



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 3 705 657 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.09.2020 Patentblatt 2020/37

(51) Int Cl.:
E04C 5/07 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 20161189.4

(22) Anmeldetag: 05.03.2020

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: 05.03.2019 DE 102019105493
16.08.2019 DE 102019122073

(71) Anmelder: CarboCon GmbH
01067 Dresden (DE)

(72) Erfinder:

- CURBACH, Manfred**
01187 Dresden (DE)
- RAPS, Klaus**
61440 Oberursel (DE)
- SCHUMANN, Alexander**
01159 Dresden (DE)
- SCHÜTZE, Elisabeth**
01159 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Gottfried, Hans-Peter**
Patentanwalt
Messering 8f
01067 Dresden (DE)

(54) TEXTILE BEWEHRUNGSSTRUKTUR FÜR EIN BAUTEIL, HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR EINE BEWEHRUNGSSTRUKTUR, BAUTEIL UND HALBFERTIGTEIL

(57) Die Erfindung betrifft eine textile Bewehrungsstruktur für ein Bauteil (1), das Bauteil (1) umfassend ein zweites Matrixmaterial (2), wobei die Bewehrungsstruktur (4) wenigstens eine Wand aufweist, die Öffnungen umfasst und offenmaschig aus textilen Fasern, die durch ein erstes Matrixmaterial in einer im wesentlichen starren Form gehalten werden, aufgebaut ist, und wobei die Bewehrungsstruktur (4) einen senkrecht zu einer Schwerpunktachse geschlossenen Querschnitt mit mindestens einem Hohlraum im Inneren aufweist, wobei die lichte

Größe der Öffnungen ein Durchdringen der Wand mit dem zweiten Matrixmaterial (2) ermöglicht, sodass dieses in den Hohlraum der Bewehrungsstruktur (4) gelangen kann. Nach der Erfindung folgt die Schwerpunktachse des Querschnitts der Bewehrungsstruktur (4) einem zumindest einfach gekrümmten Kurvenverlauf. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung einer Bewehrungsstruktur, ein Bauteil (1), eine Verwendung in dem Bauteil (1) und ein Halbfertigteil.

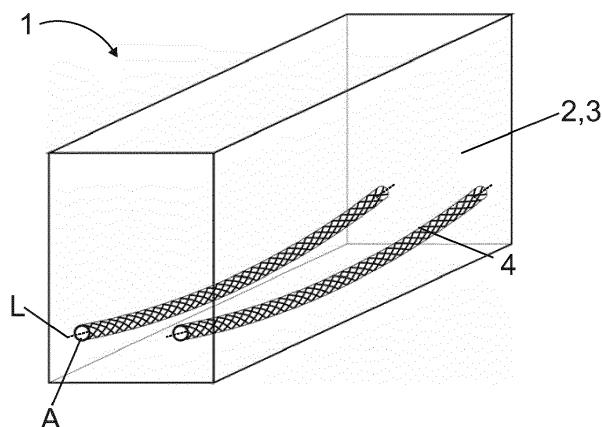


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine textile Bewehrungsstruktur für ein Bauteil, das Bauteil umfassend ein zweites Matrixmaterial, wobei die Bewehrungsstruktur wenigstens eine Wand aufweist, die Öffnungen umfasst und offenmaschig aus textilen Fasern, die durch ein erstes Matrixmaterial in einer im wesentlichen starren Form gehalten werden, aufgebaut ist, und wobei die Bewehrungsstruktur einen senkrecht zu einer Schwerpunktachse geschlossenen Querschnitt mit mindestens einem Hohlräum im Inneren aufweist, wobei die lichte Größe der Öffnungen ein Durchdringen der Wand mit dem zweiten Matrixmaterial ermöglicht, sodass dieses in den Hohlräum der Bewehrungsstruktur gelangen kann.

[0002] Ein offenmaschiger Aufbau zeichnet sich durch netzartig ausgebildete, für den vorgesehenen Zweck ausreichend große Öffnungen aus. Insbesondere ist die Mindestgröße der Maschen durch die granulometrischen Eigenschaften des zweiten Matrixmaterials bestimmt, das bei der bestimmungsgemäßen Verwendung der textilen Bewehrungsstruktur das zweite Matrixmaterial unbehindert hindurchdringen kann.

[0003] Der Verbundwerkstoff Stahlbeton ist der derzeit meistverwendete Baustoff weltweit. Mit diesem werden und wurden in der Vergangenheit einzigartige Bauwerke errichtet. Jedoch besitzt der Werkstoff einen gravierenden Nachteil. Der Bewehrungsstahl, welcher im Verbundwerkstoff die auftretenden Zugkräfte aufnimmt, muss von einer mehrere Zentimeter dicken Betonschicht umgeben werden, damit der Stahl nicht korrodiert. Trotz dieser mehrere Zentimeter dicken Schutzschicht treten und traten immer wieder Schäden an Stahlbetonbauwerken auf, die auf die Korrosion der Bewehrung zurückzuführen sind.

[0004] Aus diesem Grund wurde im Laufe der letzten Jahre der neuartige Verbundwerkstoff Carbon- bzw. Textilbeton entwickelt, welcher den rostenden Stahl durch nicht korrodierende Carbonfasern ersetzt. Ebenso kommen Glas,- Basalt und Aramidfasern zum Einsatz. Infolgedessen kann die Betonschicht, die zum Schutz von Stahlbewehrung vor Korrosion erforderlich ist, auf ein Minimum reduziert werden, wodurch Beton und folglich wichtige Ressourcen gespart werden können. Ein weiterer Vorteil, welcher sich durch die Verwendung von Carbon anstelle von Stahl ergibt, ist die um ein Vielfaches höhere Leistungsfähigkeit von Carbon im Unterschied zu Stahl, wodurch ebenfalls an Bewehrung gespart werden kann. In Summe ermöglicht der Textil- bzw. Carbonbeton im Vergleich zum Stahlbeton filigrane und hochleistungsfähige Bauteile, die das Bauen nachhaltig beeinflussen.

[0005] Aus der Druckschrift DE 10 2015 100 386 A1 ist ein Bewehrungselement bekannt, das als Stab aufgebaut und im Wesentlichen eindimensional wirksam ist. Der Stab weist in ein Matrixmaterial eingebettete Filamente auf. Die Filamente liegen in einer Zugrichtung ausgerichtet vor und sind von einem mineralischen Matrix-

material im Wesentlichen vollständig umgeben. Als Matrixmaterial ist Feinbeton oder eine Suspension mit Feinzement vorgesehen.

[0006] Durch die Verwendung von hochleistungsfähigen Bewehrungselementen dieser Art, in denen Carbonfasern zum Einsatz kommen, die Festigkeiten im Bereich von über 4000 N/mm² besitzen können, ergibt sich das Problem der Kraftübertragung zwischen den Bewehrungselementen und dem Matrixmaterial Beton. Die hohen Kräfte der Carbonbewehrung müssen zieltgerecht in den Beton eingeleitet werden, um das Carbon effizient auszunutzen zu können. So sollten auch mit der Verwendung von Carbonelementen kurze Verankerungslängen möglich sein, um einen wirtschaftlichen Einsatz gewährleisten zu können.

[0007] Als Bewehrung kommen beim Carbon- bzw. Textilbeton verschiedene Elemente zur Anwendung. Dabei können sowohl Gelege, beispielsweise biaxiale, multiaxiale oder dreidimensionale Gelege, als auch Stäbe zum Einsatz kommen. Nachfolgend wird der Stand der Technik von Gelegen sowie Stäben dargestellt.

[0008] Gelege übertragen die Kräfte zum Beton über Haftung oder Reibung. Bei hartgetränkten Gelegen, z. B. bei einer Tränkung mit Epoxidharz, ergibt sich zusätzlich noch ein Formschluss des Geleges mit dem umgebenden Beton. Dieser Formschluss, der durch die Weiligkeit der Textilien in der Ebene entsteht, führt oftmals zu großen Verbundspannungen und zum Spalten des Betons.

[0009] Bei weich getränkten Gelegen, z. B. bei einer Tränkung mit SBR (Styrol-Butadien-Rubber), erfolgt die Kraftübertragung überwiegend über Haftung und Reibung. Um jedoch den Verbund zwischen Beton und Gelege zu verbessern, werden die Gelege beispielsweise umgelenkt bzw. umgeklappt oder in die Form einer Schlaufe gebracht.

[0010] Weitere Möglichkeiten oder Bestrebungen zur Verbundverbesserung bestehen darin, dass nachträglich Verankerungselemente aufgebracht werden, die den Verbund verbessern und eine mechanische Kraftübertragung gewährleisten sollen. Außerdem kommen dreidimensionale Gelege zum Einsatz, welche durch die zusätzlichen Polfäden (Fäden, welche die flächigen Gelege miteinander verbinden) die Kraftübertragung zwischen Beton und Gelege verbessern.

[0011] Ein derartiges Gelege, das eine textile Bewehrung für ein Betonbauteil aus von polymeren Bindemitteln freiem Garn bildet, beschreibt die Druckschrift DE 10 2016 100 455 A1, einschließlich eines Verfahrens und einer Vorrichtung zu seiner Erzeugung. Eine Verlegeeinrichtung ist vorgesehen, bei der eine Positionierreinrichtung oder ein Verlegeroboter zumindest zweidimensional relativ zu einer Garnabgabeeinrichtung beweglich angeordnet ist. Die Verlegeeinrichtung ist zur Ausbildung eines Spanngeleges aus von polymeren Bindemitteln freiem Garn innerhalb eines Grundrahmens ausgebildet. Der Grundrahmen weist Garnhalteinrichtungen im Bereich von Außenkanten des Grundrahmens und/oder von

Aussparungen auf, wobei die Garnhalteinrichtungen zugleich Umlenkpunkte des Garns bilden.

[0012] Bei Stäben, beispielsweise Carbonstäben, wird zur Verbesserung des Verbundes analog zum Bewehrungsstahl versucht, durch eine geeignete Oberflächenprofilierung einen ausreichenden Verbund zu gewährleisten. Dabei werden verschiedene Konzepte zur Erzielung einer Verbundtragfähigkeit verfolgt, da eine Rippenstruktur, die bei Bewehrungselementen aus Stahl üblich ist, aufgrund der Anisotropie der Carbonfasern nicht realisierbar bzw. ineffizient wäre. Daher werden Carbonstäbe beispielsweise mit einer zusätzlichen Sandschicht versehen, wodurch der Haft- und Reibverbund im Vergleich zu einem glatten Carbonstab verbessert werden kann. Weitere Varianten bei Carbonstäben sind das Aufbringen einer nachträglichen Rippenstruktur beispielsweise aus Kunstharz, das nachträgliche Umwickeln von einzelnen Fasersträngen (schlaff oder straff), Formvariation der Carbonstäbe im Herstellprozess zur Verbundverbesserung (z. B. Herstellen eines Stabes in Form einer Helix) oder das nachträgliche Fräsen zur Herstellung von Vertiefungen als negative Rippen.

[0013] Die zuvor genannten Methoden verfolgen alle das Ziel, den Verbund zwischen Beton und Bewehrung zu verbessern, um die Bewehrungselemente effizient nutzen zu können. Bei Gelegen wird dies maßgeblich durch nachträgliche Verankerungskörper bzw. Umformungen, Schlaufen usw. erreicht. Diese Maßnahmen zur Verbesserung des Verbunds müssen aber immer in einem zusätzlichen Produktions- bzw. Arbeitsschritt erfolgen, was wiederum mit weiteren Kosten verbunden ist.

[0014] Analog zu den Carbongelegten werden die Maßnahmen zur Verbundverbesserung bei Carbonstäben ebenfalls nachträglich aufgebracht, was wiederum die Herstell- und Produktionszeiten verlängern und zu zusätzlichen Kosten führen kann. So werden Carbonstäbe nach dem Stand der Technik in einem Pultrusionsprozess hergestellt und anschließend wird eine Profilierung, beispielsweise durch Fräsen, jedenfalls in einem weiteren Produktionsschritt, aufgebracht. Neben den Nachteilen aufgrund der längeren Produktionszeiten und zusätzlicher Kosten werden aufgrund des FräSENS der Profilierung in den Carbonstab ebenfalls wertvolle Ressourcen verschwendet. Aktuell wird mit den genannten verbundverbessernden Maßnahmen ein Verbundverhalten zwischen Beton und Stab analog zum Stahlbetonbau erreicht. Jedoch ist dies nicht ausreichend, da die Carbonfasern Festigkeiten besitzen, die 4-6-mal leistungsfähiger sind als Stahl, wodurch sich rein rechnerisch auch 4-6-mal höhere Endverankerungslängen, unter Annahme gleicher Verbundfestigkeiten wie beim Betonstahl, ergeben. Dies ist jedoch für einen wirtschaftlichen und effizienten Einsatz der Carbonelemente unzureichend.

[0015] Weitere dreidimensionale Strukturen sind aus dem Stand der Technik bekannt. So beschreiben die Druckschriften DE 10 2014 200 792 B4 und EP 2 530 217 B1 Flächengebilde, die mittels einer Abstandsstruktur oder als bereits dreidimensional gefertigtes Ab-

standsgewebe oder -gewirke eine textile Bewehrungsstruktur ausbilden. Aus der Druckschrift DE 10 2016 124 226 A1 ist weiterhin ein Gitterträger bekannt, dessen Wirkung ebenfalls auf einem flächigen textilen Bewehrungselement beruht, das durch Scharen von faden- oder garnförmigen Einzelementen gebildet wird, die als Abschnitte von einem Gurt und von Streben dienen. Allerdings ist in allen Fällen die großflächige Struktur nicht geeignet, um diskrete Bewehrungselemente wie Bewehrungsstäbe oder Bewehrungskörbe effektiv zu ersetzen.

[0016] Die Lösung aus der Druckschrift DE 10 2012 101 498 A1 sieht ebenfalls ein textiles Gitter vor, das leicht vom Matrixmaterial durchdrungen werden kann. Es ist dazu weiterhin vorgesehen, das zunächst als flache Struktur gefertigte textile Gitter in eine U-Form zu bringen und damit ein diskretes Bewehrungselement zu erhalten. Allerdings weist die offene U-Form gegenüber geschlossenen Querschnittsformen eine geringere Steifigkeit auf.

[0017] Die Druckschrift WO 98/ 09 042 A1 zeigt eine textile Bewehrungsstruktur 21, 25, 37, 41 (vgl. Ansprüche 1, 2, 7 - 12, 14 - 17, 19 - 21; S. 8, 2. Absatz bis S. 12, 4. Absatz; Figuren 4 bis 7e). Diese umfasst ein erstes Matrixmaterial (Anspruch 20; S. 12, 4. Absatz) und ist für ein Bauteil vorgesehen (Anspruch 1), dieses umfassend ein zweites Matrixmaterial (Anspruch 14). Die Bewehrungsstruktur 21, 25, 37, 41 weist wenigstens eine offenmaschig aufgebaute Wand auf (Figuren 4, 5, 6a, 7a), die ein Durchdringen der Wand mit dem zweiten Matrixmaterial ermöglicht, sodass dieses in das Innere der Bewehrungsstruktur gelangen kann (Anspruch 1, S. 8, 1. Absatz). Die Bewehrungsstruktur weist einen geschlossenen Querschnitt senkrecht zu einer ersten Hauptrichtung, einer Schwerpunktachse auf (Ansprüche 7 und 9, Figuren 4 - 7e). Allerdings ist der Verlauf der vorgeschlagenen Bewehrungsstruktur 21, 25, 37, 41 grundsätzlich linear. Eine Anpassung an die konkreten Spannungsverläufe innerhalb eines Bauteils ist nicht vorgesehen. Da grundsätzlich nur eine gleichmäßig über den Randbereich des Bauteils verlaufende Bewehrung mit kreisförmigem Querschnitt vorgesehen ist, kann diese damit nur in einigen wenigen ausgewählten Spezialfällen eine gezielt lastgerecht ausgeführte Bewehrung bilden.

[0018] Die Druckschrift DE 20 2005 019 077 U1 beschreibt ebenfalls eine Bewehrungsstruktur (Figuren 1, 2, 7 bis 9; Ansprüche 1 bis 6, 10 bis 13, 15 bis 18 sowie Abs. [0021]), ohne jedoch eine textile Ausführung vorzusehen. Eine derartige auf rigid Stäben basierende Struktur ist schwierig zu fertigen. Dazu müssen fertige Stäbe mit definierter Länge nachträglich gebogen und können erst dann zu einer geschlossenen Struktur verbunden werden. Dies birgt zum einen das Risiko einer Materialschädigung des Stabes, da die Stäbe beim Biegen auf der Innenseite der Biegung Druck erfahren, der insbesondere bei druckempfindlichen Fasermaterialien wie Carbon zum Ausknicken und/oder Druckversagen von Fasern führt, sodass anschließend die Tragfähigkeit des Gesamtquerschnitts geschwächt ist. Zum anderen

ist es problematisch, die Stäbe mit definierter Länge jeweils an ihren Enden miteinander zu verbinden, um eine kraftschlüssig in sich geschlossene Struktur zu erzielen. Dafür sind gesonderte Verbindungsmittel oder große Übergreifungsstöße innerhalb der Struktur erforderlich, die sich störend auf das Gesamttragverhalten und die Eigenschaften eines Bauteils auswirken.

[0019] Aus der Druckschrift DE 10 2017 102 366 A1 ist wiederum ein Halbfertigteil bekannt, das zur Fertigstellung mit Aufbeton versehen wird. Allerdings bietet es keine Anbindung der Bewehrung an den Aufbeton, diese ist vollständig im Halbfertigteil eingegossen. Zudem ist das vorgeschlagene Bewehrungsgitter ein flexibles textiles Flächengebiilde, das in einem zusätzlichen nachträglichen Produktionsschritt in die gewünschte Form gebracht werden muss und mangels Eigensteifigkeit nicht ohne zusätzliche Befestigungsmittel oder Betonmatrix in dieser Form bleiben kann.

[0020] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine textile Bewehrungsstruktur, die als ein dreidimensionales Gebilde mit offenmaschigen Wänden ausgebildet ist, einen verbesserten Verbund mit dem Matrixmaterial, eine verbesserte Steifigkeit und eine lastgerechte Ausführung zur Anpassung an die konkreten Spannungsverläufe innerhalb eines später zu bewehrenden Bauteils ermöglicht, anzubieten.

[0021] Die Aufgabe wird gelöst durch eine textile Bewehrungsstruktur für ein Bauteil. Das Bauteil umfasst ein zweites Matrixmaterial, insbesondere Beton. Die Bewehrungsstruktur weist wenigstens eine aus textilen Fasern, beispielsweise in Form von Fasersträngen vorliegend, offenmaschig, beispielsweise netzartig mit durch Stege begrenzten Öffnungen, aufgebaute Wand auf. Der Wandaufbau erfolgt durch ein textilechnisches Verfahren, bevorzugt durch Wickeln oder Flechten. Die Wand bzw. die diese ausbildenden textilen Fasern werden durch ein erstes Matrixmaterial, beispielsweise Epoxidharz, in einer im Wesentlichen starren Form gehalten. Die Bewehrungsstruktur bildet einen senkrecht zu einer Schwerpunktachse geschlossenen Querschnitt aus. Die Schwerpunktachse verläuft in Richtung einer Längsausdehnung der Bewehrungsstruktur auf dem Flächenschwerpunkt des Querschnitts und wird unten noch näher definiert.

[0022] Die lichte Größe der Öffnungen in der Wand ermöglicht ein Durchdringen der Wand mit dem zweiten Matrixmaterial und den darin enthaltenen Partikeln. Die lichte Größe der Öffnungen beträgt bevorzugt wenigstens das 1,5-fache bis 2-fache der größten Partikel des zweiten Matrixmaterials. Vor allem die Zuschlagstoffe des zweiten Matrixmaterials, insbesondere des Betons, definieren die Größe der enthaltenen Partikel. Die Festlegung der Mindestgröße der Öffnungen in der offenmaschigen Bewehrungsstruktur auf das 1,5- bis 2-fache der maximalen Partikelgröße des zweiten Matrixmaterials unterscheidet sich von der vorbekannten, im Fachbereich Stahlbeton üblichen Festlegung. Bei Größtkorn > 16 mm gilt: Größtkorn + 5 mm, bei kleinerem Größtkorn

wird keine körnungsabhängige Festlegung getroffen. Die erfindungsgemäße Vorgabe liegt damit weit über den bekannten Lösungen, insbesondere den Vorschriften z. B. im Stahlbetonbau.

5 **[0023]** Die Gitteröffnungen der aus textilen Fasern aufgebauten Wand sind somit allgemein größer als im Stahlbeton aufgrund des Größtkorns erforderlich. Damit wird zum einen der Tatsache Rechnung getragen, dass auch andere, wesentlich feinkörnigere Matrixmaterialien zur 10 Anwendung kommen können, für die ebenfalls ein ausreichendes Durchdringungsvermögen sichergestellt sein muss. Das erfolgt durch eine verhältnismäßig größere Festlegung der Gitteröffnungen nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung.

15 **[0024]** Zudem sollen sehr geringe Schichtdicken und Betondeckungen realisierbar sein. Bei einem im Verhältnis zur Schichtdicke bzw. der Betondeckung großen Größtkorn ist die Herstellbarkeit eines Bauteils üblicherweise begrenzt, da die Gesteinskörnung sich innerhalb 20 der geringen Schichtdicke nicht mehr gleichmäßig verteilen kann. Die größeren Gitteröffnungen sorgen dafür, dass die Verteilung der Partikel durch eine bessere Durchdringbarkeit der Bewehrungsebene auch innerhalb einer Schicht besser und damit gleichmäßiger erfolgen kann.

25 **[0025]** Die Fasern ermöglichen eine einfache Formgebung für beliebige Querschnitte, weil die Fasern flexibel sind und für die Formgebung textilechnische Verfahren zum Einsatz kommen können. Die textilen Fasern bilden 30 in Verbindung mit dem ersten Matrixmaterial eine starre Struktur, die Bewehrungsstruktur.

[0026] Erfindungsgemäß weist die Bewehrungsstruktur einen geschlossenen Querschnitt, mit geschlossener Umfangslinie, quer zu einer ersten Hauptrichtung bzw. 35 Längsrichtung, der Schwerpunktachse des Querschnitts auf. Die Schwerpunktachse ist die Achse, die in jedem Punkt senkrecht zum Querschnitt steht und durch dessen geometrischen Schwerpunkt verläuft. Diese Schwerpunktachse ist erfindungsgemäß gekrümmt, sie folgt einem zumindest einfach gekrümmten Kurvenverlauf. Auch eine mehrfache Krümmung ist vorgesehen. Die Krümmung kann dabei in der Bauteilebene, senkrecht dazu oder auch beliebig im dreidimensionalen Raum verlaufen. Eine Bewehrungsstruktur kann mehrere und unterschiedliche derartige Krümmungen enthalten. Durch den gekrümmten Verlauf eignet sich die Bewehrungsstruktur insbesondere für den lastgerechten Einsatz im Bauteil. Sie kann unter anderem so gefertigt und eingebracht werden, dass der Verlauf ihrer Schwerpunktachse 40 dem im Allgemeinen nichtlinearen Verlauf der Zugspannungstrajektorien des Bauteils entspricht. Durch eine Krümmung der Schwerpunktachse in der Bauteilebene lassen sich auch umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstrukturen herstellen, wie sie unten näher beschrieben werden.

45 **[0027]** Bevorzugt umlaufen die Fasern die Bewehrungsstruktur ohne Unterbrechung gegenläufig in mindestens zwei Richtungen in Neigungswinkeln zur

Schwerpunktachse ihres Querschnitts bevorzugt kleiner 90° und größer 0° , besonders bevorzugt im Bereich von 5° bis 85° .

[0028] Ein Bauteil mit der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur ist besonders gut geeignet zur Aufnahme von Querkräften. Hierzu ist die Bewehrungsstruktur als eine flächige oder stabförmige Bewehrung einer Zugseite, wo beim Einsatz des Bauteils die Zugkräfte abzufangen sind, ausgeführt. Mit insbesondere bauteilhoch aufgeweiteten Abschnitten im Bereich großer Querkräfte, z. B. am Auflager, können auch diese wirkungsvoll abgefangen werden. Die Bewehrungsstrukturen können dabei im Bereich großer Querkräfte so hoch ausgeführt werden, wie es unter Berücksichtigung der erforderlichen Betondeckung im Bauteil möglich ist.

[0029] Die integrierte Aufnahme von Querkräften kann auch als eine in Bauteilebene umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstruktur ausgeführt sein. Die umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstruktur weist einerseits einen in sich geschlossenen Querschnitt quer zur Schwerpunktachse auf, wie auch die übrigen erfindungsgemäßen Bewehrungsstrukturen, und ist andererseits in einer Bauteilebene, parallel zu der Ebene, in der die Schwerpunktachse (ggf. gekrümmmt) verläuft, ebenfalls geschlossen. Das bedeutet, die Schwerpunktachse bildet eine geschlossene, z. B. ringförmige Kontrur. Durch die Krümmung der Schwerpunktachse in der Bauteilebene lassen sich die umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstrukturen herstellen, wie z. B. ein ringförmiges Bewehrungselement gegen Durchstanzen. Dieses ist zu einer entsprechenden Verwendung im Betonbau, insbesondere an Orten einer diskreten Lasteinleitung geeignet. Ein solcher Ort ist beispielsweise der Ansatz einer Stütze an eine Decke, wobei die Decke eine entsprechende Bewehrung mittels einer umlaufend doppelt geschlossenen Bewehrungsstruktur erhält. Die umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstruktur kann als eine umlaufende Bewehrung (Oberflächenbewehrung) von gekrümmten Bauteilen mit beliebigem Querschnitt ausgeführt sein, wobei die Bewehrung selbst der Form des Bauteils folgen kann.

[0030] Die Bewehrung einer Zugseite kann z. B. als flächige oder stabförmige, vorwiegend einseitige Platten- oder Balkenbewehrung ausgeführt sein, die durch eine Krümmung insbesondere an den Enden der Bewehrung und im Bereich von Zwischen- und Endauflagern dem Zugspannungsverlauf des Bauteils entspricht.

[0031] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Bewehrungsstruktur aus insbesondere kreuzweise unterbrechungsfrei gewickelten textilen Fasern oder Fasersträngen besteht, die bevorzugt durch ein erstes Matrixmaterial, ein Bindemittel, wie z. B. ein Epoxidharz, in der gewickelten Form gehalten werden. Die textilen Fasern oder Faserstränge, die beispielsweise als Garne, Rovings, Gefache oder Zwirne vorliegen können, werden in einer für einen optimalen Lastabtrag geeigneten Weise variierend gewickelt. Wirken im Bauteil an einer Stelle geringe Lasten ein, wird dies mit einer geringeren Faser-

dichte beim Wickeln berücksichtigt. Umgekehrt werden bei hohen zu erwartenden Lasten mehr Fasern auf engerem Raum in dem Steg zwischen den Öffnungen aufgewickelt, ohne dabei die erfindungsgemäß erforderliche Größe der Öffnungen in der offenmaschig aufgebauten Wand zu vermindern.

[0032] Neben einer Variation der Faserdichte in den Stegbereichen zwischen den Öffnungen hat sich eine weitere Möglichkeit gezeigt, wie eine lastgerechte Fertigung der Bewehrungsstruktur erfolgen kann. Diese besteht in einer Variation des Neigungswinkels der Fasern beim Wickeln. Wird eine starke Neigung gewählt, können die Fasern mehr Last in der Richtung der Schwerpunktachse aufnehmen, beispielsweise Zugkräfte, wie sie bei Biegebelastung des späteren Bauteils auf der Zugseite auftreten. Bei einer geringen Neigung können Druckkräfte, wie sie beim Auflager auftreten, besser kompensiert werden. Dies erfolgt durch Aufnahme der Zugkräfte in der Bewehrungsstruktur entsprechend den Hauptzugspannungen. Deshalb ändert sich die Orientierung der Fasern beim Wickeln entsprechend dem Kraftfluss in Abhängigkeit von den am jeweiligen Ort auftretenden Hauptzugspannungen.

[0033] Bevorzugt sind als textile Fasern Carbonfasern vorgesehen, die insbesondere als ein Multifilamentgarn oder als Roving vorliegen. Es sind aber auch andere textile Fasern einsetzbar, wie z. B. Aramid-, Glas- oder Basaltfasern vor allem für Anwendungen im Betonbau.

[0034] Eine bevorzugt eingesetzte Bewehrungsstruktur ist mit inkonstant oder konstant rundem, ovalem oder rechteckigem, dreieckigem oder sternförmigem Querschnitt oder anderen geschlossenen Querschnittsformen bzw. -geometrien gewickelt. Bei der Bewehrungsstruktur mit inkonstantem Querschnitt ändert sich der Querschnitt über die Länge, bei der Bewehrungsstruktur mit konstantem Querschnitt bleibt der Querschnitt über die Länge konstant. Das Wickeln erfolgt bevorzugt auf einen Kern, der bereits die vorgesehene Querschnittsform vorgibt und auch teilbar ausgeführt sein kann, was insbesondere bei inkonstantem Querschnittsverlauf notwendig ist.

[0035] Als besonders vorteilhaft hat sich ein über die Länge der Bewehrungsstruktur inkonstanter Querschnitt erwiesen, dessen Aufbau den späteren Lastabtrag und die Art der Belastung des Bauteils bzw. der Bewehrung im Bauteil widerspiegelt. Die Bewehrungsstruktur ist somit in ihrem Querschnitt in mindestens einem Bereich der Längsausdehnung gegenüber dem Querschnitt im übrigen Bereich aufgeweitet. Die bevorzugte Ausführungsform ist in der Weise ausgeführt, dass der Querschnitt an einem ersten und einem zweiten Bereich aufgeweitet ist und sich in einem Zwischenbereich zwischen den Enden verjüngt, insbesondere den ursprünglichen Querschnitt beibehält. Die Aufweitung kann asymmetrisch sein und geht in dem Fall mit einer gekrümmten Schwerpunktachse der Bewehrungsstruktur im Übergangsbereich zwischen Aufweitung und Verjüngung des Querschnitts einher.

[0036] Beim Einbau der Bewehrungsstruktur können die aufgeweiteten Bereiche an Auflagern und der verjüngte Bereich an einer Zugseite des Bauteils angeordnet werden. Es kann eine beliebige Anzahl aufgeweiteter Bereiche vorgesehen sein. Der Einsatz in einem Durchlaufträger ist dadurch möglich. Dabei befindet sich dann über jeder Stütze bzw. über jedem Auflager eine solche Aufweitung und dazwischen jeweils der verjüngte Bereich. Im Bauteil ergibt sich durch die aufgeweiteten Bereiche eine hohe Festigkeit gegenüber auftretenden Querkräften, während über die freitragende Länge des Bauteils eine hohe Biegetragfähigkeit erreicht werden kann. Zugleich wird durch den lastgerechten Einsatz der Bewehrungsstruktur das Bewehrungsmaterial effektiv und sparsam eingesetzt.

[0037] Die erfindungsgemäße Bewehrung ist zudem wirksamer und effizienter als alle bisher bekannten Bewehrungselemente, da es durch die Erfindung möglich wird, die Zugfestigkeit der Carbonfasern mit einer optimalen Krafteinleitung in das zweite Matrixmaterial, insbesondere Beton, und darüber hinaus einer hohen Steifigkeit der Bewehrungsstruktur zu kombinieren.

[0038] Wird die erfindungsgemäße Bewehrung als Zugbewehrung zum Ersatz herkömmlicher Bewehrungsstäbe eingesetzt, ist als weiterer Vorteil zu betonen, dass mit der erfindungsgemäßen Auflösung der üblichen kompakten Stabgeometrie eine verbesserte Verbundwirkung auch dadurch erreicht wird, dass die verbundwirksame Oberfläche im Vergleich zum Bewehrungsquerschnitt deutlich vergrößert wird. Dies gilt gleichermaßen im Unterschied zu Einzelstäben und zu einem breiten Stab.

[0039] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Bewehrungsstruktur, wie sie zuvor beschrieben wurde, wobei textile Fasern zu einer offenmaschigen hohlen Struktur gewickelt und die so erhaltene Struktur durch ein erstes Matrixmaterial, ein aushärtendes Fixiermittel, fixiert werden. Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn als Fixiermittel ein Kunstharz, bevorzugt Epoxidharz, vorgesehen ist, mit dem die textilen Fasern vor dem Wickeln imprägniert werden oder das nach dem Wickeln auf die zuvor gebildete Struktur aufgebracht wird. Die so gebildete stabile Struktur wird dann anschließend durch das Einbringen von Beton endgültig fixiert und kann Kräfte übertragen. Die Geometrie der erzeugten Wicklung kann z. B. durch zwei gegenläufige Spiralen beschrieben werden, die einen offenen Querschnitt ausbilden, der beispielsweise kreisförmig, elliptisch, quadratisch, rechteckig, polygonal oder anders ausgeführt sein kann. Es ist weiterhin vorgesehen, den Faseranteil, die Stege zwischen den Öffnungen, in einer Vorfertigung vorzubereiten und zum Herstellen der Wicklung zu nutzen. Hier kommen, bevorzugt bandförmige, Faseranordnungen wie Gelege, Gelebe, Vlies etc. in Betracht. Die Öffnungen, durch die der Beton oder ein anderes zweites Matrixmaterial in das Innere der Bewehrungsstruktur gelangen kann, können dabei schon in den Faseranordnungen vorliegen oder erst durch den Wickelvorgang erzeugt werden. Bei dem

Wickelvorgang können mit Harz laminierte Carbonfasern zum Einsatz kommen, die offenmaschig gewickelt werden und dann beispielsweise in einem Autoklav ausgehärtet werden.

5 **[0040]** Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung einer Bewehrungsstruktur in einem Bauteil. Nach der Erfindung erfolgt die Verwendung als eine flächige oder stabförmige, mit Bezug auf die Schwerpunktachse der Bewehrungsstruktur gekrümmte, Bewehrung. Es ist insbesondere die Bewehrung einer Zugseite des Bauteils vorgesehen. Alternativ ist die Verwendung einer Bewehrung vorgesehen, die als eine in Bauteilebene umlaufend doppelt geschlossene Bewehrungsstruktur, wie sie zuvor beschrieben wurde, ausgeführt ist.

10 **[0041]** Die Erfindung betrifft weiterhin ein Bauteil, umfassend eine Bewehrungsstruktur wie zuvor beschrieben und ein zweites Matrixmaterial. Insbesondere ist als zweites Matrixmaterial Beton vorgesehen, da die erfindungsgemäße Bewehrungsstruktur im Betonbau ihre Vorteile in besonderem Maße verwirklicht.

[0042] Die kraftübertragende Verankerung der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur findet nicht nur wie üblich mit den Endbereichen der Bewehrungsstruktur bzw. in den Endbereichen des Bauteils statt, sondern erfolgt kontinuierlich im Bauteil über dessen gesamte Länge. Dies wird durch den in sich geschlossenen, umlaufenden Aufbau der Bewehrungsstruktur ermöglicht, bei dem jeder Faserstrang infolge der Umwicklung in regelmäßigen Abständen wechselweise in höher und in weniger beanspruchte Bereiche geführt wird. Dies ist insbesondere an den Endauflagern eines Bauteils relevant.

[0043] Die vorliegende Verankerungslänge wird zudem durch den Faserstrangverlauf in einem vorgesehenen Winkel zur Längsrichtung größer als bei einem Verlauf parallel zur Schwerpunktachse bzw. in Längsrichtung. Die Verbundfestigkeit wird durch einen Verlauf der Faserstränge in einem Winkel zur angreifenden Kraft erhöht. Der Winkel beträgt, wie oben bereits angeführt, kleiner 90° und größer 0° und liegt bevorzugt im Bereich von 5° bis 85° .

[0044] Besonders gut nutzbar sind diese Effekte in vorwiegend einachsig biegebeanspruchten Biegebauteilen, bei denen die erfindungsgemäße Bewehrungsstruktur in der Zugzone eingesetzt wird. Dabei wird eine erste Bewehrungsebene oberflächennah im Bereich der höchsten Zugbelastung angeordnet und eine zweite Bewehrungsebene der in sich geschlossenen Bewehrung liegt in einem weniger zugbelasteten Bereich zwischen der zugbelasteten Oberfläche und der neutralen Zone.

50 **[0045]** Das wirkt sich insbesondere dann günstig aus, wenn auf die Zugseite des Bauteils, in der die höher belastete Bewehrung oberflächennah liegt, eine verbundschädigende Temperatur einwirkt, beispielsweise im Brandfall aber auch schon bei Erwärmung der Bauteiloberfläche durch Sonneneinstrahlung oder andere Wärmequellen. Selbst eine oberflächennah verbundgeschädigte erfindungsgemäße Bewehrungsstruktur mit Fasersträngen, die aus der thermisch belasteten Zone heraus

in das Bauteilinnere gewickelt sind, erreichen dadurch im weniger temperaturbelasteten Bereich weiterhin eine Verankerung mit der vollen Belastbarkeit. Im Sonderfall Brand kann sogar bei Totalausfall der äußeren, in der Regel der unteren Bewehrungsebene der Bewehrungsstruktur diese als Opferschicht angesehen werden. Die in diesem Lastfall anzusetzende geringere Last auf das Bauteil kann durch die einer geringeren Temperaturbeanspruchung ausgesetzte innere Bewehrungsebene der Bewehrungsstruktur noch aufgenommen werden. So wird gegenüber anderen mit textilen Strukturen bewehrten Bauteilen eine erhöhte Temperaturbeständigkeit erreicht.

[0046] Durch eine in Höhenrichtung des Bauteils gekrümmte Ausführung der Bewehrungsstruktur über den Aufliegern sowohl mit als auch ohne Aufweitung des Querschnitts kann diese Schutzwirkung noch weiter verstärkt werden, da dadurch gerade in den wichtigen Endverankerungsbereichen mindestens eine der Bewehrungsebenen noch weiter von der temperaturbelasteten Bauteiloberfläche weggeführt wird.

[0047] Schutz wird weiterhin für ein erfindungsgemäßes Halbfertigteil beansprucht, bei dem die Bewehrungsstruktur in eine Schicht Beton einbetoniert ist, deren Dicke so viel geringer als die Höhe der Bewehrungsstruktur ist, dass diese zumindest in einem Teilbereich nur teilweise einbetoniert ist und teilweise aus dem Beton herausragt. Der herausragende Teil der Bewehrung kann dann bei der Fertigstellung des Betonbauteils auf der Baustelle betoniert werden und verbindet den zugefügten Beton sicher mit dem ursprünglichen Halbfertigteil zu einem vollwertigen Betonbauteil.

[0048] Bevorzugt ist dazu eine Bewehrungsstruktur mit inkonstantem Querschnitt vorgesehen, wobei der Querschnitt in einem ersten und einem zweiten Bereich aufgeweitet ausgeführt ist und sich in einem Zwischenbereich zwischen den Enden verjüngt. Dabei ist die Bewehrungsstruktur im verjüngten Bereich vollständig und im aufgeweiteten Bereich teilweise einbetoniert, so dass nach dem Einbau des Halbfertigteils eine Bewehrungslage und ein Aufbeton aufgebracht werden können. Dadurch wird die Fugentragfähigkeit zwischen Fertigteil und Aufbeton sichergestellt.

[0049] Wie bereits zuvor erwähnt, wird die Verbesserung der Verbundkraftübertragung durch die offenmaschigen Strukturen der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur erreicht.

[0050] Des Weiteren kann durch die Konzeption von offenmaschigen Rohren bzw. Hohlstrukturen mit anderem Querschnitt ein besseres Verhältnis von Querschnittsfläche zu Umfang erzielt werden, wodurch in der Kontaktfuge hohe Verbundkräfte übertragen werden. Zudem bieten geschlossene Profile eine verbesserte Steifigkeit im Unterschied zu offenen Profilen. Ein weiterer Vorteil besteht in der Aktivierung eines Scherverbundes, der im Gegensatz zum Stand der Technik nicht in einem zusätzlichen Produktionsschritt erfolgen muss. Ebenfalls werden im Vergleich zu den Carbonstäben, die eine Pro-

filierung durch Fräsen aufweisen, keine wertvollen und teuren Fasern zerstört, wodurch die erfindungsgemäße Methode auch hinsichtlich der Nachhaltigkeit Vorteile besitzt.

5 **[0051]** Durch die vorliegende Erfindung ist die Verwendung einer offenmaschigen und gewickelten Bewehrungsstruktur bzw. im besonderen Carbonstruktur möglich, woraus sich neue Möglichkeiten im Bauwesen ergeben. Durch die offenmaschige Struktur und die Verfüllung mit dem zweiten Matrixmaterial Beton, ergibt sich eine optimale Kraftübertragung zwischen Beton und Bewehrung, wodurch Probleme mit großen Endverankerungslängen oder Betonabplatzungen bzw. der Delamination nicht mehr auftreten.

10 **[0052]** Weiterhin ist nach der Erfindung eine spezielle Wickeltechnik vorgesehen, bei der die Fasern entsprechend den auftretenden Zugkräften angeordnet werden, wodurch ein Optimum zwischen dem Lastfluss und der Materialbeanspruchungen erreicht wird. Zusätzlich können Betonbauteile mit Verwendung des erfindungsgemäß vorgefertigten Bewehrungselements effizient, zügig, sowie kostengünstig konzipiert und hergestellt werden.

15 **[0053]** Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Lösung für das Eingangs dargelegte Problem mit dem Verbund von hochleistungsfähigen Carbonelementen mit dem zweiten Matrixmaterial Beton vorgestellt. Die Erfindung beruht auf einer gekrümmten stabförmigen bzw. dreidimensionalen Bewehrungsstruktur, die durch Wickeln einzelner Faserstränge entsteht. Dabei können z. B. Carbonbewehrungselemente in Form von gekrümmten Rohren konzipiert und produziert werden, die offenmaschig sind und somit eine Eindringung des Betons in diese Zwischenräume erlaubt.

20 **[0054]** Durch die offenmaschige Anordnung der textilen Fasern zu einem Gesamtgebilde ist sichergestellt, dass eine ausreichende Penetration des Betons in die Hohlstellen stattfindet. Weiterhin bieten offenmaschige Strukturen, die im Wickelverfahren hergestellt wurden, den Vorteil, dass durch die allseitige Umschließung der Fasern mit Beton ein sehr guter Verbund entsteht. Zusätzlich wird durch die Auffächerung der Bewehrungsstruktur in einen offenmaschigen Rohrquerschnitt eine große Oberfläche bei geringen Querschnittsflächen erreicht, wodurch in der Kontaktfläche ein großer Anteil der Verbundkräfte über Haftung und Reibung übertragen werden kann. Weiterhin bietet das Verfahren den Vorteil, dass die offenmaschige Struktur neben den Haft- und Reibungskräften auch effizient Scherkräfte übertragen kann. Somit ergibt sich in Summe eine effiziente und zielfreie Methode zur Übertragung der hohen Kräfte von der Bewehrung in den Beton.

25 **[0055]** Ein weiterer wichtiger Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der optimalen Verbundkraftübertragung zwischen der offenmaschigen, gewickelten Struktur und dem Beton. Infolgedessen können die vorgeschlagenen Bewehrungselemente bzw. die Bewehrungsstruktur effizient und wirtschaftlich im Bauwesen

eingesetzt werden. Der begrenzende Faktor beim Einsatz von hochfesten Carbonfasern, die Kraftübertragung auf das zweite Matrixmaterial, insbesondere Beton, kann durch die vorliegende Erfindung überwunden werden. Denn die Kraftübertragung erfolgt nicht wie bei Gelegen oder anderen als Bewehrung genutzten Strukturen über eine kraftschlüssige Verbindung mit den naturgemäß sehr glatten Carbonfasern, sondern auf gänzlich andere Weise. Die Öffnungen, insbesondere durch kreuzweises Wickeln oder Flechten in der vorteilhaften rhombischen Gestalt, bieten einen Formschluss zwischen den Öffnungen und damit der textilen Bewehrung bzw. Carbonbewehrung einerseits und dem zweiten Matrixmaterial, insbesondere dem Beton, andererseits.

[0056] Ein weiterer Vorteil ergibt sich in der Herstellungsmethodik, da durch die Wickeltechnik nach dem Aushärten der Faserstränge ein vorgefertigtes Element vorliegt, welches auf der Baustelle einfach verlegt werden kann. Folglich können die Produktions- und Herstellzeiten auf der Baustelle verkürzt werden, was wiederum eine Reduktion der Kosten mit sich bringt. Neben den zuvor genannten Vorteilen können mit der vorliegenden Erfindung lastoptimierte bzw. lastangepasste Formbewehrungen hergestellt werden, wodurch Ressourcen und Materialien gespart werden können.

[0057] Mit der Erfindung lassen sich insbesondere funktionell gradiente Bauteile herstellen. Dazu wird die für den jeweiligen Anwendungsfall optimal ausgebildete erfindungsgemäße Bewehrungsstruktur durch ein ebenfalls in seinen Eigenschaften sowie in seiner Geometrie angepasst gewähltes zweites Matrixmaterial ergänzt. Dafür kann beispielsweise Gradientenbeton gewählt werden, der analog zur Bewehrungsstruktur nur dort eine besonders hohe Festigkeit und Steifigkeit aufweist, wo Hauptdruckkräfte auftreten. Speziell können neben Vollquerschnitten insbesondere auch Bauteilquerschnitte mit Hohlräumen, also Hohlprofile, mit der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur bewehrt werden. So kann die infolge der Verwendung von Fasermaterialien wie Carbon bereits mögliche Ausbildung geringer Schichtdicken, durch weitere Maßnahmen ergänzt werden, um damit eine filigrane und ressourcenschonende Bauweise zu ermöglichen.

[0058] Die vorliegende Erfindung ist durch Einsatz von Fasern oder Fasersträngen anstelle von starren Stäben wesentlich einfacher zu fertigen. Mit der beanspruchten Erfindung können die einzelnen Faserstränge vor dem Aushärten des ersten Matrixmaterials in die beabsichtigte Form gebracht werden und erfahren durch ihre zu diesem Zeitpunkt noch vorhandene Flexibilität keine Schädigung durch das Umbiegen. Zudem kann der Wickel- oder Flechtprozess so gestaltet sein, dass Faserstränge mit verhältnismäßig geringer Faseranzahl immer wieder (z. B. im Kreis oder im Rechteck) übereinander um die gleiche Form gewickelt werden, sodass eine in der Ebene geschlossene Bewehrungsstruktur entsteht, bei der sich Bewehrungsstreben aus den in mehreren Durchgängen aufeinander gewickelten bzw. geflochtenen ein-

zelnen Fasersträngen zusammensetzen. Die Faserstränge bilden dadurch an jeder Stelle einen Übergreifungsstoß mit sich selbst und es sind keine separaten Maßnahmen zur kraftschlüssigen Verbindung der Struktur in sich bzw. mit sich selbst erforderlich.

[0059] Anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und ihrer Darstellung in den zugehörigen Zeichnungen wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:

- 5 z. Fig. 1: eine schematische perspektivische Darstellung eines Bauteils mit Beton als zweitem Matrixmaterial und einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur;
- 10 Figuren 2 und 3: eine schematische Frontansicht eines Bauteils mit Beton als zweitem Matrixmaterial und jeweils einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur;
- 15 Fig. 4: eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Bauteils mit Beton als zweitem Matrixmaterial und einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur;
- 20 Figuren 5 und 6: jeweils eine schematische, vergrößerte Schnittdarstellung eines Bauteils mit Beton als zweitem Matrixmaterial und einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur aus Fig. 4;
- 25 Fig. 7: eine schematische perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines Halbfertigteils mit Beton als zweitem Matrixmaterial, umfassend eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur;
- 30 Fig. 8: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur zum Einsatz in einem Bewehrungselement gegen Durchstanzen;
- 35 Fig. 9: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine kreuzförmige Stabstruktur;
- 40 Fig. 10: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine Koaxialstruktur;
- 45 Fig. 11: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine kreuzförmige Kombinationsstruktur;
- 50 Fig. 12: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine weitere kreuzförmige Kombinationsstruktur;
- 55 Fig. 13: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine sternförmige Kombinationsstruktur;
- 60 Fig. 14: eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine weitere sternförmige Kombinationsstruktur und
- 65 Fig. 15: in schematischer Seitenansicht den Einsatz einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur in einem Durchlaufträger.

[0060] Fig. 1 zeigt ein Bauteil 1 aus Beton 3 als zweitem Matrixmaterial 2 und einer textilen Bewehrungsstruktur 4 mit einem runden, konstanten Querschnitt A schematisch dargestellt. Die textile Bewehrungsstruktur 4 ist in Form eines gekrümmten Rohrs aus textilen Fasern 5, im Speziellen Carbonfasern, konzipiert, nachfolgend auch als Carbonbewehrung bezeichnet. Eine Schwerpunktachse L ist durch eine gestrichelte Linie dargestellt und verläuft senkrecht zum Querschnitt A.

[0061] Darüber hinaus ist ersichtlich, dass die textile Bewehrungsstruktur 4 offenmaschig ist, was durch das Herstellverfahren Wickeln besonders gut erreichbar und flexibel anwendbar ist und den guten Verbund zum umgebenden Beton 3 sicherstellt. Dies gilt gleichermaßen für das Flechten als einer Alternative zum Wickeln.

[0062] Die maschenartigen Öffnungen der gewickelten Struktur sind ausreichend groß, damit in der späteren eingebauten Bewehrungsstruktur 4 die Matrix aus Beton 3 deren Wände penetrieren kann. Die Öffnungen, die die offenmaschige Struktur definieren, müssen daher größer sein als die größten Partikel im Zuschlagstoff des Betons 3. Die Größe der Maschen ist nach oben durch die Anforderungen an die Zugtragfähigkeit begrenzt, da mit abnehmender Faserdichte auch die Zugtragfähigkeit der Bewehrungsstruktur abnimmt. Bevorzugt ist die Größe der Maschen nicht mehr als das 1,5- bis 2-fache der maximalen Partikelgröße der Zuschlagstoffe im Beton 3.

[0063] Mit der dargestellten Bewehrungsstruktur 4 bzw. der Carbonbewehrung als deren bevorzugter Ausführungsform können die hohen Zugkräfte, die die Carbonfasern abzutragen in der Lage sind, aufgrund der Auflösung des Vollstabes in einen gewickelten Hohlstab sicher in den Beton 3 eingeleitet werden, ohne dass dies zu Problemen hinsichtlich Betonabplatzungen oder Delamination führen würde. Weiterhin führt die dargestellte bevorzugte Ausführung eines Bauteils 1 mit Beton 3 als zweitem Matrixmaterial 2 und einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur 4 zu sehr kurzen Verankerungslängen dank optimaler Kraftübertragung. Dabei kann die Bewehrungsstruktur 4 neben dem runden Querschnitt auch in anderen Querschnittsformen hergestellt und konzipiert werden. Sie kann beispielsweise mit einem Querschnitt in Ellipsenform produziert werden, um eine bessere Auslastung des Bewehrungselementes bei Biegung zu erreichen.

[0064] Hierzu sind in den Figuren 2 und 3 verschiedene Konzeptionen dargestellt. Es können beim Querschnitt der Bewehrungsstrukturen 4, 6 runde Formen, aber auch elliptische Querschnitte kreiert werden. So sind last- und formoptimierte Bewehrungselemente aus Carbonfasern realisierbar, die eine neue Art des Bauens ermöglichen.

[0065] In den Figuren 4, 5 und 6 ist eine Weiterentwicklung der Ausführungsform aus Fig. 1 dargestellt, wobei Fig. 4 eine schematische Seitenansicht und die Figuren 5 und 6 die zugehörigen Schnittdarstellungen zeigen, wobei jeweils die Lage der Schnitte A-A und B-B in Fig. 4 angegeben ist. Fig. 4 zeigt das Bauteil 1 in Längsausdehnung entlang der Schwerpunktachse L (durch ei-

ne gestrichelte Linie dargestellt), durch die Schnittdarstellungen in den Figuren 5 und 6 ist der örtliche Querschnitt A sichtbar. Ein Radius R an den Ecken unrunder Querschnittsformen hilft auf die textilen Fasern 5 wirkende, schädliche Querkräfte und Spannungen in der Bewehrungsstruktur 8 zu vermeiden. Diese wird insbesondere durch eine entsprechende Gestaltung der Form, auf die die textilen Fasern 5 aufgewickelt werden, erreicht.

[0066] Das Herstellverfahren der Bewehrungsstruktur 8 durch Wickeln oder Flechten erlaubt die Fertigung von dreidimensionalen Bewehrungen mit veränderlichem bzw. inkonstantem Querschnitt. Eine Variante für ein dreidimensionales Carbongelege, welches ebenfalls gewickelt und damit nicht vollflächig, jedoch im Querschnitt 15 geschlossen ist, zeigt das vorliegende Ausführungsbeispiel. Dabei wurden die textilen Fasern 5 bzw. die Carbonfasern lastoptimiert angeordnet. In der Mitte des Bauteils 1 zwischen den Auflagern, wo die größten Biegebeanspruchungen auftreten, sind die Carbonfasern nahe der Bauteilunterkante angeordnet, um den größtmöglichen Hebelarm zu besitzen. Im Bereich der Auflager 37 an den Enden 7, 7', dort treten die größten Querkraftbeanspruchungen auf, ist die Bewehrungsstruktur 8 aufgeweitet und die Fasern 5 sind nach oben geführt, wodurch 20 das dreidimensionale Gelege, die Bewehrungsstruktur 8, zusätzlich als Querkraftbewehrung fungiert.

[0067] Eine weitere Variante, die mit dem erfindungsgemäßen Prinzip möglich ist, stellt das Bewehrungselement, die Bewehrungsstruktur 4, 6, 8 mit unterschiedlicher Dichte der Wicklung von Fasern 5 dar. So kann z. B. in höher belasteten Bereichen stärker gewickelt werden, wodurch auch lokale Höchstbeanspruchungen ausgeglichen werden können. In einem konkreten Fall könnte dies bedeuten, dass die im Ausführungsbeispiel dargestellte Bewehrungsstruktur 8 im Bereich des Auflagers 37, wo die größten Querkräfte auftreten, stärker gewickelt wird, um die Lasten effizient abzutragen.

[0068] Somit ergeben sich mit der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur 4, 6, 8 weitere Anwendungsbereiche und Potentiale, die zuvor nicht bestanden. Ein weiterer Vorteil einer dreidimensionalen und vorgefertigten Bewehrungsstruktur 4, 6, 8 ist, dass diese bei sehr niedrigem Gewicht einfach und ohne weitere Bearbeitungsschritte auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk verbaut 40 werden kann. Somit können zusätzliche Arbeitsschritte vermieden und Kosten gespart werden.

[0069] Fig. 7 stellt eine Weiterentwicklung des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4 dar. Mit der Verwendung von dreidimensionalen Strukturen können neben Vollplatten auch Halbfertigteile 10 produziert werden. Dabei wird die dreidimensionale Bewehrungsstruktur 4, 6, 8 in die Schalung eingelegt. Anschließend wird eine dünne Betonschicht eingebracht. Nach der Aushärtung des Betons wird das Halbfertigteil 10 auf die Baustelle angeliefert.

[0070] Dort wird wiederum eine zusätzliche Schicht Aufbeton 12 auf das Halbfertigteil 10 betoniert, bis die gewünschte Dicke des Bauteils 1 vorliegt. Dabei sorgt

die dreidimensionale Bewehrungsstruktur 8 für eine ausreichende Verbundfugentragfähigkeit. Darüber hinaus kann die Bewehrungsstruktur 8 als Abstandhalter für eine nachträglich angeordnete obere Bewehrungslage 9 dienen, die z. B. zur Ausführung von Durchlaufträgern notwendig ist. Aufbeton 12 und Bewehrungslage 9 sind zwar nicht Bestandteil des Halbfertigteils 10, sind hier aber zum besseren Verständnis in die Darstellung des Halbfertigteils 10 bereits eingezeichnet bzw. angedeutet, wobei die obere durchgehende Linie für Höhe des Betons im fertigen Bauteil, des Aufbetons 12, zeigt.

[0071] Fig. 8 zeigt in schematischer perspektivischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur 13. Diese weist ebenfalls quer zu der hier nicht dargestellten Schwerpunktachse L (vgl. dazu Figuren 1 und 4) einen geschlossenen Querschnitt A auf. Dazu sind die textilen Fasern 5 im gezeigten Ausführungsbeispiel quer zu der Schwerpunktachse L gewickelt und bilden den geschlossenen Querschnitt A aus. Darüber hinaus bildet die Bewehrungsstruktur 13 selbst in der Bauteilebene E einen geschlossenen Querschnitt aus, d.h. die Enden der Bewehrungsstruktur 13 bzw. der Schwerpunktachse L sind miteinander zu einer geschlossenen, im Wesentlichen ringförmigen Struktur verbunden. Die Bewehrungsstruktur 13 bildet damit im vorliegend dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bewehrungselement 15 gegen Durchstanzen aus, das zu einer entsprechenden Verwendung im Betonbau insbesondere an Orten einer diskreten Lasteinleitung geeignet und vorgesehen ist. In der Darstellung erscheint das zweite Matrixmaterial 2, der Beton 3, durchsichtig, sodass die Einbausituation der Bewehrungsstruktur 13 und die Art der Ausbildung des Bewehrungselements 15 erkennbar werden.

[0072] Fig. 9 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine kreuzförmige Kombinationsstruktur 30. Bei dieser Variante werden zwei Flachrohre mit ovalem Querschnitt in sich verdreht zu einem kreuzförmigen Querschnitt zusammengefügt oder unmittelbar in dieser Weise gefertigt, um ein räumliches Gebilde zu schaffen, welches eine große Oberfläche und folglich eine große Verbundübertragung aufweist. Somit können hohe Kräfte und hohe Verbundkräfte zielgerichtet übertragen werden.

[0073] Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine Koaxialstruktur 40. Bei dieser Ausführungsform werden zwei Bewehrungsstrukturen 4 mit einem runden Querschnitt und konstantem Querschnittsverlauf, nachfolgend auch als Mesh-Tubes bezeichnet, mit unterschiedlichen Durchmessern im Wesentlichen koaxial ineinander verschachtelt, um mehr Querschnittsfläche und somit eine höhere Tragfähigkeit bei gleichen geometrischen Randbedingungen zu erhalten. Somit entsteht ein noch leistungsfähigerer Querschnitt. Beide Bewehrungsstrukturen 4 sind offenmaschig konzipiert, damit der Beton dazwischen eindringen kann. Zur Fixierung

sind zusätzliche Fäden 42 angeordnet, damit Verlegung, Transport und Verarbeitung der Koaxialstrukturen 40 einfach und zielgerichtet erfolgen können.

[0074] Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine zweifache Kombinationsstruktur 34, wobei zwei Flachrohre 20 zusammengefügt sind und in ihrer Schnittlinie eine weitere Bewehrungsstruktur 4, auch als Mesh bezeichnet, eingebracht ist. Dies erfolgt bevorzugt unmittelbar bei der Fertigung.

[0075] Fig. 12 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine weitere zweifache Kombinationsstruktur 34', wobei im Unterschied zu Fig. 11 die in der Schnittlinie eingebrachte Bewehrungsstruktur 4 (Mesh) einen größeren Durchmesser aufweist.

[0076] Fig. 13 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine dreifache Kombinationsstruktur 32, bei der drei Flachrohre 20 zu einem sternförmigen Querschnitt zusammengefügt sind.

[0077] Fig. 14 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur, ausgebildet als eine weitere Kombinationsstruktur 36. Dazu sind die Kombinationsstruktur 32, bei der drei Flachrohre 20 zu einem sternförmigen Querschnitt zusammengefügt sind, und die Bewehrungsstruktur 4 (Mesh) zusammengefügt, ähnlich der Ausführungsbeispiele aus den Figuren 11 und 12.

[0078] Fig. 15 zeigt in schematischer Seitenansicht den Einsatz einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bewehrungsstruktur 4 in einem Durchlaufträger 38. Die gekrümmte Ausführung der Bewehrungsstruktur 4 über den Auflagern 37 geht mit einer Schutzwirkung im Brandfall einher, da dadurch gerade in den wichtigen Endverankerungs- bzw. Auflagerbereichen mindestens eine der Bewehrungsebenen noch weiter von der temperaturbelasteten Bauteilloberfläche weggeführt wird.

[0079] Bevorzugt ist über jeder Stütze bzw. über jedem Auflager 37 ein Bereich 7, eine Aufweitung (in der Figur nicht aufgeweitet dargestellt) und dazwischen jeweils der verjüngte Bereich der Bewehrungsstruktur, nach der bevorzugten Ausgestaltung die inkonstante Bewehrungsstruktur 8, vorgesehen.

[0080] Im Bauteil 1 ergibt sich durch die aufgeweiteten Bereiche 7 eine hohe Festigkeit gegenüber auftretenden Querkräften, während über die freitragende Länge des Bauteils 1 eine hohe Biegetragfähigkeit erreicht werden kann. Dies wird durch eine Verlagerung des verjüngten Bereichs der Bewehrungsstruktur 8 in den Bereich der Zugseite des Bauteils 1 erreicht. Zugleich wird durch den lastgerechten Einsatz der Bewehrungsstruktur 4, 8 das Bewehrungsmaterial, die textilen Fasern 5, effektiv und sparsam eingesetzt.

Bezugszeichenliste

[0081]

1	Bauteil	textilen Fasern (5) über die Länge der Schwerpunktachse (L) veränderlich ausgeführt sind.
2	zweites Matrixmaterial, Beton	
4	Bewehrungsstruktur (runder Querschnitt, konstant)	
5	textile Fasern	
6	Bewehrungsstruktur (ovaler Querschnitt, konstant)	
7, 7'	erster Bereich, zweiter Bereich, Aufweitung	
8	Bewehrungsstruktur (inkonstant)	
9	Bewehrungslage	
10	Halbfertigteil	
11	Zugseite	
12	Aufbeton	
13	Bewehrungsstruktur (doppelt geschlossen)	
15	Bewehrungselement gegen Durchstanzen	
20	Flachrohr	
30	Kombinationsstruktur (2-fach)	
32	Kombinationsstruktur (3-fach)	
34,34'	Kombinationsstruktur (3-fach)	
36	Kombinationsstruktur (4-fach)	
37	Auflager	
38	Durchlaufträger	
40	Koaxialstruktur	
42	Faden	
A	Querschnitt	
L	Schwerpunktachse	
E	Bauteilebene	
R	Radius	

Patentansprüche

1. Textile Bewehrungsstruktur für ein Bauteil (1), das Bauteil (1) umfassend ein zweites Matrixmaterial (2), wobei die Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) wenigstens eine Wand aufweist, die Öffnungen umfasst und offenmaschig aus textilen Fasern (5), die durch ein erstes Matrixmaterial in einer im wesentlichen starren Form gehalten werden, aufgebaut ist, und wobei die Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) einen senkrecht zu einer Schwerpunktachse (L) geschlossenen Querschnitt (A) mit mindestens einem Hohlräum im Inneren aufweist, wobei die lichte Größe der Öffnungen ein Durchdringen der Wand mit dem zweiten Matrixmaterial (2) ermöglicht, sodass dieses in den Hohlräum der Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) gelangen kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwerpunktachse (L) des Querschnitts (A) der Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) einem zumindest einfach gekrümmt ausgeführt ist.
 2. Bewehrungsstruktur nach Anspruch 1, wobei die Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) aus gewickelten oder geflochtenen textilen Fasern (5) besteht, und wobei die Neigungswinkel der textilen Fasern (5) und/oder die Abstände zwischen den
- 35
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- 70
- 75
- 80
- 85
- 90
- 95
- 100
- 105
- 110
- 115
- 120
- 125
- 130
- 135
- 140
- 145
- 150
- 155
- 160
- 165
- 170
- 175
- 180
- 185
- 190
- 195
- 200
- 205
- 210
- 215
- 220
- 225
- 230
- 235
- 240
- 245
- 250
- 255
- 260
- 265
- 270
- 275
- 280
- 285
- 290
- 295
- 300
- 305
- 310
- 315
- 320
- 325
- 330
- 335
- 340
- 345
- 350
- 355
- 360
- 365
- 370
- 375
- 380
- 385
- 390
- 395
- 400
- 405
- 410
- 415
- 420
- 425
- 430
- 435
- 440
- 445
- 450
- 455
- 460
- 465
- 470
- 475
- 480
- 485
- 490
- 495
- 500
- 505
- 510
- 515
- 520
- 525
- 530
- 535
- 540
- 545
- 550
- 555
- 560
- 565
- 570
- 575
- 580
- 585
- 590
- 595
- 600
- 605
- 610
- 615
- 620
- 625
- 630
- 635
- 640
- 645
- 650
- 655
- 660
- 665
- 670
- 675
- 680
- 685
- 690
- 695
- 700
- 705
- 710
- 715
- 720
- 725
- 730
- 735
- 740
- 745
- 750
- 755
- 760
- 765
- 770
- 775
- 780
- 785
- 790
- 795
- 800
- 805
- 810
- 815
- 820
- 825
- 830
- 835
- 840
- 845
- 850
- 855
- 860
- 865
- 870
- 875
- 880
- 885
- 890

punktachse (L) zu einer geschlossenen Kontur gekrümmmt ist, erfolgt.

12. Bauteil, **umfassend** wenigstens eine Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und ein zweites Matrixmaterial (2). 5
13. Bauteil nach Anspruch 12, wobei als zweites Matrixmaterial (2) vorgesehen und das Bauteil (1) ein Betonbauteil oder eine bewehrte Betonstruktur in einem Bauwerk ist. 10
14. Halbfertigteil, umfassend eine Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13, 30, 34, 34', 32, 36, 40) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch eine Schicht Beton (2), deren Dicke so viel geringer als die Höhe der Bewehrungsstruktur (4, 6, 8, 13) ist, dass diese zumindest in einem Teilbereich nur teilweise einbetoniert ist und teilweise aus dem Beton (2) herausragt. 15 20
15. Halbfertigteil nach Anspruch 14, wobei eine Bewehrungsstruktur nach Anspruch 6 vorgesehen ist und diese durch die Schicht Beton (2) in einem verjüngten Bereich vollständig und im aufgeweiteten Bereich an den Enden (7, 7') teilweise einbetoniert ist, sodass nach dem Einbau des Halbfertigteils (10) vor Ort eine Bewehrungslage (9) und ein Aufbeton (12) aufgebracht werden können. 25 30

35

40

45

50

55

12

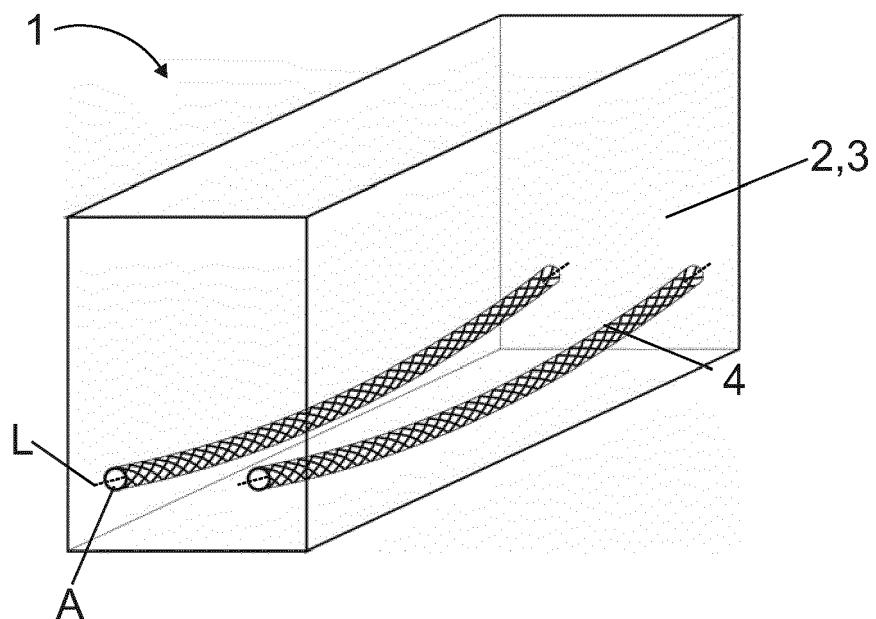


Fig. 1

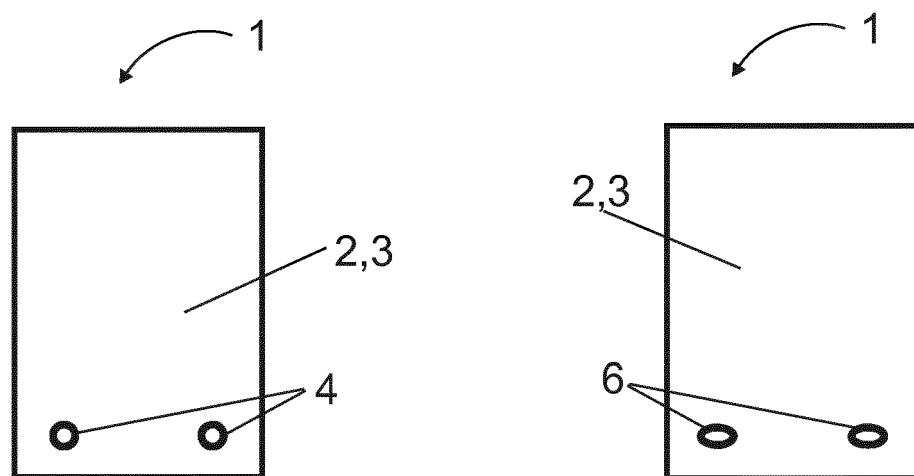


Fig. 2

Fig. 3

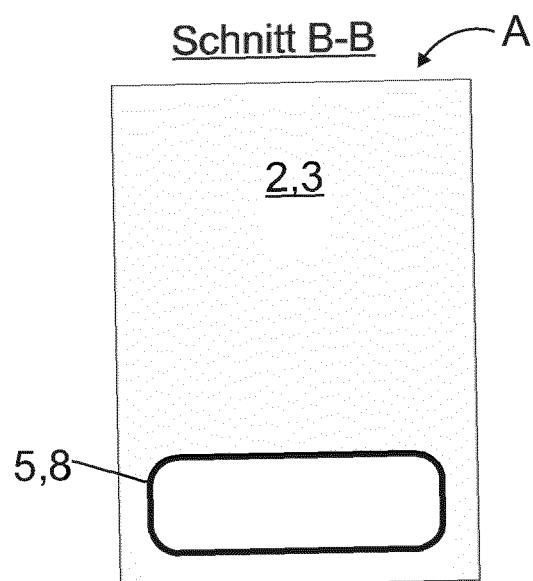
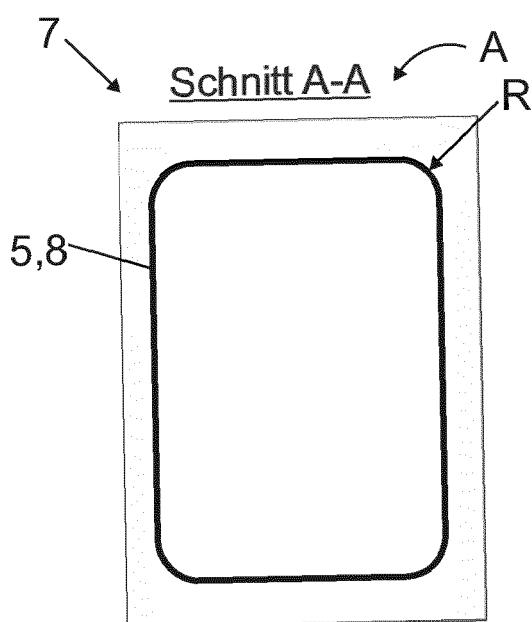
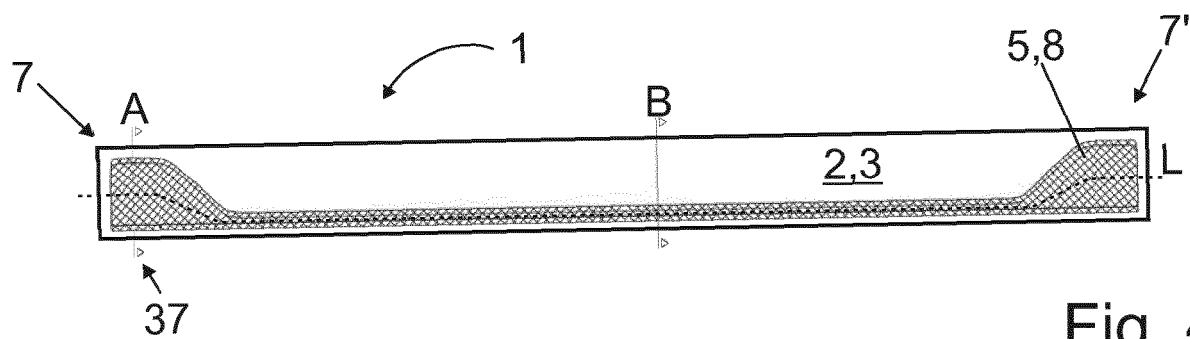


Fig. 5

Fig. 6

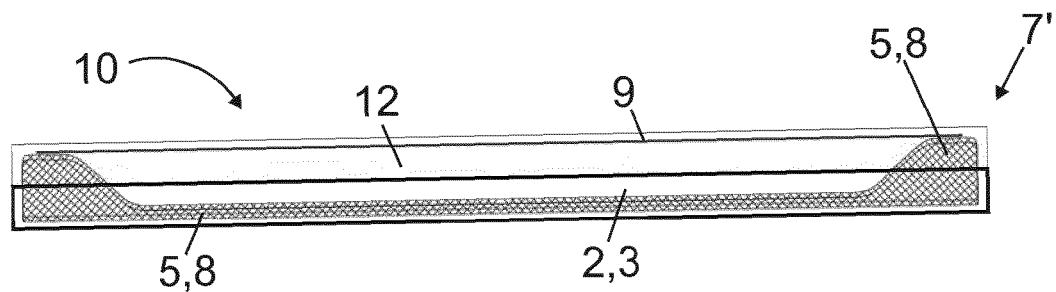


Fig. 7

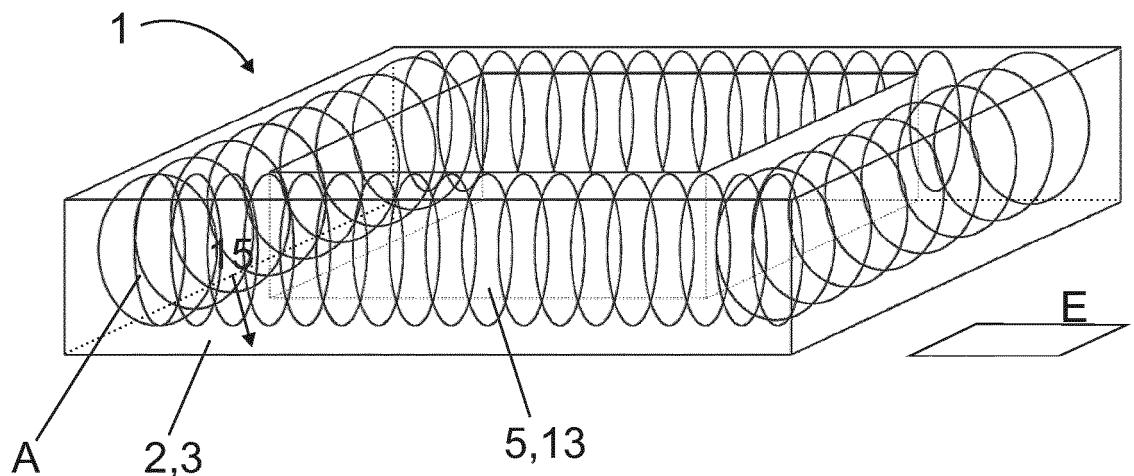


Fig. 8

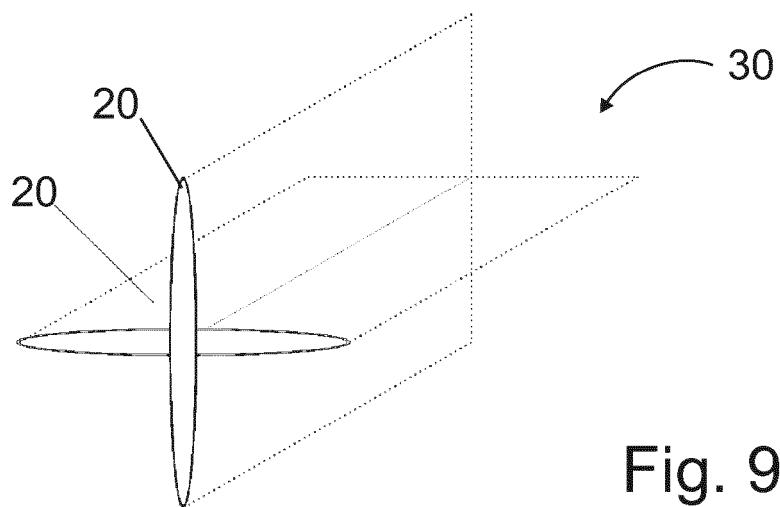


Fig. 9

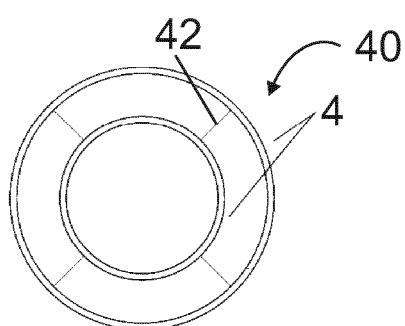


Fig. 10

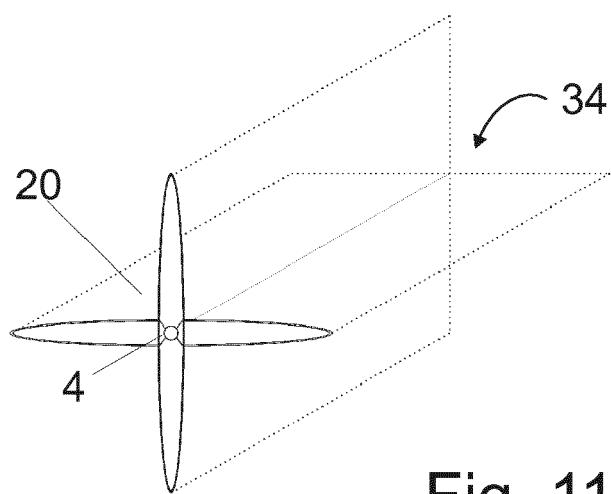


Fig. 11

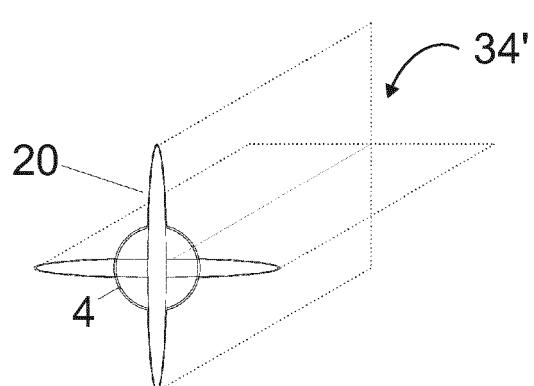


Fig. 12

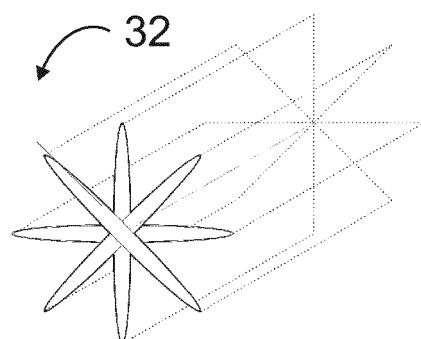


Fig. 13

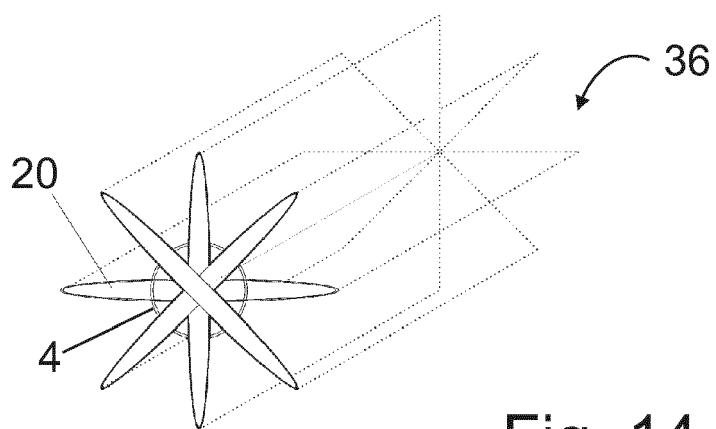


Fig. 14

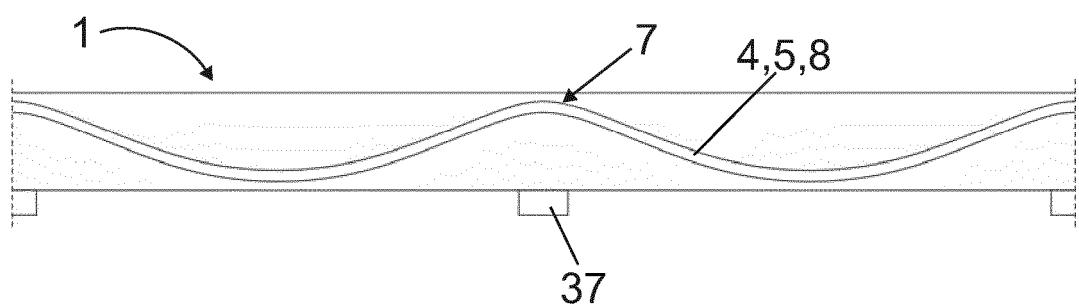


Fig. 15



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)		
X	CH 691 608 A5 (SACAC HERGISWIL AG [CH]) 31. August 2001 (2001-08-31) * Spalte 1, Zeile 35 - Spalte 2, Zeile 65 * * Spalte 4, Zeile 56 - Spalte 7, Zeile 41; Abbildungen 4-7f * -----	1-15	INV. E04C5/07		
A	WO 2006/138224 A1 (COAR LANCELOT [CA]) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) * Seite 12, Zeile 6 - Seite 14, Zeile 13; Abbildung 1 * -----	1-15			
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)					
E04C					
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer			
Den Haag	20. Juli 2020	Melhem, Charbel			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE					
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze				
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist				
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument				
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument				
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument				

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 16 1189

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-07-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	CH 691608	A5	31-08-2001	AU 3332697 A CH 691608 A5 WO 9809042 A1	19-03-1998 31-08-2001 05-03-1998
20	WO 2006138224	A1	28-12-2006	KEINE	
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- DE 102015100386 A1 [0005]
- DE 102016100455 A1 [0011]
- DE 102014200792 B4 [0015]
- EP 2530217 B1 [0015]
- DE 102016124226 A1 [0015]
- DE 102012101498 A1 [0016]
- WO 9809042 A1 [0017]
- DE 202005019077 U1 [0018]
- DE 102017102366 A1 [0019]