



(10) **DE 10 2017 120 624 A1** 2019.03.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 120 624.8**
(22) Anmeldetag: **07.09.2017**
(43) Offenlegungstag: **07.03.2019**

(51) Int Cl.: **E04C 5/07 (2006.01)**
B29C 70/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Groz-Beckert KG, 72458 Albstadt, DE

(74) Vertreter:
**Rüger Abel Patent- und Rechtsanwälte, 73728
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:
**Bischoff, Thomas, Dr., 72406 Bisingen, DE;
Hinzen, Marcus, Dr., 72458 Albstadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 015 434	A1
EP	0 227 207	B1
CN	202 530 631	U
CN	203 867 074	U

**CN 202530631 U – Maschinenübersetzung,
über Google Patents [online] abgerufen am
25.06.2018**

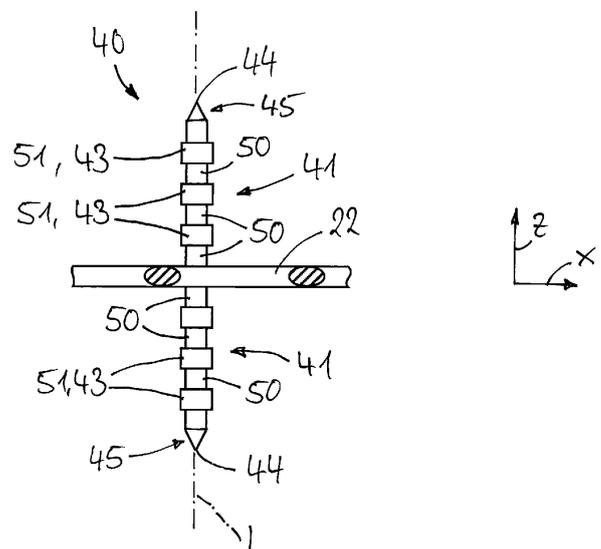
**CN 203867074 U – Maschinenübersetzung,
über Google Patents [online] abgerufen am
25.06.2018**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Textilbewehrungsanordnung, Verfahren zu dessen Herstellung sowie Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung zur Verwendung bei diesem Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Textilbewehrungsanordnung (20) mit einem Gitterkörper (22) und mehreren Bewehrungsstiften (40), die am Gitterkörper (22) mittelbar oder unmittelbar angeordnet sind. Jeder Bewehrungsstift (40) hat zwei Stiftabschnitte (41), die auf unterschiedlichen Seiten des Gitterkörpers (22) angeordnet sind. Die Bewehrungsstifte (40) erstrecken sich im Wesentlichen rechtwinklig durch den Gitterkörper hindurch. Jeder Stiftabschnitt (41) hat einen Verankerungsteil (43). Der Verankerungsteil (43) kann durch eine Erweiterung und/oder Verengung der Querschnittsfläche des betreffenden Stiftabschnitts (41) gebildet sein. Sowohl der Gitterkörper, als auch die Bewehrungsstifte sind aus einem Verbundwerkstoff mit einem in eine Kunststoffmatrix (K) eingebetteten Textilfaserstrang (29) ausgebildet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Textilbewehrungsanordnung, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie eine Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung, die bei dem Verfahren zur Herstellung der Textilbewehrungsanordnung verwendet werden kann.

[0002] Im Kunststoffbau werden heute Verstärkungsfasern eingesetzt, um die mechanischen Eigenschaften des Kunststoffes zu erhöhen, beispielsweise beim Bau von Flugzeugen, Booten oder dergleichen. Dabei müssen die Verstärkungsfasern dem Verbundwerkstoffteil zum einen eine ausreichende Zugfestigkeit geben und andererseits das Formen des Verbundwerkstoffes ermöglichen. DE 10 2011 087 226 A1 beschreibt ein pseudothermoplastisches, selbstvernetzendes Verbundmaterial, das für den Kunststoffbau eingesetzt werden kann und eine Kunststoffmatrix aus einem reversibel quervernetzten Kunststoff aufweist.

[0003] Bewehrungen aus faserverstärkten Kunststoffen für die Verstärkung von Bauproduktbauteilen oder Baustoffbauteilen (z.B. Betonbauteilen) unterliegen anderen Anforderungen als ein Verbundmaterial für ein Kunststoffbauteil. Sie müssen resistent sein gegen die im mineralischen Baustoff (z.B. Beton) verwendeten Medien, insbesondere gegenüber alkalischen Substanzen. Außerdem muss eine Temperaturbeständigkeit von bis zu 80°C dauerhaft gegeben sein. Schließlich sollen sich solche Bewehrungen einfach und kostengünstig herstellen lassen und vor Ort auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk einfach zu handhaben sein.

[0004] US 6,612,085 B2 beschreibt einen Bewehrungsstab für Betonstrukturen. Der Bewehrungsstab ist aus einem Verbundwerkstoff bestehend aus einem thermoplastischen Harz und längsorientierten Verstärkungsfasern gebildet.

[0005] Ein weiteres Bewehrungselement ist in US 6,023,903 A beschrieben. Es besteht aus Verstärkungsfasern, die in ein Harz eingebunden sind. Das Bewehrungselement hat mehrere Flansche, die von einem Kern weg ragen, so dass sich im Querschnitt eine kreuzförmige oder sternförmige Gestalt ergibt.

[0006] Ein Verfahren zur Herstellung eines faserverstärkten Verstärkungselements ist in EP 0 292 572 A1 offenbart. Das Verstärkungselement ist stabförmig und hat im Querschnitt unterschiedliche kreisrunde oder polygonale Formen, die eine oder mehrere nutähnliche Vertiefungen gegenüber der Mantelfläche aufweisen können.

[0007] DE 40 09 986 A1 beschreibt ein stabförmiges Bewehrungselement mit einer oder mehreren kreis-

förmigen Biegungen. Im Bieungsbereich wird der Querschnitt durch Walzen abgeflacht, um die Druckspannung im Beton herabzusetzen bzw. bei gleicher Druckspannung im Beton einen kleineren Biegerolldurchmesser zu ermöglichen.

[0008] Bewehrte Baustoff- bzw. Betonbauteile weisen üblicherweise mehrere Risse quer zur Bewehrungsrichtung auf. Derartige Querrisse sind gewünscht, um die Bewehrung in der Baustoffmatrix (Beton) zu aktivieren. Wenn die Bewehrung in der Baustoffmatrix jedoch zu hohe Querspannungen aufbaut, beispielsweise durch eine ungünstige Rippengeometrie an den Bewehrungselementen oder zu geringe Betonüberdeckungen, kann es zu einer Rissbildung längs zur Bewehrungsrichtung kommen (Längs- oder Spaltrissbildung). Werden gitterartige Bewehrungsstrukturen mit geringen Gitterabständen verwendet, bilden sich die Längsrisse in Form einer Delamination in der Bewehrungs- bzw. Gitterebene aus. Bei konventioneller Betonstahlbewehrung wird dieser Sachverhalt durch konstruktive Bewehrungsregeln und eine optimierte Rippengeometrie stark begrenzt. Bei neuartigen Bewehrungsgittern aus faserverstärkten Kunststoffen hat sich in jüngster Zeit eine erheblich stärkere Neigung zur beschriebenen Längsrissbildung in Form von Delamination gezeigt. Zurückzuführen ist dies auf den Fertigungsprozess des Bewehrungsgitters und den damit einhergehenden Unregelmäßigkeiten der Bewehrungsquerschnitte sowie auf die Eigenschaften des verwendeten Kunststoffmaterials, mit dem die Verstärkungsfasern getränkt werden.

[0009] Es kann als Aufgabe der vorliegenden Erfindung angesehen werden, einen Textilbewehrungskörper zu schaffen, der sich einfach herstellen und in ein Baustoffbauteil - insbesondere ein Betonbauteil - integrieren lässt und die Gefahr der Delamination mindert.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen Textilbewehrungskörper mit den Merkmalen des Patentanspruches 1, ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Patentanspruches 13 sowie eine Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung zur Verwendung bei dem Herstellungsverfahren nach Patentanspruch 15 gelöst.

[0011] Erfindungsgemäß weist die Textilbewehrungsanordnung einen Gitterkörper mit sich in einer ersten Richtung erstreckenden ersten Gitterstababschnitten und sich in einer zweiten Richtung erstreckenden zweiten Gitterstababschnitten auf. An Kreuzungsstellen sind die Gitterstababschnitte miteinander verbunden. Die erste Richtung und die zweite Richtung können rechtwinklig oder schräg zueinander ausgerichtet sein und spannen eine Ebene auf, die nachfolgend als Gitterebene bezeichnet wird.

[0012] Die Textilbewehrungsanordnung weist außerdem Bewehrungsstifte auf, die sich quer zur Gitterebene erstrecken. Jeder Bewehrungsstift hat zwei Stiftabschnitte. Die Stiftabschnitte sind auf entgegengesetzten Seiten des Gitterkörpers angeordnet. Jeder Stiftabschnitt hat wenigstens einen Verankerungsteil. Der Verankerungsteil kann durch eine Erweiterung und/oder eine Vertiefung rechtwinklig zur Erstreckungsrichtung des jeweiligen Stiftabschnitts gebildet sein. Quer zu seiner Erstreckungsrichtung hat der Stiftabschnitt durch den wenigstens einen Verankerungsteil eine sich zumindest abschnittsweise erweiternde und/oder verjüngende Gestalt, um sich in einer Baustoffmatrix eines Baustoffkörpers über einen Formschluss fest verankern zu können.

[0013] Die erste Richtung bzw. die zweite Richtung, entlang der sich die Gitterstababschnitte erstrecken, kann geradlinig ausgerichtet sein. Es ist alternativ auch möglich, dass der Gitterkörper an einer oder mehreren Stellen gebogen oder abgewinkelt ist. In diesem Fall ändert sich die erste Richtung bzw. die zweite Richtung an der Stelle der Biegung bzw. des Knicks oder Winkels des Gitterkörpers. Im Hinblick auf die Ausrichtung der Bewehrungsstifte wird jeweils die Stelle betrachtet, an der ein Bewehrungsstift den Gitterkörper durchsetzt. Verlaufen die Gitterstababschnitte an dieser Stelle geradlinig, spannen sie die Gitterebene bezogen auf diese Stelle des betrachteten Bewehrungsstiftes auf. Ist die Stelle, an der ein Bewehrungsstift den Gitterkörper durchsetzt, gekrümmt, so ist die Gitterebene durch eine Tangentialebene an den gekrümmten Verlauf des Gitterkörpers gebildet.

[0014] Die Bewehrungsstifte und die Gitterstababschnitte des Gitterkörpers weisen jeweils einen in eine Kunststoffmatrix eingebetteten Textilfaserstrang auf. Der Textilfaserstrang dient dazu, Zugkräfte aufzunehmen.

[0015] Ein den die Textilbewehrungsanordnung aufweisender Baustoffkörper kann Zugkräfte in die Erstreckungsrichtung der Gitterstababschnitte des Gitterkörpers aufnehmen, das heißt insbesondere in die erste Richtung und in die zweite Richtung. Häufig wird bei textilibewehrten Baustoffkörpern die Überdeckung des Gitterkörpers gering gewählt. Abhängig von den aufzunehmenden Zugkräften kann die Maschengröße des Gitterkörpers, also der Abstand zwischen den ersten Gitterstababschnitten in der zweiten Richtung und der Abstand der zweiten Gitterstababschnitte in der ersten Richtung relativ klein sein. Dies kann dazu führen, dass der Gitterkörper in der Gitterebene quasi eine Trennschicht zwischen den angrenzenden Baustoffschichten bildet. Bei auftretender Zugbelastung der Bewehrung kann es durch die damit einhergehenden Relativverschiebungen zwischen Bewehrung und Beton zur Spaltbildung im Bereich der Gitterebene kommen. Die

se Neigung zur Spaltbildung bzw. der Delamination wird durch die Bewehrungsstifte erheblich vermindert, die die Gitterebene durchsetzen und jeweils einen Stiftabschnitt auf den beiden Seiten des Gitterkörpers aufweisen. Die Bewehrungsstifte enthalten ebenfalls einen Textilfaserstrang, der in eine Kunststoffmatrix eingebettet und möglichst zugsteif ausgebildet ist und können daher auch Zugkräfte in eine dritte Richtung aufnehmen, die rechtwinklig oder schräg zur Gitterebene verläuft. Die dritte Richtung hat vorzugsweise einen Winkel von größer als 70 Grad oder größer als 80 Grad relativ zur Gitterebene. Vorzugsweise ist die dritte Richtung rechtwinklig zur Gitterebene und mithin rechtwinklig zur ersten Richtung und zur zweiten Richtung orientiert.

[0016] Durch die zusätzlichen Bewehrungsstifte wird ein Zusammenhalt der Baustoffmatrix des Baustoffkörpers auf beiden Seiten des Gitterkörpers erreicht. Dabei ist es wesentlich, dass die Bewehrungsstifte durch den wenigstens einen Verankerungsteil in der Baustoffmatrix fixiert werden können. Durch eine solche Ausgestaltung lässt sich das Delaminieren wirksam reduzieren bzw. verhindern, auch bei Baustoffbauteilen, die nur eine geringe Überdeckung des Gitterkörpers von wenigen Zentimetern aufweisen.

[0017] Der Gitterkörper kann dadurch hergestellt sein, dass die Textilfaserstränge in die erste Richtung und die zweite Richtung aufeinandergelegt und gemeinsam in eine Kunststoffmatrix eingebettet werden. Die ersten Gitterstababschnitte und die zweiten Gitterstababschnitte werden somit durch das bzw. beim Herstellen des Gitterkörpers integral miteinander verbunden. Alternativ oder zusätzlich dazu ist es auch möglich, Stäbe herzustellen, beispielsweise durch ein Pultrusionsverfahren, und diese Stäbe anschließend zu verbinden.

[0018] Die Kunststoffmatrix des wenigstens einen Bewehrungsstiftes kann identisch sein mit der Kunststoffmatrix der Gitterstababschnitte des Gitterkörpers.

[0019] Als Kunststoffmatrix für die Gitterstababschnitte bzw. den Gitterkörper und die Bewehrungsstifte kann bei einem Ausführungsbeispiel Epoxidharz oder Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) verwendet werden. Alternativ dazu ist es auch möglich, einen Thermoplasten ein reversibel quervernetztes Kunststoffmaterial für die Kunststoffmatrix zu verwenden. Beispielsweise kann es sich um einen Kunststoff handeln, der mittels einer Diels-Alder-Reaktion vernetzbar und mittels einer Retro-Diels-Alder-Reaktion auftrennbar ist.

[0020] Jeder Bewehrungsstift ist vorzugsweise im Bereich zwischen den beiden Stiftabschnitten mittelbar oder unmittelbar am Gitterkörper befestigt. Die Befestigung muss nicht dazu eingerichtet sein, große

Kräfte aufzunehmen. Sie dient nur der Ausrichtung und Positionierung der Bewehrungsstifte. Die Befestigung kann beispielsweise durch eine Haftvermittlung erreicht werden. Zusätzlich oder alternativ können auch mechanische Befestigungsmittel, wie etwa Klemmen oder Umwicklungen oder dergleichen verwendet werden, um die Bewehrungsstifte am Gitterkörper anzuordnen. Bei einer Verbindung durch eine Haftvermittlung kann als Haftvermittler ein Kunststoff verwendet werden, wie er auch für die Kunststoffmatrix des Gitterkörpers bzw. der Bewehrungsstifte verwendet wird. Handelt es sich bei der Kunststoffmatrix um ein reversibel quervernetztes Kunststoffmaterial, können die Quervernetzungen aufgetrennt, die Bewehrungsstäbe mit dem Gitterkörper in Kontakt gebracht und die Quervernetzungen wieder hergestellt werden.

[0021] Der Bewehrungsstift kann auch in einen vorhandenen konventionellen Abstandhalter integriert werden.

[0022] Die Bewehrungsstifte können eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen aufweisen. Der Querschnitt der Stiftabschnitte der Bewehrungsstifte ist bei einem Ausführungsbeispiel zylindrisch und kann die Form eines Kreises, einer Ellipse, eines Polygons oder eine andere beliebige Gestalt aufweisen. Bei einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Bewehrungsstifte rotationssymmetrisch zu einer Längsachse.

[0023] Die Bewehrungsstifte können abhängig von der Art ihrer Befestigung unmittelbar an einem oder mehreren Gitterstababschnitten anliegen und beispielsweise an oder unmittelbar anschließend an eine Kreuzungsstelle zwischen einem ersten Gitterstababschnitt und einem zweiten Gitterstababschnitt angeordnet sein. Ein Bewehrungsstift oder mehrere oder alle Bewehrungsstifte können auch ohne unmittelbaren Kontakt zu einem Gitterstababschnitt innerhalb einer Masche des Gitterkörpers angeordnet sein und beispielsweise durch ein Befestigungsmittel mit dem Gitterkörper verbunden sein.

[0024] Bei einem Ausführungsbeispiel können mehrere Bewehrungsstifte auch zu einem gemeinsam handhabbaren Bauteil miteinander verbunden sein, beispielsweise integral ausgebildet sein.

[0025] Es ist bevorzugt, wenn sich jeder Stiftabschnitt geradlinig entlang einer Längsachse erstreckt. Insbesondere erstrecken sich beide Stiftabschnitte eines Bewehrungsstiftes entlang einer gemeinsamen Längsachse.

[0026] Der Verankerungsteil jedes Stiftabschnitts ist vorzugsweise durch wenigstens eine Erweiterung gebildet, deren Dimension rechtwinklig zur Längsachse des Stiftabschnitts zunimmt oder abnimmt und

insbesondere vom Gitterkörper weg zunimmt. Beispielsweise kann der Stiftabschnitt eine sich konisch vom Gitterkörper weg erweiternde Form aufweisen, um den wenigstens einen Verankerungsteil zu bilden. Zusätzlich oder alternativ kann der Stiftabschnitt mehrere zylindrische Abschnitte unterschiedlichen Durchmessers aufweisen, um den wenigstens einen Verankerungsteil zu bilden. Der wenigstens eine Verankerungsteil kann auch die Gestalt einer quer von der Längsachse wegragenden Platte oder Scheibe aufweisen. Der wenigstens eine Verankerungsteil kann auch eine sphärische Form haben und beispielsweise durch eine Kugel bzw. einen kugelförmigen Teil des Stiftabschnitts gebildet sein.

[0027] Es ist außerdem vorteilhaft, wenn wenigstens ein Stiftabschnitt wenigstens eines Bewehrungsstiftes ein äußeres Ende aufweist, das dazu eingerichtet ist, dem Gitterkörper an einer Schalungswand abzustützen. Der Bewehrungsstift kann somit die Funktion eines Distanzstiftes aufweisen, um die Textilbewehrungsanordnung an einer Schalungswand abzustützen und deren Position innerhalb des zu gießenden Baustoffkörpers zu definieren. Vorzugsweise sind mehrere Stiftabschnitte unterschiedlicher Bewehrungsstifte mit einem äußeren Ende ausgeführt, das zur Abstützung an der Schalungswand eingerichtet ist. Dieses äußere Ende kann sich insbesondere vom Gitterkörper weg nach außen verjüngen und dort eine quasi punktförmige Anlagestelle zur Anlage an die Schalungswand bilden.

[0028] Zur Herstellung der Textilbewehrungsanordnung wird zunächst ein Gitterkörper hergestellt bzw. bereitgestellt. Außerdem werden Bewehrungsstifte hergestellt bzw. bereitgestellt und an dem Gitterkörper angeordnet. Dabei befinden sich die Stiftabschnitte jedes Bewehrungsstiftes auf entgegengesetzten Seiten des Gitterkörpers, so dass jeder Bewehrungsstift die Gitterebene bezogen auf seine Anbringungsstelle am Gitterkörper durchsetzt.

[0029] Eine derartige Textilbewehrungsanordnung kann in einer Schalung angeordnet werden. Anschließend kann ein Baustoff in die Schalung eingefüllt werden, um einen Baustoffkörper herzustellen, beispielsweise einen Betonkörper. Nach dem Aushärten ist die Textilbewehrungsanordnung in die Baustoffmatrix des Baustoffkörpers eingebunden. Der Baustoff durchsetzt die Maschen des Gitterkörpers und umschließt die Stiftabschnitte mit dem wenigstens einen Verankerungsteil. Dadurch ist an jeder Stelle auch quer zum Gitterkörper bzw. zur Gitterebene ein fester Verbund der Baustoffmatrix gewährleistet, auch wenn Verformungen oder Spannungen am Baustoffkörper auftreten.

[0030] Bei der Herstellung der Textilbewehrungsanordnung kann wenigstens ein Stiftabschnitt eines Bewehrungsstiftes nach dem Anbringen an den Gitter-

körper gekürzt und/oder umgeformt werden. Durch das Kürzen wenigstens eines Stiftabschnittes - und vorzugsweise mehrerer Stiftabschnitte mehrerer Bewehrungsstifte - können deren äußeren Enden derart angeordnet werden, dass die gewünschte Distanz zur Schalungswand bzw. zur Außenfläche eines herzustellenden Baustoffbauteils erreicht ist. Zusätzlich oder alternativ kann auch die Form des wenigstens eines Stiftabschnittes verändert werden, beispielsweise durch einen Prägevorgang. Bei der Umformung kann beispielsweise der wenigstens eine Verankerungsteil gebildet werden.

[0031] Zum Kürzen und/oder Umformen wenigstens eines Stiftabschnittes, der an einem Gitterkörper angeordnet ist, kann die erfindungsgemäße Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung verwendet werden. Sie weist eine Anlagefläche auf, die zum Anlegen an den Gitterkörper eingerichtet ist. Sie weist außerdem ein Trenn- und/oder Formgebungseinheit auf, beispielsweise ein Trenn- und/oder Formgebungseinheit mit wenigstens einer mechanischen Schneide und/oder einem Prägwerkzeug. Alternativ oder zusätzlich kann eine Wärmequelle oder eine andere Energiequelle vorhanden sein, um den Bewehrungsstift an der Trenn- und/oder Umformstelle zu erweichen. Mittels einer Einstelleinrichtung kann der Abstand zwischen dem Trenn- und/oder Formgebungseinheit bzw. einer durch die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung definierten Trenn- und/oder Umformstelle und der Anlagefläche des Anlagenteils eingestellt werden. Dadurch wird sehr einfach sichergestellt, dass der Stiftabschnitt auf die gewünschte Länge gekürzt wird bzw. an der gewünschten Stelle umgeformt wird.

[0032] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Pultrusionsvorrichtung bzw. eines Pultrusionsverfahrens zur Herstellung eines Stabes für einen Textilbewehrungskörper,

Fig. 2 eine schematische, perspektivische Querschnittsdarstellung eines Stabes,

Fig. 3 eine vereinfachte Prinzipdarstellung einer Diels-Alder-Reaktion,

Fig. 4 eine stark vereinfachte Prinzipdarstellung einer reversiblen Quervernetzung durch Eintragen von Energie,

Fig. 5 und **Fig. 6** jeweils eine schematische Darstellung unterschiedlicher Ausführungsbeispiele einer Textilbewehrungsanordnung in Draufsicht auf einen Gitterkörper,

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Bewehrungsstiftes sowie dessen beispielhafte Befestigungen an einem Gitterkörper,

Fig. 8 und **Fig. 9** jeweils eine beispielhafte Prinzipdarstellung einer in eine Schalung eingesetzten Textilbewehrungsanordnung zur Herstellung eines Baustoffbauteils,

Fig. 10 und **Fig. 11** ein schematische Seitenansicht jeweils eines weiteren Ausführungsbeispiels eines Bewehrungsstiftes,

Fig. 12 eine Prinzipdarstellung eines Verfahrensschrittes zur Herstellung des Textilbewehrungskörpers aus **Fig. 13** unter Verwendung einer Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung,

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Baustoffbauteils mit einer in eine Baustoffmatrix eingebetteten Textilbewehrungsanordnung,

Fig. 14-16 jeweils eine schematische Draufsicht auf weitere Ausführungsbeispiele von Baustoffbauteilen mit unterschiedlichen Geometrien bzw. Formen.

[0033] Die Erfindung betrifft eine Textilbewehrungsanordnung **20** zur Bewehrung eines Baustoffbauteils **21**. Baustoffbauteile **21** mit jeweils einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Textilbewehrungsanordnung **20** sind in den **Fig. 13-16** veranschaulicht. Ein Baustoffbauteil **21** wird beispielsweise im Hochbau oder im Tiefbau verwendet. Es kann auch als Bauproduktbauteil bezeichnet werden. Bei dem Baustoffbauteil **21** kann es sich um ein Betonbauteil, ein Zementbauteil, ein Mörtelbauteil oder ein anderes, eine Matrix einem Baustoff **B** oder Bauprodukt aufweisenden Baustoffbauteil **21** handeln, bei dem die Textilbewehrungsanordnung **20** in die Matrix des Baustoffes **B** eingebettet ist. Die Textilbewehrungsanordnung **20** verleiht dem Baustoffbauteil **21** Zugfestigkeit.

[0034] Angepasst an die Gestalt des Baustoffbauteils **21** weist die Textilbewehrungsanordnung **20** entsprechende Formen auf. Beispiele für unterschiedliche Formen sind in den **Fig. 13-16** veranschaulicht.

[0035] Die Textilbewehrungsanordnung **20** gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Gitterkörper **22** mit ersten Gitterstababschnitten **23** und zweiten Gitterstababschnitten **24** auf. Die ersten Gitterstababschnitte **23** erstrecken sich in eine erste Richtung **x** und die zweiten Gitterstababschnitte **24** erstrecken sich in eine zweite Richtung **y**, die schräg und vorzugsweise rechtwinklig zur ersten Richtung **x** ausgerichtet ist. Die erste Richtung **x** und die zweite Richtung **y** spannen eine Gitterebene auf, in der sich der Gitterkörper **22** erstreckt. Bei den in den **Fig. 5** und **Fig. 6** veranschaulichten Ausführungsbeispielen ist

der Gitterkörper **22** im Wesentlichen eben. Wie es sich anhand der **Fig. 15** und **Fig. 16** erschließt, kann der Gitterkörper **22** auch zumindest abschnittsweise gekrümmt und/oder abgewinkelt sein. Die Gitterebene ist dann die Ebene, in die sich die Gitterstababschnitte **23**, **24** an der jeweils betrachteten Stelle des Gitterkörpers **22** erstrecken. Hat der Gitterkörper an der betrachteten Stelle einen gekrümmten Verlauf, ist die Gitterebene durch die Tangentialebene an die Krümmung gebildet.

[0036] Der Gitterkörper weist Maschen **25** auf, die jeweils durch mehrere Gitterstababschnitte **23** bzw. **24** begrenzt sind. Bei den hier veranschaulichten Ausführungsbeispielen haben die Maschen eine rechteckige Gestalt und sind daher durch jeweils zwei sich gegenüberliegende erste Gitterstababschnitte **23** und zwei sich gegenüberliegende zweite Gitterstababschnitte **24** begrenzt. Abhängig von der Form der Maschen **25** kann diese auch durch lediglich drei oder durch mehr als vier Gitterstababschnitte **23**, **24** begrenzt werden.

[0037] Der Gitterkörper **22** kann durch einzelne separate Stäbe **26** gebildet sein, die sich kreuzend in der ersten Richtung **x** und in der zweiten Richtung **y** aneinandergelegt und miteinander verbunden werden (**Fig. 5**). Alternativ dazu ist es auch möglich, den Gitterkörper **22** bereits als integrales Bauteil herzustellen, wobei die Gitterstababschnitte **23**, **24** bereits durch die Herstellung des Gitterkörpers **22** miteinander verbunden werden (**Fig. 6**).

[0038] Der Gitterkörper **22** weist sich entsprechend der Gitterstruktur angeordnete Textilfaserstränge **29** auf, die jeweils eine Mehrzahl von Textilfasern **30** enthalten. Jeder Textilfaserstrang **29** ist in eine Kunststoffmatrix **K** aus einem Kunststoffmaterial eingebettet. Der Gitterkörper **22** ist daher ein Verbundmaterialbauteil. Die in einer Flucht angeordneten ersten Gitterstababschnitte **23** weisen jeweils einen gemeinsamen Textilfaserstrang **29** auf. Analog hierzu haben die in einer Flucht angeordneten zweiten Gitterstababschnitte **24** jeweils einen gemeinsamen Textilfaserstrang **29**.

[0039] Bei dem in **Fig. 6** veranschaulichten Ausführungsbeispiel des Gitterkörpers **22** werden die Textilfaserstränge **29** entsprechend der Gestalt des Gitterkörpers **22** in die erste Richtung **x** und die zweite Richtung **y** angeordnet und an den Kreuzungsstellen zur Bildung der Maschen **25** vorläufig miteinander fixiert. Anschließend wird die Anordnung aus den Textilfasersträngen **29** in dem Kunststoffmaterial getränkt, so dass eine einheitliche Kunststoffmatrix **K** des Gitterkörpers **22** entsteht.

[0040] Bei dem in **Fig. 5** schematisch veranschaulichten Gitterkörper **22** werden einzelne Stäbe **26** hergestellt und anschließend zur Bildung des Gitterkör-

pers **22** miteinander verbunden. Die Stäbe **26** können beispielsweise durch ein Pultrusionsverfahren mit Hilfe einer Pultrusionsvorrichtung **31** hergestellt werden, die schematisch in **Fig. 1** veranschaulicht ist. Von einem Gatter **32** mit mehreren Spulen **33** werden die Textilfasern **30** zur Bildung eines Textilfaserstrangs **29** abgewickelt und in einem Bad **34** aus flüssigem Kunststoff getränkt. Der getränkte Textilfaserstrang **29** wird in eine Form **35** gefördert und dort ausgehärtet. Mittels einer Abzugseinrichtung **36** wird der ausgehärtete Verbundmaterialstrang aus der Form **35** gefördert und mittels einer Trenneinrichtung **37** zur Bildung der Stäbe **26** durchtrennt. Die einzelnen Stäbe **26** können dann insbesondere durch Haftvermittlung miteinander verbunden werden, um den Gitterkörper **22** gemäß **Fig. 5** zu bilden.

[0041] Als Kunststoff für die Kunststoffmatrix **K** kann bei einer Ausführungsform ein duromerer Kunststoff, beispielsweise Epoxidharz, Venylesterharz, Polyesterharz oder Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR) verwendet werden. Die Filamente bzw. Textilfasern können Kunstfasern und/oder Naturfasern sein. Es können beispielsweise Glasfasern unterschiedlichen Typs (z.B. AR-Glasfasern), Karbonfasern oder Basaltfasern für den Textilfaserstrang verwendet werden.

[0042] Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Kunststoffmatrix aus einem reversibel quervernetzten Kunststoff bestehen. Der Kunststoff weist mehrere Komponenten auf, von denen mindestens eine ein Polymer ist. Die Quervernetzung zwischen den Molekül- bzw. Polymerketten ist durch Zufuhr von Energie, insbesondere thermische Energie auftrennbar. Wenn von der Auftrennbarkeit der Quervernetzung die Rede ist, ist darunter zu verstehen, dass die Quervernetzungen der Molekülketten an der Stelle, an der die Energie zugeführt wird, nicht notwendigerweise vollständig, aber zum überwiegenden Teil durch die Energiezufuhr aufgetrennt werden. Somit sind durch die Energiezufuhr zumindest 25% oder zumindest 50% oder zumindest 70% oder zumindest 90% der hergestellten Quervernetzungen auftrennbar. Bei aufgetrennten Quervernetzungen ist das Verbundmaterial formbar bzw. biegsam. Durch das Auftrennen und Wiederherstellen der Quervernetzungen können beispielsweise zwei separate Teile, beispielsweise Stäbe **26**, miteinander verbunden werden, weil dadurch eine Verbindung zwischen den Kunststoffen der aneinander anliegenden Teile entsteht. Der Kunststoff ist vorzugsweise bei Raumtemperatur quervernetzt. Die Quervernetzungen können durch Energieeintrag, insbesondere durch Wärme bzw. Wärmestrahlung und/oder UV-Strahlung und/oder eine andere elektromagnetische Strahlung und/oder Ultraschall oder dergleichen aufgetrennt werden.

[0043] Der Kunststoff der Kunststoffmatrix **K** hat vorzugsweise eine Glasübergangstemperatur von min-

destens 50°C oder mindestens 80°C oder mindestens 90°C oder mindestens 100°C. Zusätzlich oder alternativ hat der Kunststoff der Kunststoffmatrix K insbesondere eine Glasübergangstemperatur von höchstens 130°C oder höchstens 140°C oder höchstens 150°C.

[0044] Der Kunststoff der Kunststoffmatrix K kann eine erste Komponente mit mindestens zwei dienophilen Doppelbindungen und eine zweite Komponente mit mindestens zwei Dien-Funktionalitäten aufweisen. Die erste Komponente und/oder die zweite Komponente können dabei mehr als zwei Funktionalitäten aufweisen.

[0045] Vorzugsweise ist die erste Komponente und/oder die zweite Komponente ein Polymer, beispielsweise ein Polyacrylat, ein Polymethacrylat, ein Polystyrol, ein Copolymer aus einem oder mehreren der vorgenannten Polymere, ein Polyacrylnitril, ein Polyether, ein Polyester, ein Polyamid, ein Polyesteramid, ein Polyurethan, ein Polycarbonat, ein amorphes und teilkristallines Poly- α -Olefin, ein Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk (EPDM), Ethylen-Propylen-Kautschuk (EPM), ein Polybutadiene, Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), ein Polysiloxan und/oder ein Block- und/oder Kamm- und/oder Sternpolymer von einem oder mehreren dieser Polymere.

[0046] Der Kunststoff der Kunststoffmatrix K ist im Wesentlichen inert gegenüber Wasser, alkalischen Substanzen und ist daher sowohl selbst unempfindlich gegenüber diesen Substanzen als auch möglichst diffusionsdicht um die eingebetteten Fasern vor solchen Substanzen möglichst gut zu schützen.

[0047] Die erste Komponente kann eine dienophile Komponente mit zwei dienophilen Gruppen, ein Isocyanat oder Amin mit wenigstens zwei funktionellen Gruppen pro Molekül sein. Dabei kann es sich um ein Amin, ein Diamin, eine Komponente mit einer Kohlenstoff-Schwefel-Doppelbindung und einer Elektronen aufnehmenden Gruppe, einen trifunktionalen Dithioester-Verbinder, ein difunktionales Polymer aus einer Polymerisation (ATRP), ein Isocyanurat und vorzugsweise ein Isocyanat handeln. Weiter vorzugsweise kann das Isocyanat ein Diisocyanat, wie etwa ein 2,2,4-Trimethyl-1,6-Hexamethylen-Diisocyanat (TMDI) und/oder ein 3-Isocyanotomethyl-3,5,5-Trimethylzyklohexyl-Isocyanat (Isophoron-Diisocyanat, IPDI) sein.

[0048] Als zweite Komponenten mit wenigstens zwei Dienfunktionalitäten können Diene mit Alkohol- oder Aminfunktionalität, wie etwa mehrwertige Alkohole und/oder polyfunktionale Polyamine verwendet werden. Insbesondere kann es sich um Sorbinalkohol und/oder Sorbinsäure handeln. Vorzugsweise ist das Dienophil ein Dithioester. Es ist auch möglich, Poly-

mere, die durch Polymerisation (ATPR) erhalten wurden und mit konjugierten Diengruppen funktionalisiert sind, als zweite Komponente zu verwenden, wie zykllopentadienylterminiertes Poly-(Methyl)-Methakrylat (PMMA-Cp₂).

[0049] Beispiele verschiedener Kunststoffe, die als Kunststoffmatrix K verwendet werden können, sind auch in DE 10 2010 001 987 A1 angegeben.

[0050] Vorzugsweise wird als Kunststoff der Kunststoffmatrix K ein Kunststoffmaterial verwendet, das mittels einer Diels-Alder-Reaktion quervernetzbar und dessen Quervernetzung mittels einer Retro-Diels-Alder-Reaktion auftrennbar ist. Die Diels-Alder-Reaktion bzw. die Retro-Diels-Alder-Reaktion ist in **Fig. 3** schematisch veranschaulicht. Mit dem Buchstaben „E“ ist in **Fig. 3** angedeutet, dass zum Auftrennen der Quervernetzung eine Energiezufuhr notwendig ist (Symbol „+E“), während durch Abkühlen Energie in Form von Wärme aus dem Kunststoff K frei wird (Symbol „-E“) und sich die Quervernetzungen wieder herstellen.

[0051] **Fig. 4** zeigt eine weitere Möglichkeit zur reversiblen Quervernetzung. Als Kunststoff der Kunststoffmatrix K kann z.B. ein mittels Licht, z.B. UV-Strahlung, reversibel quervernetzbarer Kunststoff verwendet werden. Im Ausgangszustand (Zustand I in **Fig. 4**) bei Raumtemperatur hat der Kunststoff thermoplastische Eigenschaften und kann verformt werden. In dem Zustand II der **Fig. 4** ist der Kunststoff K in die gewünschte Form gebracht und steht daher unter einer Zug- und/oder Druckspannung. In diesem Zustand kann er mit Licht einer ersten Wellenlänge λ_1 bestrahlt werden, wodurch sich die bislang nicht verbundenen Querverbindungen vernetzen (Zustand III in **Fig. 4**). Dadurch erhält der Kunststoff K duroplastische Eigenschaften und behält seine Form, auch wenn äußere Kräfte nicht mehr auf das Material einwirken (Zustand IV in **Fig. 4**). Wenn die reversiblen Quervernetzungen wieder aufgelöst werden sollen, kann der Kunststoff K mit Licht einer zweiten Wellenlänge λ_2 bestrahlt werden, wodurch er wieder in seinen Ausgangszustand mit thermoplastischen Eigenschaften übergeht, da sich die Quervernetzungen zumindest teilweise auflösen (Übergang von Zustand IV zurück zum Zustand I). Dieser Prozess kann mehrfach durchlaufen werden.

[0052] Photoreaktive Kunststoffe, die eine reversible Quervernetzung ermöglichen, enthalten beispielsweise Kumin-Derivate, Zimtsäure, Cinnamate und Stilbene (C₁₄H₁₂). Zum Beispiel kann eine erste Wellenlänge λ_1 oberhalb von 260 nm die Doppelbindung von Zimtsäure mit benachbarten Zinnsäuremolekülen dimerisieren, wodurch sich ein Cyclobutan bildet. Die gebildeten Cyclobutanringe können durch UV-Licht mit einer zweiten Wellenlänge λ_2 von kleiner 260 nm aufgetrennt werden.

[0053] Photoreaktive Kunststoffe weisen zwei Komponenten auf: molekulare photochrome Gruppen, die als Schalter wirken, und permanente Netzstrukturen. Die photochromen Schalter erzeugen photoreversible kovalente Quervernetzungen, die unter Lichteinfluss abhängig von den Wellenlängen gebildet oder aufgetrennt werden. Die permanenten Netzstrukturen sind quervernetzte Polymere oder sich durchdringende Polymernetze. Geeignete Polymere sind Ethylenglycol-1-Acrylat-2-Zimtsäure und vierarmiges Stern-Polyethylenglycol mit Cinnamylidenessigsäure und Copolymere von n-ButylAcrylat oder Butylacrylat mit Hydroxylethylmethacrylat.

[0054] Die Textilbewehrungsanordnung **20** hat außerdem mehrere Bewehrungsstifte **40**. Jeder Bewehrungsstift hat zwei Stiftabschnitte **41**. Die beiden Stiftabschnitte **41** jedes Bewehrungsstift **40** sind auf unterschiedlichen Seiten des Gitterkörpers **22** angeordnet. Der Bewehrungsstift **40** durchsetzt daher die Gitterebene, die durch den Gitterkörper **22** definiert ist, an der jeweiligen Stelle, an der der Bewehrungsstift **40** am Gitterkörper **22** angeordnet ist.

[0055] Die Bewehrungsstifte **40** bestehen ebenfalls aus einem Verbundwerkstoff und weisen einen Textilfaserstrang **29** auf, der in eine Kunststoffmatrix **K** eingebettet ist. Vorzugsweise entspricht der Kunststoff der Kunststoffmatrix **K** der Bewehrungsstifte **40** dem Kunststoff der Kunststoffmatrix **K** des Gitterkörpers **22**. Die Textilfaserstränge **29** bzw. die Textilfasern **30** können für die Bewehrungsstifte **40** und für den Gitterkörper **22** identisch sein.

[0056] Beispielsgemäß erstreckt sich jeder Stiftabschnitt **41** entlang einer Längsachse **L**. Bei den hier veranschaulichten Ausführungsbeispielen erstrecken sich die Stiftabschnitte **41** eines Bewehrungsstiftes **40** entlang einer gemeinsamen Längsachse **L** (**Fig. 7**, **Fig. 10**, **Fig. 11**). Die Längsachse **L** ist vorzugsweise rechtwinklig gegenüber der ersten Richtung **x** und der zweiten Richtung **y** ausgerichtet und erstreckt sich in einer dritten Richtung **z**. Alternativ dazu könnte die Längsachse **L** bzw. die dritte Richtung **z** auch unter einem sich von dem rechten Winkel unterscheidenden Winkel gegenüber der Gitterebene ausgerichtet sein, vorzugsweise unter einem Winkel von mindestens 70 Grad oder mindestens 80 Grad.

[0057] Die Bewehrungsstifte **40** sind an dem Gitterkörper **22** angeordnet. Dabei kann ein Bewehrungsstift **40** unmittelbar an einem oder mehreren Gitterstababschnitten **23**, **24** anliegen oder alternativ eine Masche **25** mit Abstand zu den Gitterstababschnitten **23**, **24** durchsetzen und mittels eines oder mehrerer zusätzlicher Befestigungsmittels **42** mit dem Gitterkörper **22** verbunden sein. Die zusätzlichen Befestigungsmittel **42** können eine kraftschlüssige und/oder formschlüssige oder eine sonstige geeignete Verbindung zwischen dem jeweiligen Bewehrungsstift **40**

und dem Gitterkörper **22** herstellen und sind in den **Fig. 6** und **Fig. 7** lediglich stark schematisiert dargestellt. Als Befestigungsmittel **42** können beispielsweise Fäden und/oder Klemmteile verwendet werden. Beispielsweise kann ein in eine Masche **25** einklipsbares und/oder an einen Gitterstababschnitt **23**, **24** anklipsbares Befestigungsmittel **42** zum Anbringen eines jeweiligen Bewehrungsstifts **40** verwendet werden.

[0058] Wie es in **Fig. 6** ebenfalls veranschaulicht ist, können mehrere Bewehrungsstifte **40** zu einer Baueinheit verbunden sein, z.B. über ein gemeinsames Befestigungsmittel **42**. Diese Baueinheit kann kraftschlüssig und/oder formschlüssig, beispielsweise durch ein- oder anklipsen mit dem Gitterkörper **22** verbunden werden. Es ist auch vorteilhaft, mehrere Bewehrungsstifte **40** an einem gemeinsamen Netz **42a** anzuordnen. Das Netz **42a** kann anschließend mittels zusätzlicher Befestigungsmittel **42** am Gitterkörper **22** angebracht werden, beispielsweise festgebunden und/oder mit Rast- oder Klipsverbindungselementen werden oder dergleichen. Das Netz **42a** trägt eine Mehrzahl von Bewehrungsstiften **40** und bildet dadurch eine Baueinheit, bei der mehrere Bewehrungsstifte **40** gemeinsam handhabbar sind. Die Bewehrungsstifte **40** sind durch das Netz **42a** relativ zueinander positioniert. Auf diese Weise lässt sich sehr einfach eine Mehrzahl von Bewehrungsstiften **40** am Gitterkörper **22** anbringen. Anstelle eines Netzes **42a** lassen sich auch andere zumindest teilweise elastisch verformbare und/oder zumindest teilweise flexible Verbindungsmittel verwenden, an denen eine Mehrzahl von Bewehrungsstiften **40** zur Bildung einer gemeinsam handhabbaren Baueinheit angeordnet beziehungsweise angebracht werden können.

[0059] Wenn sowohl die Bewehrungsstifte **40**, als auch der Gitterkörper **22** einen reversible quervernetzten Kunststoff enthalten, können die Bewehrungsstifte **40** an dem Gitterkörper **20** auch durch Auftrennen der Quervernetzung in der Kunststoffmatrix, durch Andrücken des Bewehrungsstiftes **40** an den Gitterkörper **22** und durch anschließendes Wiederherstellen der Quervernetzung befestigt werden.

[0060] Die Anzahl der Bewehrungsstifte **40** und/oder der Abstand zwischen den einzelnen Bewehrungsstiften **40** kann variieren. Sie können in einer regelmäßigen oder unregelmäßigen Anordnung am Gitterkörper **22** angeordnet sein. Die Anzahl der Bewehrungsstifte **40** ist bevorzugt kleiner als die Anzahl der Maschen **25** des Gitterkörpers **22** und vorzugsweise um mindestens den Faktor **2** oder **3** oder **4** kleiner als die Anzahl der Maschen **25**. In der Gitterebene betrachtet können im Durchschnitt pro Quadratmeter des Gitterkörpers **22** vorzugsweise mindestens 5 oder mindestens 10 oder mindestens 20 oder min-

destens 30 oder mindestens 50 oder mindestens 100 Bewehrungsstifte vorhanden.

[0061] Jeder Bewehrungsstift **40** durchsetzt die Gitterebene in einem Bereich zwischen seinen Stiftabschnitten **41**. In jedem Stiftabschnitt **41** haben die Bewehrungsstifte **40** jeweils wenigstens einen Verankerungsteil **43**. Der Verankerungsteil **43** ist durch wenigstens eine rechtwinklig zur Längsachse **L** ausgebildete Erweiterung und/oder Vertiefung bzw. wenigstens einen Vorsprung und/oder Rücksprung am Stiftabschnitt **41** ausgebildet. Der Verankerungsteil **43** ist integraler Bestandteil des Bewehrungsstiftes **40**.

[0062] Bei dem in **Fig. 7** veranschaulichten Ausführungsbeispiel hat jeder Stiftabschnitt **41** einen sphärischen und beispielsweise kugelförmigen Verankerungsteil **43**. Der Verankerungsteil **43** bildet bei diesem Ausführungsbeispiel das freie Ende bzw. äußere Ende **44** des betreffenden Stiftabschnitts **41**. Durch den kugelförmigen Verankerungsteil **43** erweitert sich der Stiftabschnitt **41** zunächst entlang der Längsachse **L** vom Gitterkörper **22** weg und verjüngt sich in einem Endabschnitt **45** anschließend wieder bis zum äußeren Ende **44** hin.

[0063] Anstelle eines kugelförmigen Verankerungsteils **43** können auch andere geometrische Formen bzw. mehrere geometrische Formen miteinander kombiniert werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Verankerungsteil **43** derart ausgebildet, dass er sich radial zur Längsachse **L** in einer Richtung vom Gitterkörper **22** weg erweitert.

[0064] Es kann bevorzugt sein, dass sich zumindest einige der Stiftabschnitt **41** in einem Endabschnitt **45**, der sich an das äußere Ende **44** anschließt, zum äußeren Ende **44** hin verjüngen. Diese Ausgestaltung ist optional und wird nur für Stiftabschnitte **41** benötigt, bei denen der Bewehrungsstift **40** gleichzeitig als die Funktion eines Distanzstifts hat. Diese Verwendung als Distanzstift wird nachfolgend anhand der **Fig. 8** und **Fig. 9** erläutert.

[0065] Ein Stiftabschnitt **41** eines Bewehrungsstiftes **40** oder beide Stiftabschnitte **41** eines Bewehrungsstiftes **40** können dazu verwendet werden, beim Einsetzen der Textilbewehrungsanordnung **20** in eine Schalung **46** den Abstand des Gitterkörpers **22** und somit die Position des Gitterkörpers **22** und dessen Ausrichtung innerhalb der Schalung **46** zu definieren. Dabei liegen die Stiftabschnitte **41** mit ihrem jeweiligen äußeren Ende **44** an einer Schalungswand **47** der Schalung **46** an. Bei dem in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsbeispiel können einige oder alle Bewehrungsstifte **40** an zwei sich gegenüberliegenden Schalungswänden **47** anliegen und daher die Textilbewehrungsanordnung **20** bzw. den Gitterkörper **22** innerhalb der Schalung **46** positionieren. Bei dem in

Fig. 9 gezeigten Beispiel ist die Schalung **46** nach oben hin offen und die Textilbewehrungsanordnung **20** ist auf eine untere Schalungsfläche **47** aufgelegt. Lediglich die vom Gitterkörper **22** nach unten ragenden Stiftabschnitte **41** liegen somit an der Schalungsfläche **47** an.

[0066] Nach dem Anordnen der Textilbewehrungsanordnung **20** in der Schalung **46** kann ein Baustoff **B** in die Schalung bzw. den Schalungshohlraum eingefüllt und ausgehärtet werden. Dadurch wird die Textilbewehrungsanordnung **20** in die Baustoffmatrix eingebunden.

[0067] Bei diesem Vorgehen befindet sich die äußere Fläche des hergestellten Baustoffbauteils **21** in einer Ebene mit dem äußeren Ende **44** des jeweiligen Stiftabschnitts **41**, der an der Schalungswand **47** anliegt. Die an der Schalungswand **47** anliegenden Stiftabschnitte **41** weisen vorzugsweise einen Endabschnitt **45** auf, der sich zum äußeren Ende **44** hin verjüngt. Diese Verjüngung kann sphärisch sein (**Fig. 7-9**) oder konisch (**Fig. 10** und **Fig. 11**) oder eine andere beliebige sich verjüngende Form bilden. Das äußere Ende **44** weist durch die verjüngende Form des Endabschnitts **45** lediglich eine idealerweise punktförmige Anlage an der Schalungswand **47** auf oder hat dort zumindest eine sehr kleine Anlagefläche. Dadurch ist der Bewehrungsstift **40** an der Außenfläche des hergestellten Baustoffbauteils **21** nicht oder nur geringfügig sichtbar und beeinträchtigt das Erscheinungsbild daher nicht oder lediglich geringfügig.

[0068] Der im Endabschnitt **45** zum äußeren Ende **44** hin abnehmende Querschnitt des Stiftabschnitts **41** kann eine beliebige, sich verjüngende Form aufweisen und in Abwandlung zu den veranschaulichten Ausführungsbeispielen auch pyramidenförmig oder irgendeine andere eine Spitze oder möglichst kleine Fläche am äußeren Ende **44** bildende Gestalt aufweisen.

[0069] In Abwandlung zu den Darstellungen der **Fig. 8** und **Fig. 9** kann auch nur ein Teil der vorhandenen Bewehrungsstifte **40** die Funktion von Distanzstiften erfüllen und an der Schalungswand **47** anliegen. Es können weitere Bewehrungsstifte **40** vorhanden sein, deren äußere Enden **44** einen Abstand zu der benachbarten Schalungswand **47** aufweisen und die lediglich die Bewehrungsfunktion erfüllen.

[0070] In **Fig. 10** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Bewehrungsstiftes **40** dargestellt. Jeder Stiftabschnitt hat dabei erste zylindrische Teile mit einer geringeren Abmessung rechtwinklig zur Längsachse **L** und zweite zylindrische Teile **51** mit einer gegenüber den ersten zylindrischen Teilen **50** größeren Abmessung rechtwinklig zur Längsachse **L**. Die ersten zylindrischen Teile **50** und die zweiten zylindrischen

drischen Teile **51** sind abwechselnd zueinander entlang der Längsachse **L** angeordnet. Dadurch sind Vor- und Rücksprünge gebildet. Beispielsgemäß bilden die zweiten zylindrischen Teile **51** mit größerer Abmessung den wenigstens einen Verankerungsteil **43**.

[0071] Die ersten zylindrischen Teile **50** und die zweiten zylindrischen Teile **51** können jeweils koaxial zur Längsachse **L** angeordnet sein. Bei dem hier veranschaulichten Ausführungsbeispiel sind die zylindrischen Teile **50**, **51** jeweils kreiszylindrisch ausgebildet. In Abwandlung hierzu können noch andere Querschnittsformen, beispielsweise elliptische oder polygonale Querschnitte vorhanden sein.

[0072] Fig. 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Bewehrungsstiftes **40**. Der Verankerungsteil **43** ist bei dieser Ausführungsform dadurch gebildet, dass sich jeder Stiftabschnitt **41** in Richtung zu seinem Endabschnitt **45** hin bzw. vom jeweils anderen Stiftabschnitt **41** weg erweitert, beispielsweise konisch erweitert. Diese Stiftabschnitte **41** haben eine Form, die durch eine Rotation einer Kurve oder Gerade um die Längsachse **L** erhalten wird. Der Abstand dieser Kurve oder Gerade zur Längsachse nimmt entlang der Längsachse **L** betrachtet zum Endabschnitt **45** bzw. zum äußeren Ende **44** zu.

[0073] Bei den Ausführungsbeispielen der Bewehrungsstifte **40** gemäß der Fig. 10 und Fig. 11 sind die Endabschnitte **45** jeweils kegelförmig ausgebildet. Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 10 schließt sich ein kegelförmiger Endabschnitt **45** an ein erstes zylindrisches Teil **50** an. In Abwandlung hierzu könnte der Endabschnitt **45** auch an ein zweites zylindrisches Teil **51** anschließen. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 haben die Stiftabschnitte **41** zur Bildung des Verankerungsteils **43** einen sich erweiternden Bereich, der unter Bildung einer Ringstufe **52** in den kegelförmigen Endabschnitt **45** übergeht. Eine solche Ringstufe **52** kann auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 10 vorhanden sein.

[0074] Anstelle eines sich verjüngenden Endabschnitts **45** kann dieser auch einen konstanten Querschnitt aufweisen, sofern seine Querschnittsfläche ausreichend klein ist. Beispielsweise kann der Endabschnitt **45** auch als dünner zylindrischer Endabschnitt **45** ausgeführt sein.

[0075] Die Ausgestaltung des wenigstens einen Verankerungsteils **43** und/des Endabschnitts **45** kann variieren. Für die Verankerung der Stiftabschnitte **41** in der Baustoffmatrix **B** ist es wesentlich, dass der Stiftabschnitt **41** sich quer zur Längsachse **L** ändernde Durchmesser bzw. Abmessungen aufweist. Insbesondere soll der Stiftabschnitt **41** mit Abstand zum Gitterkörper **22** und näher an seinem äußeren Ende **44** als an dem Gitterkörper **22** einen Verankerungsteil

43 aufweisen, dessen Abmessung radial zur Längsachse **L** größer ist als in einem anderen Bereich des Stiftabschnitts **41**, der näher am Gitterkörper **22** angeordnet ist. Dadurch wird sozusagen eine Art Hinterschnitt des Stiftabschnitts **41** gebildet, mit dem sich die Überdeckung des Gitterkörpers **22** durch die Baustoffmatrix **B** in die dritte Richtung **z** sehr gut verankern lässt.

[0076] Zur Herstellung der Textilbewehrungsanordnung **20** werden an einem Gitterkörper **22** die Bewehrungsstifte **40** angebracht. Insbesondere bei den Bewehrungsstiften **40**, die als Distanzstift dienen und bei denen wenigstens ein Stiftabschnitt **41** zur Anlage an einer Schalungswand **47** vorgesehen und eingerichtet ist, kann nach dem Anbringen des Bewehrungsstiftes **40** am Gitterkörper **22** der betreffende Stiftabschnitt **41** auf die gewünschte Länge gekürzt werden und/oder der Endabschnitt **45** ausgebildet werden. Außerdem kann der jeweilige Endabschnitt **45** durch das Trennen die gewünschte Form erhalten. Dadurch können Standardbewehrungsstifte bereitgestellt und abhängig vom konkreten Anwendungsfall auf die gewünschte Länge gekürzt werden, so dass der Gitterkörper **22** in der Schalung **46** die gewünschte Position und Ausrichtung einnehmen kann.

[0077] Um einen oder mehrere Stiftabschnitte **41** zu kürzen, kann eine Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** eingesetzt werden, wie sie schematisch in Fig. 12 veranschaulicht ist. Die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** weist ein Anlageteil **56** mit einer Anlagefläche **57** auf. Die Anlagefläche **57** ist dazu eingerichtet, am Gitterkörper **22** angelegt zu werden. Sie ist insbesondere in der ersten Richtung **x** oder der zweiten Richtung **y** größer als eine Masche **25** des Gitterkörpers. Die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** hat außerdem ein Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58**, die beim Ausführungsbeispiel wenigstens eine Schneide **59** aufweist. Optional kann die Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** eine Energiequelle **60**, beispielsweise eine Wärmequelle, aufweisen. Mittels der Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** kann ein Stiftabschnitt **41** an einer Trenn- und/oder Umformstelle **61** durchtrennt und/oder umgeformt werden. An der Trenn- und/oder Umformstelle **61** kann sich nach einem Durchtrennen das äußere Ende **44** des Stiftabschnitts **41** befinden. Die Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** kann derart ausgebildet sein, dass beim Durchtrennen die gewünschte Gestalt des Endabschnitts **45** gebildet wird, beispielsweise eine sich zum äußeren Ende **44** hin verjüngende Form, wie etwa eine Kegelform. Alternativ oder zusätzlich zum Durchtrennen an der Trenn- und/oder Umformstelle **61** kann der Stiftabschnitt **41** auch umgeformt werden, beispielsweise durch ein Prägewerkzeug der Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58**. Das Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** kann beispielsweise dazu eingerichtet ist, durch Umformung den wenigstens einen

Verankerungsteil **43** in Form einer Erweiterung und/oder Vertiefung am Stiftabschnitt **41** zu bilden.

[0078] Die Energiequelle **60** ist optional und kann das Durchtrennen und/oder Umformen des Stiftabschnitts **41** an der Trenn- und/oder Umformstelle **61** unterstützen, indem der Stiftabschnitt **41** an der Trenn- und/oder Umformstelle **61** durch Eintragen von Energie, beispielsweise Wärme, erweicht wird.

[0079] Die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** hat außerdem eine Einstelleinrichtung **62**, die dazu eingerichtet ist, den Abstand der Anlagefläche **57** von der Trenn- und/oder Umformstelle **61** in die dritte Richtung **z** variabel einzustellen und vorgeben zu können. Die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** hat einen Aufnahmebereich **63** für den Stiftabschnitt **41**. Benachbart zu diesem Aufnahmebereich **63** ist die Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** angeordnet. Die Trenn- und/oder Umformstelle **61** befindet sich an einer Stelle im Aufnahmebereich **63**.

[0080] Die Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung **55** kann mit der Anlagefläche **57** an den Gitterkörper **22** angelegt werden, so dass ein Stiftabschnitt **41** in den Aufnahmebereich **63** hineinragt. Durch Betätigen der Trenn- und/oder Formgebungseinheit **58** kann anschließend ein Durchtrennen und/oder Umformen des Stiftabschnitts **41** an der Trenn- und/oder Umformstelle **61** erfolgen, so dass der Stiftabschnitt **41** die gewünschte Länge in der dritten Richtung **z** und/oder eine gewünschte Gestalt erhält.

[0081] Die Erfindung betrifft eine Textilbewehrungsanordnung **20** mit einem Gitterkörper **22** und mehreren Bewehrungsstiften **40**, die am Gitterkörper **22** mittelbar oder unmittelbar angeordnet sind. Jeder Bewehrungsstift **40** hat zwei Stiftabschnitte **41**, die auf unterschiedlichen Seiten des Gitterkörpers **22** angeordnet sind. Die Bewehrungsstifte **40** erstrecken sich im Wesentlichen rechtwinklig durch den Gitterkörper hindurch. Jeder Stiftabschnitt **41** hat einen Verankerungsteil **43**. Der Verankerungsteil **43** kann durch eine Erweiterung und/oder Verringerung der Querschnittsfläche des betreffenden Stiftabschnitts **41** gebildet sein. Sowohl der Gitterkörper, als auch die Bewehrungsstifte sind aus einem Verbundwerkstoff mit einem in eine Kunststoffmatrix **K** eingebetteten Textilfaserstrang **29** ausgebildet.

Bezugszeichenliste

20	Textilbewehrungsanordnung
21	Baustoffbauteil
22	Gitterkörper
23	erster Gitterstababschnitt
24	zweiter Gitterstababschnitt

25	Masche
26	Stab
29	Textilfaserstrang
30	Textilfasern
31	Pultrusionsvorrichtung
32	Gatter
33	Spule
34	Bad
35	Form
36	Abzugseinrichtung
37	Trenneinrichtung
40	Bewehrungsstift
41	Stiftabschnitt
42	Befestigungsmittel
42a	Netz
43	Verankerungsteil
44	äußeres Ende des Stiftabschnitts
45	Endabschnitt
46	Schalung
47	Schalungswand
50	erste zylindrische Teile
51	zweite zylindrische Teile
52	Ringstufe
55	Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung
56	Anlageteil
57	Anlagefläche
58	Trenn- und/oder Formgebungseinheit
59	Schneide
60	Energiequelle
61	Trennstelle
62	Einstelleinrichtung
63	Aufnahmebereich
B	Baustoff
K	Kunststoffmatrix
L	Längsachse
x	erste Richtung
y	zweite Richtung
z	dritte Richtung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102011087226 A1 [0002]
- US 6612085 B2 [0004]
- US 6023903 A [0005]
- EP 0292572 A1 [0006]
- DE 4009986 A1 [0007]
- DE 102010001987 A1 [0049]

Patentansprüche

1. Textilbewehrungsanordnung (20) mit einem Gitterkörper (22) aufweisend sich in einer ersten Richtung (x) erstreckende erste Gitterstababschnitte (23) und sich in einer zweiten Richtung (y) erstreckende zweite Gitterstababschnitte (24), die miteinander verbunden sind, und mit Bewehrungsstiften (40), die jeweils zwei sich quer zur ersten Richtung (x) und quer zur zweiten Richtung (y) erstreckende Stiftabschnitte (41) aufweisen, die auf entgegengesetzten Seiten des Gitterkörpers (22) angeordnet sind, und wobei jeder Stiftabschnitt (41) wenigstens einen Verankerungsteil (43) in Form einer Erweiterung und/oder Vertiefung zur Formschlussbildung in einem Baustoff (B) eines Baustoffbauteils (21) aufweist, wobei die ersten Gitterstababschnitte (23), die zweiten Gitterstababschnitte (24) und die Bewehrungsstifte (40) jeweils einen in eine Kunststoffmatrix (K) eingebetteten Textilfaserstrang (29) aufweisen.
2. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffmatrix (K) des wenigstens einen Bewehrungsstiftes (40) dieselbe ist wie die Kunststoffmatrix (K) der Gitterstababschnitte (23, 24) des Gitterkörpers (22).
3. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Bewehrungsstift (40) im Bereich zwischen den beiden Stiftabschnitten (41) am Gitterkörper (22) befestigt ist.
4. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Befestigung des Bewehrungsstiftes (40) am Gitterkörper (22) durch eine Haftvermittlung erfolgt.
5. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Befestigung des Bewehrungsstiftes (40) am Gitterkörper (22) kraftschlüssig und/oder formschlüssig erfolgt.
6. Textilbewehrungsanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Bewehrungsstifte (40) an einer oder unmittelbar anschließend an eine Kreuzungsstelle zwischen einem ersten Gitterstababschnitt (23) und einem zweiten Gitterstababschnitt (24) angeordnet ist.
7. Textilbewehrungsanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Bewehrungsstifte (40) ohne unmittelbaren Kontakt mit einem Gitterstababschnitt (23, 24) über ein Befestigungsmittel (42) am Gitterkörper (22) angeordnet ist.
8. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Bewehrungsstifte (40) an einem gemeinsamen Befestigungsmittel (42) angeordnet und über dieses gemeinsame Befestigungsmittel (42) an dem Gitterkörper (22) befestigt sind.
9. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Befestigungsmittel um eine Netz handelt.
10. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich jeder Stiftabschnitt (41) entlang einer Längsachse (L) erstreckt.
11. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die beiden Stiftabschnitte (41) zumindest eines Bewehrungsstiftes (40) entlang einer gemeinsamen Längsachse (L) erstrecken.
12. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verankerungsteil (43) durch einen Teil (51) gebildet ist, deren Dimension rechtwinkelig zu der Längsachse (L) größer ist als von einem zwischen dem Verankerungsteil (43) und dem Gitterkörper (22) vorhandenen anderen Teil (50).
13. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Verankerungsteil (43) eines Stiftabschnitts (41) die Form einer Platte oder einer Scheibe oder eines Zylinders oder einer Kugel oder eines Konus aufweist.
14. Textilbewehrungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Stiftabschnitt (41) wenigstens eines Bewehrungsstiftes (40) ein äußeres Ende (44) aufweist, das dazu eingerichtet ist, den Gitterkörper (22) an einer Schalungswand (47) abzustützen.
15. Textilbewehrungsanordnung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Stiftabschnitt (41) wenigstens eines Bewehrungsstiftes (40) in einem Endabschnitt (45) zum äußeren Ende (44) hin verjüngt.
16. Verfahren zur Herstellung eines Textilbewehrungsanordnung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit folgenden Schritten:
 - Bereitstellen eines Gitterkörpers (22),
 - Bereitstellen von Bewehrungsstiften (40),
 - Anbringen der Bewehrungsstifte (40) am Gitterkörper (22) derart, dass die beiden Stiftabschnitte (41) jedes Bewehrungsstiftes (40) auf entgegengesetzten Seiten des Gitterkörpers (22) angeordnet sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Stiftabschnitt (41) eines Bewehrungsstifts (40) nach dem Anbringen an den Gitterkörper (22) derart gekürzt wird, dass der Stiftabschnitt (41) dieses Bewehrungsstifts (40) ein äußeres Ende (44) aufweist, das einen vorgegebenen Abstand zu dem Gitterkörper (22) hat und dazu eingerichtet ist, den Gitterkörper (22) an einer Schalungswand (47) abzustützen.

18. Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung (55), mit einem Anlageteil (56), das eine Anlagefläche (57) aufweist und das dazu eingerichtet ist, mit der Anlagefläche (57) an einen Gitterkörper (22) angelegt zu werden, mit wenigstens eine Trenn- und/oder Formgebungseinheit (58), das dazu eingerichtet ist, einen Stiftabschnitt (41) eines vom Gitterkörper (22) vorstehenden Bewehrungsstiftes (40) an einer Trenn- und/oder Umformstelle (61) zu durchtrennen und/oder zumindest einen Bereich eines Stiftabschnitt (41) umzuformen, mit einer das Anlageteil (56) tragenden Einstelleinrichtung (62), die dazu eingerichtet ist, den Abstand zwischen der Trenn- und/oder Umformstelle (61) und der Anlagefläche (57) einzustellen.

19. Trenn- und/oder Formgebungseinrichtung (55) nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trenn- und/oder Formgebungseinheit (58) dazu eingerichtet ist, durch Umformung wenigstens einen wenigstens einen Verankerungsteil (43) in Form einer Erweiterung und/oder Vertiefung am Stiftabschnitt (41) zu bilden, der zur Formschlussbildung in einem Baustoff (B) eines Baustoffbauteils (21) eingerichtet ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

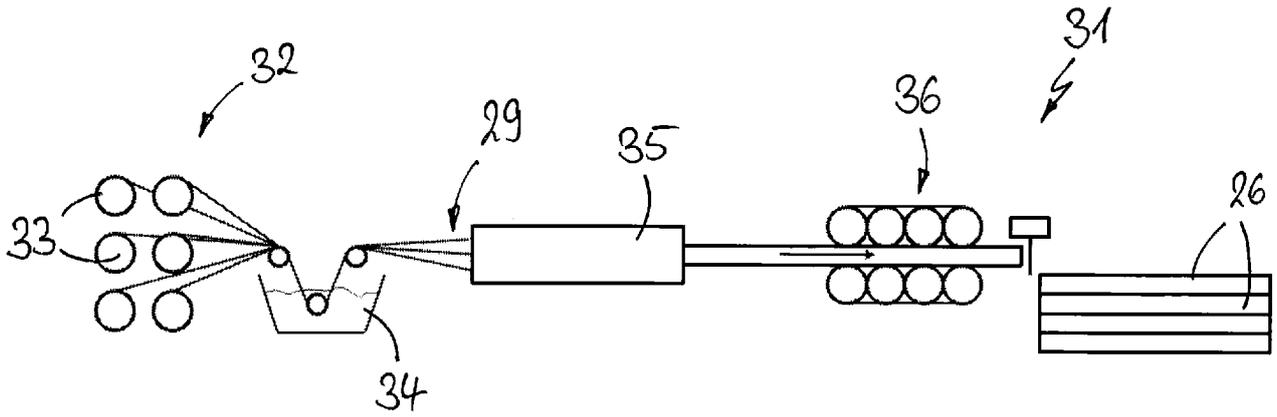


Fig. 1

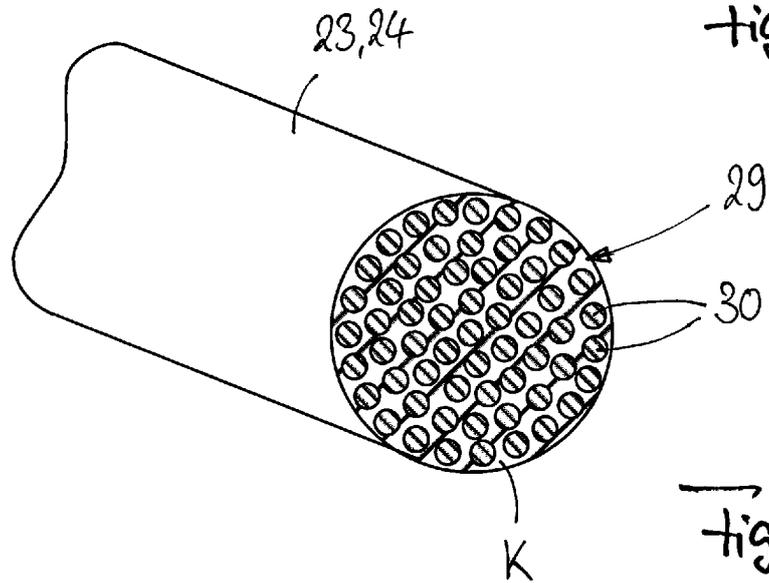


Fig. 2

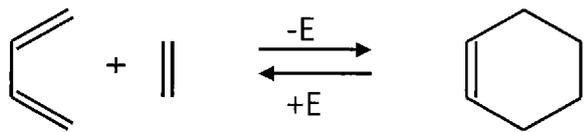


Fig. 3

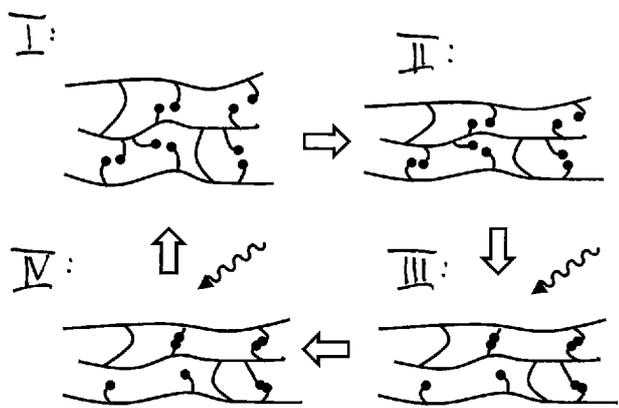
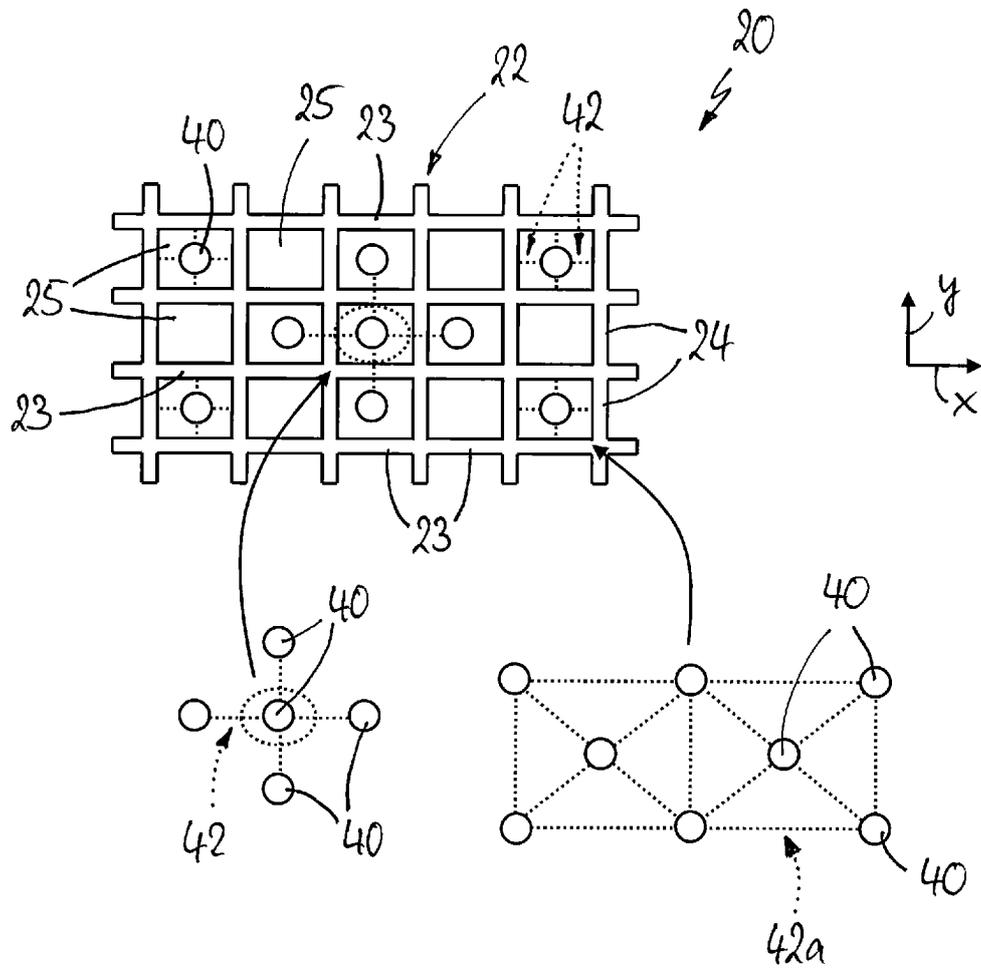
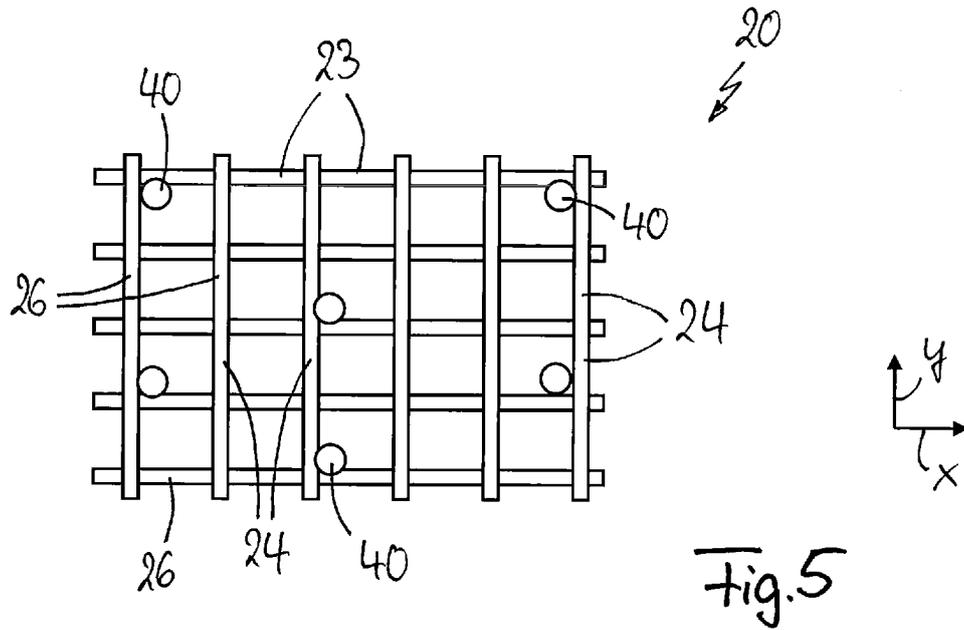
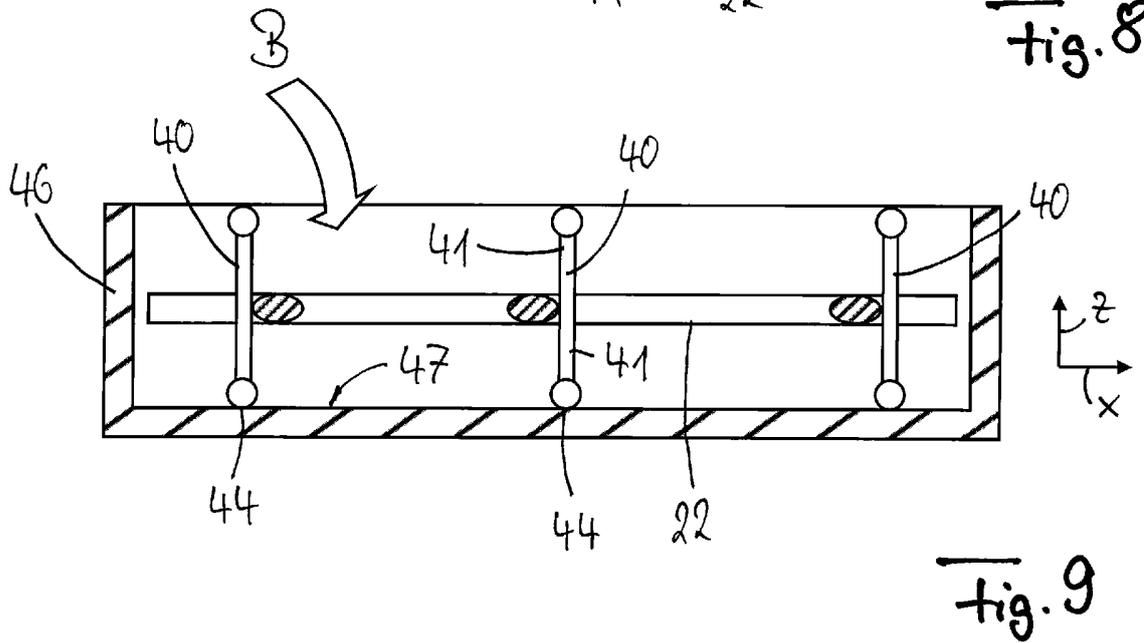
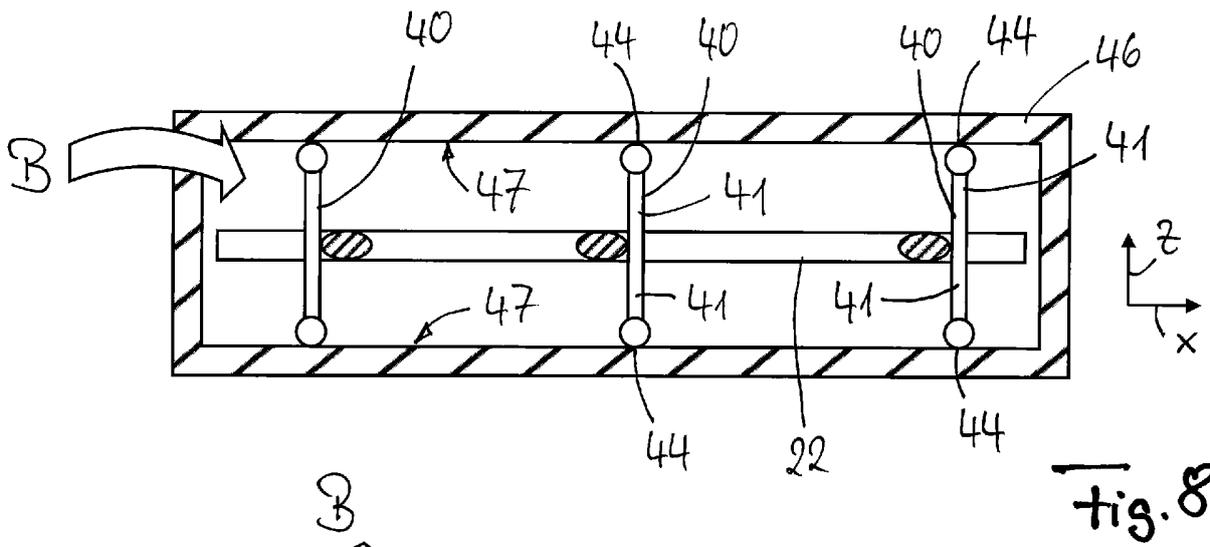
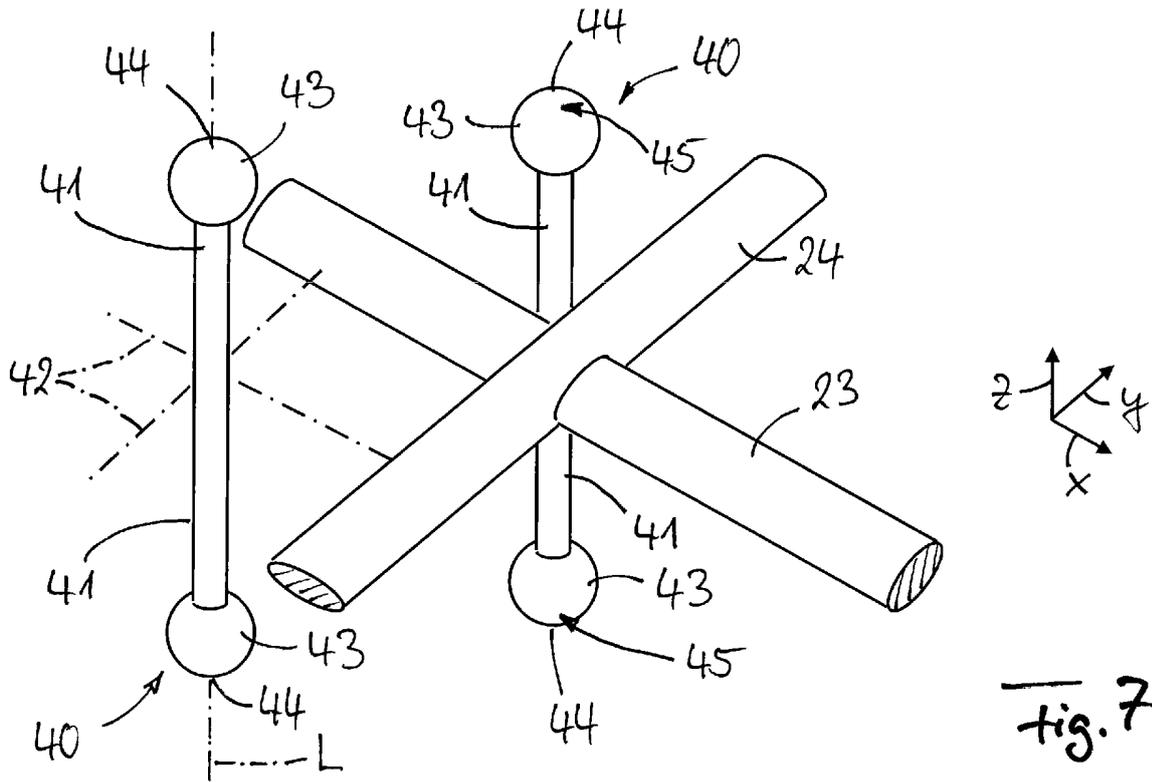


Fig. 4





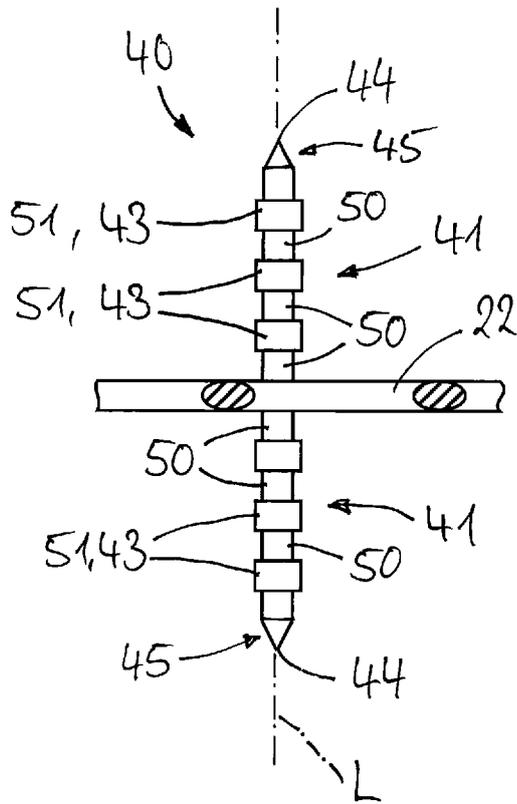


Fig. 10

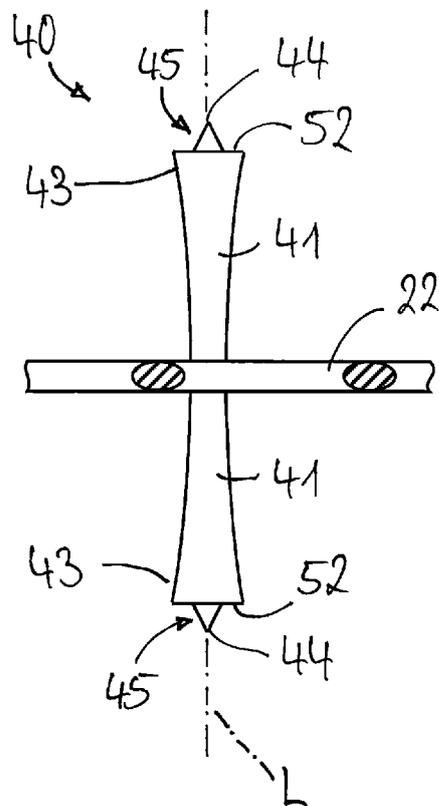


Fig. 11

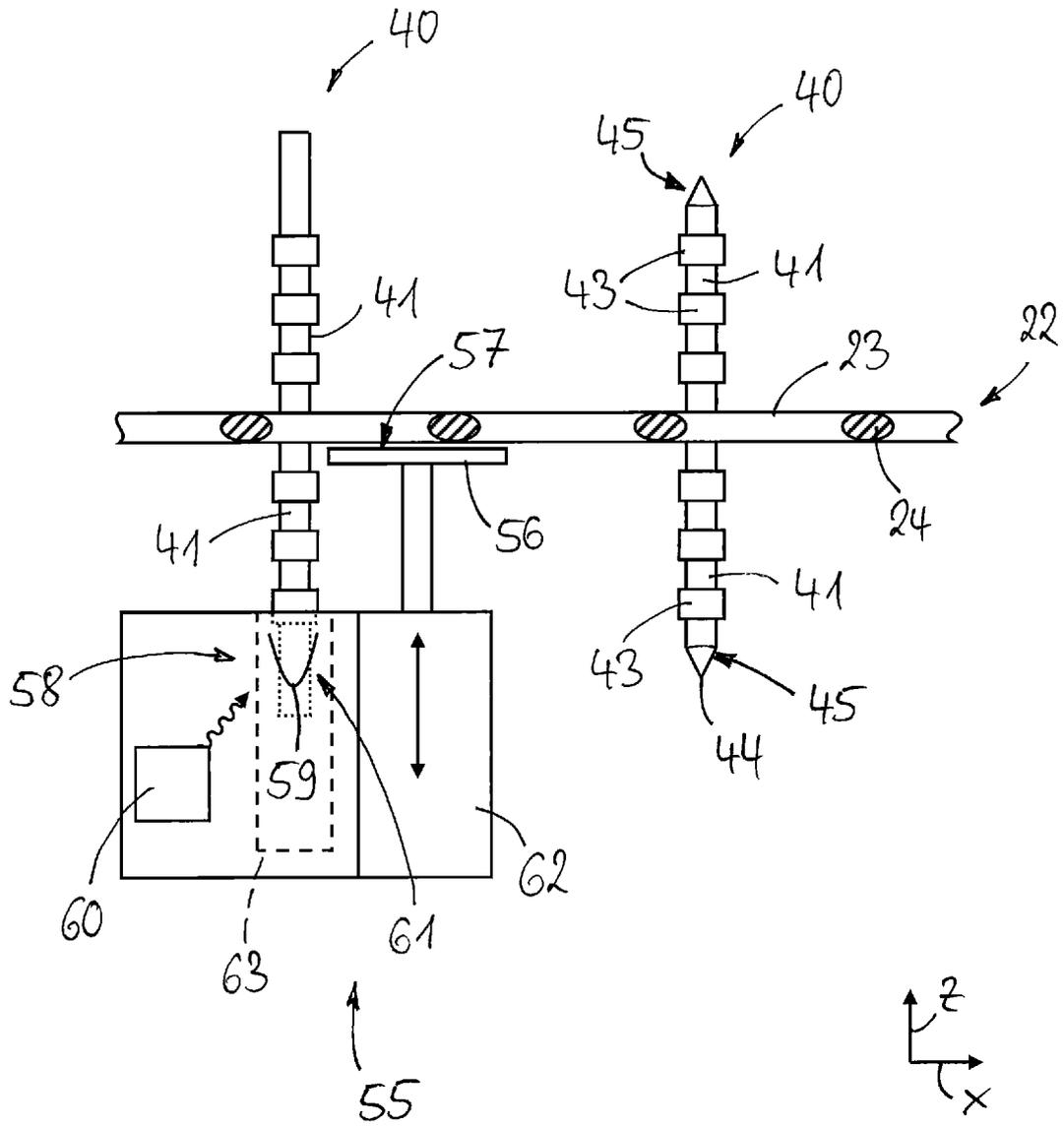


Fig. 12

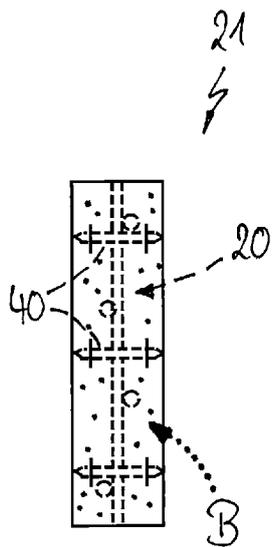
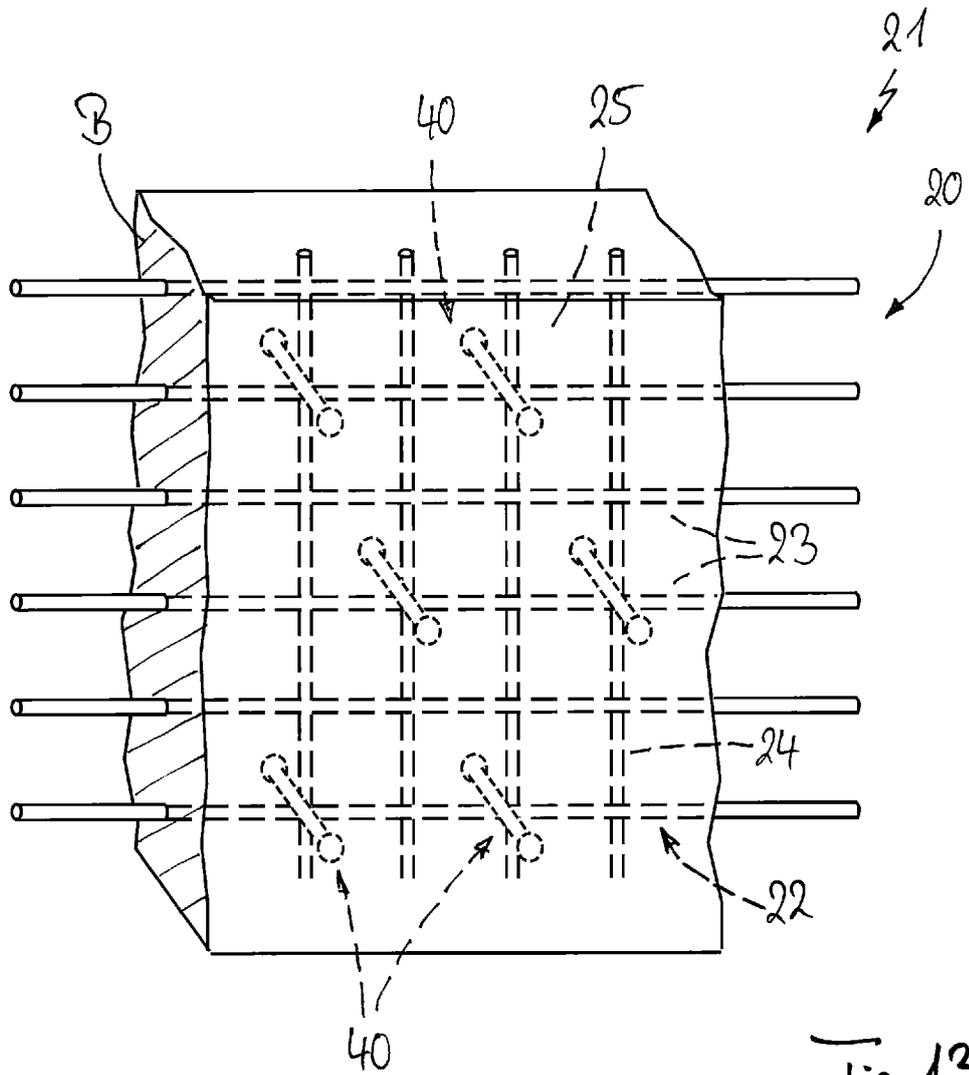


Fig. 14

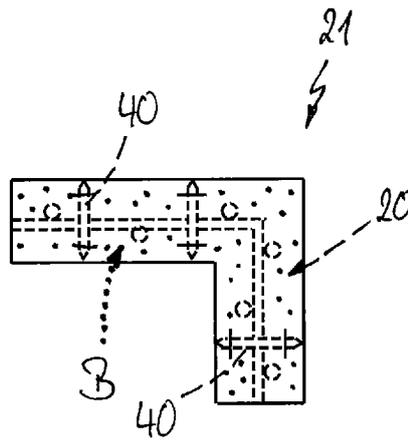


Fig. 15

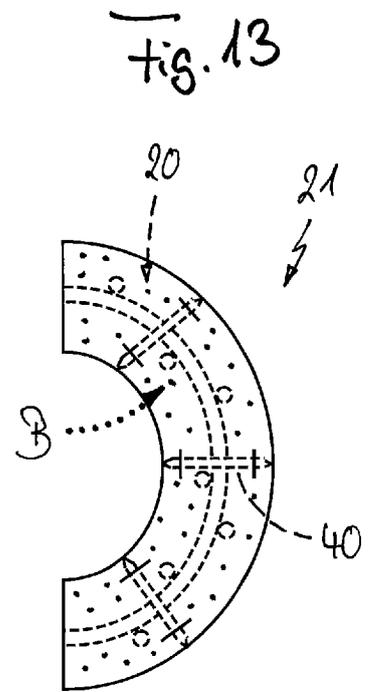


Fig. 16