



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 004 490 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.08.2017 Patentblatt 2017/32**

(21) Anmeldenummer: **14728978.9**

(22) Anmeldetag: **06.06.2014**

(51) Int Cl.:  
**E04C 5/07 (2006.01)**      **E04G 23/02 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/061915**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/195504 (11.12.2014 Gazette 2014/50)**

### **(54) ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR VERSTÄRKUNG VON TRAGSTRUKTUREN**

ASSEMBLY AND METHOD FOR REINFORCING SUPPORT STRUCTURES

AGENCEMENT ET PROCÉDÉ DE RENFORCEMENT DE STRUCTURES PORTEUSES

(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**

(30) Priorität: **06.06.2013 EP 13170879**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.04.2016 Patentblatt 2016/15**

(60) Teilanmeldung:  
**17163975.0**

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

(72) Erfinder: **BERSET, Thierry  
CH-8400 Winterthur (CH)**

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

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A1- 2012 110 940 US-B1- 6 324 805  
US-B1- 7 574 840**

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 eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

5 [0001] Die Erfindung betrifft das Gebiet der Verstärkung von Tragstrukturen, vorzugsweise durch Anbringen von Oberflächenbewehrung, insbesondere der Krafteinleitung in die Oberflächenbewehrung.

### Stand der Technik

10 [0002] Verfahren, um den Tragwiderstand bestehender Tragstrukturen, typischerweise Stahlbetonbauteile, zu vergrössern, werden bereits seit vielen Jahren verwendet. Oftmals geschieht dies mittels oberflächlich angebrachter zusätzlicher Bewehrung. Weitgehend durchgesetzt haben sich dabei überwiegend oberflächlich aufgeklebte Bewehrungen aus Faserverbundwerkstoffen. Die Wirksamkeit dieser Oberflächenbewehrung wird im Normalfall durch die maximal vom Beton auf die Bewehrung übertragbare Kraft begrenzt.

15 [0003] Verschiedenste Methoden zur Verbesserung der Kraftübertragung von der Tragstruktur auf die Oberflächenbewehrung sind bekannt. Ein weit verbreitetes Verfahren besteht darin, Faserbündel in eine Bohrung in der Tragstruktur einzuführen und dort zu verankern und ein über die Oberfläche überstehendes Ende des Faserbündels auszubreiten bzw. auszufächern und auf der Oberfläche aufzukleben. Anschliessend kann dann eine Oberflächenbewehrung auf die verstärkte Tragwerksoberfläche aufgeklebt werden. Alternativ kann zuerst auch die Oberflächenbewehrung auf die

20 Tragwerksoberfläche aufgeklebt werden, sodass bei einem danach angebrachten Anker aus einem Faserbündel, das überstehende Ende dieses auf die Oberfläche der Oberflächenbewehrung aufgeklebt wird. Bei Oberflächenbewehrungen mit mehreren Lagen wird zur besseren Kraftübertragung vielfach empfohlen, die Anker zwischen den Gewebelagen auszubreiten.

25 [0004] Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist experimentell nachgewiesen bleibt jedoch aus verschiedenen Gründen beschränkt.

[0005] Einerseits wird die oberflächennahe potenzielle Bruchfläche von jedem Anker nur an einer Stelle (beim Schaft) durchbrochen. Der Widerstand dieser potenziellen Bruchfläche wird damit nur in beschränktem Mass vergrössert. Andererseits ist die Kraftübertragung von den auf der Oberfläche ausgebreiteten Fasern des Faserbündels auf die Fasern des Gewebes nicht optimal. Der sehr dünne, von den Fasern des Faserbündels auf der Oberfläche gebildete Faserverbundwerkstoff kann nur in Zugrichtung wesentlich belastet werden. Bei Belastung auf Druck knickt der Faserverbundwerkstoff, bei Belastung auf Schub und Biegung können nur sehr geringe Kräfte übertragen werden. Es sind daher nur die annähernd in Zugrichtung der Oberflächenbewehrung liegenden Fasern voll wirksam. Diese machen nur einen kleinen Teil des Faserbündelquerschnitts aus und decken nur einen kleinen Teil der Breite der Oberflächenbewehrung ab.

30 [0006] Ein weiterer Nachteil des bekannten Verfahrens liegt darin, dass das über die Oberfläche überstehende Ende des Faserbündels auf der Oberfläche selbst ausgebreitet ist und somit durch Vorsprünge, überstehende Verformungen an der Oberfläche verursacht werden, welche einerseits die Optik eines Bauwerks stören können, andererseits aber auch technische Nachteile mit sich bringen können. Beispielsweise können Erhebungen in einer sonst ebenen Oberfläche dazu führen, dass Wasser, insbesondere Regenwasser, oder Schnee, aber auch Schmutz sich an diesen Erhebungen ansammeln und die langfristige Wirkung US 6 324 805 B1 offenbart eine Anordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Darstellung der Erfindung

45 [0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher eine Anordnung und ein Verfahren bereitzustellen, wonach eine Verbesserung der Krafteinleitung in eine Oberflächenbewehrung erreicht werden soll.

[0008] Weiterhin ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Kraftübertragung von Faserbündeln, welche an einem Tragwerk angebracht sind, insbesondere in einen Oberflächen- oder in einen oberflächennahen Bereich zu verbessern.

50 [0009] Überraschenderweise wurde gefunden, dass mittels einer Anordnung nach Anspruch 1 und einem Verfahren nach Anspruch 8 diese Aufgabe gelöst werden kann.

[0010] Kern der Erfindung ist demnach eine Anordnung umfassend eine Tragstruktur mit einer Oberfläche bestehend aus einer oder mehreren Flächen, wobei von mindestens einer Fläche aus eine Bohrung in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, und diese Bohrung mit einem Klebstoff und mit einem Abschnitt eines über diese Bohrung hinausragenden Faserbündels gefüllt ist, wobei die Tragstruktur an der mindestens einen Fläche, von welcher aus die Bohrung in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, mit mehreren Nuten versehen ist, welche sich ausgehend von der Bohrung in einem Bereich von mindestens einem Kreissektor erstrecken und sich der hinausragende Teil des Faserbündels nach Fasersträngen aufgeteilt zumindest teilweise in den Nuten befindet und darin mit dem Klebstoff befestigt ist.

[0011] Als Tragstruktur wird hier ein Element oder ein Teil eines Elements bezeichnet, welches Kräften ausgesetzt ist. Typischerweise ist die Tragstruktur ein Bauwerk oder ein Bestandteil eines Bauwerks, beispielsweise eine Platte, eine Decke, eine Wand, eine Säule, eine Rippe, ein Balken oder dergleichen. Die Tragstruktur besteht dabei typischerweise aus Beton, insbesondere aus Stahlbeton, kann aber auch aus Ziegel- oder anderen Mauersteinen, aus Holz, aus Stahl oder aus anderen Materialien sowie aus beliebigen Kombinationen dieser Materialien bestehen. Typischerweise handelt es sich bei den Bauwerken um Bauwerke des Hoch- und Tiefbaus, wie Häuser, Brücken, Tunnels, Staudämmen, Sportanlagen, etc.

[0012] Beim Faserbündel handelt es sich um eine lose Anordnung von im Wesentlichen gleichgerichteten Einzelfasern bzw. Filamenten, insbesondere aus Kohle (Carbon), Glas, Basalt, Aramid, Stahl oder anderen anorganischen oder organischen Materialien. Bevorzugt handelt es sich bei den Fasern um Kohlefasern.

[0013] Der Stärke des Faserbündels ist abhängig vom Einsatzbereich und von den Kräften, welche durch das Faserbündel übertragen werden sollen. Besteht das Faserbündel aus Kohlefasern, umfasst dieses insbesondere 1000 bis 50'000 Einzelfasern, welche jeweils selbst einen Durchmesser im Bereich von 5 bis 10 µm aufweisen. Ein typisches Faserbündel weist vorzugsweise eine Querschnittsfläche von 20 bis 70 mm<sup>2</sup>, insbesondere von 25 bis 40 mm<sup>2</sup>, auf.

[0014] Das Anbringen des Faserbündels an der Tragstruktur erfolgt typischerweise dadurch, dass in einem ersten Schritt an der gewünschten Stelle eine Bohrung angebracht wird, welche der Aufnahme eines Abschnitts des Faserbündels dient. Die Bohrung kann dabei mit beliebigen Mitteln erstellt werden, wobei solche Mittel dem Fachmann bestens bekannt sind. Die Dimensionen der Bohrung ergeben sich aus der Stärke und der Länge des Faserbündels und diese wiederum von den Anforderungen, welche an die erfindungsgemäße Anordnung gestellt werden. Typischerweise weist eine geeignete Bohrung einen Durchmesser von 1 bis 5 cm, insbesondere von 1.5 bis 3 cm auf und eine Tiefe von 5 bis 30 cm, insbesondere von 7 bis 20 cm.

[0015] In einem weiteren Schritt wird ausgehend von der Bohrung bzw. von der Eintrittsstelle der Bohrung in die Oberfläche der Tragstruktur eine oder mehrere Nuten angebracht. Auch die Nuten können mit beliebigen Mitteln erstellt werden, beispielsweise mit einem Winkelschleifer.

[0016] Die Nuten sind dabei so dimensioniert, dass sie in ihrer Gesamtheit das Faserbündel, welches im Fall, dass mehrere Nuten vorhanden sind, in einzelne Faserstränge aufgeteilt sein kann, aufnehmen können.

[0017] Die Anzahl und Anordnung der Nuten ist dabei abhängig vom Einsatzbereich der erfindungsgemäßen Anordnung.

[0018] Nach Anbringen der Bohrung und den mehreren Nuten wird das Faserbündel in Bohrung und Nuten eingelegt und darin verklebt. Hierzu wird zuerst ein Klebstoff in die Bohrung und in die Nuten eingebracht.

[0019] Danach wird das Faserbündel, welches vorab vorzugsweise mit einem Harz getränkt ist, so in die Bohrung eingebracht, dass ein Abschnitt des Faserbündels über die Bohrung hinausragt. Im Verlauf des Anbringens der erfindungsgemäßen Anordnung an einem Tragwerk ragt der über die Bohrung hinausragende Abschnitt des Faserbündels in der Regel auch über die Oberfläche der Tragstruktur hinaus. Der Abschnitt des Faserbündels, welcher sich jedoch bei der montierten Anordnung in Mehreren Nuten befindet, ragt dann nicht mehr über die Oberfläche der Tragstruktur hinaus, wodurch eine einheitliche und glatte Oberfläche gewährleistet werden kann.

[0020] Dieser hinausragende Abschnitt des Faserbündels wird zumindest teilweise in die mit Klebstoff versehene Nut eingelegt bzw. gleichmäßig in eine der Anzahl der Nuten entsprechenden Anzahl Faserstränge aufgeteilt und in die Nuten eingelegt. Erfindungsgemäß werden das gesamte Faserbündel bzw. alle Faserstränge in mehrere Nuten eingelegt, so dass das Faserbündel an keiner Stelle über die Oberfläche der Tragstruktur hinausragt. Nach dem Einlegen des Faserbündels in die Nuten, kann das Faserbündel darin angedrückt werden. Aus dem Bohrloch oder aus den Nuten hervorquellender Klebstoff wird danach entfernt oder gleichmäßig im Bereich der von der Anordnung betroffenen Oberfläche verteilt. Befinden sich nach dem Einlegen des Faserbündels noch Hohlräume in der Bohrung oder in den Nuten, können diese mit Klebstoff ausgefüllt werden. Das Einführen des Faserbündels in die Bohrung erfolgt insbesondere mit einem nadelartigen Gegenstand. Am Faserbündel kann zur besseren Führung mit dem nadelartigen Gegenstand eine Klammer, ein Kabelbinder oder dergleichen angebracht sein, an welchem der nadelartige Gegenstand eingehakt werden kann.

[0021] Das Tränken des Faserbündels mit einem Harz vor dem Einlegen in Bohrung und Nuten hat den Vorteil, dass die Benetzung des gesamten Faserbündels mit Harz, auch im inneren Bereich, erreicht werden kann. Zur Gewährleistung einer optimalen Haftung zwischen Faserbündel und Tragstruktur weist das Harz zum Tränken des Faserbündels insbesondere die gleiche chemische Basis auf wie der Klebstoff zum Befestigen des Faserbündels in Bohrung und Nuten. Insbesondere handelt es sich sowohl beim Harz als auch beim Klebstoff um Epoxidharzzusammensetzungen. Es ist möglich, dass es sich beim Klebstoff und beim Harz um dieselbe Zusammensetzung handelt, wobei beim Harz die Viskosität typischerweise etwas niedriger eingestellt ist als beim Klebstoff, was wiederum der besseren Benetzung der Fasern dient.

[0022] Sowohl beim Klebstoff zum Befestigen des Faserbündels in Bohrung und Nut als auch beim Harz zum allfälligen Tränken des Faserbündels wird bevorzugt eine zweikomponentige Epoxidharzzusammensetzung verwendet. Geeignete Epoxidharzzusammensetzungen sind beispielsweise unter den Handelsnamen Sikadur® kommerziell erhältlich sind von

Sika Schweiz AG.

[0023] Die Verklebungsstellen an der Tragstruktur sind vorzugsweise sauber, trocken, staub- und fettfrei. Abhängig von den Materialien, aus welchen die Tragstruktur besteht, können geeignete Reinigungsmassnahmen oder Vorbehandlungen angewendet werden.

5 [0024] Die erfindungsgemäße Anordnung kann für unterschiedliche Zwecke an einer Tragstruktur angebracht werden. Insbesondere dient dabei die Anordnung selbst als Verstärkung für die Tragstruktur und/oder sie dient als Anker bzw. als Verankerung für eine an der Tragstruktur angebrachten Oberflächenbewehrung.

10 [0025] Dient die Anordnung als Verankerung für eine an der Tragstruktur angebrachten Oberflächenbewehrung, so weist sie mehrere Nuten auf, welche sich ausgehend von der Bohrung entlang der Oberfläche erstrecken. Vorzugsweise beträgt in diesem Fall die Anzahl Nuten pro Bohrung 2 bis 16, insbesondere 6 bis 10.

15 [0026] Die Nuten sind dabei insbesondere kreisförmig und in regelmässigen Abständen um die Bohrung angeordnet. Erfindungsgemäß sind die Nuten in einem Kreissektor um die Bohrung angeordnet, wobei der Kreissektor bevorzugt einen Mittelpunktwinkel von 60 bis 360° aufweist. Die Anordnung der Nuten richtet sich in der Regel nach der Belastungsrichtung der Oberflächenbewehrung, welche über die erfindungsgemäße Anordnung als Anker bzw. Verankerung mit der Tragstruktur verklebt wird. Insbesondere breiten sich die Nuten in diesem Fall in Zugrichtung der Oberflächenbewehrung aus.

20 [0027] In einer weiteren Ausführungsform kann die Anordnung selbst zur Verstärkung einer Tragstruktur dienen. In diesem Fall werden insbesondere mehrere der beschriebenen Anordnungen in regelmässigen Abständen an einer Tragstruktur angebracht. Auch in diesem Fall weist die erfindungsgemäße Anordnung wie vorhergehend beschrieben mehrere Nuten auf. Bevorzugt weist die Anordnung in diesem Fall eine zweite Bohrung auf, welche in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, wobei sich die zweite Bohrung auf derselben oder auf einer anderen Fläche der Oberfläche befinden kann. Zumindest eine der mehreren Nuten verläuft dabei vom Eintrittsort der einen, also er ersten, Bohrung entlang der Oberfläche der Tragstruktur hin zum Eintrittsort der zweiten Bohrung, die beiden Bohrungen sind also im Oberflächenbereich der Tragstruktur über mindestens eine Nut miteinander verbunden. Befinden sich die beiden Bohrungen nicht auf derselben Fläche der Oberfläche der Tragstruktur, d.h. wenn also beispielsweise eine oder mehrere Kanten oder Ecken zwischen den Flächen liegen, verläuft die mindestens eine Nut auch über diese Kanten oder Ecken.

25 [0028] Befinden sich die beiden Bohrungen an sich gegenseitig abgewandten Flächen einer Tragstruktur ist es möglich, dass die zwei Bohrungen in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind.

30 [0029] Beispielsweise ist dies der Fall, wenn die erfindungsgemäße Anordnung im Bereich der Stirnseite einer mindestens einseitig freistehenden Wand angebracht werden soll. In diesem Fall können die zwei Bohrungen dadurch erstellt werden, dass die Wand an einer Stelle durchbohrt wird. Eine Nut wird dann insbesondere so angebracht, dass sie den Eintrittsort und den Austrittsort der Bohrung in der Wand miteinander über die Stirnseite hinweg verbindet. Der Austrittsort der einen Bohrung in der Wand stellt dabei den Eintrittsort der zweiten Bohrung dar.

35 [0030] Auch bei einem derartigen Einsatz der erfindungsgemäßen Anordnung kann eine Oberflächenbewehrung an der Oberfläche der Tragstruktur angebracht werden.

[0031] Unabhängig von der Beschaffenheit der erfindungsgemäßen Anordnung, wird die Oberflächenbewehrung vorzugsweise so angebracht, dass sie den sich an der Oberfläche der Tragstruktur in mindestens einer Nut verlaufenden Abschnitt des Faserbündels und die Bohrung bzw. den Eintrittsort der Bohrung in die Oberfläche gesamthaft abdeckt und über diesen gesamten Bereich mit der Oberfläche der Tragstruktur verklebt ist.

40 [0032] Als Oberflächenbewehrung kommen insbesondere Lamellen oder Gewebe in Frage, welche entlang der Oberfläche einer Tragstruktur verlaufen und mit dieser, insbesondere vollflächig, verklebt sind. Als Lamellen eignen sich insbesondere unidirektionale faserverstärkte Kunststoff-Flachbandlamellen. Die Faserverstärkung erfolgt üblicherweise durch Kohlefasern, kann jedoch wie beim Faserbündel auch, durch Glas, Basalt oder Aramid erfolgen. Als Kunststoffmatrix dient insbesondere eine Epoxidharzmatrix. Ebenfalls geeignet kann eine Kunststoffmatrix auf Polyurethan, Vinyllester, Polyacrylat oder anderen Zusammensetzungen basieren, welche strukturelle Eigenschaften aufweisen. Geeignete faserverstärkte Kunststoff-Flachbandlamellen sind beispielsweise unter dem Handelsnamen Sika® CarboDur® kommerziell erhältlich sind von Sika Schweiz AG.

45 Als Gewebe eignet sich vorzugsweise ein, insbesondere unidirektionales, Kohlefasergewebe, wobei auch dieses aus Glas-, Basalt- oder Aramidfasern bestehen kann. Im Gegensatz zu den faserverstärkten Kunststoff-Flachbandlamellen, wird das Gewebe typischerweise nicht bereits in einer ausgehärteten Kunststoffmatrix auf die Oberfläche aufgetragen, sondern vor oder nach dem Anbringen an der Oberfläche mit einer härtbaren Zusammensetzung versehen. Bei der härtbaren Zusammensetzung handelt es sich insbesondere um eine Epoxidharzzusammensetzung, wobei auch hier Polyurethan oder Polyacrylat verwendet werden könnte.

50 Als Gewebe eignet sich insbesondere ein Kohlefasergewebe, wie es beispielsweise unter der Bezeichnung SikaWrap® kommerziell erhältlich ist von Sika Schweiz AG.

55 [0033] Sowohl als Kunststoffmatrix für die faserverstärkten Kunststoff-Flachbandlamellen als auch zur Verklebung dieser oder des Gewebes mit der Tragstruktur werden vorzugsweise zweikomponentige Epoxidharzzusammensetzungen verwendet, wie sie beispielsweise unter den Handelsnamen Sikadur® kommerziell erhältlich sind von Sika Schweiz

AG.

[0034] Wie bereits vorhergehend beschrieben ist es möglich, dass das Faserbündel in mehreren Nuten über Kanten und/oder Ecken verläuft, welche unterschiedliche Flächen der Oberfläche der Tragstruktur miteinander verbinden. Handelt es sich dabei um eine Kante, weist diese Kante im Inneren der Nut vorzugsweise eine Abrundung auf. Der Radius der Abrundung beträgt insbesondere etwa 0.5 bis 10 cm, insbesondere 1 bis 5 cm.

[0035] Durch die Abrundung der Kante wird das Faserbündel, welches in Bohrung und Nut eingelegt ist, geschont, wodurch es zu weniger Faserbrüchen kommt und eine verbesserte Kraftübertragung möglich ist. Meist bevorzugt sind unabhängig von der jeweiligen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung alle Kanten der Tragstruktur, über welche eine Nut mit Faserbündel verlaufen soll, innerhalb der Nut abgerundet.

[0036] Weiterhin ist es auch möglich, dass auch der Übergang von der Bohrung in die Nut eine Abrundung gemäß vorhergehender Beschreibung aufweist.

[0037] Die erfindungsgemäße Anordnung und ein Verfahren zu ihrer Anwendung werden typischerweise in der Verstärkung von bestehenden Tragstrukturen eingesetzt, beispielweise bei Renovation, Instandstellung oder bei der nachträglich an Tragstrukturen angebrachten Erdbebenverstärkung. Handelt es sich bei der Tragstruktur um Stahlbetonbauwerk erfolgt die Verstärkung beispielsweise dort, wo die Stahlarmierung unzureichend ist oder wo sie durch ein unvorhergesehenes Ereignis Schaden genommen hat.

[0038] Ein erfindungsgemässes Verfahren zur Verstärkung einer Tragstruktur mit einer Oberfläche bestehend aus einer oder mehreren Flächen, umfasst demnach die Schritte:

- Erstellen mindestens einer Bohrung ausgehend von einer Fläche der Tragstruktur in einen inneren Bereich der Tragstruktur,
- Erstellen mehrerer Nuten ausgehend von der Bohrung in mindestens eine Richtung auf der Oberfläche der Tragstruktur, welche sich ausgehend von der Bohrung in einem Bereich von mindestens einem Kreissektor erstrecken,
- Einbringen eines Klebstoffs in die mindestens eine Bohrung,
- Einführen eines Faserbündels in die Bohrung, sodass ein Abschnitt des Faserbündels über die Bohrung hinausragt,
- Aufteilen des hinausragenden Teils des Faserbündels nach Fasersträngen,
- Mindestens teilweises Einlegen der Faserstränge in die mehrere Nuten,
- Befestigung der Faserstränge in den Nuten mittels Klebstoff.

[0039] Entsprechend der vorhergehenden Beschreibung der erfindungsgemässen Anordnung, kann das Verfahren weitere Schritte umfassen.

[0040] Insbesondere wird das Faserbündel vor dem Einführen in die Bohrung und dem Einlegen in die Nuten mit einem Harz getränkt.

[0041] Ist an der Tragstruktur eine Oberflächenbewehrung vorgesehen, umfasst das Verfahren weiterhin ein Schritt des Anbringens einer Oberflächenbewehrung an der Oberfläche der Tragstruktur, wobei über dem Abschnitt des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde eine Oberflächenbewehrung, insbesondere eine Lamelle oder ein Gewebe, angebracht wird und mindestens im Bereich des Abschnitts des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde mit der Oberfläche des Tragwerks verklebt wird.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0042] Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Die Figuren 1 B, 3B, 45 5A-7B zeigen eine nicht erfindungsgemäße Ausführungsform der Anordnung. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0043] Es zeigen:

- 50 Figuren 1 A bis 2C: Tragstrukturen mit Bohrungen und Nuten und darin eingeklebten Faserbündeln bzw. Fasersträngen;
- Figuren 3A bis 4B: Tragstrukturen mit Bohrungen und Nuten und darin eingeklebten Faserbündeln bzw. Fasersträngen sowie Oberflächenbewehrung;
- Figuren 5A bis 6F: Ausführungsformen von Tragstrukturen mit Bohrungen und Nuten und darin eingeklebten Faserbündeln bzw. Fasersträngen;
- Figuren 7A und 7B: Detailansichten von Tragstrukturen mit abgerundeten Kanten innerhalb der Nut.

[0044] In den Figuren sind nur die für das unmittelbare Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt.

**Wege zur Ausführung der Erfindung****[0045]**

5 Figur 1 A zeigt einen Schnitt durch eine Tragstruktur 1 mit einer Oberfläche bestehend aus mehreren Flächen 2a, 2b, 2c, wobei von der Fläche 2a aus, eine Bohrung 3 in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft. Diese Bohrung ist gefüllt mit einem Klebstoff 12 und mit einem Abschnitt eines über diese Bohrung hinausragenden Faserbündels 4. Die Tragstruktur 1, ist an der Fläche 2a mit einer Nut 5 versehen, welche sich ausgehend von der Bohrung 3 bzw. vom Eintrittsort der Bohrung in die Fläche in eine Richtung auf der Oberfläche erstreckt. Der über die Bohrung hinausragende Teil des Faserbündels 4 befindet sich in der Nut 5 und ist darin mit Klebstoff 12 befestigt.  
 10 Figur 1B zeigt eine nicht erfindungsgemäße Draufsicht auf die in Figur 1A gezeigte Anordnung, wobei eine einzige Nut 5 von der Bohrung 3 in eine Richtung auf der Oberfläche verläuft. Weiterhin befindet sich der gesamte hinausragende Teil des Faserbündels in der Nut und ist darin mit Klebstoff 12 befestigt.  
 15 Figur 1C zeigt ebenfalls eine Draufsicht auf die in Figur 1 A gezeigte Anordnung, wobei in dieser Ausführungsform mehrere Nuten 5 von der Bohrung 3 in verschiedene Richtungen auf der Oberfläche verlaufen. Der hinausragende Teil des Faserbündels 4 ist nach Fasersträngen aufgeteilt, wobei diese Faserstränge bevorzugt etwa die gleiche Stärke haben, und die Faserstränge befinden sich in den Nuten und sind darin mit Klebstoff 12 befestigt.  
 20 Figur 2A und 2B zeigt im Wesentlichen eine analoge Ausführungsform, wie sie in den Figuren 1A und 1C gezeigt ist, wobei die mehreren Nuten 5 ausgehend von der Bohrung 3 radial an der Oberfläche der Tragstruktur 1 verlaufen.

25 **[0046]** Unabhängig von den oben beschriebenen Ausführungsformen, stellt der Abschnitt des Faserbündels, welcher sich in der Bohrung befindet, insbesondere eines der beiden losen Enden des Faserbündels dar. Das andere lose Ende des Faserbündels stellt jenen Teil des Faserbündels dar, welcher über die Bohrung hinausragt bzw. welcher sich in den Nuten befindet und dort befestigt ist.

30 **[0047]** In einer anderen, weniger bevorzugten Ausführungsform ist es auch möglich, ein Faserbündel insbesondere im Bereich seiner Mitte bzw. seines geometrischen Schwerpunkts umzufalten und so die beiden losen Enden des Faserbündels übereinander zu legen. Danach wird dann das Faserbündel, bevorzugt mit dem gefalteten Ende in die Bohrung eingeführt und die beiden losen Enden werden in die Nut eingelegt bzw. auf mehrere Nuten aufgeteilt.

35 **[0048]** In beiden Fällen ist jeweils der Abschnitt des Faserbündels, welcher sich in der Bohrung befindet, insbesondere in etwa gleich lang wie jener, welcher über die Bohrung hinausragt.

40 **[0049]** Figur 2C zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei welcher sich ein Mittelabschnitt des Faserbündels in der Bohrung befindet. Die hier gezeigte Tragstruktur 1 weist eine Oberfläche bestehend aus mehreren Flächen 2a, 2b, 2c, etc. auf und eine erste Bohrung 3a, welche von der Fläche 2a aus in den inneren Bereich der Tragstruktur verläuft. Die zweite Bohrung 3b verläuft von der Fläche 2b aus in den inneren Bereich der Tragstruktur. Die Fläche 2b ist der Fläche 2a abgewandt und die zwei Bohrungen 3a und 3b sind so angeordnet, dass sie in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind. Selbstverständlich können die zwei Bohrungen im gezeigten Fall dadurch erstellt werden, dass die Tragstruktur von einer Fläche aus durchbohrt wird und die zweite Bohrung somit die Austrittsstelle der ersten Bohrung darstellt. Die Bohrungen 3a und 3b sind mit einem Klebstoff 12 und mit einem Abschnitt eines Faserbündels 4 gefüllt. Insbesondere wird bei dieser Ausführungsform ein Faserbündel so in der Bohrung angeordnet, dass sich sein Mittelabschnitt in der Bohrung befindet und dass seine losen Enden jeweils über die Oberfläche der Tragstruktur überstehen. Von den Bohrungen 3a und 3b aus verlaufen jeweils mehrere Nuten 5 in verschiedene Richtungen auf der Oberfläche, beispielsweise in der Art, wie es in Figur 2B dargestellt ist. Die hinausragenden Teile des Faserbündels 4 sind nach Fasersträngen aufgeteilt und die Faserstränge befinden sich in den Nuten und sind darin mit Klebstoff befestigt.

45 **[0050]** In den Figuren 3A (Querschnitt) und 3B (Draufsicht) ist eine nicht erfindungsgemäße Ausführungsform der Anordnung gezeigt. Dabei weist eine Fläche 2a der Oberfläche einer Tragstruktur 1 mehrere Bohrungen 3 auf, welche in den inneren Bereich der Tragstruktur 1 verlaufen, und jeweils pro Bohrung eine einzige Nut 5, welche sich entlang der Oberfläche erstreckt (vgl. auch Figur 1 B). Die Bohrungen 3 und die Nuten 5 sind dabei versetzt zueinander, in ihrer Gesamtheit jedoch linear an der Oberfläche angebracht. Über den Nuten 5 mit den Abschnitten der Faserbündel 4 ist eine Lamelle 6 als Oberflächenbewehrung angebracht, wobei diese Lamelle zumindest in diesem Bereich mit der Oberfläche der Tragstruktur verklebt ist. Insbesondere ist eine derartige Lamelle vollflächig mit der Oberfläche der Tragstruktur verklebt. Anordnungen, wie sie in den Figuren 3A und 3B gezeigt sind, kommen insbesondere im Bereich der Endabschnitte, bspw. in den letzten 0.5 bis 1 Metern, der Lamellen vor und dienen der verbesserten Kraftübertragung zwischen Tragstruktur und Lamelle, also Oberflächenbewehrung.

50 **[0051]** Figur 3C zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Anordnung, welche im Wesentlichen jener aus Figur 1C entspricht, wobei über den Nuten 5, welche von der Bohrung 3 ausgehen und mit Fasersträngen des Faserbündels 4 und mit Klebstoff versehen sind, ein Gewebe 7 als Oberflächenbewehrung angebracht ist. Auch ein solches Gewebe ist vorzugsweise vollflächig mit der Oberfläche der Tragstruktur verklebt. Die Verklebung des über den Bereich des in

die Nuten verklebten Faserbündels führt zu einer verbesserten Kraftübertragung zwischen Tragstruktur und Gewebe, also Oberflächenbewehrung.

**[0052]** Eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung, wie sie in den Figuren 1C und 3C gezeigt ist, ist weiterhin in der Figur 3D dargestellt. In diesem Fall befindet sich die Bohrung 3, welche in den inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, an einer Stossstelle zwischen zwei flächigen Elementen einer Tragstruktur, bspw. an einer Stossstelle zwischen zwei Wänden oder zwischen Wand und Bodenplatte. Auch in diesem Fall ist über dem Ankerbereich eine Oberflächenbewehrung in Form eines Gewebes 7 angebracht.

**[0053]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 3E gezeigt. Die hier gezeigte Tragstruktur 1 weist eine Oberfläche bestehend aus mehreren Flächen 2a, 2b, 2c auf und eine erste Bohrung 3a, welche von der Fläche 2a aus in den inneren Bereich der Tragstruktur verläuft. Die zweite Bohrung 3b verläuft von der Fläche 2b aus in den inneren Bereich der Tragstruktur. Die Fläche 2b ist der Fläche 2a abgewandt und die zwei Bohrungen 3a und 3b sind so angeordnet, dass sie in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind. Selbstverständlich können die zwei Bohrungen im gezeigten Fall dadurch erstellt werden, dass die Tragstruktur von einer Fläche aus durchbohrt wird und die zweite Bohrung somit die Austrittsstelle der ersten Bohrung darstellt. Die Bohrungen 3a und 3b sind mit einem Klebstoff (nicht dargestellt) und mit einem Abschnitt eines Faserbündels 4 gefüllt. Insbesondere wird bei dieser Ausführungsform ein Faserbündel so in der Bohrung angeordnet, dass sich sein Mittelabschnitt in der Bohrung befindet und dass seine losen Enden jeweils über die Oberfläche der Tragstruktur überstehen. Von den Bohrungen 3a und 3b aus verlaufen jeweils mehrere Nuten 5 in verschiedene Richtungen auf der Oberfläche. Die hinausragenden Teile des Faserbündels 4 sind nach Fasersträngen aufgeteilt und die Faserstränge befinden sich in den Nuten und sind darin mit Klebstoff befestigt. Über den beschriebenen Anordnungen ist ein Gewebe 7 angebracht, welches über die Stirnseite der Tragstruktur verläuft und im Bereich der Nuten verlaufend von der Eintrittsstelle der Bohrung 3a hin zu jener von Bohrung 3b mit der Tragstruktur verklebt ist.

**[0054]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher ebenfalls zwei Bohrungen vorhanden sind, welche in der Verlängerung ihrer Bohrachsen miteinander verbunden sind ist in den Figuren 3F (Querschnitt) und 3G (Draufsicht) dargestellt. Hierbei weist eine T-förmige Tragstruktur mit einer Oberfläche umfassend mehrere Flächen 2a, 2b, etc. an der Stossstelle zwischen ihnen zwei flächigen Elementen zwei Bohrungen 3a und 3b auf, welche die Flächen 2a und 2b miteinander verbinden. Das Faserbündel 4 ist so in der Bohrung angeordnet, dass sich sein Mittelabschnitt in der Bohrung befindet und dass seine losen Enden jeweils über die Oberfläche der Tragstruktur überstehen. Von den Bohrungen aus verlaufen jeweils mehrere Nuten 5 in verschiedene Richtungen auf der Oberfläche. Die hinausragenden Teile des Faserbündels 4 sind nach Fasersträngen aufgeteilt und die Faserstränge befinden sich in den Nuten und sind darin mit Klebstoff befestigt.

**[0055]** In den Figuren 3H und 3I ist eine mögliche Anwendung der in den Figuren 3F und 3G gezeigten Anordnung. Bei der Tragstruktur 1 handelt es sich hierbei um eine Betonplatte 10, welche mehrere Verstärkungsrippen 11, also T-förmige Abschnitte aufweist. Die Verstärkungsrippen 11 wiesen im Bereich ihrer Stossstellen mit der Betonplatte 10 Bohrungen 3 auf, wobei diese so angelegt sind, dass jeweils zwei Bohrungen in der Verlängerung ihrer Bohrachsen miteinander verbunden sind. Ausgehend von der Eintrittsstelle des jeweiligen Bohrlochs 3 verlaufen mehrere Nuten entlang der Oberfläche der Betonplatte. Analog zu den oben beschriebenen Ausführungsformen sind Bohrlöcher und Nuten mit einem Faserbünden bzw. mit Fasersträngen des Faserbündels und Klebstoff gefüllt. Über den Oberflächen der Betonplatte, welche sich zwischen den Verstärkungsrippen 11 befinden, ist eine Oberflächenarmierung in Form eines Gewebes 7 angebracht. Dieses Gewebe ist insbesondere vollflächig mit der darunterliegenden Oberfläche verklebt.

**[0056]** In den Figuren 4A (Querschnitt) und 4B (Draufsicht) ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, bei welcher Anordnungen, wie sie beispielsweise in den Figuren 2A und 2B gezeigt sind, in regelmässigen Abständen an einer Tragstruktur 1 angebracht sind. Die Anordnungen können dabei auf einer Fläche der Oberfläche der Tragstruktur angebracht sein oder auf mehreren Flächen. Über den Anordnungen ist weiterhin ein Gewebe 7 zumindest mit den Anordnungen, insbesondere jedoch vollflächig, mit der Oberfläche der Tragstruktur verklebt. Das Gewebe kann dabei durchgehend über Ecken und Kanten in der Oberfläche der Tragstruktur verlaufen.

**[0057]** Figur 5A zeigt einen Schnitt durch eine nicht erfindungsgemäße Ausführungsform einer Tragstruktur 1 mit einer Oberfläche bestehend aus mehreren Flächen 2a, 2b, 2c, etc. und einer ersten Bohrung 3a, welche von der Fläche 2a aus in den inneren Bereich der Tragstruktur verläuft. Die zweite Bohrung 3b verläuft von der Fläche 2b aus in den inneren Bereich der Tragstruktur. Die Fläche 2b ist der Fläche 2a abgewandt. Von der einen Bohrung 3a verläuft eine Nut 5 entlang der Oberfläche der Tragstruktur hin zum Eintrittsort der anderen Bohrung in die Tragstruktur. Die Nut, welche also die beiden Eintrittslöcher der Bohrungen miteinander verbindet, verläuft insbesondere auf dem kürzesten Weg zwischen den beiden Bohrungen. Je nach Anforderungen an die Verstärkung der Tragstruktur ist jedoch auch denkbar, dass die Nut einen anderen Verlauf zwischen den Bohrungen einnimmt, bspw. um eine möglichst gleichmässige Kraftverteilung zu gewährleisten. In der Nut 5 verläuft ein Faserbündel 4, welches mit seinen losen Enden in den beiden Bohrungen 3a und 3b mündet. Sowohl in den Bohrungen als auch in der Nut befindet sich Klebstoff 12 zur Befestigung des Faserbündels.

Eine ähnliche nicht erfindungsgemäße Ausführungsform wie in Figur 5A ist auch in Figur 5B dargestellt, wobei hier das

Faserbündel eine Verstärkungsrippe 11 eines Tragwerks 1 umschnürt.

[0058] Figur 6A zeigt einen Schnitt durch eine weitere nicht erfindungsgemäße Ausführungsform der Erfindung, welche eine Abwandlung der Ausführungsform aus Figur 5A entspricht. Im Gegensatz zu dieser, weist die Ausführungsform in Figur 6A zwei Bohrungen 3a, 3b in unterschiedlichen, sich gegenseitig abgewandten Flächen 2a, 2b der Oberfläche der Tragstruktur auf, wobei die zwei Bohrungen 3a und 3b so angeordnet sind, dass sie in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind. Die Eintrittslöcher der beiden Bohrungen 3a und 3b sind wie in Figur 5A über eine Nut 5 miteinander verbunden. Sowohl die Bohrungen 3a, 3b als auch die Nut 5 enthalten einen Klebstoff 12 und ein Faserbündel 4. Das Faserbündel ist dabei insbesondere so angeordnet, dass seine beiden Enden sich überlappen. Diese Überlappung kann in der Bohrung oder an einer beliebigen Stelle der Nut liegen. Die Länge des überlappenden Bereichs des Faserbündels ist dabei insbesondere so gewählt, dass eine möglichst lückenlose Kraftübertragung gewährleistet ist und beträgt etwa 5 bis 50 cm. Je nach Anforderung an die Tragstruktur ist es auch möglich, das Faserbündel mehrfach um die Tragstruktur umzuwickeln.

[0059] Im Allgemeinen und insbesondere auch in Bezug auf die Ausführungsformen der Erfindung, wie sie in den Figuren 5A und 5B sowie in den Figuren 6A bis 6D gezeigt sind, sind jene Ausführungsformen bevorzugt, bei welchen die zwei Bohrungen 3a und 3b so angeordnet sind, dass sie in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind und das Faserbündel so angeordnet ist, dass sich seine beiden Enden mindestens überlappen. Dadurch bildet das Faserbündel eine geschlossene Schlaufe, wodurch die Übertragung der Schubkraft zwischen den beiden Enden des Faserbündels, also kontaktkritisch innerhalb des gleichen Materials, stattfindet. Gegenüber Ausführungsformen, bei welchen die Enden des Faserbündels in separaten Bohrungen eingesetzt werden und die Übertragung der Schubkraft somit zwischen der Tragstruktur und dem Faserbündel, also verbundkritisch, erfolgt, erlauben die bevorzugten Ausführungsformen eine höhere Effizienz der Verstärkung und eine deutlich bessere Ausnutzung des Faserbündels.

[0060] Die Figuren 6B und 6C zeigen Abwandlungen der nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform, wie sie in Figur 6A beschrieben ist. Gezeigt sind hier erfindungsgemäße Anordnungen, wie sie beispielsweise zur Verstärkung einer rechteckigen Säule als Bestandteil einer Tragstruktur eingesetzt werden können. Figur 6C zeigt dabei, dass es auch möglich ist, dass das Faserbündel 4 mehrmals durch eine Bohrung geführt wird, jedoch in zwei unterschiedlichen Nuten vom Eintrittsort der ersten Bohrung zu jenem der zweiten Bohrung zu verlaufen. Andererseits kann die Ausführungsform aus Figur 6C auch dadurch erstellt werden, indem der über die Bohrung hinausragende Teil des Faserbündels in zwei Faserstränge aufgeteilt wird, welche dann in unterschiedlichen Nuten verlaufen.

[0061] Figur 6D zeigt eine nicht erfindungsgemäße Abwandlung der Ausführungsform, wie sie in Figur 5B dargestellt ist, wobei hier das Faserbündel 4 die Verstärkungsrippe 11 vollständig umschnürt.

[0062] Figur 6E zeigt eine nicht erfindungsgemäße Seitenansicht einer Tragstruktur, welche die in den Figuren 6A, 6B und 6C dargestellten Varianten der Anordnung umfasst. Je nach Anforderungen können die verschiedenen Varianten miteinander kombiniert werden oder es werden durchgehend mehrere identische Anordnungen an eine Tragstruktur angebracht.

[0063] Figur 6F zeigt eine zylinderförmige Säule, welche mehrere Anordnungen umfasst.

[0064] Figur 6G zeigt einer nicht erfindungsgemäßen Tragstruktur 1 umfassend eine Bodenplatte 10 und eine darauf erstellte Wand, wobei die Wand in ihrem unteren Bereich mit mehreren Anordnungen versehen ist, welche jenen aus Figur 6A entsprechen. Optional kann über diese Anordnungen noch ein Gewebe zur zusätzlichen Verstärkung der Tragstruktur angebracht werden (hier nicht dargestellt).

[0065] Figur 7A zeigt eine detaillierte Ansicht eines Ausschnitts einer nicht erfindungsgemäßen Tragstruktur 1 mit einer Oberfläche bestehend aus mehreren Flächen 2a, 2b, 2c, wobei von einer Fläche 2a aus eine Bohrung 3 in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft. Die Tragstruktur 1 ist an der Fläche 2a, von welcher aus die Bohrung in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, mit einer Nut 5 versehen ist, welche sich ausgehend von der Bohrung in eine Richtung auf der Oberfläche erstreckt.

[0066] Die Nut 5 verläuft dabei über jeweils eine Kante 8, welche die zwei Flächen 2a und 2c, bzw. 2c und 2b der Oberfläche des Tragwerks miteinander verbindet, und diese eine Kante 8 weist im Inneren der Nut 5 eine Abrundung 9 auf.

[0067] Figur 7B zeigt einen Schnitt durch einen Bereich einer nicht erfindungsgemäßen Tragstruktur 1, welche zwei Bohrungen 3a, 3c in unterschiedlichen, sich gegenseitig abgewandten Flächen 2a, 2c der Oberfläche der Tragstruktur aufweist, wobei die zwei Bohrungen 3a und 3c so angeordnet sind, dass sie in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind. Die Eintrittslöcher der beiden Bohrungen 3a und 3b sind über eine Nut 5 miteinander verbunden. Innerhalb der Nut 5 weisen die Kanten 8 jeweils eine Abrundung 9 auf. Auch hier können die jeweiligen Übergänge von der Bohrung in die Nut eine Abrundung gemäß vorhergehender Beschreibung aufweisen.

### Beispiele

[0068] Im Folgenden sind Ausführungsbeispiele aufgeführt, welche die beschriebene Erfindung näher erläutern sollen. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf diese beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Prüfkörper

**[0069]** Als Prüfkörper wurden Betonwürfel mit einer Kantenlänge von 20 cm hergestellt, wobei für alle Würfel Beton aus der gleichen Charge verwendet wurde. Die Betonwürfel wurden während 28 Tagen bei 23°C und 50 %relativer Luftfeuchtigkeit gelagert. Die Betonwürfel wurden an einer Seite abgeschliffen, um sie von Zementschlamm zu befreien. In der Mitte der behandelten Fläche wurde eine Bohrung mit einem Durchmesser von 20 mm und einer Tiefe von 100 mm angebracht. Zwei Betonwürfel wurden ohne Bohrung belassen. Ausgehend von der Bohrung wurden bei den Betonwürfeln jeweils gleichmäßig um die Bohrung herum acht Nuten mit einem Winkelschleifer angebracht. Die Nuten waren 5 mm breit und 5 mm tief und erstreckten sich über eine Länge von 8 cm. Der Winkel zwischen den Nuten betrug jeweils 45°. Bei vier Betonwürfeln wurden jeweils nur fünf Nuten halbkreisförmig angebracht. Die Kanten beim Übergang von der Bohrung in die Nuten wurde leicht abgerundet. Bei zwei Würfeln wurden keine Nuten angebracht. Anschliessend wurden die Betonwürfel wiederholt an der bearbeiteten Oberfläche und im Inneren der Bohrung mit Druckluft und einer Bürste gereinigt und so weitgehend von Staub befreit.

**[0070]** Auf die bearbeitete Oberfläche der Betonwürfel ohne Bohrung wurde mittels Zahntaufel Sikadur®-330, kommerziell erhältlich von Sika Schweiz AG, mit einer mittleren Schichtstärke von ca. 1 mm appliziert. Bei den Betonwürfeln mit Bohrung wurde die Bohrung von unten nach oben sowie die Nuten mit Sikadur®-330 gefüllt. Dabei wurde darauf geachtet, dass keine Luft in der Bohrung eingeschlossen blieb.

**[0071]** Ein Faserbündel einer Länge von 20 cm und einer Faserquerschnittsfläche von etwa 25 mm<sup>2</sup> wurde mit Hilfe eines Pinsels mit Sikadur® 300 von Sika Schweiz AG vollständig imprägniert. Anschliessend wurde an einem losen Ende des imprägnierten Faserbündels ein Kabelbinder angebracht und fest angezogen und abgelängt. Mit Hilfe einer Stricknadel, welche am Kabelbinder eingehakt wurde, wurde das Faserbündel bis zum Anschlag in die Bohrung eingeführt. Das überstehende Ende des Faserbündels wurde in Faserstränge aufgeteilt, wobei die Anzahl der Faserstränge jener der vorher angebrachten Nuten entsprechen musste, und in die Nuten eingelegt. Bei den Betonwürfeln ohne Nuten wurde das überstehende Ende des Faserbündels gleichmäßig aufgefächert und an der bearbeiteten Oberfläche des Betonwürfels ausgebreitet.

**[0072]** An der bearbeiteten Oberfläche des Betonwürfels wurde nun über den Nuten mit dem Faserbündel Sikadur®-330 gleichmäßig verteilt, sodass die gesamte bearbeitete Oberfläche mit ausreichend Klebstoff bedeckt war.

**[0073]** Ein bereitgestelltes Gewebe aus SikaWrap® 300 C NW (Breite 20 cm, Länge 180 cm) wurde im Bereich der letzten 20 cm seiner losen Enden mittels Farbroller mit Sikadur®-300 laminiert. Ein laminiertes loses Ende wurde auf die bearbeitete Fläche des Betonwürfels gelegt und dort mit einem Farbroller angedrückt. Über dem angebrachten Gewebe wurde mittels Zahntaufel Sikadur®-330 appliziert. Das Gewebe wurde in einer Schleife umgelegt und das andere lose und laminierte Ende wurde auf der gleichen Stelle des Betonwürfels gelegt, so, dass die beiden Enden des Gewebes übereinander zu liegen kamen. Wiederum wurde das Gewebe mit dem Farbroller angedrückt. Mit einem Spachtel der Breite des Betonwürfels wurde überschüssiger Klebstoff vom Prüfkörper entfernt.

**[0074]** Die so hergestellten Prüfkörper wurden während 7 Tagen bei 23°C und 50% relativer Luftfeuchtigkeit belassen, damit der Klebstoff aushärten konnte.

**[0075]** Auf die gleiche Weise wurden auch Prüfkörper mit Faserbündel aus Glasfasern mit einer Faserquerschnittsfläche von etwa 25 mm<sup>2</sup> hergestellt.

**[0076]** Es wurden jeweils von jedem Typ zwei identische Prüfkörper hergestellt. Die Resultate der Messungen stellen den Mittelwert der Messungen an den zwei identischen Prüfkörpern dar.

Messmethode

**[0077]** Es wurde die **Zugscherfestigkeit** unterschiedlicher Prüfkörper gemessen nach ISO 527-4 / EN 2561 mit einer Messgeschwindigkeit von 2 mm/min bei 23°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50%.

**[0078]** Die Zugscherfestigkeit der Verklebung wurde dadurch geprüft, dass die durch das Gewebe SikaWrap-300C NW gebildete Schlaufe um ein mit dem beweglichen Rahmen der Prüfmaschine verbundenes Stahlrohr gelegt wurde.

**[0079]** Der Betonwürfel wurde über eine aufgelegte Stahltraverse und Gewindestangen mit dem festen Rahmen der Prüfmaschine verbunden.

Resultate

Bohrung	Nuten (Anzahl)	Material Faserbündel	Maximale Last (kN)	Mittelwert (kN)
Nein	Keine	-	36.1 40.3 34.9	37.1
Ja	Keine	Kohlefaser	47.6	44.6

(fortgesetzt)

	Bohrung	Nuten (Anzahl)	Material Faserbündel	Maximale Last (kN)	Mittelwert (kN)
5				39.0 47.2	
10	Ja	Keine	Glasfaser	54.9 50.6 52.2	52.6
15	Ja	8	Kohlefaser	61.9 66.8 64.3	64.3
	Ja	8	Glasfaser	70.9 56.8 63.7	63.8

**Bezugszeichenliste**

[0080]

- 1 Tragstruktur  
 2 Flächen (2a, 2b, 2c)  
 25 3 Bohrung (3a, 3b, 3c)  
 4 Faserbündel bzw. Faserstränge  
 5 Nut  
 6 Lamelle  
 7 Gewebe  
 30 8 Kante  
 9 Abrundung  
 10 Betonplatte  
 11 Verstärkungsrippe  
 12 Klebstoff

**Patentansprüche**

1. Anordnung umfassend eine Tragstruktur (1) mit einer Oberfläche bestehend aus einer oder mehreren Flächen (2a, 2b, 2c), wobei von mindestens einer Fläche aus eine Bohrung (3) in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, und diese Bohrung mit einem Klebstoff (12) und mit einem Abschnitt eines über diese Bohrung hinausragenden Faserbündels (4) gefüllt ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
 die Tragstruktur (1) an der mindestens einer Fläche (2a), von welcher aus die Bohrung in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, mit mehreren Nuten (5) versehen ist, welche sich ausgehend von der Bohrung (3) in einem Bereich von mindestens einem Kreissektor erstrecken und sich der hinausragende Teil des Faserbündels (4) nach Fasersträngen aufgeteilt zumindest teilweise in den Nuten (5) befindet und darin mit Klebstoff (12) befestigt ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl der Nuten welche von der Bohrung ausgehen 2 bis 16 beträgt.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kreissektor einen Mittelpunktwinkel von 60 bis 360° aufweist.
4. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich von der mindestens einen Fläche (2a) oder von einer anderen Fläche (2b, 2c) der Oberfläche der Tragstruktur eine zweite Bohrung (3b) in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft und die mindestens eine Nut (5) vom Eintrittsort der einen Bohrung (3a) entlang der Oberfläche der Tragstruktur hin zum Eintrittsort der zweiten Bohrung (3b) verläuft und dass der hinausragende Teil des

Faserbündels (4) zumindest teilweise in der mindestens einen Nut (5) verläuft und in die zweite Bohrung (3b) mündet und darin mit Klebstoff (12) befestigt ist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Bohrung von einer anderen, der mindestens einen Fläche, von welcher aus die Bohrung in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft, abgewandten Fläche der Oberfläche der Tragstruktur in einen inneren Bereich der Tragstruktur verläuft und dass die zwei Bohrungen in der Verlängerung ihrer jeweiligen Bohrachsen miteinander verbunden sind.
10. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nut über mindestens eine Kante verläuft, welche zwei Flächen der Oberfläche des Tragwerks miteinander verbindet, und diese mindestens eine Kante im Inneren der Nut eine Abrundung aufweist.
15. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Tragstruktur zumindest teilweise mit mindestens einer Oberflächenbewehrung, insbesondere mit einer Lamelle und/oder mit mindestens einem Gewebe, verbunden ist, wobei die Oberflächenbewehrung mindestens im Bereich des Teils des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde mit der Oberfläche des Tragwerks verklebt ist.
20. Verfahren zur Verstärkung einer Tragstruktur mit einer Oberfläche bestehend aus einer oder mehreren Flächen, umfassend die Schritte:
  - Erstellen mindestens einer Bohrung ausgehend von einer Fläche der Tragstruktur in einen inneren Bereich der Tragstruktur,
  - Erstellen mehrerer Nuten ausgehend von der Bohrung in mindestens eine Richtung auf der Oberfläche der Tragstruktur, welche sich ausgehend von der Bohrung in einem Bereich von mindestens einem Kreissektor erstrecken,
  - Einbringen eines Klebstoffs in die mindestens eine Bohrung,
  - Einführen eines Faserbündels in die Bohrung, sodass ein Teil des Faserbündels über die Bohrung hinausragt,
  - Aufteilen des hinausragenden Teils des Faserbündels nach Fasersträngen,
  - Mindestens teilweises Einlegen der Faserstränge in die mehrere Nuten,
  - Befestigung der Faserstränge in den Nuten mittels Klebstoff.
25. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Faserbündel vor dem Einführen in die Bohrung und dem Einlegen in die mindestens eine Nut mit einem Harz getränkt ist.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** über dem Abschnitt des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde eine Oberflächenbewehrung, insbesondere eine Lamelle oder ein Gewebe, angebracht wird und mindestens im Bereich des Teils des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde mit der Oberfläche des Tragwerks verklebt wird.
35. Verfahren nach Anspruch 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** über dem Abschnitt des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde eine Oberflächenbewehrung, insbesondere eine Lamelle oder ein Gewebe, angebracht wird und mindestens im Bereich des Teils des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde mit der Oberfläche des Tragwerks verklebt wird.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** über dem Abschnitt des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde eine Oberflächenbewehrung, insbesondere eine Lamelle oder ein Gewebe, angebracht wird und mindestens im Bereich des Teils des Faserbündels, welcher in der Nut mittels Klebstoff befestigt wurde mit der Oberfläche des Tragwerks verklebt wird.

## Claims

1. An arrangement comprising a supporting structure (1) with a surface consisting of one or more faces (2a, 2b, 2c), wherein a bore (3) runs from at least one face into an inner region of the supporting structure, and said bore is filled with an adhesive (12) and with a portion of a fiber bundle (4) projecting beyond said bore, **characterized in that**, on the at least one face (2a) from which the bore runs into an inner region of the supporting structure, the supporting structure (1) is provided with a plurality of grooves (5) which extend from the bore (3) in a region of at least one circular sector, and the projecting part of the fiber bundle (4), divided up according to fiber strands, is at least partially located in the grooves (5) and is fastened therein with adhesive (12).
2. The arrangement as claimed in claim 1, **characterized in that** the number of grooves which emerge from the bore is 2 to 16.
3. The arrangement as claimed in either of the preceding claims, **characterized in that** the circular sector has a center point angle of 60 to 360°.
4. The arrangement as claimed in claim 1, **characterized in that** a second bore (3b) runs from the at least one face

(2a) or from another face (2b, 2c) of the surface of the supporting structure into an inner region of the supporting structure, and the at least one groove (5) runs from the inlet location of the one bore (3a) along the surface of the supporting structure toward the inlet location of the second bore (3b), and **in that** the projecting part of the fiber bundle (4) at least partially runs in the at least one groove (5) and leads into the second bore (3b) and is fastened therein with adhesive (12).

5        5. The arrangement as claimed in claim 4, **characterized in that** the second bore runs from another face of the surface of the supporting structure into an inner region of the supporting structure, which face faces away from the at least one face from which the bore runs into an inner region of the supporting structure, and **in that** the two bores are connected to each other in the extension of the respective bore axes thereof.

10      6. The arrangement as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the groove runs over at least one edge which connects two faces of the surface of the supporting framework to each other, and said at least one edge has a rounded portion in the interior of the groove.

15      7. The arrangement as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the surface of the supporting structure is at least partially connected to at least one surface reinforcement, in particular to a lamella and/or to at least one woven fabric, wherein the surface reinforcement is adhesively bonded to the surface of the supporting framework at least in the region of that part of the fiber bundle which has been fastened in the groove by means of adhesive.

20      8. A method for reinforcing a supporting structure with a surface consisting of one or more faces, comprising the following steps:

- 25      ▪ providing at least one bore from a face of the supporting structure into an inner region of the supporting structure,  
           ▪ providing a plurality of grooves from the bore in at least one direction on the surface of the supporting structure, which grooves extend from the bore in a region of at least one circular sector,  
           ▪ placing an adhesive into the at least one bore,  
           ▪ introducing a fiber bundle into the bore such that a part of the fiber bundle projects beyond the bore,  
           ▪ dividing up the projecting part of the fiber bundle according to fiber strands,  
           ▪ at least partially inserting the fiber strands into the plurality of grooves,  
           ▪ fastening the fiber strands in the grooves by means of adhesive.

35      9. The method as claimed in claim 8, **characterized in that** the fiber bundle is impregnated with a resin before being introduced into the bore and inserted into the at least one groove.

40      10. The method as claimed in either of claims 8 and 9, **characterized in that** a surface reinforcement, in particular a lamella or a woven fabric, is attached over that portion of the fiber bundle which has been fastened in the groove by means of adhesive and is adhesively bonded to the surface of the supporting framework at least in the region of that part of the fiber bundle which has been fastened in the groove by means of adhesive.

## Revendications

45      1. Agencement comprenant une structure de support (1) avec une surface qui est constituée d'une ou de plusieurs faces (2a, 2b, 2c), selon lequel un forage (3) se prolonge depuis au moins une face dans une zone intérieure de la structure de support, et ce forage est rempli au moyen d'une colle (12) ainsi qu'au moyen d'une section d'un faisceau de fibres (4) qui fait saillie au-dessus de ce forage,

50      **caractérisé en ce que**

la structure de support (1) au niveau de l'au moins une face (2a), depuis laquelle le forage se prolonge dans une zone intérieure de la structure de support, est pourvue de plusieurs rainures (5), lesquelles s'étendent à partir du forage (3) dans une zone d'au moins un arc de cercle ; et

55      **caractérisé en ce que**

la partie faisant saillie du faisceau de fibres (4) se trouve, tout au moins en partie, dans les rainures (5) et est répartie par torons de fibres et est fixée à l'intérieur desdites rainures avec de la colle (12).

2. Agencement selon la revendication 1,

**caractérisé en ce que**

le nombre de rainures qui partent du forage est compris entre 2 et 16.

3. Agencement selon l'une des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

l'arc de cercle présente un angle au centre compris entre 60° et 360°.

4. Agencement selon la revendication 1,

**caractérisé en ce que**

un deuxième forage (3b) se prolonge dans une zone intérieure de la structure de support, depuis l'au moins une face (2a) ou depuis une autre face (2b, 2c) de la surface de la structure de support, et l'au moins une rainure (5) se prolonge depuis le point d'entrée du forage (3a), le long de la surface de la structure de support, jusqu'au point d'entrée du deuxième forage (3b) ; et

**caractérisé en ce que**

la partie faisant saillie du faisceau de fibres (4) se prolonge, tout au moins en partie, dans l'au moins une rainure (5) et débouche dans le deuxième forage (3b) et est fixée à l'intérieur avec de la colle (12).

5. Agencement selon la revendication 4,

**caractérisé en ce que**

le deuxième forage se prolonge depuis une autre face de la surface de la structure de support dans une zone intérieure de la structure de support, laquelle autre face se trouve à l'opposé de l'au moins une face, depuis laquelle le forage se prolonge dans une zone intérieure de la structure de support ; et

**caractérisé en ce que**

les deux forages sont reliés l'un à l'autre dans la prolongation de leurs axes de forage respectifs.

6. Agencement selon l'une des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

la rainure se prolonge par l'intermédiaire d'au moins une bordure, laquelle relie l'une à l'autre deux faces de la surface de la construction de soutènement, et cette au moins une bordure présente un arrondi à l'intérieur de la rainure.

7. Agencement selon l'une des revendications précédentes,

**caractérisé en ce que**

la surface de la structure de support est reliée, tout au moins en partie, avec au moins une armature de la surface, en particulier avec une lamelle et/ou avec au moins un tissu, selon lequel l'armature de la surface est encollée avec la surface de la construction de soutènement, tout au moins dans la zone de la partie du faisceau de fibres qui a été fixée dans la rainure avec de la colle.

8. Procédé destiné au renforcement d'une structure de support avec une surface qui est constituée d'une ou de plusieurs faces, lequel procédé comprend les phases suivantes :

- la réalisation d'au moins un forage à partir d'une face de la structure de support dans une zone intérieure de la structure de support ;

- la réalisation de plusieurs rainures à partir du forage dans au moins une direction à la surface de la structure de support, lesquelles rainures s'étendent dans une zone d'au moins un arc de cercle à partir du forage ;

- l'application d'une colle dans l'au moins un forage ;

- l'introduction d'un faisceau de fibres dans le forage, de telle sorte qu'une partie du faisceau de fibres fait saillie au-dessus du forage ;

- la répartition en torons de fibres de la partie faisant saillie du faisceau de fibres ;

- la mise en place, au moins en partie, des torons de fibres dans les plusieurs rainures; et

- la fixation des torons de fibres dans les rainures avec de la colle.

9. Procédé selon la revendication 8,

**caractérisé en ce que**

le faisceau de fibres est imprégné d'une résine avant d'être introduit dans le forage et avant la mise en place dans l'au moins une rainure.

10. Procédé selon l'une des revendications 8 et 9, **caractérisé en ce que**

**EP 3 004 490 B1**

une armature de la surface, en particulier une lamelle ou un tissu, est appliquée au-dessus de la section du faisceau de fibres qui a été fixée dans la rainure avec de la colle, et cette armature de la surface est encollée avec la surface de la construction de soutènement, tout au moins dans la zone de la partie du faisceau de fibres qui a été fixée dans la rainure avec de la colle.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

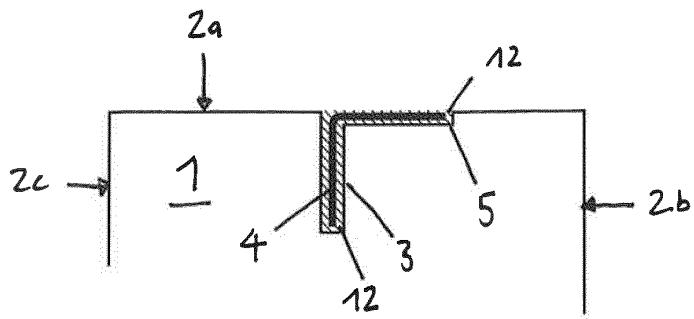


Fig. 1A

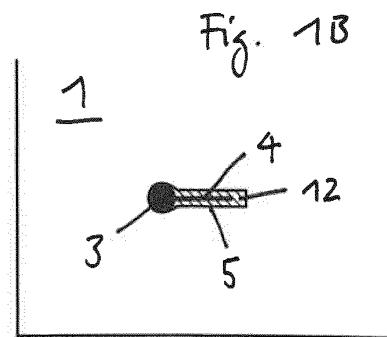


Fig. 1B

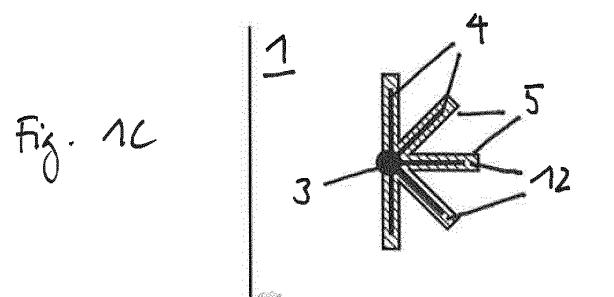


Fig. 1C

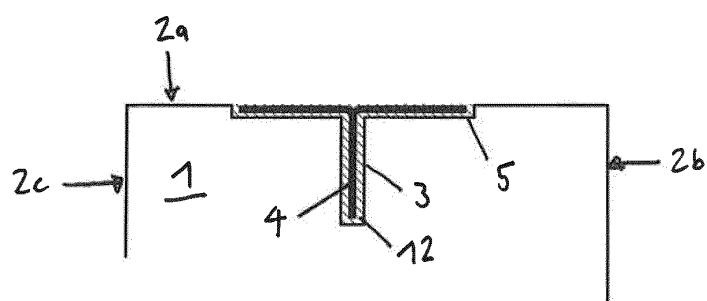


Fig. 2A

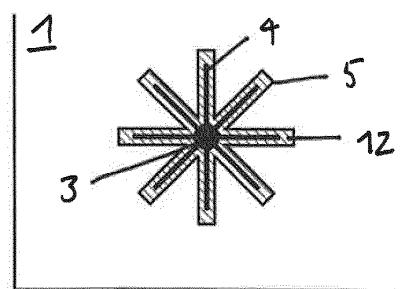


Fig. 2B

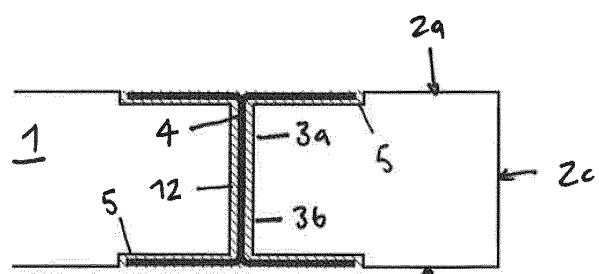


Fig. 2C

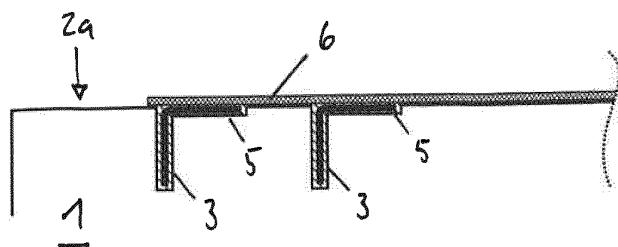


Fig. 3A

Fig. 3B

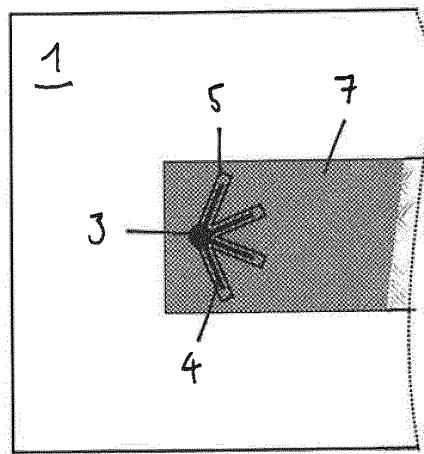
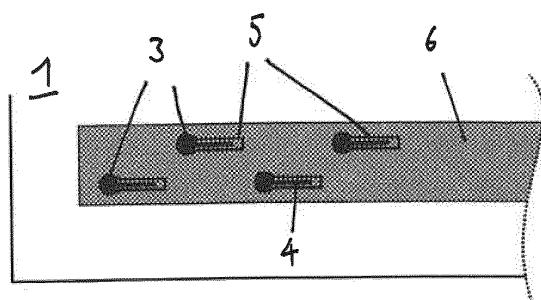


Fig. 3C

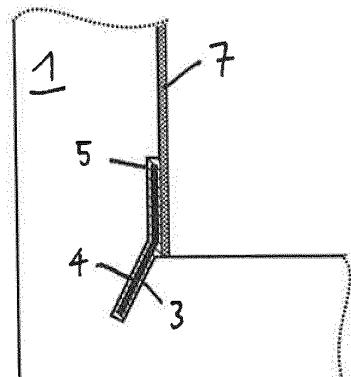


Fig. 3D

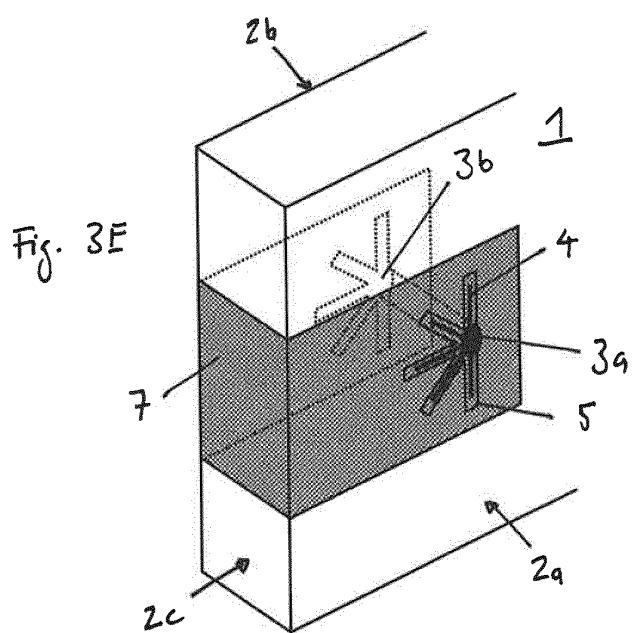


Fig. 3E

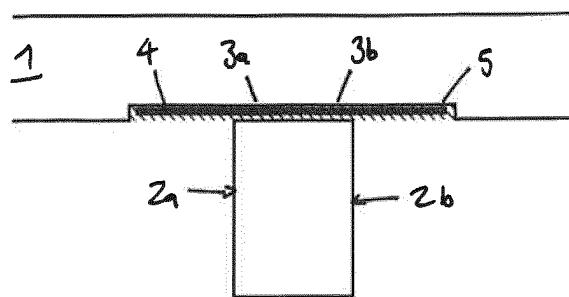


Fig. 3F

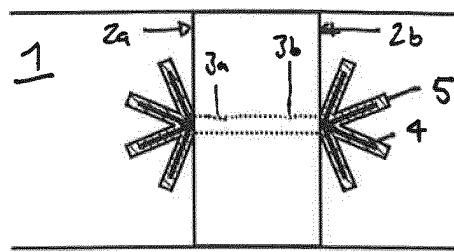


Fig. 3G

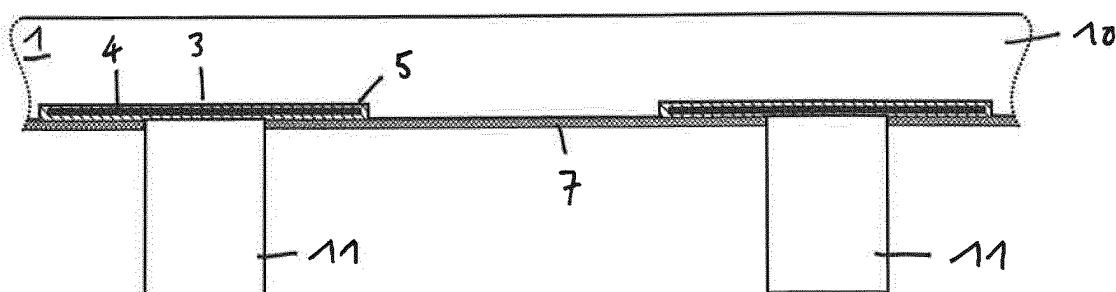


Fig. 3H

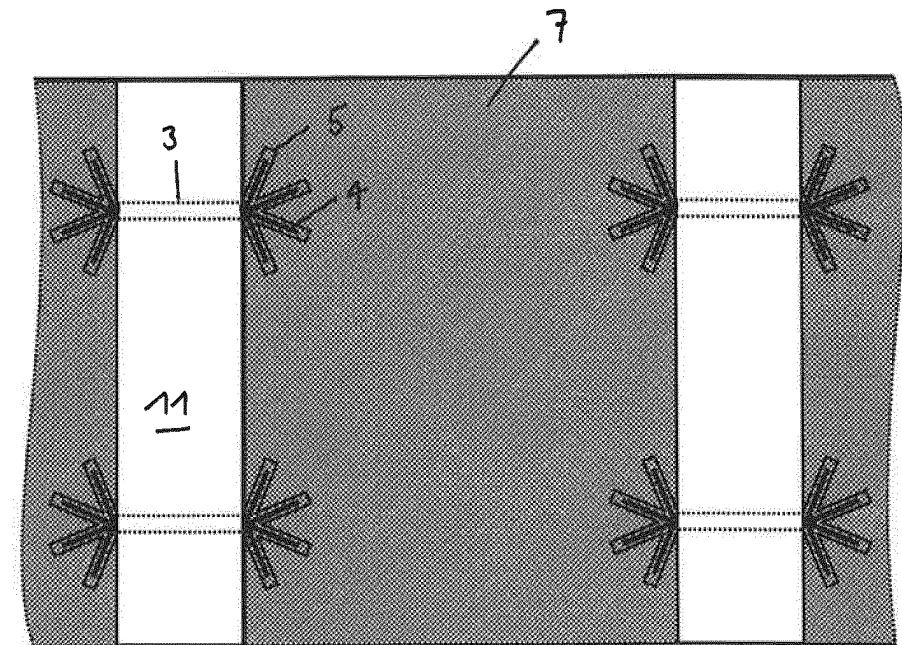


Fig. 3 I

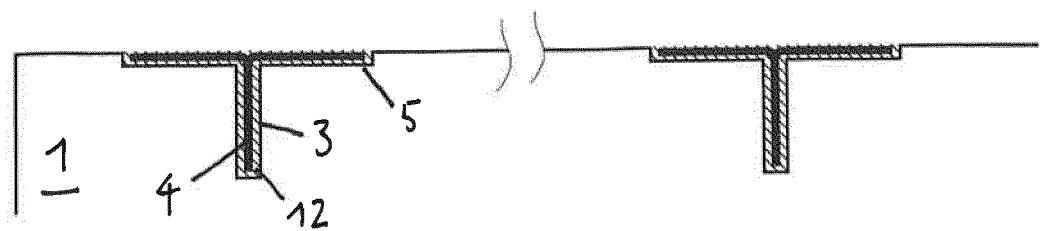


Fig. 4A

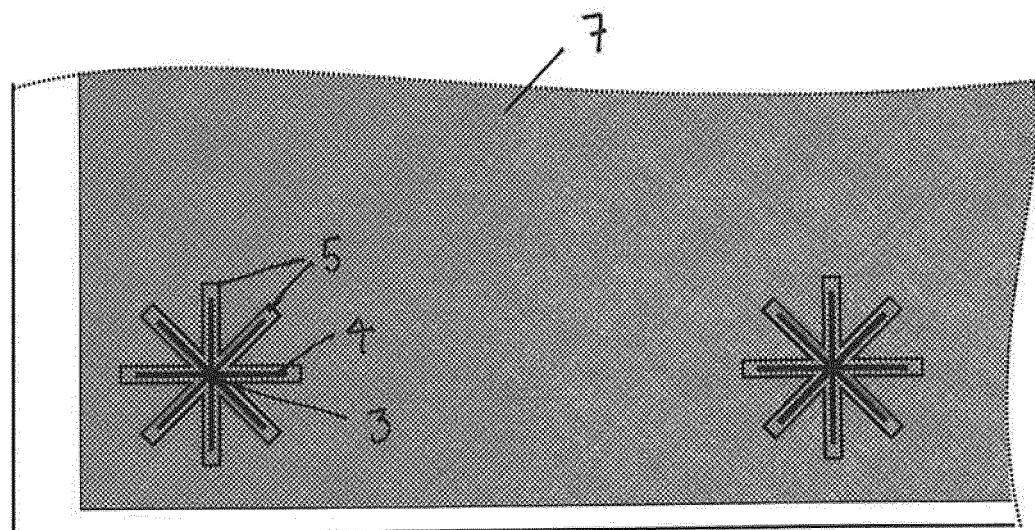


Fig. 4B

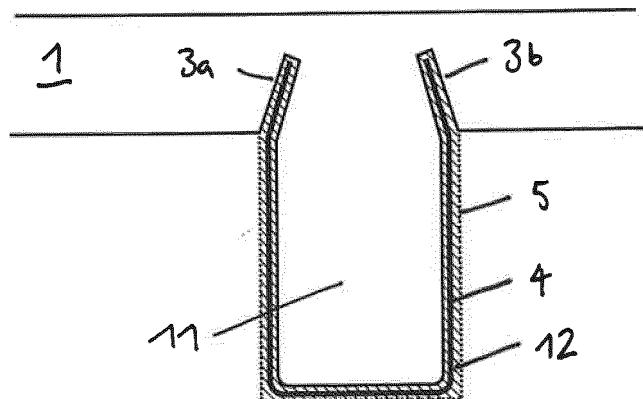
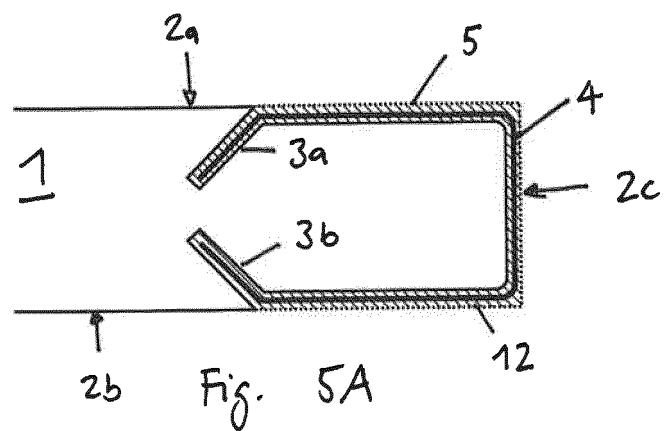
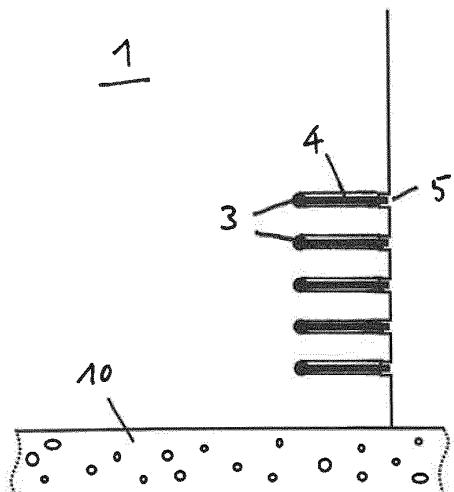
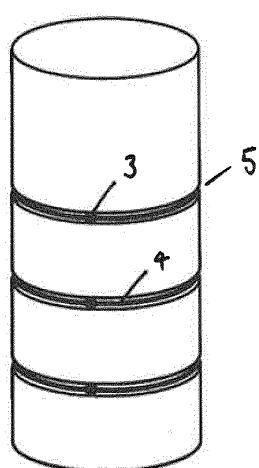
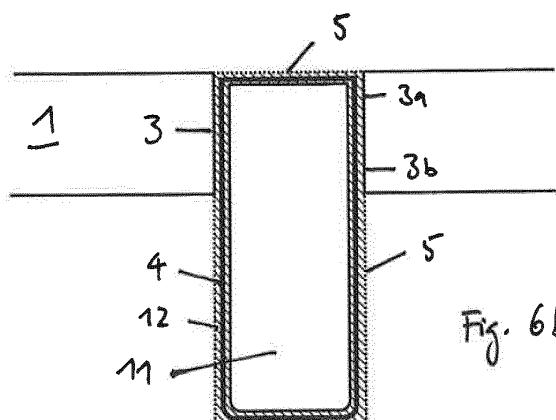
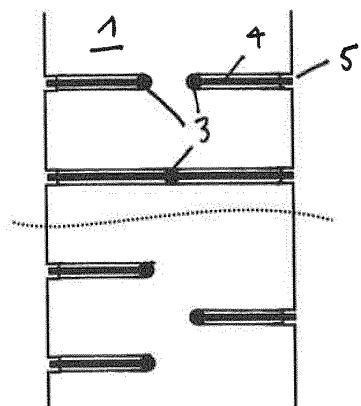
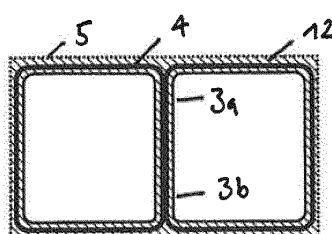
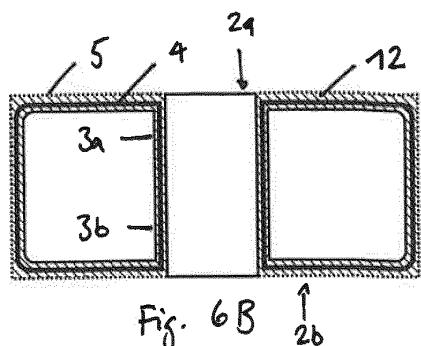
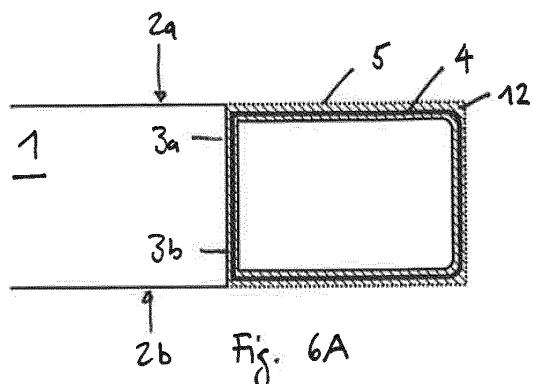
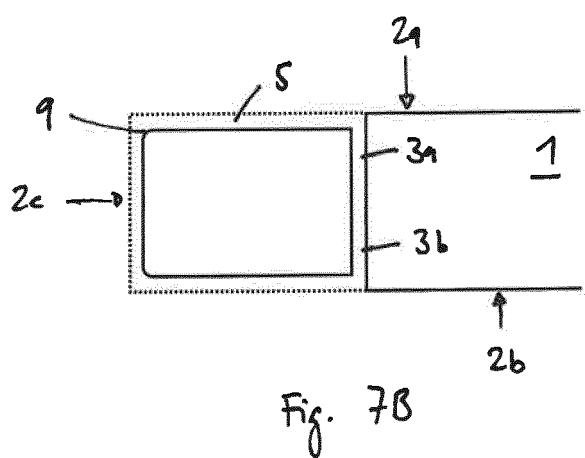
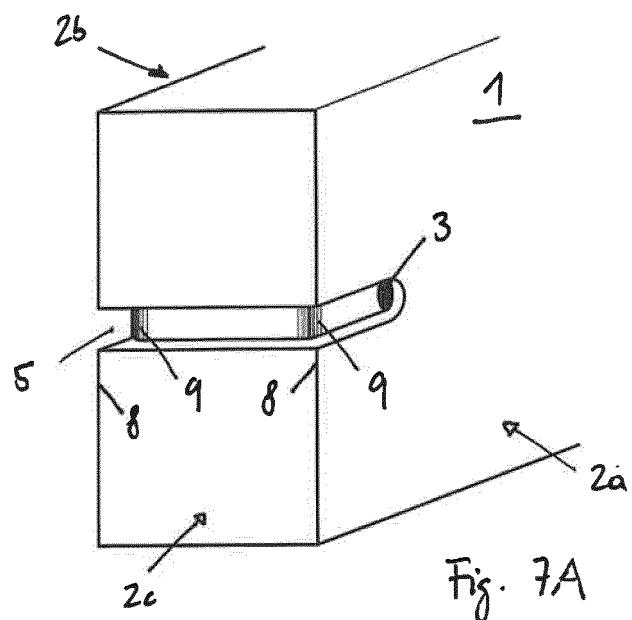


Fig. 5B





**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**

- US 6324805 B1 [0006]