



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.07.2023 Patentblatt 2023/27

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04C 5/01 (2006.01) E04C 5/07 (2006.01)
E04C 5/08 (2006.01) E04C 5/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23158276.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04C 5/127; E04C 5/07; E04C 5/085

(22) Anmeldetag: **17.09.2012**

(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

(72) Erfinder: **KURATH-GROLLMANN, Josef Peter**
8409 Winterthur (CH)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
12766940.6 / 2 912 239

(74) Vertreter: **Troesch Scheidegger Werner AG**
Schwäntenmos 14
8126 Zumikon (CH)

(71) Anmelder: **CPC AG**
8450 Andelfingen (CH)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 23.02.2023 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **VORGESPANNTE BETONBAUTEILE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VORGESPANNTER BETONBAUTEILE**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung vorgespannter Betonbauteile sowie vorgespannte Betonbauteil. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen mindestens eines Armierungselements (10) umfassend eine Vielzahl von Fasern (12) und mehrere Halteelemente (14), welche durch die Fasern (12) miteinander verbunden sind, so dass die Fasern (12) mittels der Halteelemente (14) in ihrer Längsrichtung (T) ge-

spannt werden können, wobei die Fasern (12) durch Laminieren oder durch Laminieren und Klemmen an den Halteelementen (14) befestigt sind. Weiter umfasst das Verfahren das Spannen der Fasern (12) des Armierungselements (10) durch Auseinanderziehen der zugehörigen Halteelemente (14) in ihre Längsrichtung (T) sowie das Betonieren des Betonbauteils (20) unter zumindest teilweise Einbetonieren der gespannten Fasern (12).

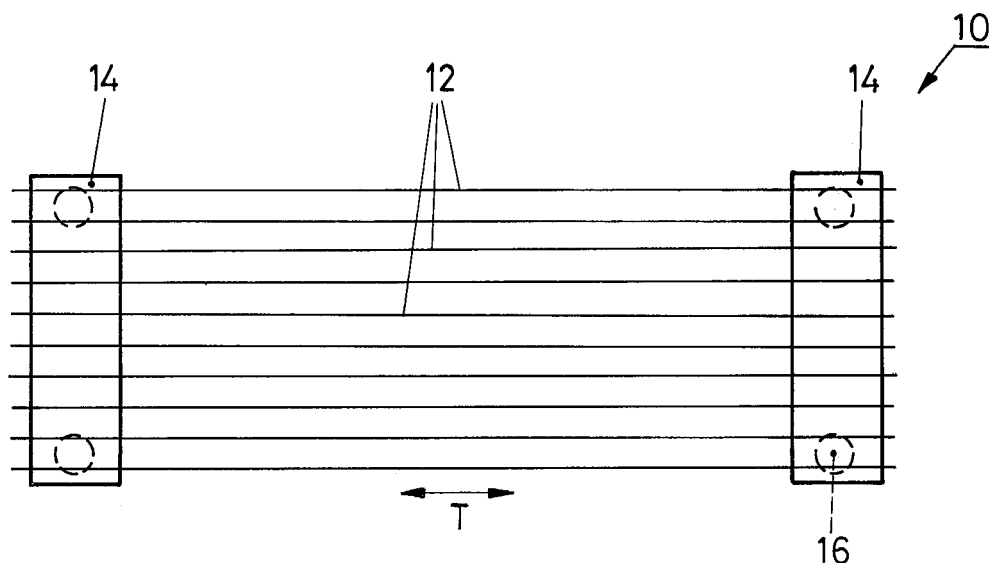


FIG.1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft vorgespannte Betonbauteile, insbesondere hergestellt nach dem genannten Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils.

[0002] Vorgespannte Betonplatten sind aus dem Stand der Technik bekannt. Beispielsweise offenbart US 2002/0059768 A1 ein Verfahren zur Herstellung einer vorgespannten Betonplatte mittels gespannter Drahtseile. Zur Erzeugung der Spannung werden die Drahtseile um jeweils gegenüberliegende Bolzen gewunden und anschliessend durch Auseinanderbewegen der Bolzen unter Zugspannung gesetzt. Dadurch ergibt sich eine Vorspannung von ca. 70% der Bruchspannung der Drahtseile.

[0003] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht u.a. darin, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung vorgespannter Betonbauteile anzugeben.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils gemäss Anspruch 1 gelöst. Weitere erfindungsgemässe Ausführungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0005] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein verbessertes vorgespanntes Betonbauteil bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch ein Betonbauteil gemäss Anspruch 15 gelöst.

[0006] Ein Teilaspekt der Erfindung betrifft ein Armierungselement zur Herstellung vorgespannter Betonbauteile, mit einer Vielzahl von Fasern und mehreren Halteelementen, welche durch die Fasern miteinander verbunden sind, so dass die Fasern mittels der Halteelemente in ihrer Längsrichtung gespannt werden können. Dabei sind die Fasern derart an den Halteelementen befestigt, dass die Fasern im gespannten Zustand weitgehend geradlinig in die Halteelemente münden. Dadurch wird sowohl eine hohe Vorspannung als auch eine effiziente, zuverlässige und damit kostengünstige Herstellung der Betonbauteile erreicht.

[0007] Der Begriff "Faser" umfasst sowohl ein einzelnes oder mehrere längliche und flexible Bewehrungselemente für Betonbauteile, beispielsweise ein einzelnes Filament - auch Einzelfilament oder Monofil genannt - oder ein Bündel von Filamenten - auch Multifilament, Multifilgarn, Garn oder - bei gestreckten Filamenten - Roving genannt. Insbesondere umfasst der Begriff Faser auch einen einzelnen Draht oder mehrere Drähte. Ferner können die Fasern auch einzeln oder gemeinsam beschichtet sein und/oder das Faserbündel kann verseilt oder verdreht sein.

[0008] In einem Beispiel ist die Netto-Querschnittsfläche der Fasern (d.h. ohne Harz imprägnierung) kleiner als ca. 5 mm² und liegt insbesondere in einem Bereich von ca. 0.1 mm² bis ca. 1 mm². In einem anderen Beispiel ist das elastische Zugdehnungsvermögen der Fasern grösser als ca. 1%. In einem weiteren Beispiel ist die

Zugfestigkeit der Fasern bezogen auf deren Netto-Querschnittsfläche grösser als ca. 1000 N/mm², insbesondere grösser als ca. 1800 N/mm².

[0009] Bei der Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils werden beispielsweise zuerst die Armierungselemente in einer Gussform verlegt und dann die Fasern mittels Auseinanderziehen der entsprechenden Halteelemente gespannt. Anschliessend wird das Betonbauteil gegossen, wobei die im Innern der Gussform liegenden Teile der Fasern einbetoniert werden. Nach dem Erhärten des Betons wird die zuvor an die Fasern angelegte Spannung gelöst, wobei die Spannung bei den einbetonierten Teilen der Fasern erhalten bleibt, da die einbetonierten Faserteile kraftschlüssig mit dem Beton verbunden sind und praktisch keine Relativverschiebung zwischen diesen Faserteilen und dem Beton stattfindet. Dabei basiert die kraftschlüssige Verbindung - unter anderem - auf dem Verkeilen der Fasern in ihrer Betonummantelung (Hoyer-Effekt). Die aus dem Betonbauteil ragenden spannungslosen Teile der Fasern können abgetrennt und zusammen mit den Halteelementen entfernt werden. Bei dem vorgespannten Betonbauteil wird demnach die Vorspannung durch die Spannung der einbetonierten Fasern erzeugt.

[0010] Die Verbindung von Fasern und Beton kann mit verschiedensten Mitteln verstärkt werden, zum Beispiel mit einer erhöhten Oberflächenrauigkeit der Fasern. In einem Beispiel ist diese Verbindung derart ausgebildet, dass über die mechanische Schubverbindung nach 200 mm, insbesondere nach 100 mm, weitere nach insbesondere 70 mm, Einbindelänge (d.h. einbetonierte Länge der Fasern) die volle Dimensionierungszugkraft übertragen werden kann.

[0011] Die Fasern des Armierungselementes können aus einer Vielzahl von verschiedenen Materialien hergestellt sein, insbesondere aus nicht-korrosivem Material und weiter insbesondere aus alkalibeständigem Material. Zum Beispiel ist dieses Material ein Polymer wie Carbon aber auch Glas, Stahl oder Naturfaser.

[0012] Beispielsweise sind die Fasern aus Carbon hergestellt. Carbon-Fasern haben den Vorteil, dass sie sehr beständig sind, das heisst selbst über Jahrzehnte sind keine wesentlichen Einbussen der Festigkeit feststellbar. Zudem sind Carbon-Fasern korrosionsbeständig, insbesondere korrodieren sie nicht an der Oberfläche der Betonbauteile, und sind praktisch unsichtbar. Somit können die Carbon-Fasern an Oberfläche der Betonbauteile oftmals belassen werden. Sie können aber auch mit Leichtigkeit entfernt werden, beispielsweise durch Abbrechen oder einfaches Abstreifen.

[0013] Die Befestigung der Fasern "in" den Halteelementen umfasst verschiedenste Befestigungsmöglichkeiten, insbesondere auch die Befestigung der Fasern "an" oder "auf" den Halteelementen, zum Beispiel ein Auflaminieren der Fasern ohne weitere Abdeckung.

[0014] Überraschenderweise wird mit der erfindungsgemässen Lösung sowohl eine hohe Vorspannung der Betonbauteile als auch eine effiziente, zuverlässige und

einfache Handhabung der Armierungselemente erreicht. Dadurch können die Betonbauteile besonders kostengünstig hergestellt werden. Insbesondere wird Folgendes erreicht:

Durch das weitgehend geradlinige Einmünden der Fasern bezüglich ihrer Längsrichtung, also der gleichmässigen Weiterführung der Fasern, in die Halteelemente, werden Querspannungen bei den Fasern weitgehend vermieden. Solche Querspannungen führen oftmals zu Faserbrüchen und treten zum Beispiel bei Knickstellen, Stauungen oder engen Kurvenradien auf, also typischerweise bei Umlenkstegen, Umlenkrollen oder Führungsbolzen. Dank der erfindungsgemässen Befestigung der Fasern mit der guten Einleitung der wirkenden Kräfte in das Halteelement kann ohne ein Erhöhen der Bruchgefahr eine hohe Zugkraft und damit eine hohe Vorspannung der Betonbauteile erreicht werden. Dies ist besonders vorteilhaft bei Carbon-Fasern, insbesondere bei imprägnierten Carbon-Fasern, da diese bezüglich Querspannungen besonders bruchgefährdet sind.

[0015] In einem Beispiel können die Fasern, insbesondere die Carbon-Fasern, mit einer Spannung von ca. 50% bis ca. 95% der Bruchspannung der Fasern gespannt werden. In einem weiteren Beispiel können die Fasern mit mindestens ca. 80%, insbesondere mindestens ca. 90% der Bruchspannung der Fasern gespannt werden. Dadurch wird eine kostengünstige Herstellung von sehr stabilen, grossen und dünnen Betonbauteilen erreicht. Eine hohe Vorspannung des Betonbauteils ist bei Carbon-Fasern besonders vorteilhaft, da Carbon-Fasern ein anderes Ausdehnungsverhalten als Beton aufweisen.

[0016] Dank der Armierungselemente können grosse und dünne Betonbauteile hergestellt werden, welche sich bei Belastung praktisch nicht durchbiegen. In einem Beispiel liegt die Dicke des herzustellenden Betonbauteils im Bereich von ca. 10 mm bis 60 mm, insbesondere ca. 15 mm bis 40 mm. In einem anderen Beispiel beträgt die flächenmässige Ausdehnung des Betonbauteils mindestens ca. 10 m × 5 m, insbesondere mindestens ca. 10 m × 10 m, weiter insbesondere mindestens ca. 15 m × 15 m. In einem weiteren Beispiel beträgt die Länge des Betonbauteils mindestens ca. 6 m, weiter insbesondere mindestens ca. 12 m.

[0017] Des Weiteren können die Armierungselemente an einem ersten Ort als Zwischenprodukte hergestellt, gegebenenfalls in entsprechende Transportbehälter verpackt, und an einen anderen Ort zur Herstellung der Betonteile transportiert werden. An dem anderen Ort, zum Beispiel in einem Betonfertigstellungswerk, stehen dann die angelieferten Armierungselemente direkt als vorgefertigte Bauteile zur Verfügung.

[0018] Ferner wird durch die Verbindung der Fasern mit den Halteelementen eine robuste und platzsparende und damit eine gut transportierbare Einheit erreicht.

[0019] In einer Ausgestaltung sind die Fasern individuelle Fasern und/oder umfassen ein oder mehrere Rovings, insbesondere Carbon-Rovings. Dadurch wird die

Herstellung von besonders stabilen und leichten Betonbauteilen erreicht. Unter individuellen Fasern sind einzelne, nicht unmittelbar zusammenhängende Fasern zu verstehen. Im Gegensatz dazu ist eine fortlaufende Faseranordnung zu sehen, bei der die hin- und herlaufenden Teile der Faseranordnung über Schlaufen zusammenhängen.

[0020] Unter dem Begriff "Roving" ist ein Bündel von gestreckten Filamenten zu verstehen. Ein solcher Roving, auch als gestrecktes Garn bezeichnet, umfasst typischerweise einige tausend Filamente, insbesondere ca. 2'000 bis ca. 16'000 Filamente. Durch den Roving werden die auf die Fasern wirkenden Zugkräfte weitgehend gleichmässig auf eine Vielzahl von Filamenten verteilt, so dass lokale Spitzenbelastungen weitgehend vermieden werden.

[0021] Ferner weisen die Filamente des Rovings einen kleinen Faserdurchmesser auf, so dass ein entsprechend grosses Oberflächen-Durchmesser-Verhältnis und damit ein guter Verbund zwischen dem Beton und den Filamenten erreicht wird. Ferner werden eine gute Schubübertragung und eine gute Verteilung der Zugbelastung auf den Beton erreicht.

[0022] In einem Beispiel sind die Fasern aus einer Anordnung von mehreren Rovings hergestellt, welche 2 bis 10, insbesondere 2 bis 5, einzelne Rovings umfasst. Somit weisen diese Fasern ca. 4'000 bis ca. 160'000 Filamente auf.

[0023] In einer Ausgestaltung weisen die Halteelemente Führungselemente für die Fasern auf, insbesondere eine Klemmvorrichtung und/oder einen Träger zum Laminieren der Fasern im Endbereich, insbesondere eine faserverstärkte Polymer-Matrix, weiter insbesondere eine Polyester-Matrix. Durch diese Führungselemente wird eine gute Kraftübertragung erreicht. Ausserdem wird durch das Laminieren eine besonders platzsparende, und robuste Einheit erreicht. Die Halteelemente können auch als Doppelklebeband ausgebildet sein.

[0024] In einer Ausgestaltung bilden die Fasern in den Halteelementen eine im Wesentlichen ebene Lage, und sind insbesondere weitgehend parallel und/oder weitgehend gleichmässig beabstandet zueinander angeordnet. Dadurch weist das Armierungselement die Form einer Bahn oder einer Harfe auf. Diese Form ist leicht zu stapeln oder aufzurollen, gegebenenfalls unter Verwendung von Zwischenblättern zum Getrennthalten der jeweiligen Fasern. Dadurch sind Armierungselemente gut zu transportieren.

[0025] Ein solches harfenförmiges Armierungselement hat gegenüber einem Gitter (Grid) den Vorteil, dass keine Verknotungen auftreten und somit sehr hohe Zugbelastung erreicht werden können. Ausserdem entfallen komplizierte Herstellschritte wie Weben oder Flechten und es besteht hohe Flexibilität bezüglich der Breite der Bahnen, da keine Maschinen zur Herstellung eines Gitters benötigt werden. Daher lassen sich sogenannte "Endlos Produkte" sowohl in Länge als auch in der Breite auf einfache Weise herstellen.

[0026] In einer Ausgestaltung weist das Armierungselement zusätzliche Abstandshalter auf, welche die Fasern untereinander verbinden, beispielsweise in Form von Querfäden und/oder einem Gewebe, so dass auch bei einem nicht oder nur teilweise gespannten Armierungselement ein Abstand zwischen den einzelnen Fasern vorhanden ist. Dadurch wird ein Verheddern der ungespannten Fasern weitgehend oder vollständig verhindert. Diese Abstandshalter dienen somit als Montagehilfe und/oder Transporthilfe. Im einbetonierten Zustand übernehmen die Abstandshalter praktisch keine Zugbelastungen.

[0027] In einer Ausgestaltung beträgt der Armierungsabstand ca. 5 mm bis ca. 40 mm, insbesondere ca. 8 mm bis ca. 25 mm, und/oder sind in den Halteelementen jeweils mindestens 10, insbesondere mindestens 40, Fasern befestigt. Beispielsweise ist der Armierungsabstand, das heisst der Abstand zwischen zwei benachbarten Fasern, kleiner oder gleich der doppelten Dicke des Betonbauteils.

[0028] In einer Ausgestaltung sind die Fasern mit einem alkalibeständigen Polymer, insbesondere mit einem Harz, weiter insbesondere mit einem Vinylesterharz, imprägniert. Dadurch wird eine höhere Zugfestigkeit der Fasern erreicht.

[0029] In einer Ausgestaltung sind die Fasern mit einem körnigen Material, insbesondere mit Sand, beschichtet. Dadurch wird eine Verbesserung des Verbundes zwischen Fasern und Beton und damit eine höhere Beständigkeit der Vorspannung im Betonbauteil erreicht.

[0030] In einer Ausgestaltung sind die Fasern derart an den Halteelementen befestigt, dass sich die Fasern im gespannten Zustand weitgehend geradlinig in den Halteelementen fortsetzt, insbesondere über eine Distanz von mindestens ca. 5 mm, weiter insbesondere mindestens ca. 10 mm. Dadurch wird eine gute Kraftübertragung zwischen den Fasern und den Halteelementen erreicht.

[0031] In einer Ausgestaltung weisen die Halteelemente ein, insbesondere quer zur Richtung der Fasern verlaufendes, Mittel zur Kraftverteilung auf, insbesondere eine Krümmung und/oder eine Profilierung. Dadurch wird eine gute Verteilung der wirkenden Kräfte und damit eine hohe Zugspannung und/oder eine geringe Belastung der Fasern während des Spannens erreicht. Ausserdem wird dadurch ein Verkürzen der Einbindlänge erreicht, das heisst ein Verkürzen der benötigten Länge zur zuverlässigen Befestigung der Fasern an den Halteelementen.

[0032] In einem Beispiel ist die Krümmung des Halteelements derart ausgebildet, dass die gekrümmt verlaufenden Fasern jeweils weitgehend parallel angeordnete, insbesondere senkrecht zur Lage der Fasern stehende, Ebenen definieren. Bei einer Anordnung der Fasern in einer horizontalen Lage sind beispielsweise deren Fasenden vertikal nach unten oder nach oben gekrümmt.

[0033] Insbesondere wird durch die Profilierung eine gute kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Haltee-

lement und der Spannvorrichtung erreicht. Somit kann der Druck auf das Halteelement und/oder auf die Fasern reduziert werden. In einem Beispiel ist die Profilierung auf mindestens einer jener Flächen des Halteelements angeordnet, welche zur Befestigung des Halteelements in einer Spannvorrichtung vorgesehen ist. In einem anderen Beispiel ist die Profilierung wellenförmig oder zackenförmig, insbesondere sägezahnförmig.

[0034] In einer Ausgestaltung des Armierungselements ist dessen Breite grösser als 0.4 m, insbesondere grösser als 0.8 m, und/oder dessen Länge grösser als 4 m, insbesondere grösser als 12 m. Dadurch wird eine effiziente Herstellung von grossen Betonbauteilen erreicht. Beispielsweise kann eine 20 m × 20 m grosse Betonplatte in einem Arbeitszyklus hergestellt werden.

[0035] Ein weiterer Teilaspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Armierungselements für vorgespannte Betonbauteile, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Bereitstellen von gespannten Fasern durch gemeinsames Ausziehen einer Vielzahl von untereinander beabstandeten Fasern; und
- Befestigen eines Halteelements an den gespannten Fasern, insbesondere durch Klemmen und/oder Laminieren, um die Fasern in ihrer gegenseitigen Anordnung, insbesondere bezüglich Abstand und/oder Ausrichtung, zu fixieren.

[0036] Dadurch wird eine weitgehend parallele Verarbeitung der Fasern und damit eine sehr effiziente Herstellung des Armierungselements und eine vorteilhafte Anordnung der Fasern erreicht, insbesondere auch in Hinblick auf die weitere Verwendung des Armierungselements, nämlich für das Spannen der Fasern vor und während des Einbetonierens.

[0037] In einem Beispiel wird das Halteelement nach dem Verbinden mit den Fasern durchtrennt, insbesondere mittig, so dass die beiden erzeugten Teilstücke wiederum zwei Halteelemente für zwei aufeinanderfolgend hergestellte Armierungselemente bilden. Dabei bildet das erste Teilstück das Ende eines ersten Armierungselements und das zweite Teilstück den Anfang des nachfolgenden Armierungselements.

[0038] In einem anderen Beispiel ist das Halteelement als Doppel-Halteelement ausgebildet, wobei sich zwischen den beiden Teilen des Doppel-Halteelements ein offener Zwischenbereich befindet, in welchem die Fasern freiliegen. Das zuvor genannte Durchtrennen des Halteelements kann durch ein einfaches Trennen der Fasern in diesem Zwischenbereich erfolgen, beispielsweise durch Brechen. Dadurch wird eine effiziente Vereinzelung bei der Herstellung, insbesondere bei der Serienherstellung, der Armierungselemente erreicht.

[0039] In einer Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung des Armierungselements erfolgt das Befestigen des Halteelements während des gemeinsamen Auszie-

hens der Fasern, insbesondere durch Bewegen des Halteelements im Gleichlauf zur Bewegung der Fasern. Dadurch wird eine sehr effiziente Herstellung erreicht, insbesondere bei der Serienherstellung der Armierungselemente.

[0040] In einer Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung des Armierungselements erfolgt das Befestigen des Halteelements durch Befestigen eines Oberteils und eines Unterteils des Halteelements von entgegengesetzten Seiten der Fasern, insbesondere durch das Zusammenfügen von Glasfasermatten.

[0041] In einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens zur Herstellung des Armierungselements erfolgt das Anordnen der Fasern durch Auflegen der Fasern auf einen ersten Teil des Halteelements und das Fixieren der Fasern durch Hinzufügen eines zweiten Teils des Halteelements und durch Zusammendrücken dieser beiden Teile. Dadurch werden die Fasern von den Halteelementen fest umschlossen, so dass eine besonders kräftige und robuste Befestigung erreicht wird.

[0042] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein vorgespanntes Betonbauteil, insbesondere eine Betonplatte, das unter Verwendung mindestens eines Armierungselements hergestellt wurde, wobei die Vorspannung des Betonbauteils mindestens 80%, insbesondere mindestens 90%, der Bruchspannung der Fasern beträgt.

[0043] In einem Beispiel wird dieses Betonbauteil unter Verwendung einer Vielzahl von, insbesondere gruppenweise angeordneten, erfindungsgemässen Armierungselementen hergestellt. Durch die gruppenweise Anordnung wird eine verbesserte Anpassung an die Gegebenheiten des Betonbauteils erreicht. Eine Gruppierung kann durch einen oder mehrere horizontale und/oder vertikale Abstände oder durch eine winklige, insbesondere rechtwinklige, Anordnung erreicht werden.

[0044] In einem Beispiel erfolgt das Vorspannen der Fasern durch abschnittsweises Spannen, insbesondere individuell für jedes der verwendeten Armierungselemente. Dadurch kann die Vorspannung flexibel auf spezifische Anforderungen eingestellt werden.

[0045] In einem Beispiel ist der Armierungsabstand, d.h. der Abstand zwischen zwei benachbarten Fasern, kleiner oder gleich der doppelten Dicke des Betonbauteils, insbesondere kleiner oder gleich der doppelten Plattendicke.

[0046] Wie eingangs erwähnt betrifft die vorliegende Erfindung u.a. ein Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

- Bereitstellen mindestens eines in diesem Dokument beschriebenen Armierungselements;
- Spannen der Fasern des Armierungselements durch Auseinanderziehen der zugehörigen Halteelemente; und
- Betonieren des Betonbauteils unter zumindest teil-

weisem Einbetonieren der gespannten Fasern.

[0047] Dadurch werden sehr effiziente und leicht zu handhabende Vorbereitungsarbeiten und damit eine kostengünstige Herstellung des Betonbauteils erreicht. Insbesondere entfallen aufwändige und komplizierte Verlege-Arbeiten einzelner Fasern, insbesondere filigrane Flechtarbeiten. Somit ist das erfindungsgemässe Verfahren sehr gut geeignet für die Herstellprozesse in einem Fertigungswerk für Betonbauteile.

[0048] Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich besonders für die Herstellung von grossen vorgespannten Betonbauteilen, beispielsweise für Betonplatten von ca. 20 m Breite und ca. 20 m Länge. In einem darauf folgenden Arbeitsgang können diese grossen vorgespannten Betonbauteile dann in kleinere vorgespannte Betonbauteile unterteilt werden, da die Vorspannung der Betonbauteile beim Teilen stets erhalten bleibt. Die kleineren Betonbauteile können dann individuell zugeschnitten werden, beispielsweise durch Sägen, CNC-Fräsen oder Wasserstrahltrennen, um beispielsweise speziell geformte Bodenplatten, Treppentritte oder Platten für Tischtennistische herzustellen. Eine solche Unterteilung kann - wie weiter unten genauer beschrieben - durch Verwendung von Trennelementen, insbesondere eines Schaums, erreicht werden.

[0049] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung des vorgespannten Betonbauteils erfolgt das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements durch Anordnen mehrerer der Armierungselemente in einer Lage, insbesondere durch weitgehend paralleles und/oder benachbartes Nebeneinanderlegen. Dadurch wird ein effizientes Einrichten von grossen Flächen erreicht.

[0050] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung des vorgespannten Betonbauteils erfolgt das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements durch Anordnen der Armierungselemente in mindestens zwei Lagen, wobei die Ausrichtung der Armierungselemente in benachbarten Lagen in einem Winkel, insbesondere weitgehend rechtwinklig, erfolgt. Dadurch wird ein effizientes und flexibles Einrichten einer komplexen Armierung erreicht. Beispielsweise erfolgt das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements durch ein Übereinander-schichten mehrerer der Armierungselemente.

[0051] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung des vorgespannten Betonbauteils umfasst dieses zusätzlich den Schritt des Einbringens eines Trennelements, insbesondere eines Schaums, vor dem Betonieren des Betonbauteils. Dadurch wird eine wirkungsvolle Unterteilung des Betonbauteils erreicht. Insbesondere bietet ein Schaum eine sehr flexible, gut anwendbare und kostengünstige Unterteilung. Als weitere Funktion bietet der Schaum ein Hilfsmittel zur Positionierung der Fasern und/oder eine Fixierung der Fasern während des Betonierens. Als Trennelement kann auch ein festes Material verwendet

werden, zum Beispiel Kautschuk oder Styropor.

[0052] In einer weiteren Ausgestaltung des vorangehenden Verfahrens zur Herstellung des vorgespannten Betonbauteils umfasst dieses zusätzlich den Schritt des Trennens des Betonbauteils nach dem Betonieren, insbesondere durch Brechen und/oder Zersägen. Da der Schaum keinen nennenswerten Beitrag zur Festigkeit leistet, werden die einzelnen Unterteilungen des Betonbauteils praktisch nur durch die Fasern zusammen gehalten. Somit können die Betonbauteile leicht, insbesondere durch einfaches Brechen, getrennt werden. Dadurch wird auf bequeme und sehr effiziente Weise eine Aufteilung in gut handhabbare Teile erreicht. Zum Beispiel können diese Teile von einem Fertigungswerk für Betonbauteile an weitere Werkplätze verteilt und dort in die endgültige Form gebracht werden.

[0053] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass jede Kombination der zuvor genannten Beispiele und Ausführungsformen oder Kombinationen von Kombinationen Gegenstand einer weiteren Kombination sein können. Es werden nur jene Kombinationen ausgeschlossen, die zu einem Widerspruch führen würden.

[0054] Im Folgenden ist beispielhaft eine Auswahl an weiteren denkbaren Ausführungsvarianten der Erfindung und an weiteren denkbaren Ausführungsvarianten von Teilaspekten der Erfindung näher beschrieben.

1. Ausführungsvariante

[0055] Armierungselement zur Herstellung vorgespannter Betonbauteile, mit einer Vielzahl von Fasern und mehreren Halteelementen, welche durch die Fasern miteinander verbunden sind, so dass die Fasern mittels der Halteelemente in ihrer Längsrichtung gespannt werden können, wobei die Fasern derart an den Halteelementen befestigt sind, dass die Fasern im gespannten Zustand weitgehend geradlinig in die Halteelemente münden.

2. Ausführungsvariante

[0056] Armierungselement nach der 1. Ausführungsvariante, wobei die Fasern individuelle Fasern sind und/oder ein oder mehrere Rovings, insbesondere Carbon-Rovings, umfassen.

3. Ausführungsvariante

[0057] Armierungselement (10) nach der 1. Ausführungsvariante oder der 2. Ausführungsvariante, wobei die Halteelemente Führungselemente für die Fasern aufweisen, insbesondere eine Klemmvorrichtung und/oder einen Träger zum Laminieren der Fasern im Endbereich, insbesondere eine faserverstärkte Polymer-Matrix, weiter insbesondere eine Polyester-Matrix.

4. Ausführungsvariante

[0058] Armierungselement nach einer der vorangehenden Ausführungsvarianten, wobei die Fasern in den Halteelementen eine im Wesentlichen ebene Lage bilden, und insbesondere weitgehend parallel und/oder weitgehend gleichmässig beabstandet zueinander angeordnet sind.

5. Ausführungsvariante

[0059] Armierungselement nach einer der vorangehenden Ausführungsvarianten, wobei der Armierungsabstand ca. 5 mm bis ca. 40 mm, insbesondere ca. 8 mm bis ca. 25 mm, beträgt und/oder in den Halteelementen jeweils mindestens 10, insbesondere mindestens 40, Fasern befestigt sind.

6. Ausführungsvariante

Armierungselement nach einer vorangehenden

[0060] Ausführungsvarianten, wobei die Fasern derart an den Halteelementen befestigt sind, dass sich die Fasern im gespannten Zustand weitgehend geradlinig in den Halteelementen fortsetzen, insbesondere über eine Distanz von mindestens ca. 5 mm, weiter insbesondere mindestens ca. 10 mm.

7. Ausführungsvariante

[0061] Armierungselement nach einer der vorangehenden Ausführungsvarianten, wobei die Halteelemente ein, insbesondere quer zur Richtung der Fasern verlaufendes, Mittel zur Kraftverteilung aufweisen, insbesondere eine Krümmung und/oder eine Profilierung.

8. Ausführungsvariante

[0062] Armierungselement nach einer der vorangehenden Ausführungsvarianten, wobei dessen Breite grösser als 0.4 m, insbesondere grösser als 0.8 m, und/oder dessen Länge grösser als 4 m, insbesondere grösser als 12 m, ist.

9. Ausführungsvariante

[0063] Verfahren zur Herstellung eines Armierungselements für vorgespannte Betonbauteile, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen von gespannten Fasern durch gemeinsames Ausziehen einer Vielzahl von untereinander beabstandeten Fasern; und
- Befestigen eines Halteelements an den gespannten Fasern, insbesondere durch Klemmen und/oder Laminieren, um die Fasern in ihrer gegenseitigen An-

ordnung, insbesondere bezüglich Abstand und/oder Ausrichtung, zu fixieren.

10. Ausführungsvariante

[0064] Verfahren nach der 9. Ausführungsvariante, wobei das Befestigen des Halteelements während des gemeinsamen Ausziehens der Fasern erfolgt, insbesondere durch Bewegen des Halteelements im Gleichlauf zur Bewegung der Fasern.

11. Ausführungsvariante

[0065] Betonbauteil, insbesondere Betonplatte, hergestellt unter Verwendung mindestens eines Armierungselements nach einer der Ausführungsvarianten 1 bis 8, wobei die Vorspannung des Betonbauteils mindestens 80%, insbesondere mindestens 90%, der Bruchspannung der Fasern beträgt.

12. Ausführungsvariante

[0066] Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen mindestens eines Armierungselements nach einer der Ausführungsvarianten 1 bis 8;
- Spannen der Fasern des Armierungselements durch Auseinanderziehen der zugehörigen Halteelemente; und
- Betonieren des Betonbauteils unter zumindest teilweise Einbetonieren der gespannten Fasern.

13. Ausführungsvariante

[0067] Verfahren nach der 12. Ausführungsvariante, wobei das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements durch Anordnen mehrerer der Armierungselemente in einer Lage erfolgt, insbesondere durch weitgehend paralleles und/oder benachbartes Nebeneinanderlegen.

14. Ausführungsvariante

[0068] Verfahren nach der 12. Ausführungsvariante oder der 13. Ausführungsvariante, wobei das Bereitstellen des mindestens eines Armierungselements durch Anordnen der Armierungselemente in mindestens zwei Lagen erfolgt, wobei die Ausrichtung der Armierungselemente in benachbarten Lagen in einem Winkel, insbesondere weitgehend rechtwinklig, erfolgt.

15. Ausführungsvariante

[0069] Verfahren nach einer der Ausführungsvarianten 12 bis 14, wobei dieses zusätzlich den Schritt um-

fasst: Einbringen eines Trennelements, insbesondere eines Schaums, vor dem Betonieren des Betonbauteils.

[0070] Weitere Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung bzw. (Teil-)Aspekte der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen Armierungselements 10 mit Carbon-Fasern 12, die mittels zweier Träger 14 gespannt werden können;

Fig. 2 eine vereinfachte schematische Detailansicht eines Trägers 14 gemäss Fig. 1;

Fig. 3 eine vereinfachte schematische Darstellung eines Zwischenzustands bei der Herstellung einer vorgespannten Betonplatte 20 mittels einer Vielzahl von Armierungselementen 10 gemäss Fig. 1;

Fig. 4 eine vereinfachte schematische Seitenansicht des Trägers 14 gemäss Fig. 2;

Fig. 5 eine vereinfachte schematische Darstellung gemäss Fig. 3, jedoch zusätzlich mit einem Bauschaum 40 zur Unterteilung der Betonplatte 20 und Fixierung der Carbon-Fasern 12; und

Fig. 6 eine vereinfachte schematische Seitenansicht des Trägers 14 gemäss Fig. 2, wobei dieser jedoch eine Krümmung aufweist.

[0071] Die nachfolgenden Ausführungen sind Beispiele und sollen die Erfindung in keiner Weise beschränken.

[0072] Fig. 1 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Armierungselements 10 im gestreckten Zustand. Ein solches Armierungselement 10 dient der Herstellung vorgespannter Betonbauteile.

[0073] Das Armierungselement 10 umfasst zehn einzelnen Fasern, die in diesem Beispiel als Carbon-Fasern 12 (nur teilweise bezeichnet) ausgebildet sind, und zwei Halteelemente in Form von zwei Trägern 14. Die Träger 14 sind beabstandet zueinander angeordnet und durch die zehn Carbon-Fasern 12 miteinander verbunden. Die Carbon-Fasern 12 können durch Auseinanderziehen der Träger 14 in ihrer Längsrichtung T gespannt werden.

[0074] Die Carbon-Fasern 12 sind derart in den Trägern 14 befestigt, dass die gestreckten Carbon-Fasern 12 geradlinig in die Träger 14 münden. Ferner bilden die Carbon-Fasern 12 eine im Wesentlichen ebene Lage, bei der die Carbon-Fasern 12 weitgehend parallel und weitgehend gleichmässig beabstandet zueinander angeordnet sind. Dadurch hat das Armierungselement 10 die Form einer Harfe. In diesem Beispiel beträgt der Armierungsabstand, d.h. der Abstand zwischen den paral-

lel angeordneten Carbon-Fasern 12, ca. 10 mm und somit beträgt die Breite des Armierungselements 10 ca. 10 cm.

[0075] Jede der Carbon-Fasern 12 umfasst jeweils ein Carbon-Roving, das heisst ein Bündel von einigen tausend gestreckten, nebeneinander angeordneten und im Wesentlichen gleich ausgerichteten Filamenten (ca. 2'000 bis ca. 16'000 Filamente). Diese Filamente und damit auch die Carbon-Fasern 12 sind mit einem alkali-beständigen Harz in Form von Vinylesterharz imprägniert, so dass die Carbon-Fasern 12 eine kompakte Einheit bilden, ähnlich einem Metalldraht. Das Imprägnieren kann beispielsweise mittels eines Tauchbads erfolgen, durch das der Roving zur Herstellung der Carbon-Fasern 12 gezogen wird.

[0076] Ausserdem sind die Carbon-Fasern 12 mit Sand beschichtet, so dass eine verbesserte Verbindung von Fasern und Beton erreicht wird. In diesem Beispiel kann bei einer Einbindelänge von 100 mm über die mechanische Schubverbindung die volle Dimensionierungszugkraft übertragen werden.

[0077] Ferner weisen die Träger 14 jeweils zwei Öffnungen 16 auf (gestrichelt gezeichnet) mittels denen die Träger 14 auf einer Spannvorrichtung (nicht dargestellt) positioniert werden können. Mit der Spannvorrichtung können die Carbon-Fasern 12 bei der Herstellung der Betonbauteile präzise ausgerichtet, insbesondere ohne horizontales und/oder vertikales Verkanten, gespannt werden. In einem anderen Beispiel weist der Träger 14 ein Loch oder eine Vielzahl von Löchern, insbesondere mehr als zwei Löcher zur Positionierung des Trägers 14 auf.

[0078] In einem Beispiel werden für die Herstellung des Trägers 14 kostengünstigen Materialien verwendet. Eine beispielhafte Materialzusammensetzung und die entsprechende Herstellung des Trägers 14 wird anhand von Fig. 2 beschrieben. Es können auch andere Materialien verwendet werden, da der Träger 14 nicht ein Teil des herzustellenden Betonbauteils ist und in der Regel nach dem Betonieren abgetrennt und entfernt wird.

[0079] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte schematische Detailansicht eines Trägers 14 gemäss Fig. 1.

[0080] Der Träger 14, auch als Patch bezeichnet, umfasst eine faserverstärkte Polymer-Matrix in Form einer Polyester-Matrix mit darin eingeschlossenen Fasern in Form zweier Glasfasermatten. Diese Polyester-Matrix umschliesst die gestreckten Carbon-Fasern 12 in deren Endbereichen. Beispielsweise beträgt die Grösse dieser Polyester-Matrix ca. 10 cm x 10 cm und die gesamte Dicke ca. 2 mm. In einem anderen Beispiel beträgt die Längenausdehnung der Polyester-Matrix in Richtung der Carbon-Fasern 12 zwischen ca. 10 cm und ca. 20 cm. Die Fasermatten bilden eine untere und eine obere Lage, wobei die gestreckten Carbon-Fasern 12 zwischen diese Lagen angeordnet und durch Laminieren mit Polyester darin befestigt sind. Die Polyester-Matrix bildet daher für die Carbon-Fasern 12 ein geradliniges Führungselement (durch gestrichelte Linien angedeutet), wobei sich die

Carbon-Fasern 12 innerhalb der Polyester-Matrix, d.h. innerhalb des Trägers 14, weitgehend geradlinig fortsetzen. Mittels des Trägers 14 sind die Carbon-Fasern 12 in ihrer gegenseitigen Anordnung fixiert, nämlich in einer ebenen Lage, weitgehend parallel und gleichmässig beabstandet zueinander.

[0081] Die Enden der Carbon-Fasern 12 ragen an der Austrittsseite der Träger 14 ein Stück weit über die Träger 14 hinaus. Die Fasern 12 können aber auch im Träger 14 oder bündig auf dessen Oberfläche enden, beispielsweise wenn der Träger 14 von einer grösseren Einheit abgetrennt wurde.

[0082] Beispielsweise wird ein solcher Träger 14 durch folgende Schritte hergestellt:

- Bereitstellen einer Vielzahl von nebeneinanderliegenden und untereinander beabstandeten Carbon-Rovings durch weitgehend gleichzeitiges Abziehen der Carbon-Rovings von einer entsprechenden Anzahl von Vorratsrollen;
- Imprägnieren der Carbon-Rovings mittels Durchleiten der Carbon-Rovings durch ein Vinylesterharz-Tauchbad, so dass die Carbon-Rovings kompakte Carbon-Fasern 12 bilden;
- Gemeinsames Ausziehen der Carbon-Fasern 12, gegebenenfalls mittels eines bereits zuvor angebrachten Trägers 14, so dass die Carbon-Fasern 12 gespannt werden;
- Anlegen zweier mit Polyester getränkter Glasfasermatten an die gespannten Carbon-Fasern 12, eine von unten und die andere von oben;
- Zusammenfügen der beiden Glasfasermatten, gegebenenfalls unter Hinzufügen einer zusätzlichen Menge des Polyesters, so dass die getränkten Glasfasermatten und der Polyester die gespannten Carbon-Fasern 12 umschliessen; und
- Erhärtenlassen des Polyesters, so dass die Carbon-Fasern 12 kraftschlüssig im Träger 14 befestigt sind.

Durch dieses Laminieren bildet der Träger 14 zusammen mit den Carbon-Fasern 12 eine kompakte und robuste Einheit.

[0083] Fig. 3 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung eines Zwischenzustands bei der Herstellung einer vorgespannten Betonplatte 20, beispielsweise in einem Fertigteilwerk für Betonplatten. Dabei entspricht der Zwischenzustand einer Anordnung nach Abschluss der Vorbereitungsarbeiten, jedoch noch vor dem Betonieren der Betonplatte 20.

[0084] Die Anordnung umfasst einen Betoniertisch (nicht dargestellt), einen darauf angeordneten Hohlrahmen 30 und eine Vielzahl von identischen, erfindungsgemässen Armierungselementen 10 (teilweise nur sche-

matisch angedeutet). Der Hohlrahmen 30 bildet zusammen mit der Oberfläche des Betoniertischs eine Gussform für den Beton, auch Spannbett genannt.

[0085] Die Armierungselemente 10 weisen jeweils eine Vielzahl von Carbon-Fasern 12 (der Übersicht halber sind teilweise nur die aussenliegenden Fasern dargestellt) und zwei Träger 14 auf und entsprechen in ihrem Aufbau weitgehend den Armierungselementen 10 gemäss Fig. 1. In diesem Beispiel beträgt die Länge der Carbon-Fasern 12 jedoch ca. 20 m und die Breite der Träger 14 ca. 1 m. Der Armierungsabstand entspricht dem vorangehenden Beispiel, d.h. wie bei Fig. 1 ca. 10 mm, so dass auf den Trägern 14 jeweils ca. 100 Carbon-Fasern 12 befestigt sind.

[0086] Beim Anordnen der Armierungselemente 10 werden die Träger 14 jeweils auseinandergezogen, so dass sich die Carbon-Fasern 12 im Hohlrahmen 30 im gestreckten Zustand befinden. Dabei werden die Carbon-Fasern 12 durch den Hohlrahmen 30 nach aussen geführt, so dass sich die Enden der Carbon-Fasern 12 und die Träger 14 ausserhalb des Hohlrahmens 30 befinden, beispielsweise mit 30 cm Abstand vom Hohlrahmen 30. Bei einem zweiteiligen Hohlrahmen 30 können die Durchlasskanäle auch durch entsprechende Zwischenräume zwischen Unterteil und Oberteil des Hohlrahmens 30 gebildet werden. Dabei ist der Hohlrahmen 30 aus mehreren übereinanderliegenden Leisten aufgebaut, so dass die Carbon-Fasern 12 durch die Zwischenräume der einzelnen Leisten geführt werden können. Die Zwischenräume können zusätzlich mit Moosgummi und/oder Bürstenhaaren abgedichtet sein. In einem Beispiel beträgt die Höhe der übereinanderliegenden Leisten 3 mm, 12 mm und 3 mm.

[0087] Bei der dargestellten Anordnung liegt die erste Hälfte der Armierungselemente 10 in einer ersten Lage, parallel und benachbart nebeneinander und die zweite Hälfte der Armierungselemente 10 in einer zweiten Lage, ebenfalls parallel und benachbart nebeneinander, jedoch rechtwinklig zu den Armierungselementen 10 der ersten Lage. Die Armierungselemente 10 sind somit in getrennten Lagen übereinandergeschichtet und in den beiden benachbarten Lagen rechtwinklig zueinander ausgerichtet. Die Armierungselemente 10 bilden daher sowohl eine Längsarmierung als auch eine Querarmierung, jedoch ohne individuelle Verflechtung der einzelnen Carbon-Fasern 12.

[0088] Nach dem Anordnen der Armierungselemente 10 werden die Träger 14 auseinander gezogen, zum Beispiel mit einer Spannvorrichtung, auch Vorspannanlage genannt, oder manuell mit einem Drehmomentschlüssel (nicht dargestellt). Beispielsweise wird eine Spannung von mindestens ca. 30 kN/m oder mindestens ca. 300 kN/m erzeugt, abhängig von den Belastungs-Anforderungen an die Betonplatte (Dimensionierungskraft).

[0089] Anschliessend an die dargestellte Situation kann in den derart vorbereiteten Hohlrahmen 30 Beton gegossen werden, um die Betonplatte 20 in einem Arbeitsgang zu betonieren.

[0090] Dabei werden die Teile der gespannten Carbon-Fasern 12, welche sich im Hohlrahmen 30 befinden vom Beton umschlossen und damit einbetoniert. Besonders geeignet ist SCC-Feinbeton (mindestens C30/37 gem. Norm SIA SN505 262) der leicht durch die Zwischenräume der Carbon-Fasern 12 durchfliessen kann. Der Beton kann aber auch durch Spritzen oder Spachteln in den Hohlrahmen 30 eingebracht und durch Vibrieren gleichmässig verteilt werden.

[0091] Nach dem Aushärten des Betons kann die Betonplatte 20 dem Hohlrahmen 30 entnommen werden. Dabei bilden die einbetonierten Carbon-Fasern 12 die statische Armierung der Betonplatte 20. Die aus dem Beton ragenden Teile der Carbon-Fasern 12 werden an den Rändern der Betonplatte 20 abgebrochen und zusammen mit den Trägern 14 entfernt. In diesem Beispiel ist die hergestellte Betonplatte ca. 6 m x 2.5 m gross und der Armierungsgehalt dieser Betonplatte 20 beträgt mehr als 20 mm²/m Breite. In einem anderen Beispiel ist die hergestellte Betonplatte ca. 7 m x ca. 2.3 m gross.

[0092] Fig. 4 zeigt eine vereinfachte schematische Seitenansicht eines Trägers 14 gemäss Fig. 2. Dabei münden die Carbon-Fasern 12 geradlinig in den Träger 14. Ferner setzen sich die Carbon-Fasern 12 im Inneren des Trägers 14 geradlinig fort, so dass der Träger 14 eine gradlinige Führung für die Carbon-Fasern 12 bildet. In diesem Beispiel beträgt die Längenausdehnung des Trägers 14 in Richtung der Carbon-Fasern 12 ca. 3 cm.

[0093] Der Träger 14 kann zusätzlich eine Profilierung 16 aufweisen (gestrichelt gezeichnet). In diesem Beispiel ist auf einer ersten (oberen) Fläche und auf der dazu gegenüberliegenden (unteren) Fläche des Trägers 14 eine zackenförmige Profilierung 16 angeordnet. Diese Flächen sind für das Befestigen des Trägers 14 in einer Spannvorrichtung (nicht dargestellt) vorgesehen, beispielsweise durch Festklemmen. Durch die zackenförmige Profilierung 16 wird eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Träger 14 und der Spannvorrichtung in Form einer Verzahnung erreicht.

[0094] Fig. 5 zeigt eine Darstellung gemäss Fig. 3, bei den Armierungselementen 10, wird zusätzlich jedoch eine Unterteilung vorgenommen, indem ein Bauschaum 40 (als Wellenlinie dargestellt) als Trennelement sowohl auf den Boden der Hohlform als auch unter und über die Carbon-Fasern 12 geschäumt wird. Durch diese Unterteilung kann keine oder nur eine vernachlässigbare Menge des eingefüllten Betons in jenen Raum eindringen, der durch die Unterteilung ausgefüllt wird. Somit werden lediglich die Teilräume des Hohlrahmens mit den darin befindlichen Faserteilen betoniert. Zudem bietet der Bauschaum 40 eine Fixierung der Fasern während des Betonierens.

[0095] Nach dem Erhärten des Betons kann die Betonplatte 20 entlang den Bauschaum-Unterteilungen in einzelne Rohplatten gebrochen werden. Diese Rohplatten können dann weiter verarbeitet werden, beispielsweise indem die Rohplatten mit einer Kreissäge in die gewünschte Form gebracht werden.

[0096] In diesem Beispiel ist die hergestellte Betonplatte ca. 20 m x ca. 20 m gross und deren Dicke beträgt ca. 20 mm. Durch das Trennen der Betonplatte 20 gemäss der Unterteilung mit dem Bauschaum 40 ergeben sich 24 kleinere Platten mit einer Grösse von ca. 5 m x ca. 3 m. Aus diesen kleineren Platten können dann beispielsweise jeweils 3 Tischtennisplatten gesägt werden.

[0097] Fig. 6 zeigt eine vereinfachte schematische Seitenansicht eines Trägers 14 gemäss Fig. 2, wobei dieser jedoch ein Mittel zur Kraftverteilung in Form einer Krümmung 18 aufweist. Die Carbon-Fasern 12 münden geradlinig in den Träger 14 und verlaufen dann im Inneren des Trägers 14, der Krümmung 18 des Trägers 14 entsprechend, ebenfalls mit einer Krümmung. Dabei sind die Carbon-Fasern 12 im Eintrittsbereich des Trägers 14 derart befestigt, dass sich die Carbon-Fasern 12 über eine Distanz d von 10 mm weitgehend geradlinig in den Träger 14 fortsetzen. Durch diese Form wird sowohl eine gute Einleitung der Fasern in den Träger 14 als auch eine gleichmässig Verteilung der aufzunehmenden Kräfte erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines vorgespannten Betonbauteils (20), umfassend, bevorzugt in der folgenden Reihenfolge, die Schritte:

- Bereitstellen mindestens eines Armierungselements (10) umfassend eine Vielzahl von Fasern (12) und mehrere Halteelemente (14), welche durch die Fasern (12) miteinander verbunden sind, so dass die Fasern (12) mittels der Halteelemente (14) in ihrer Längsrichtung (T) gespannt werden können,

wobei die Fasern (12) durch Laminieren oder durch Laminieren und Klemmen an den Halteelementen (14) befestigt sind;

- Spannen der Fasern (12) des Armierungselements (10) durch Auseinanderziehen der zugehörigen Halteelemente (14) in ihre Längsrichtung (T); und
- Betonieren des Betonbauteils (20) unter zumindest teilweisem Einbetonieren der gespannten Fasern (12).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements durch Anordnen mehrerer Armierungselemente (10) in mindestens einer Lage erfolgt, insbesondere durch weitgehend paralleles und/oder benachbartes Nebeneinanderlegen, und/oder wobei das Bereitstellen des mindestens einen Armierungselements (10) durch Anordnen der Armierungselemente (10) in mindestens zwei Lagen erfolgt, wobei die Ausrich-

tung der Armierungselemente (10) in benachbarten Lagen in einem Winkel, insbesondere weitgehend rechtwinklig, erfolgt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das Spannen der Fasern (12) des Armierungselements (10) durch abschnittsweises Spannen, insbesondere individuelles Spannen für jedes der verwendeten Armierungselemente, erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 umfassend:

- Einbringen eines Trennelements, insbesondere eines Schaums (40) oder eines festen Materials wie insbesondere Kautschuk oder Styropor, vor dem Betonieren des Betonbauteils (20).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fasern (12):

- individuelle Fasern sind; und/oder
- ein oder mehrere Rovings, insbesondere Carbon-Rovings, umfassen; und/oder
- eine Netto-Querschnittsfläche von kleiner 5 mm² aufweisen; und/oder
- in den Halteelementen (14) eine im Wesentlichen ebene Lage bilden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halteelemente (14) Führungselemente für die Fasern (12) aufweisen, insbesondere eine Klemmvorrichtung und/oder einen Träger zum Laminieren der Fasern (12) im Endbereich, weiter insbesondere eine faserverstärkte Polymer-Matrix, weiter insbesondere eine Polyester-Matrix.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Spannen der Fasern (12) mit einer Spannung von ca. 50% bis ca. 95% der Bruchspannung der Fasern, insbesondere mit mindestens ca. 80% der Bruchspannung der Fasern, weiter insbesondere mit mindestens ca. 90% der Bruchspannung der Fasern, erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei:

- die Fasern (12) in den Halteelementen (14) weitgehend parallel zueinander angeordnet sind; und/oder
- die Fasern (12) in den Halteelementen (14) weitgehend gleichmässig beabstandet zueinander angeordnet sind; und/oder
- der Armierungsabstand ca. 5 mm bis ca. 40 mm, insbesondere ca. 8 mm bis ca. 25 mm, beträgt; und/oder
- in den Halteelementen (14) jeweils mindestens

- 10, insbesondere mindestens 40, Fasern (12) befestigt sind.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fasern (12) derart an den Halteelementen (14) befestigt sind, dass sich die Fasern (12) im gespannten Zustand weitgehend geradlinig in den Halteelementen (14) fortsetzen, insbesondere über eine Distanz (d) von mindestens ca. 5 mm, weiter insbesondere mindestens ca. 10 mm. 5 10
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Halteelemente (14) ein, insbesondere quer zur Richtung der Fasern (12) verlaufendes, Mittel zur Kraftverteilung aufweisen, insbesondere eine Krümmung (18) und/oder eine Profilierung (16). 15
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Armierungselement (10) die Form einer Harfe aufweist und kein Gitter ist. 20
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bereitstellen mindestens eines Armierungselements (10) umfasst: 25
- Bereitstellen von gespannten Fasern (12) durch gemeinsames Ausziehen einer Vielzahl von untereinander beabstandeten Fasern (12); und
 - Befestigen eines Halteelements (14) an den gespannten Fasern (12) durch Laminieren oder Klemmen und Laminieren, um die Fasern (12) in ihrer gegenseitigen Anordnung, insbesondere bezüglich Abstand und/oder Ausrichtung, zu fixieren, wobei das Befestigen des Halteelements (14) insbesondere während des gemeinsamen Ausziehens der Fasern (12) erfolgt, weiter insbesondere durch Bewegen des Halteelements (14) im Gleichlauf zur Bewegung der Fasern (12). 30 35 40
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei nach dem Befestigen des Halteelements (14) an den gespannten Fasern (12) das Halteelement durchtrennt wird. 45
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei nach dem Betonieren des Betonbauteils (20), die aus dem Beton ragenden Teile der Fasern (12) an den Rändern des Betonbauteils (20) abgebrochen und zusammen mit den Halteelementen (14) entfernt werden. 50
15. Betonbauteil (20), insbesondere Betonplatte, mit einer Vielzahl von in ihrer Längsrichtung (T) gespannten Fasern (12), wobei: 55
- die Vorspannung der Fasern insbesondere mindestens 50% der Bruchspannung der Fa-

sern (12) beträgt; und/oder

- die Fasern (12) eine Netto-Querschnittsfläche von kleiner 5 mm² aufweisen; und/oder
- die Fasern mindestens eine im Wesentlichen ebene Lage bilden; und/oder
- die Fasern mindestens zwei Lagen bilden, wobei die Ausrichtung der Fasern in benachbarten Lagen in einem Winkel erfolgt; und/oder
- die Dicke des Betonbauteils im Bereich von ca. 10 mm bis 60 mm, insbesondere von ca. 15 mm bis 40 mm, liegt; und/oder
- der Armierungsabstand kleiner oder gleich der doppelten Dicke des Betonbauteils ist; und/oder
- die flächenmässige Ausdehnung des Betonbauteils mindestens ca. 10 m x 5 m, insbesondere mindestens ca. 10 m x 10 m, weiter insbesondere mindestens ca. 15 m x 15 m, beträgt.

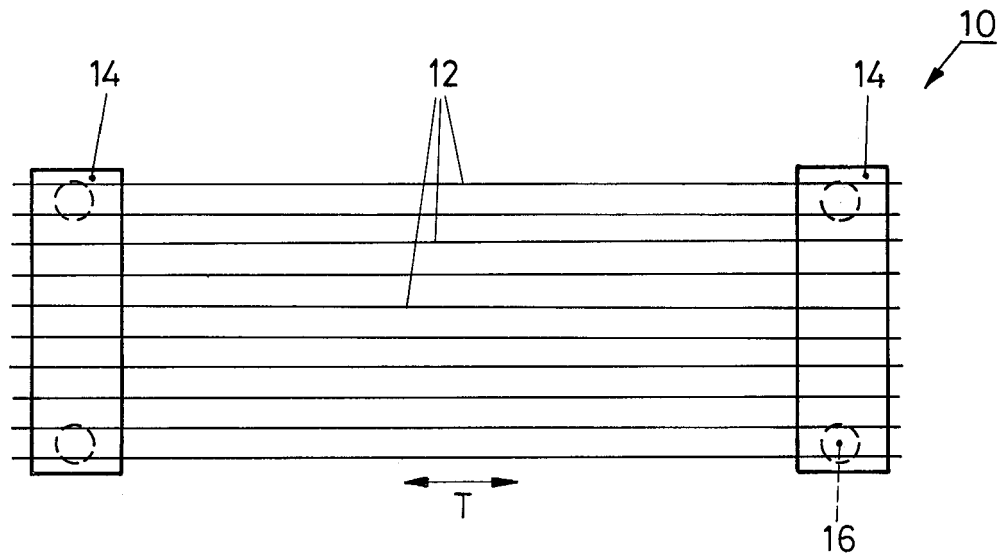


FIG.1

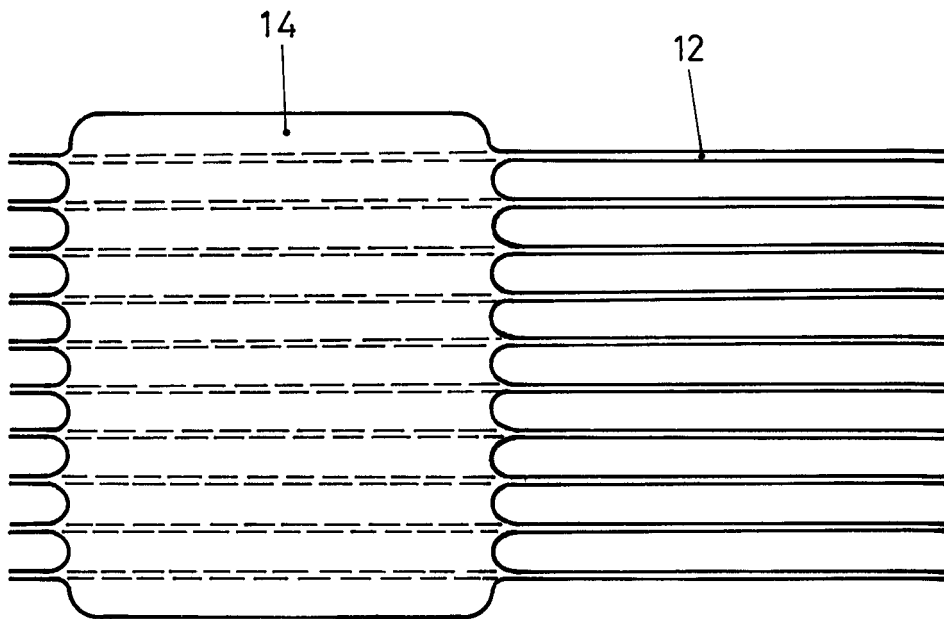


FIG.2

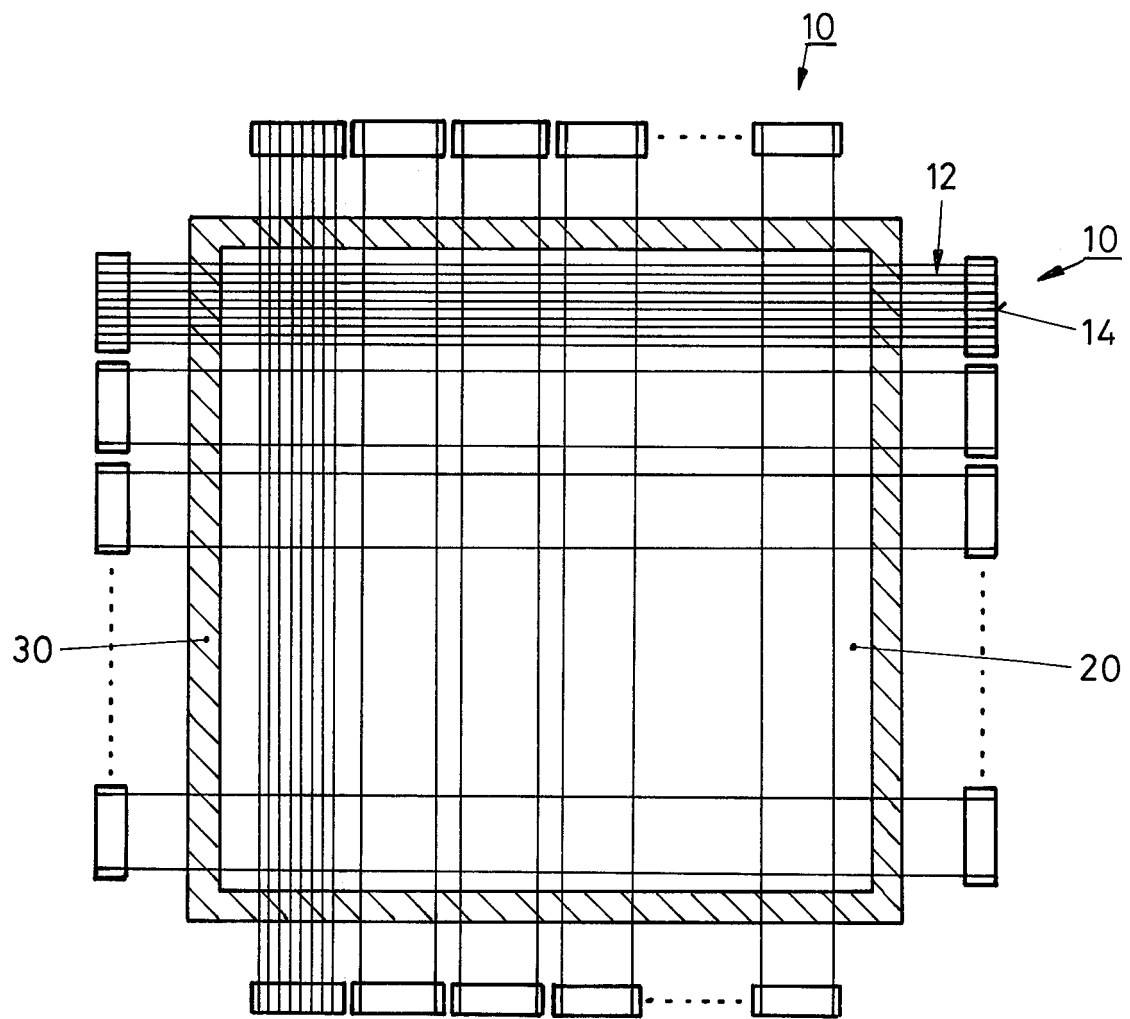


FIG. 3

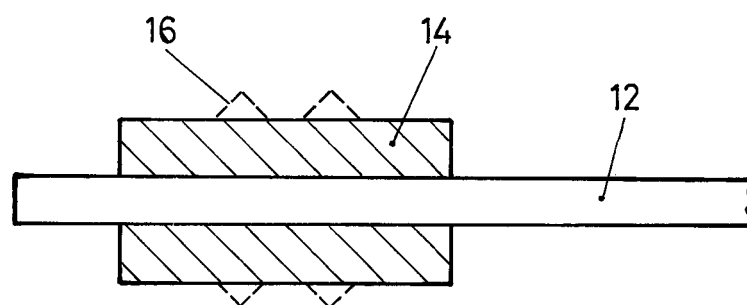


FIG. 4

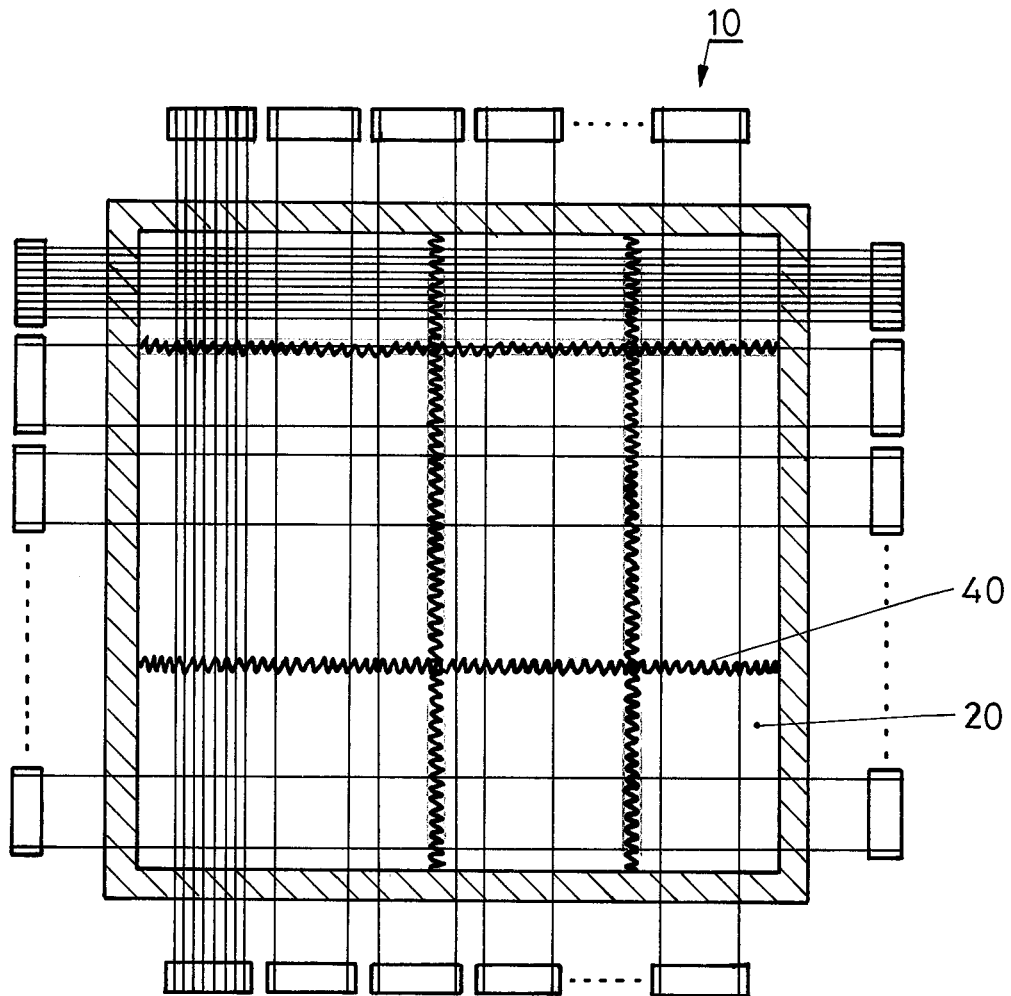


FIG. 5

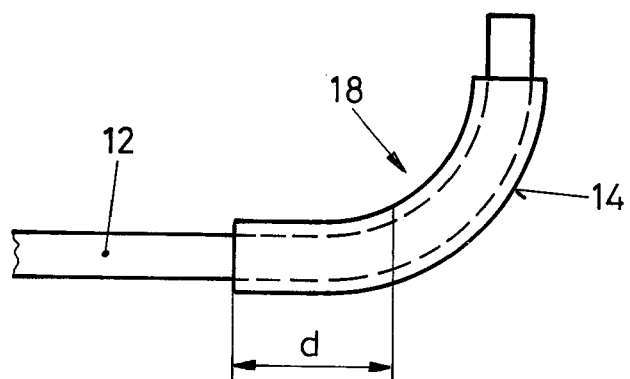


FIG. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 8276

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/132282 A1 (VOSS STEFAN [DE]) 3. Juni 2010 (2010-06-03)	1-3, 5, 6, 9-11, 14, 15	INV. E04C5/01 E04C5/07
Y	* Absatz [0004] - Absatz [0005] *	4	E04C5/08
A	* Absatz [0020] - Absatz [0040]; Ansprüche 1, 5-7; Abbildungen 1-12 *	12, 13	E04C5/12

Y	US 2002/110680 A1 (BANK LAWRENCE C [US] ET AL) 15. August 2002 (2002-08-15) * Absatz [0022]; Abbildungen 1, 2 *	5, 6	

X	US 2007/175583 A1 (MOSALLAM AYMAN S [US]) 2. August 2007 (2007-08-02)	1-12, 14, 15	
Y	* Absätze [0004] - [0015], [0027] -	5, 6	
A	[0034], [0053] - [0058] * * Abbildungen 1-5 *	13	

X	US 5 613 334 A (PETRINA PETRU [US]) 25. März 1997 (1997-03-25)	1-3, 5-10, 15	
Y	* das ganze Dokument *	5, 6	
A		4, 11-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

X	JP H07 26432 U (UBE NITTO KASEI CO., LTD.) 19. Mai 1995 (1995-05-19)	1, 15	E04C
A	* Absätze [0001], [0009] - [0012], [0020] - [0025], [0027], [0028], [0038] * * Abbildungen 1, 2 *	2-14	

X	US 5 025 605 A (SEKIJIMA KENZO [JP] ET AL) 25. Juni 1991 (1991-06-25)	1-12, 14, 15	
Y	* das ganze Dokument *	5, 6	
A		13	

		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	19. Mai 2023	Kremsler, Stefan	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 15 8276

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	AT 390 027 B (KATZENBERGER HELMUT [AT] KATZENBERGER HELMUT [ST]) 12. März 1990 (1990-03-12) * Seite 2, Zeile 1 - Zeile 4 * * Seite 3, Zeile 5 - Zeile 31; Abbildungen 1, 2 * -----	4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2023	Prüfer Kremsler, Stefan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 23 15 8276

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

19-05-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 2010132282 A1	A1	03-06-2010	AU	2010214700 A1	17-03-2011
				CA	2713522 A1	03-03-2011
				CN	102011709 A	13-04-2011
				EP	2305923 A2	06-04-2011
				JP	2011052692 A	17-03-2011
				KR	20110025147 A	09-03-2011
				US	2010132282 A1	03-06-2010
20	US 2002110680 A1	A1	15-08-2002	KEINE		
	US 2007175583 A1	A1	02-08-2007	KEINE		
25	US 5613334 A	A	25-03-1997	AU	5952796 A	05-02-1997
				CA	2222451 A1	23-01-1997
				US	5613334 A	25-03-1997
				WO	9702393 A1	23-01-1997
30	JP H0726432 U	U	19-05-1995	JP	2601596 Y2	22-11-1999
				JP	H0726432 U	19-05-1995
	US 5025605 A	A	25-06-1991	EP	0297006 A1	28-12-1988
				US	5025605 A	25-06-1991
35	AT 390027 B	B	12-03-1990	KEINE		

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

- US 20020059768 A1 [0002]