement les unes aux autres ; les rainures (7) présentent une longueur (9) de 200 à 2 000 mm ; les rainures (7) présentent une profondeur (10) de 10 à 30 mm ; les rainures (7) présentent une largeur (11) de 10 à 30 mm ; et les rainures ont une section transversale triangulaire ou trapézoïdale.

ture en béton armé (1), une zone intermédiaire sans usinage de fraisage subsistant entre les deux rainures (7) ; et la structure en béton armé (1) comprenant sous chaque zone d'extrémité (5) du matériau composite renforcé par des fibres (4) respectivement au moins deux et au plus dix rainures (7) s'étendant parallèlement les unes aux autres, les rainures (7) présentant une longueur (9) de 200 à 2 000 mm, les rainures (7) présentant une profondeur (10) de 10 à 30 mm, les rainures (7) présentant une largeur (11) de 10 à 30 mm, et les rainures ayant une section transversale triangulaire ou trapézoïdale ; l'application d'un adhésif (3) selon un motif allongé, l'adhésif (3) recouvrant à la fois les zones des rainures (7) et la zone intermédiaire, et les rainures (3) étant remplies de l'adhésif (3) ; et l'application d'un matériau composite fibreux allongé lâche (4) sur l'adhésif (3), de telle sorte qu'une zone d'extrémité (5) du matériau composite fibreux (4) est agencée sur chacune des rainures (7), et qu'une zone centrale (6) du matériau composite fibreux (4) est agencée sur la zone intermédiaire entre les rainures (7) ; de telle sorte que le matériau composite fibreux (4) est ancré dans ses zones d'extrémité (5) dans la structure en béton armé (1) par l'intermédiaire de l'adhésif (3) dans les rainures (7).

- 8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel une fraiseuse à main est utilisée pour le fraisage. 30
- 9. Procédé selon la revendication 7 ou 8, dans lequel, lors du fraisage, plusieurs lames de fraisage sont utilisées dans une fraiseuse pour réaliser les rainures (7), et dans lequel le béton qui reste entre les sillons de fraisage ainsi formés est éliminé par buriage. 35
- 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel l'application de l'adhésif (3) forme une couche d'adhésif continue qui a essentiellement la même surface de base que l'adhésif composite fibreux (4) à appliquer dessus. 40
45
- 11. Ouvrage avec une structure renforcée selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, qui a été renforcée notamment par un procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10. 50

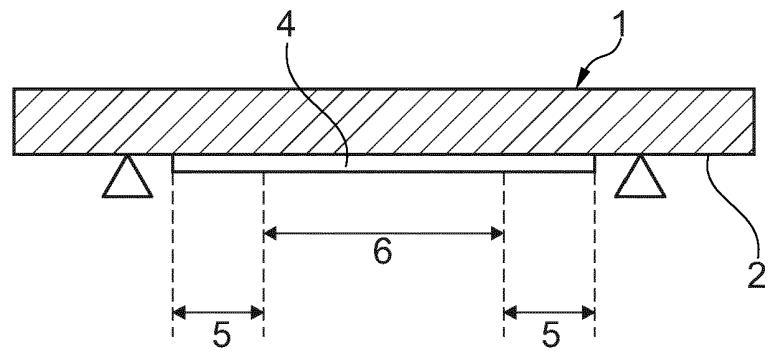


Fig. 1

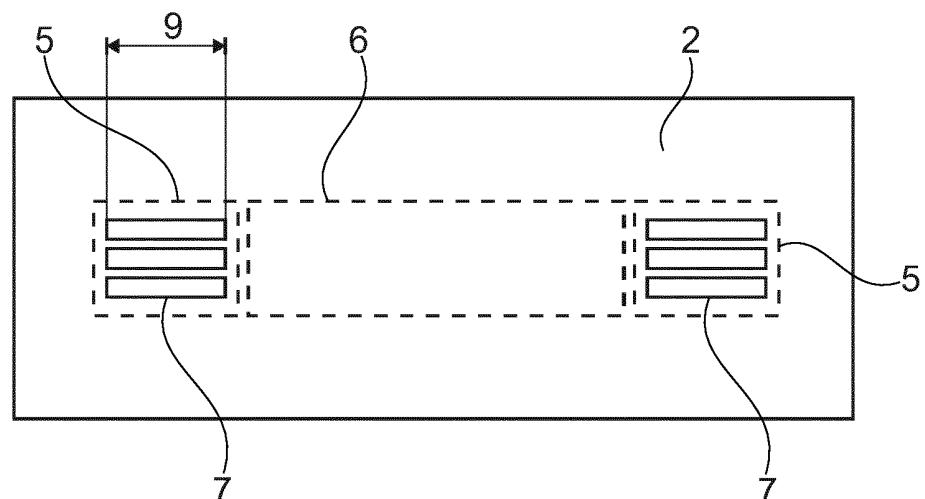


Fig. 2a

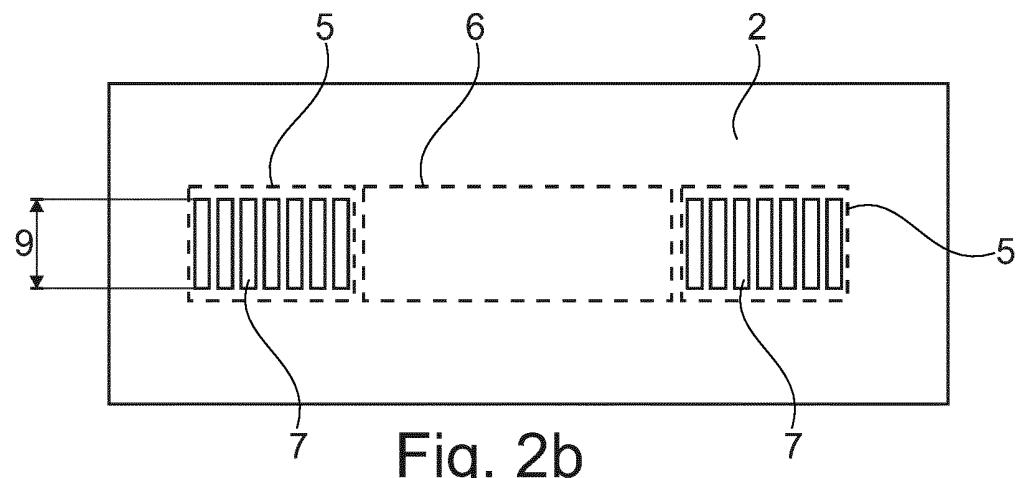


Fig. 2b

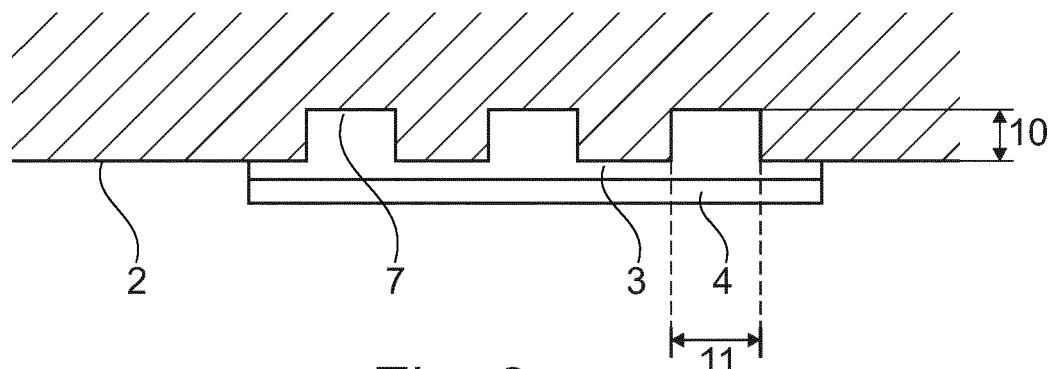


Fig. 3a

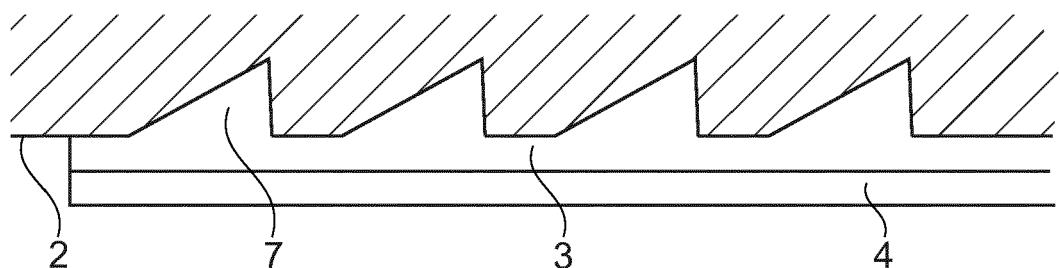


Fig. 3b

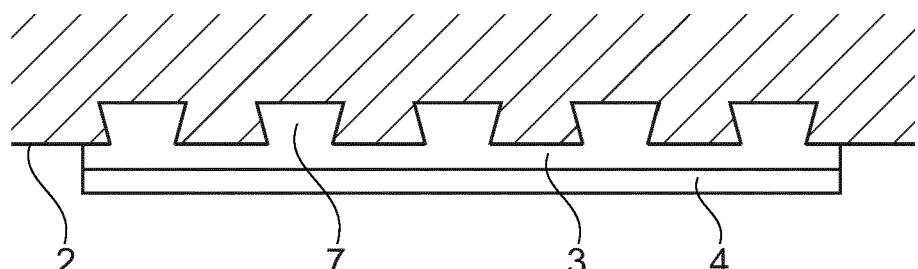


Fig. 3c

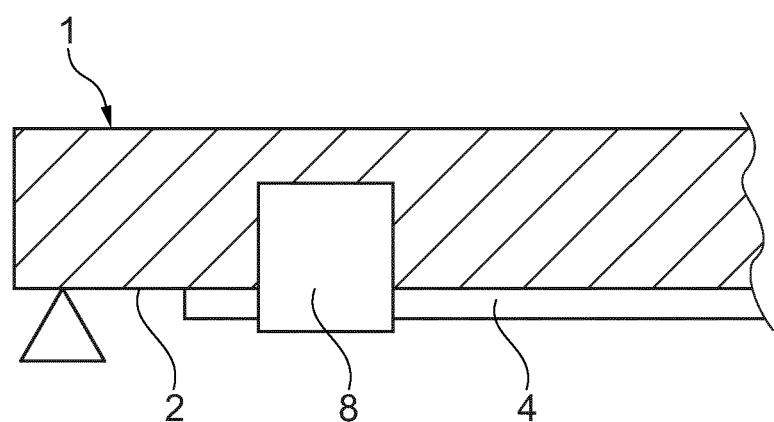


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2020157009 A1 [0004] [0005] [0012]
- KR 20030037117 [0006]