



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**15.03.2023 Patentblatt 2023/11**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**D03D 1/00 (2006.01) D03D 25/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **22194810.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**D03D 1/00; D03D 25/005; D10B 2505/02**

(22) Anmeldetag: **09.09.2022**

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

(72) Erfinder:  
• **Ficker, Prof. Dr. Frank**  
**95028 Hof (DE)**  
• **Albert, Daniela**  
**95448 Bayreuth (DE)**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Theresienhöhe 11a**  
**80339 München (DE)**

(30) Priorität: **09.09.2021 DE 102021209982**

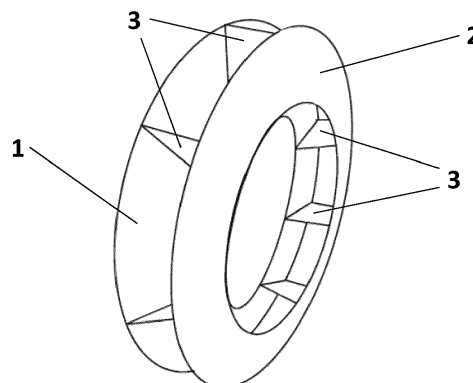
(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**  
**80686 München (DE)**

(54) **ARMIERUNGSSTRUKTUR FÜR BAUTEIL, DIE ARMIERUNGSSTRUKTUR UMFASSENDES BAUTEIL SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DER ARMIERUNGSSTRUKTUR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DES BAUTEILS**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Armierungsstruktur für Bauteile. Die Armierungsstruktur umfasst ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten dritten Gewebelage, die

zumindest bereichsweise in Form von Stegen ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind, wobei die Stege keine Fugestelle aufweisen. Zudem betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Bauteil, welches die erfindungsgemäße Armierungsstruktur sowie eine Matrix, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist, umfasst. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur sowie auch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Bauteils.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Armierungsstruktur für Bauteile. Die Armierungsstruktur umfasst ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten dritten Gewebelage, die zumindest bereichsweise in Form von Stegen ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind, wobei die Stege keine Fugestelle aufweisen. Zudem betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Bauteil, welches die erfindungsgemäße Armierungsstruktur sowie eine Matrix, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist, umfasst. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur sowie auch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Bauteils.

**[0002]** In der Literatur sind verschiedene Bauweisen bekannt, nach deren Prinzip Lüfterräder hergestellt werden können (Differential- und Integralbauweise). Bei der Integralbauweise wird das Lüfterrad an einem Stück (komplexe Form) hergestellt. Zwar weist das so hergestellte Lüfterrad keine Fugestellen auf, woraus eine hohe Leistungsfähigkeit (Performance) resultiert. Doch ist die Fertigung sehr kosten- und zeitintensiv. Die Differentialbauweise basiert auf einer Massenfertigung von Einzelteilen einer Geometrie. Hier müssen die Schaufeln nachträglich an die Deck- und Trägerscheibe gefügt werden. Die so entstehenden Fugestellen (mindestens 2 pro Schaufel) stellen Schwachstellen bzw. potentielle Schadstellen dar, aus denen während des Betriebs Spannungsspitzen im Material resultieren. Dies führt zu einer Verringerung der Lebensdauer eines Lüfterrads sowie zu einer geringen Leistungsfähigkeit bzw. einer Limitierung der maximalen Leistungsfähigkeit aufgrund einer verringerten Umfangsgeschwindigkeit, woraus eine geringere Effizienz resultiert.

**[0003]** Weiterhin kann die Verbundbauweise im Hinblick auf faserverstärkte Werkstoffe separat als Teil der Differentialbauweise genannt werden. Hierbei kommt eine Verstärkungskomponente zum Einsatz, z.B. Fasern in einer textilen Preform. Die Verbundbauweise ist aktuell noch mit hohem Konfektionsaufwand verbunden, da die Schaufeln nachträglich gefügt werden (z.B. durch Nähen). Die Umfangsgeschwindigkeit kann durch den Leichtbaucharakter erhöht werden, ist jedoch durch die Fugestellen gleichzeitig limitiert.

**[0004]** Übergreifend kommt der Leichtbauaspekt hinzu, der bei Lüfterrädern sehr wichtig ist. Hierbei führt ein lastgerechter Materialeinsatz zu einer Gewichtsreduktion. In der Folge kann die Umfangsgeschwindigkeit er-

höht werden, da sich die auftretenden Zentripetalkräfte linear zur verringerten Masse des Teils verkleinern, wodurch weniger Spannungen im Material entstehen.

**[0005]** Die Bauweise hängt teilweise von den eingesetzten Materialien ab, nicht mit jeder Technologie kann jedes Material bearbeitet werden. Im Folgenden werden verschiedene Verfahren kurz beschrieben, mit denen aktuell Lüfterräder hergestellt werden können.

### 5-Achs-Fräsen (CNC) - Integralbauweise

**[0006]** Mittels 5-Achs-Fräsen können Lüfterräder aus einem Stück herausgefräst werden. Das Verfahren weist einen sehr hohen Materialverbrauch auf und ist zudem sehr zeitaufwändig.

### Gießen, Spritzguss, Heißisostatisches Pressen - Integralbauweise

**[0007]** Beim Gießen (Metall), Spritzguss (Kunststoff) oder heißisostatischen Pressen (Keramik) werden für die Herstellung von Lüfterrädern Werkzeuge mit vielen Hinterschnitten benötigt, was das Werkzeug sehr komplex macht. Für jede Größe eines Lüfterrades wird ein neues Werkzeug benötigt. Die Anschaffungskosten für Werkzeuge sind dabei vor allem in dieser Komplexität sehr kostenintensiv. Die Einbringung von textilen Schnitffasern zur Erhöhung der Festigkeit ist bei einigen Verfahren möglich, jedoch können die relativ kurzen Fasern nicht optimal entsprechend dem Kraftfluss im Bauteil ausgerichtet werden, sodass deren Festigkeitspotential nicht vollständig genutzt werden kann. Zufriedenstellende Lösungen für eine endkonturnahe, belastungsoptimierte Lösung mit textiler Verstärkung sind derzeit nicht vorhanden.

### 3D-Druck - Integralbauweise

**[0008]** Beim 3D-Druck mit Metall oder Kunststoff können nur sehr kleine Stückzahlen hergestellt werden. Je nachdem wie hoch der Füllgehalt ist, desto mehr Stabilität hat die Struktur. Wenn das Lüfterrad lediglich aus Kunststoff hergestellt wird, kann es nur für einen niedrigen Temperaturbereich eingesetzt werden. Der Prozess ist nicht großserientauglich und zudem zeitaufwändig.

### Blech-/Metallverarbeitende Industrie - Differentialbauweise

**[0009]** Gängig sind Verfahren, bei denen die Schaufeln und die Träger- und Deckscheibe separat hergestellt werden. Hier können Standard-Produktionsverfahren zum Einsatz kommen. Anschließend werden die Bleche zusammengesetzt und beispielsweise mittels Schweißen, Verstemmen oder Verlappen abhängig vom verwendeten Material verbunden. Jede Fugestelle ist hierbei eine potentielle Versagensstelle.

### Wickeltechnik - Differentialbauweise

**[0010]** Der textile Herstellungsprozess des Wickelns ist eine Möglichkeit, eine textile Armierungsstruktur für ein Lüfterrad herzustellen. Es ist ein Lüfterrad bekannt, bei dem die Schaufeln Segmente eines gewickelten Rohres sind (siehe Raether F., "Nachhaltige Wärmebehandlungsprozesse systematisch entwickeln", Abschlussbericht Projekt EnerTHERM, 1. Aufl., Frankfurt am Main, VDMA Verlag, 2018). Die Träger- und Deckscheibe besteht dabei aus einem Laminat aus 2D-Geweben (Nass-Prepreg). Die Lamine werden nach dem Sintern mechanisch weiterverarbeitet. Die Scheiben sind mit Schlitzsen versehen, in die die Schaufeln passgenau eingesetzt werden. Die Fügung erfolgt mit einem Glaslot. So kann neben der formschlüssigen auch eine stoffschlüssige Verbindung erzeugt werden. Im Fügebereich ist die Porosität jedoch höher als in den anderen Bereichen, wodurch die Fügestellen dennoch Schwachstellen bleiben.

### Faserverstärktes Lüfterrad mit Gewebe - Differentialbauweise

**[0011]** In der DE 101 04 170 A1 wird die Herstellung eines faserverstärkten Lüfterrads beschrieben. Dieses ist ein faserverstärktes Kunststoffbauteil und erfüllt die Kriterien des Leichtbaus wie geringes Gewicht und Materialeinsatz nur an den erforderlichen Stellen. Die Armierungsstruktur des Lüfterrads setzt sich aus vielen Einzelstücken zusammen, die mit einander gefügt werden müssen. Die große Anzahl hierbei auftretenden Fügestellen machen den Herstellungsprozess sehr aufwendig im Hinblick auf Kosten und Zeit. Bei dieser Vorgehensweise sind die Stege bzw. Schaufeln selbst bereits gefügt. Ein Steg bzw. eine Schaufel setzt sich aus zwei Einzelteilen zusammen, die miteinander gefügt, vorzugsweise vernäht, werden. Diese einzelnen Schaufelsegmente werden dann zu Teilsegmenten weiterverarbeitet. Ein Lüfterrad setzt sich somit aus mehreren zusammengefügten Teilsegmenten zusammen. Das in der DE 101 04 170 A1 beschriebene Lüfterrad weist somit in der Gesamtheit mehr als zwanzig Fügestellen auf. Zudem wird zur Stabilisation auf der oberen und unteren Seite noch eine weitere Gewebbahn aufgenäht. Der Konfektionsaufwand und damit die Fehleranfälligkeit sind bei dieser Herangehensweise enorm hoch.

**[0012]** Ausgehend hiervon war es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Armierungsstruktur für ein Bauteil bereitzustellen, die auf einfache und zeitsparende Weise herstellbar ist und zu einer höheren Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit des Bauteils führt.

**[0013]** Diese Aufgabe wird bezüglich einer Armierungsstruktur mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, bezüglich eines Bauteils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6, bezüglich eines Verfahrens zur Herstellung einer Armierungsstruktur mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 und bezüglich eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauteils mit den Merkmalen des Pa-

tentanspruchs 13 gelöst. In Patentanspruch 15 werden Verwendungsmöglichkeiten des Bauteils angegeben. Die jeweilig abhängigen Patentansprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird somit eine Armierungsstruktur für Bauteile bereitgestellt. Die Armierungsstruktur umfasst ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise (bzw. bereichsweise) mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten (d.h. durch das Gewebe verbundenen bzw. verwebten) dritten Gewebelage, die zumindest bereichsweise (bzw. teilweise) in Form von Stegen ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind, wobei die Stege (jeweils) keine Fügestelle aufweisen (bzw. die mindestens eine dritte Gewebelage im Bereich der Stege keine Fügestelle aufweist).

**[0015]** Die erfindungsgemäße Armierungsstruktur umfasst ein Mehrlagengewebe, welches mindestens drei Gewebelagen aufweist, nämlich mindestens eine erste Gewebelage, mindestens eine zweite Gewebelage und mindestens eine dritte Gewebelage. Die mindestens eine dritte Gewebelage ist dabei zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnet. Zudem ist die mindestens eine dritte Gewebelage sowohl teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage als auch teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt (d.h. durch das Gewebe verbunden bzw. verwebt). Durch das nur teilweise bzw. bereichsweise Verweben der Gewebelagen kann das Mehrlagengewebe auch als eine 2,5D-Mehrlagenstruktur bezeichnet werden. Diese kann als plane Struktur vorliegen und kann als in die dritte Dimension aufgestellte (bzw. aufgedrehte) Struktur vorliegen, wobei die plane Struktur und die in die dritte Dimension aufgestellte Struktur, vorzugsweise mehrfach oder beliebig häufig, ineinander überführbar sind.

**[0016]** Das erste ringförmige Element kann z.B. auch als Deckscheibe (oder als Trägerscheibe) bezeichnet werden. Das zweite ringförmige Element kann z.B. auch als Trägerscheibe (oder als Deckscheibe) bezeichnet werden. Die mindestens eine erste Gewebelage kann z.B. auch als mindestens eine obere Gewebelage (oder als mindestens eine untere Gewebelage) bezeichnet werden. Die mindestens eine zweite Gewebelage kann z.B. auch als mindestens eine untere Gewebelage (oder als mindestens eine obere Gewebelage) bezeichnet werden. Die mindestens eine dritte Gewebelage kann z.B. auch als mindestens eine mittlere Gewebelage bezeichnet werden.

**[0017]** Das Mehrlagengewebe weist zunächst eine

oder mehrere erste Gewebelagen auf, die als erstes ringförmiges Element ausgebildet sind. Beispielsweise kann das Mehrlagengewebe nur eine erste Gewebelage aufweisen, die als erstes ringförmiges Element ausgebildet ist. Alternativ kann das Mehrlagengewebe auch mehrere (übereinander liegende) erste Gewebelagen aufweisen, die zusammen als ein erstes ringförmiges Element ausgebildet sind. Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere erste Gewebelagen aufweist, sind diese mehreren ersten Gewebelegen (oder zumindest ein Teil dieser mehreren ersten Gewebelagen) vorzugsweise (durch das Gewebe) miteinander verwebt, besonders bevorzugt (durch das Gewebe) vollständig miteinander verwebt. Hierbei sind vorzugsweise nur die jeweils miteinander benachbarten (bzw. die jeweils direkt nebeneinander liegenden) ersten Gewebelagen miteinander verwebt, bevorzugt vollständig miteinander verwebt.

**[0018]** Zudem weist das Mehrlagengewebe eine oder mehrere zweite Gewebelagen auf, die als zweites ringförmiges Element ausgebildet sind. Beispielsweise kann das Mehrlagengewebe nur eine zweite Gewebelage aufweisen, die als zweites ringförmiges Element ausgebildet ist. Alternativ kann das Mehrlagengewebe auch mehrere (übereinander liegende) zweite Gewebelagen aufweisen, die zusammen als ein zweites ringförmiges Element ausgebildet sind. Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere zweite Gewebelagen aufweist, sind diese mehreren zweiten Gewebelegen (oder zumindest ein Teil dieser mehreren zweiten Gewebelagen) vorzugsweise (durch das Gewebe) miteinander verwebt, besonders bevorzugt (durch das Gewebe) vollständig miteinander verwebt. Hierbei sind vorzugsweise nur die jeweils miteinander benachbarten (bzw. die jeweils direkt nebeneinander liegenden) zweiten Gewebelagen miteinander verwebt, bevorzugt vollständig miteinander verwebt.

**[0019]** Ferner weist das Mehrlagengewebe eine oder mehrere dritte Gewebelagen auf. In der Folge können auch die Stege jeweils eine oder mehrere Gewebelagen aufweisen. Beispielsweise kann das Mehrlagengewebe nur eine dritte Gewebelage aufweisen, die zumindest bereichsweise in Form von Stegen ausgebildet ist. Alternativ kann das Mehrlagengewebe beispielsweise auch mehrere (übereinander liegende) dritte Gewebelagen aufweisen, die zumindest bereichsweise in Form von Stegen ausgebildet sind, wobei dann jeder der Stege mehrere Gewebelagen aufweist. Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere dritte Gewebelagen aufweist, sind diese mehreren dritten Gewebelegen vorzugsweise (durch das Gewebe) miteinander verwebt, besonders bevorzugt (durch das Gewebe) vollständig miteinander verwebt. Hierbei sind vorzugsweise nur die jeweils miteinander benachbarten (bzw. die jeweils direkt nebeneinander liegenden) dritten Gewebelagen miteinander verwebt, bevorzugt vollständig miteinander verwebt.

**[0020]** Erfindungsgemäß weisen die Stege (jeweils) keine Fügestelle auf. Unter einer Fügestelle kann dabei

eine Stelle verstanden werden, an der zwei oder mehr Teile einer oder mehrerer Gewebelagen nicht das durch Gewebe an sich verbunden sondern (durch einen zusätzlichen Fügeprozess) zusammengefügt sind.

**[0021]** Die dritte(n) Gewebelage(n) ist/sind zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnet. Alternativ ist es möglich, dass die dritte(n) Gewebelagen auf den Außenseiten der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnet. Außerdem ist/sind die dritte(n) Gewebelage(n) sowohl teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage als auch teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt. Hierbei können ein oder mehrere Bereiche bzw. Teile der mindestens einen dritten Gewebelage mit ein oder mehreren Bereichen bzw. Teilen der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt sein und ein oder mehrere andere Bereiche bzw. andere Teile der mindestens einen dritten Gewebelage mit ein oder mehreren Bereichen bzw. Teilen der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt sein. Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere dritte Gewebelagen aufweist, ist es möglich, dass nur eine der mehreren dritten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt ist und nur eine (andere) der mehreren dritten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt ist.

**[0022]** Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere erste Gewebelagen aufweist, ist es möglich, dass nur eine der mehreren ersten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen dritten Gewebelage verwebt ist. Für den Fall, dass das Mehrlagengewebe mehrere zweite Gewebelagen aufweist, ist es möglich, dass nur eine der mehreren zweiten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen dritten Gewebelage verwebt ist. Beispielsweise kann das Mehrlagengewebe mehrere erste Gewebelagen, mehrere zweite Gewebelagen und mehrere dritte Gewebelagen aufweisen. In diesem Fall ist es möglich, dass nur eine der mehreren dritten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit nur einer der mehreren ersten Gewebelagen verwebt ist und nur eine (andere) der mehreren dritten Gewebelagen teilweise bzw. bereichsweise mit nur einer der mehreren zweiten Gewebelagen verwebt ist.

**[0023]** Die mindestens eine dritte Gewebelage ist bereichsweise bzw. teilweise in Form von Stegen ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind. Hierbei können mehrere Bereiche bzw. Teile der mindestens einen dritten Gewebelage als solche Stege ausgebildet sein. Dadurch, dass die mindestens eine dritte Gewebelage sowohl teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage als auch teilweise bzw. bereichsweise mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt ist, besteht eine (vorzugs-

weise vollständig gewebte) Verbindung des ersten ringförmigen Elements und des zweiten ringförmigen Elements miteinander über die Stege, die auch dann vorhanden ist, wenn die Struktur in die dritte Dimension aufgestellt ist.

**[0024]** Die mindestens eine dritte Gewebelage kann einen oder mehrere erste Bereiche aufweisen, an dem/denen sie mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt ist, kann ein oder mehrere zweite Bereiche aufweisen, an dem/denen sie mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt ist, und kann mehrere dritte Bereiche aufweisen, die in Form von Stegen ausgebildet sind, über welche das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind.

**[0025]** Die mindestens eine dritte Gewebelage kann in mehrere (jeweils durchgängig gewebte) Abschnitte unterteilt sein, die vorzugsweise nicht direkt zusammenhängen bzw. nicht direkt miteinander verbunden sind. Diese Abschnitte weisen vorzugsweise jeweils einen ersten Bereich auf, an dem der jeweilige Abschnitt mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt (bzw. durch das Gewebe verbunden) ist, jeweils einen zweiten Bereich auf, an dem der jeweilige Abschnitt mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt (bzw. durch das Gewebe verbunden) ist, und jeweils einen (zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich angeordneten) dritten Bereich auf, an dem der jeweilige Abschnitt in Form eines Stegs ausgebildet ist, über den das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind. In der Folge kann der Steg (bzw. der dritte Bereich) über den ersten Bereich mit dem ersten ringförmigen Element verbunden sein und über den zweiten Bereich mit dem zweiten ringförmigen Element verbunden sein. In jedem der Abschnitte ist der jeweilige dritte Bereich durch das Gewebe mit dem jeweiligen ersten Bereich und dem jeweiligen zweiten Bereich verbunden, d.h. die Abschnitte sind jeweils durchgängig gewebt und weisen keine Fügestelle auf. Vorzugsweise sind die genannten Abschnitte, in die die mindestens eine dritte Gewebelage unterteilt ist, durch durchtrennte flottierende Fäden voneinander getrennt.

**[0026]** Die erfindungsgemäße Armierungsstruktur zeichnet sich besonders dadurch aus, dass sie ein Mehrlagengewebe mit mehreren bereichsweise bzw. teilweise miteinander verwebten Gewebelagen umfasst und die mindestens eine dritte Gewebelage, die sich zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Gewebelage befindet, teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt ist und zumindest bereichsweise in Form von Stegen ausgebildet ist, die keine Fügestelle aufweisen. Dadurch, dass die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt ist, und die Stege selbst keine Fügestelle aufweisen, kann die komplette Verbindung zwischen dem ersten ringförmigen Element mit

dem zweiten ringförmigen Element über die Stege ohne Fügestelle erfolgen. In der Folge kann die erfindungsgemäße Armierungsstruktur deutlich weniger Fügstellen aufweisen als im Stand der Technik bekannte mittels Differentialbauweise hergestellte Armierungsstrukturen. Beispielsweise kann die erfindungsgemäße Armierungsstruktur nur zwei Fügstellen oder gar keine Fügestelle aufweisen. Die erfindungsgemäße Armierungsstruktur kann somit als Armierungsstruktur für ein (dreidimensionales) Bauteil, wie z.B. ein Lüfterrad, dienen, wobei sie durch die Anwesenheit von deutlich weniger Fügstellen auch deutlich weniger Schwachstellen in ihrer Struktur als bisher im Stand der Technik mittels Differentialbauweise hergestellte Armierungsstrukturen aufweist. Infolge dessen kann durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur in einem Bauteil auch eine höhere Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit des Bauteils erreicht werden als durch die Verwendung von bisher im Stand der Technik mittels Differentialbauweise hergestellten Armierungsstrukturen.

**[0027]** Im Weiteren ist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur aufgrund der Tatsache, dass sie auf einem Mehrlagengewebe basiert, einfacher und zeitsparender herstellbar als bisher im Stand der Technik mittels Integralbauweise hergestellte Armierungsstrukturen. Ferner weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur aufgrund der Tatsache, dass sie auf einem Mehrlagengewebe basiert einen Leichtbaucharakter auf, aufgrund dessen ein damit verstärktes Bauteil in diversen Anwendungsbereichen (Energie, Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung und im Betrieb, Ressourcen) effizienter verwendet werden kann.

**[0028]** Mit der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur kann eine Reduktion der Anzahl an Fügstellen erreicht werden, was zu weniger Schwachstellen in einem durch die Armierungsstruktur verstärkten Bauteil führt. So ist (durch die Gewebestruktur) eine direkte Anbindung der Stege (z.B. Laufradschaufeln) ohne Fügstellen an das erste und zweite ringförmige Element (bzw. an die Deck- und Trägerscheibe) vorhanden, woraus eine Vermeidung von Spannungsspitzen in einem durch die Armierungsstruktur verstärkten Bauteil führt. Zudem kann eine lastgerechte Leichtbauweise erreicht werden, da ein gezielter Materialeinsatz, wo es notwendig ist, möglich ist. Es kann ferner eine Material- und Zeitersparnis erreicht werden, was auf eine starke Verringerung des Konfektionsaufwands sowie die Möglichkeit der Automatisierbarkeit einiger Prozessschritte bei der Herstellung zurückführbar ist.

**[0029]** In der Folge wird mit der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur eine Armierungsstruktur für ein Bauteil bereitgestellt, die auf einfache und zeitsparende Weise herstellbar ist und zu einer höheren Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit des Bauteils führt.

**[0030]** Vorzugsweise sind die Stege jeweils durchgängig gewebt.

**[0031]** Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine drehsymmetrische und/oder rota-

tionssymmetrische Grundform, z.B. eine radförmige Grundform, auf. Vorzugsweise handelt es sich bei der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur um eine Armierungsstruktur für ein Bauteil mit einer drehsymmetrischen und/oder rotationssymmetrischen Grundform, z.B. mit einer radförmigen Grundform. Besonders bevorzugt weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine drehsymmetrische und/oder rotationssymmetrische Grundform, z.B. eine radförmige Grundform, auf und es handelt sich bei der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur um eine Armierungsstruktur für ein Bauteil mit einer drehsymmetrischen und/oder rotationssymmetrischen Grundform, z.B. mit einer radförmigen Grundform. Darunter, dass die Armierungsstruktur eine drehsymmetrische und/oder rotationssymmetrische Grundform (oder radförmige Grundform) aufweist, kann verstanden werden, dass lediglich die Grundform der Armierungsstruktur drehsymmetrisch und/oder rotationssymmetrisch ist, aber die Armierungsstruktur an sich (z.B. aufgrund unregelmäßig gewebter oder abstehender Fäden, aufgrund einer unsymmetrischen Webstruktur, oder aufgrund unsymmetrisch angeordneter Fügstellen) nicht vollständig drehsymmetrisch und/oder rotationssymmetrisch ist. Darunter, dass das Bauteil eine drehsymmetrische und/oder rotationssymmetrische Grundform aufweist, kann verstanden werden, dass lediglich die Grundform des Bauteils drehsymmetrisch und/oder rotationssymmetrisch ist, aber das Bauteil an sich (z.B. aufgrund einer unsymmetrischen Struktur, oder aufgrund unsymmetrisch angeordneter Fügstellen) nicht vollständig drehsymmetrisch und/oder rotationssymmetrisch ist.

**[0032]** Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine radförmige Grundform auf. Vorzugsweise handelt es sich bei der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur um eine Armierungsstruktur für ein Bauteil mit einer radförmigen Grundform. Besonders bevorzugt weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine radförmige Grundform auf und es handelt sich bei der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur um eine Armierungsstruktur für ein Bauteil mit einer radförmigen Grundform.

**[0033]** Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine (im Wesentlichen) drehsymmetrische Armierungsstruktur und/oder eine Armierungsstruktur für ein (im Wesentlichen) drehsymmetrisches Bauteil. Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur eine radförmige Armierungsstruktur und/oder eine Armierungsstruktur für ein radförmiges drehsymmetrisches Bauteil.

**[0034]** Vorzugsweise sind die Stege in regelmäßigen Abständen (entlang einer Laufrichtung bzw. Umfangsrichtung der Armierungsstruktur) angeordnet.

**[0035]** Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur zeichnet sich dadurch aus, dass

- die mindestens eine dritte Gewebelage durchtrennte flottierende Fäden aufweist, und/oder

- die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage

- (jeweils) keine Fügestelle aufweisen, oder
- (jeweils) eine Anzahl an Fügstellen aufweisen, die geringer ist als die Anzahl der Stege, bevorzugt (jeweils) maximal zwei Fügstellen aufweisen, besonders bevorzugt (jeweils) maximal eine Fügestelle aufweisen.

**[0036]** Vorzugsweise weist die (gesamte) mindestens eine dritte Gewebelage (jeweils) keine Fügestelle auf.

**[0037]** Je weniger Fügstellen die Armierungsstruktur aufweist, desto weniger Schwachstellen bzw. potenzielle Schädstellen hat diese und desto höher ist die Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit des mit der Armierungsstruktur verstärkten Bauteils. Erfindungsgemäß weisen die Stege keine Fügestelle auf bzw. die mindestens eine dritte Gewebelage weist im Bereich der Stege keine Fügestelle auf. Beispielsweise kann auch die gesamte mindestens eine dritte Gewebelage keine Fügestelle aufweisen. Ferner kann zum Beispiel die mindestens eine erste Gewebelage keine Fügestelle aufweisen und die mindestens eine zweite Gewebelage keine Fügestelle aufweisen. Alternativ ist es auch möglich, dass die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage jeweils nur eine geringe Anzahl an Fügstellen aufweisen, z.B. jeweils maximal zwei Fügstellen aufweisen oder jeweils maximal eine Fügestelle aufweisen.

**[0038]** Ganz besonders bevorzugt weist die erfindungsgemäße Armierungsstruktur keine Fügestelle oder (maximal) zwei Fügstellen auf.

**[0039]** Es ist bevorzugt, dass die mindestens eine dritte Gewebelage durchtrennte - vorzugsweise aufgeschnittene - flottierende Fäden (oder flottierende Fadenabschnitte) aufweist. Unter "durchtrennt" kann hierbei verstanden werden, dass die flottierenden Fäden (oder flottierenden Fadenabschnitte) jeweils an mindestens einer Stelle vollständig durchtrennt sind. Beispielsweise kann die mindestens eine dritte Gewebelage in mehrere Abschnitte unterteilt sein, die vorzugsweise nicht direkt zusammenhängen bzw. nicht direkt miteinander verbunden sind. Vorzugsweise sind hierbei die genannten Abschnitte, in die die mindestens eine dritte Gewebelage unterteilt ist, durch die durchtrennten flottierenden Fäden voneinander getrennt. Vorzugsweise handelt es sich bei den durchtrennten (bzw. aufgeschnittenen) flottierenden Fäden um Kettfäden der mindestens einen dritten Gewebelage.

**[0040]** Vorzugsweise kann dadurch, dass die mindestens eine dritte Gewebelage durchtrennte - vorzugsweise aufgeschnittene - flottierende Fäden (oder flottierende Fadenabschnitte) aufweist, das Aufstellen (bzw. Aufdrehen) der Armierungsstruktur in die dritte Dimension ermöglicht werden. So ist es möglich, dass während der Herstellung der Armierungsstruktur die mindestens eine dritte Gewebelage über die flottierenden Fäden von der

mindestens einen zweiten Gewebelage zur mindestens einen ersten Gewebelage zurückgeführt wird (nachdem die mindestens eine dritte Gewebelage mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt, dann in Form von gewebten Stegen zur mindestens einen zweiten Gewebelage geführt, und dann mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wurde). Für den Fall, dass sich diese flottierenden Fäden während der Herstellung auf dem Teil des Gewebes befinden, der am Ende als die Armierungsstruktur dient, kann durch das Durchtrennen, vorzugsweise Aufschneiden, der flottierenden Fäden ein Aufstellen bzw. Aufdrehen der Armierungsstruktur in die dritte Dimension ermöglicht werden. Es ist jedoch auch möglich (z.B. bei einem Gewebe mit linearem Fadenverlauf, insbesondere einem Jacquardgewebe), dass sich die genannten flottierenden Fäden der mindestens einen dritten Gewebelage bei der Herstellung auf einem Teil des Gewebes befinden, der außerhalb des Teils des Gewebes liegt, der am Ende als die Armierungsstruktur dient, d.h. die Bereiche mit den flottierenden Fäden während der Herstellung komplett weggeschnitten werden und somit in der hergestellten Armierungsstruktur nicht mehr vorhanden sind. In diesem Fall würde die mindestens eine dritte Gewebelage der Armierungsstruktur keine flottierenden Fäden und somit auch keine durchtrennten oder aufgeschnittenen flottierenden Fäden (oder flottierenden Fadenabschnitte) aufweisen. Trotzdem könnte diese Armierungsstruktur in die dritte Dimension aufgestellt (bzw. aufgedreht) werden.

**[0041]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur ist dadurch gekennzeichnet, dass das Mehrlagengewebe Fasern umfasst oder daraus besteht, die vorzugsweise ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfasern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern,  $\text{SiC}$ -Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon. Polymerfasern lassen sich aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften (Sprödigkeit, Festigkeit, etc.) besonders leicht verarbeiten.

**[0042]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur zeichnet sich dadurch aus, dass die Stege

- streifenförmig oder schaufelförmig sind, und/oder
- gerade oder gekrümmt verlaufen, und/oder
- in einer Laufrichtung (bzw. Umfangsrichtung) der ersten und zweiten Gewebelage geneigt sind,
- mindestens vier Stege, bevorzugt mindestens acht Stege, umfassen.

**[0043]** Bindungstechnisch ist es möglich, rückwärts

gekrümmte, gerade und rückwärts geneigte gerade Stege (z.B. Laufradschaufeln) im Gewebe auszuprägen. Bei Bauteilen (z.B. Lüfterrädern) mit vorwärtsgekrümmten Stegen (z.B. Laufrädern) ist oftmals eine deutlich höhere Stegdichte (z.B. Schaufeldichte) notwendig. Das bedeutet, dass die Anzahl der Lagen sehr viel höher sein sollte. Eine Webmaschine sollte daher genau darauf abgestimmt werden, um eine ausreichende Kettfadendichte in den einzelnen Lagen gewährleisten zu können. Vorzugsweise ist die Länge der Stege (z.B. Schaufellänge) an allen Stellen (am Innen- oder Außendurchmesser) gleich. Der konische Abzug ist dafür verantwortlich, dass die Abbindung der Stege (z.B. Schaufeln) an das erste ringförmige Element (z.B. Trägerscheibe) eine stärkere Ausprägung aufweist als die Abbindung der Stege (z.B. Schaufeln) an das zweite ringförmige Element (z.B. Deckscheibe) oder umgekehrt. Die Auslegung der Abbindungsbereiche wird dabei so gestaltet, dass die Steglänge (z.B. Schaufellänge) über die gesamte Breite konstant ist. Bei geraden, rückwärts geneigten geraden und bei rückwärtsgekrümmten Stegen (z.B. Schaufeln) werden bei Verwendung einer Schützenwebmaschine, mit welcher die Armierungsstruktur beispielsweise hergestellt werden kann, mindestens drei Webschützen benötigt. Bei Erhöhung der Anzahl der Stege (z.B. Schaufelanzahl) und gleichzeitiger Verringerung des Abstands der Stege (z.B. Schaufelabstands), sind weitere Webschützen nötig. Für vorwärtsgekrümmte Stege (z.B. Schaufeln) kommen mindestens vier Webschützen zum Einsatz, da hier bei der An- und Abbindung von zwei Seiten gearbeitet werden muss. Die Anzahl der möglichen Stege (z.B. Laufradschaufeln) ist abhängig von der Webmaschine (Fadendichte). Die Festigkeit und Stabilität der einzelnen Lagen hängt von der Kettfadendichte und der Gewebbindung ab, z.B. erhöhen Angle Interlock- oder Orthogonalbindungen die Stabilität. Für die Bildung eines Laufrades sind mindestens sechs Schäfte, bei einer Schaftwebmaschine notwendig. Eine Jacquardwebmaschine ist zu bevorzugen, da die Profilierung der Schaufeln präziser ausgearbeitet werden kann. Die Größe des Laufrades ist abhängig von der Geometrie des konischen Warenabzugs. Die Anzahl der Schaufeln könnte auf einer Webmaschine noch erhöht werden.

**[0044]** Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Stege eine Breite aufweisen, die mindestens genauso groß ist wie die Breite der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder der mindestens einen zweiten Gewebelage. Insbesondere wenn der Steg gekrümmt vorliegt, kann die Breite des Stegs breiter als die Breite der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder der mindestens einen zweiten Gewebelage. Der Steg soll nicht überstehen am inneren und am äußeren Rand der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder der mindestens einen zweiten Gewebelage, aber durch die Krümmung des Stegs kann er dennoch breiter sein als die mindestens eine erste Gewebelage und/oder die mindestens eine zweite Gewebelage. Das gleiche gilt, wenn die Stege nicht gekrümmt sondern geneigt verlaufen.

**[0045]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem Mehrlagengewebe um ein Radialgewebe oder um ein Gewebe mit linearem Fadenverlauf (z.B. ein Jacquardgewebe). Unter einem Gewebe mit linearem Fadenverlauf kann ein Gewebe verstanden werden, bei dem die Kettfäden in 0°-Richtung ausgerichtet sind. Die Schussfäden können hierbei 90°-Richtung ausgerichtet sein. Im Gegensatz hierzu weist ein Radialgewebe einen radialen Fadenverlauf auf, was bedeutet, dass die Kettfäden nicht in 0°-Richtung ausgerichtet sind. In einem Gewebe mit linearem Fadenverlauf verlaufen die Kettfäden somit linear bzw. gerade und nicht gebogen oder radial.

**[0046]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur ist das Mehrlagengewebe ein Radialgewebe, wobei die mindestens eine erste Gewebelage mindestens eine Fügestelle, bevorzugt ein oder zwei Fügstellen, besonders bevorzugt (genau) eine Fügestelle, aufweist, über die ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage verbunden ist, und die mindestens eine zweite Gewebelage mindestens eine Fügestelle, bevorzugt ein oder zwei Fügstellen, besonders bevorzugt (genau) eine Fügestelle, aufweist, über die ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage verbunden ist. Beispielsweise kann die mindestens eine erste Gewebelage maximal acht, vorzugsweise maximal vier Fügstellen, aufweisen und/oder die mindestens eine zweite Gewebelage maximal acht, vorzugsweise maximal vier Fügstellen, aufweisen.

**[0047]** Durch die Ausführung der Armierungsstruktur als Radialgewebe können hohe Kosten bzw. hoher Energie- und Materialaufwand bei der Herstellung vermieden werden. Zudem wird auch das Auftreten potentieller Schwachstellen verursacht durch Fügen minimiert. Die Anzahl der Fügstellen kann vorzugsweise auf insgesamt zwei (eine Fügestelle in der mindestens einen ersten Gewebelage und eine Fügestelle in der mindestens einen zweiten Gewebelage) reduziert werden. Die (vorzugsweise rotationssymmetrische) Gewebestruktur enthält dabei Stege, die als Laufradschaufeln fungieren können. Die Stege sind (durch die Gewebestruktur) fest in die Deck- und Trägerscheibe eingearbeitet. Bindungstechnisch kann die Festigkeit der Anbindung der Stege (z.B. Schaufeln) eingestellt werden. Es entfällt ein anschließender Fügeprozess der Stege (z.B. Laufradschaufeln). Da es sich um ein Radialgewebe handelt, liegen die Fasern zudem in Lastrichtung vor. Dies bringt weitere Vorteile hinsichtlich der erreichbaren Leistungsfähigkeit.

**[0048]** Vorzugsweise ist das Mehrlagengewebe ein Radialgewebe, welches einen oder mehrere radial gewebte Abschnitte umfasst, die jeweils einen Abschnitt der mindestens einen ersten Gewebelage, einen Abschnitt der mindestens einen zweiten Gewebelage und einen Abschnitt der mindestens einen dritten Gewebelage umfassen, wobei jeder Abschnitt der mindestens

einen ersten Gewebelage und jeder Abschnitt der mindestens einen zweiten Gewebelage ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist, wobei die mindestens eine erste Gewebelage eine oder mehrere Fügstellen aufweist, über die jeweils zwei der Enden der Abschnitte der mindestens einen ersten Gewebelage miteinander verbunden sind, und wobei die mindestens eine zweite Gewebelage eine oder mehrere Fügstellen aufweist, über die jeweils zwei der Enden der Abschnitte der mindestens einen zweiten Gewebelage miteinander verbunden sind.

**[0049]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der mindestens einen Fügestelle der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder bei der mindestens einen Fügestelle der mindestens einen zweiten Gewebelage um eine gewebte Fügestelle, um ein textiles Scharnier, um einen Anker-Riemenverbinder, um eine stoffschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch Schweißen oder Kleben, um eine formschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch Nieten oder Nähen, oder um eine stoff- und formschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch eine Kombination von Kleben und Nieten, handelt.

**[0050]** Die offenen Gewebeenden (bzw. die Enden der mindestens einen ersten Gewebelage und die Enden der mindestens einen zweiten Gewebelage) können auf unterschiedliche Art und Weise miteinander verbunden sein. Bevorzugte Ausführungen sind:

#### Gewebte Fügstellen:

##### [0051]

- Beispielsweise können die Enden (bzw. die Fäden der Enden) zusammengewebt sein: Enden der beiden Gewebe sind zusammengelegt und miteinander verwebt. Dabei sind die ehemaligen Kettfäden nun Schussfäden. Es sind "neue" Kettfäden senkrecht zu den "alten" eingefügt.
- Beispielsweise können Halbkreise gewebt und die Enden (bzw. die Fäden der Enden) direkt zusammengewebt sein: Die Armierungsstruktur (z.B. das Lüfterrad) ist halbiert gewebt. Die Lagenanzahl ist verdoppelt.

#### Textiles Scharnier:

**[0052]** Hierbei kann jeweils mindestens eine gewebte Tasche in die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage als Abschluss eingewebt sein, durch die ein Stift geschoben ist.

#### Anker-Riemenverbinder

**[0053]** Hierbei können Riemen in die Gewebeenden (d.h. in die Enden der mindestens einen ersten Gewe-



belage und in die Enden der mindestens einen zweiten Gewebelage) eingebracht sein. Die jeweiligen beiden Enden können mit den Riemen zusammengesetzt sein (wie ein Reißverschluss). Hierfür kann in der Mitte ein Stab durch die Riemen geschoben sein, um die jeweiligen beiden Enden bzw. Riemen zu verbinden.

### Stoffschlüssige Verbindung

**[0054]** Beispielsweise kann eine stoffschlüssige Verbindung durch Kleben und/oder Schweißen vorhanden sein.

### Formschlüssige Verbindung

**[0055]** Beispielsweise kann eine formschlüssige Verbindung durch Nieten und/oder Nähen vorhanden sein. Zum Nähen kann eine Nähetechnik verwendet worden sein, beispielsweise: Lagen überlappen und zusammennähen, oder Lagen an den Enden teilen, Einzellagen ineinanderschieben und zusammennähen.

### Stoff- und formschlüssige Verbindung

**[0056]** Beispielsweise kann eine stoff- und formschlüssige Verbindung durch eine Kombination von Kleben und Nieten vorhanden sein.

**[0057]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur zeichnet sich dadurch aus, dass das Mehrlagengewebe ein Gewebe mit linearer Fadenführung, vorzugsweise ein Jacquardgewebe, ist, welches keine Fügestelle aufweist. Unter einem Gewebe mit linearem Fadenverlauf kann ein Gewebe verstanden werden, bei dem die Kettfäden in 0°-Richtung ausgerichtet sind. Die Schussfäden können hierbei 90°-Richtung ausgerichtet sein. Im Gegensatz hierzu weist ein Radialgewebe einen radialen Fadenverlauf auf, was bedeutet, dass die Kettfäden nicht in 0°-Richtung ausgerichtet sind. In einem Gewebe mit linearem Fadenverlauf verlaufen die Kettfäden somit linear bzw. gerade und nicht gebogen oder radial.

**[0058]** Das Gewebe mit linearer Fadenführung kann beispielsweise durch Verwendung einer Webmaschine (ohne konischen Abzug - Faserausrichtung in 0° und 90°-Richtung), vorzugsweise einer Jacquardwebmaschine, hergestellt sein. Das Mehrlagengewebe ist dabei mindestens dreilagig. Die Mittellage kann immer wieder mit der oberen und unteren Lage verbunden sein, wodurch Stege (z.B. Schaufeln) ausgebildet sind. Die Stege können direkt im Webprozess gebildet sein und sind daher nicht gefügt. Dadurch, dass das Mehrlagengewebe ein Gewebe mit linearer Fadenführung ist, ist es besonders kostengünstig herstellbar, da je nach Maschinengröße und Rapportanzahl mehrere Bauteile gleichzeitig hergestellt werden können. Zudem ist keine durch Fügen verursachte Schwachstelle vorhanden, da das Gewebe mit linearer Fadenführung keine Fügestelle aufweist.

**[0059]** Die vorliegende Erfindung betrifft zudem ein

Bauteil (bzw. Faserverbundbauteil) umfassend eine erfindungsgemäße Armierungsstruktur sowie eine Matrix, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

**[0060]** Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils zeichnet sich dadurch aus, dass die Matrix ein Material enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Metallen, Keramiken, Polymeren (z.B. Epoxidharz), und Mischungen hiervon.

**[0061]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bauteils handelt es sich bei dem Bauteil um ein Rad, vorzugsweise um ein Lüfterrad.

**[0062]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Armierungsstruktur, bei welchem

a) ein planes Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise (bzw. bereichsweise) mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise (bzw. teilweise) in Form von Stegen gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

b) die mindestens eine erste Gewebelage als ein erstes ringförmiges Element (1) ausgebildet wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als ein zweites ringförmiges Element (2) ausgebildet wird.

**[0063]** In Schritt a) kann vorzugsweise die mindestens eine dritte Gewebelage so gewebt werden, dass sie mehrere Abschnitte aufweist, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage in jedem der Abschnitte zunächst für einen Teil des Abschnitts mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt wird, danach für einen weiteren Teil des Abschnitts in Form eines Stegs weitergewebt und dabei zur mindestens einen zweiten Gewebelage geführt wird und danach für einen weiteren Teil des Abschnitts mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird, wobei vorzugsweise die mindestens eine dritte Gewebelage danach (in jedem der Abschnitte) für einen weiteren Teil des Abschnitts in Form flottierender Fäden zur mindestens einen ersten Gewebelage zurückgeführt wird, wo dann der nächste der mehreren Abschnitte beginnt.

**[0064]** Vorzugsweise werden die Stege jeweils durchgängig gewebt.

**[0065]** Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass

- (mehrere) flottierende Fäden (oder flottierende Fadenabschnitte) der mindestens einen dritten Gewebelage durchtrennt - vorzugsweise aufgeschnitten - werden, wobei dies vorzugsweise zwischen Schritt a) und b), während Schritt b) und/oder nach Schritt b) erfolgt, und/oder
- das plane Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt (oder aufgedreht) wird, wobei dies vorzugsweise zwischen Schritt a) und b), während Schritt b) und/oder nach Schritt b) erfolgt.

**[0066]** Besonders bevorzugt ist, dass zunächst (mehrere) flottierende Fäden (oder flottierende Fadenabschnitte) der mindestens einen dritten Gewebelage durchtrennt - vorzugsweise aufgeschnitten - werden und danach das plane Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt (oder aufgedreht) wird, wobei dies (d.h. das Durchtrennen und das Aufstellen) vorzugsweise zwischen Schritt a) und b), während Schritt b) und/oder nach Schritt b) erfolgt.

**[0067]** Vorzugsweise kann dadurch, dass (mehrere) flottierende Fäden (oder flottierende Fadenabschnitte) der mindestens einen dritten Gewebelage durchtrennt - vorzugsweise aufgeschnitten - werden, das Aufstellen (bzw. Aufdrehen) der Armierungsstruktur in die dritte Dimension ermöglicht werden. So ist es möglich, dass während der Herstellung der Armierungsstruktur die mindestens eine dritte Gewebelage über die flottierenden Fäden von der mindestens einen zweiten Gewebelage zur mindestens einen ersten Gewebelage zurückgeführt wird (nachdem die mindestens eine dritte Gewebelage mit der mindestens einen ersten Gewebelage verwebt, dann in Form von gewebten Stegen zur mindestens einen zweiten Gewebelage geführt, und dann mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wurde). Für den Fall, dass sich diese flottierenden Fäden während der Herstellung auf dem Teil des Gewebes befinden, der am Ende als die Armierungsstruktur dient, kann durch das Durchtrennen, vorzugsweise Aufschneiden, der flottierenden Fäden ein Aufstellen bzw. Aufdrehen der Armierungsstruktur in die dritte Dimension ermöglicht werden. Es ist jedoch auch möglich (z.B. bei einem Gewebe mit linearer Fadenführung, insbesondere einem Jacquardgewebe), dass sich die genannten flottierenden Fäden der mindestens einen dritten Gewebelage bei der Herstellung auf einem Teil des Gewebes befinden, der außerhalb des Teils des Gewebes liegt, der am Ende als die Armierungsstruktur dient, d.h. die Bereiche mit den flottierenden Fäden während der Herstellung komplett weggeschnitten werden und somit in der hergestellten Armierungsstruktur nicht mehr vorhanden sind. In diesem Fall würde die nach einem solchen Wegschneiden erhaltene mindestens eine dritte Gewebelage der hergestellten Armierungsstruktur keine flottierenden Fäden mehr aufweisen und es würden somit im Verfahren auch keine flottierenden Fäden durchtrennt werden. Trotzdem kann diese Armierungsstruktur in die dritte Dimension

aufgestellt (bzw. aufgedreht) werden.

**[0068]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das plane Mehrlagengewebe aus Fasern gewebt, die vorzugsweise ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfasern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern, SiC-Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon.

**[0069]** Vorzugsweise handelt es sich bei dem in Schritt a) gewebten planen Mehrlagengewebe um ein Radialgewebe oder um ein Gewebe mit linearer Fadenführung, z.B. ein Jacquardgewebe.

**[0070]** Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass

in Schritt a) ein planes mehrlagiges Radialgewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise (bzw. bereichsweise) mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise (bzw. teilweise) in Form von Stegen gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element ausgebildet wird und ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite ringförmige Element ausgebildet wird.

**[0071]** Durch die Ausführung der Armierungsstruktur als Radialgewebe können hohe Kosten bzw. hoher Energie- und Materialaufwand bei der Herstellung vermieden werden. Zudem wird auch das Auftreten potentieller Schwachstellen verursacht durch Fügen minimiert. Die (vorzugsweise rotationssymmetrische) Gewebestruktur enthält dabei Stege, die als Laufradschaufeln fungieren können. Die Stege sind (durch die Gewebestruktur) fest in die Deck- und Trägerscheibe eingearbeitet. Bindungstechnisch kann die Festigkeit der Anbindung der Stege (z.B. Schaufeln) eingestellt werden. Es entfällt ein anschließender Fügeprozess der Stege (z.B. Laufrad-

schaufeln). Vorzugsweise können bei der Herstellung (bevorzugt bei jedem Steg) flottierende Fäden durchtrennt (vorzugsweise aufgeschnitten) werden, um die Armierungsstruktur (z.B. das Laufrad) aufstellen zu können. Das Gewebe kann endlos hergestellt und anschließend in der entsprechenden Länge abgeschnitten werden. Die Gewebeenden müssen in der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage gefügt werden. Die Anzahl der Fügestellen kann vorzugsweise auf insgesamt zwei (eine Fügestelle in der mindestens einen ersten Gewebelage und eine Fügestelle in der in der mindestens einen zweiten Gewebelage) reduziert werden. Da es sich um ein Radialgewebe handelt, liegen die Fasern zudem in Lastrichtung vor. Dies bringt weitere Vorteile hinsichtlich der erreichbaren Leistungsfähigkeit. Es besteht außerdem die Möglichkeit eine Trägerscheibe direkt mit zu weben. Dazu muss der Abzug so konzipiert werden, dass ein sehr kleiner Innendurchmesser umgesetzt werden kann.

**[0072]** Vorzugsweise ist/sind die mindestens eine erste Gewebelage und/oder die mindestens eine zweite Gewebelage und/oder die mindestens eine dritte Gewebelage radial gewebt.

**[0073]** Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass

in Schritt a) ein oder mehrere plane mehrlagige radial gewebte Abschnitte mit jeweils mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt werden, wobei jeweils die mindestens eine dritte Gewebelage zumindest bereichsweise in Form von Stegen gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) der eine plane mehrlagige radial gewebte Abschnitt bzw. die mehreren planen mehrlagigen radial gewebten Abschnitte zu einem Radialgewebe zusammengefügt werden, indem Enden der ersten Gewebelage des radial gewebten Abschnitts bzw. der ersten Gewebelagen der radial gewebten Abschnitte durch einen Fügeprozess verbunden werden und dabei die erste Gewebelage des radial gewebten Abschnitts bzw. die ersten Gewebelagen der radial gewebten Abschnitte als das erste ringförmige Element ausgebildet wird/werden und indem Enden der zweiten Gewebelage des radial gewebten Abschnitts bzw. der zweiten Gewebelagen der radial gewebten Abschnitte durch einen Fügeprozess verbunden werden und die zweite Gewebelage des radial gewebten Abschnitts bzw. die zweiten Gewebelagen der radial gewebten Abschnitte als das zweite ringförmige Element ausgebildet wird/werden.

**[0074]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Fügeprozess ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Weben; Bilden eines textilen Scharniers; Bilden eines Anker-Riemenverbinders; Bilden einer stoffschlüssigen Verbindung, vorzugsweise Schweißen, Kleben; Bilden einer formschlüssigen Verbindung, vorzugsweise Nieten, Nähen; und Bilden einer stoff- und formschlüssigen Verbindung, vorzugsweise einer Kombination von Kleben und Nieten.

**[0075]** Die offenen Gewebeenden (bzw. die Enden der mindestens einen ersten Gewebelage und die Enden der mindestens einen zweiten Gewebelage) können auf unterschiedliche Art und Weise miteinander verbunden werden. Bevorzugte Varianten sind:

#### Gewebte Fügestellen:

**[0076]**

- Beispielsweise können die Enden zusammengewebt werden: Enden der beiden Gewebe werden zusammengelegt und miteinander verwebt. Dabei werden die ehemaligen Kettfäden zu Schussfäden. Es werden "neue" Kettfäden senkrecht zu den "alten" eingefügt.
- Beispielsweise können Halbkreise gewebt und die Enden direkt zusammengewebt werden: Die Armierungsstruktur (z.B. das Lüfterrad) wird halbiert gewebt. Die Lagenanzahl verdoppelt sich.

#### Textiles Scharnier:

**[0077]** Hierbei kann jeweils mindestens eine gewebte Tasche in die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage als Abschluss eingewebt werden, durch die ein Stift geschoben ist.

#### Anker-Riemenverbinder

**[0078]** Hierbei können Riemen in die Gewebeenden (d.h. in die Enden der mindestens einen ersten Gewebelage und in die Enden der mindestens einen zweiten Gewebelage) eingebracht werden. Die jeweiligen beiden Enden können mit den Riemen zusammengesetzt werden (wie ein Reißverschluss). Hierfür kann in der Mitte ein Stab durch die Riemen geschoben werden, um die jeweiligen beiden Enden bzw. Riemen zu verbinden.

#### Stoffschlüssige Verbindung

**[0079]** Beispielsweise kann eine stoffschlüssige Verbindung durch Kleben und/oder Schweißen erreicht werden.

#### Formschlüssige Verbindung

**[0080]** Beispielsweise kann eine formschlüssige Ver-

bindung durch Nieten und/oder Nähen erreicht werden. Zum Nähen kann eine Nähetechnik verwendet werden, beispielsweise: Lagen überlappen und zusammennähen, oder Lagen an den Enden teilen, Einzellagen ineinanderschoben und zusammennähen.

### Stoff- und formschlüssige Verbindung

**[0081]** Beispielsweise kann eine stoff- und formschlüssige Verbindung durch eine Kombination von Kleben und Nieten erreicht werden.

**[0082]** Eine weitere bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass

in Schritt a) ein planes mehrlagiges Gewebe mit linearer Fadenführung (z.B. ein Jacquardgewebe) gewebt wird, welches mindestens eine erste Gewebelage, mindestens eine zweite Gewebelage und mindestens eine zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnete dritte Gewebelage aufweist, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise (bzw. bereichsweise) mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise (bzw. teilweise) in Form von Stegen gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) das plane mehrlagige Gewebe mit linearer Fadenführung (z.B. Jacquardgewebe) (ringförmig) zugeschnitten wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element ausgebildet wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite ringförmige Element ausgebildet wird.

**[0083]** Das plane mehrlagige Gewebe mit linearer Fadenführung kann vorzugsweise durch Verwendung einer Webmaschine (ohne konischen Abzug - Faserausrichtung in 0° und 90°-Richtung), vorzugsweise einer Jacquardwebmaschine, hergestellt werden. Das hergestellte Mehrlagengewebe ist dabei mindestens dreilagig. Die Mittellage kann sich immer wieder mit der oberen und unteren Lage verbinden und bildet dadurch Stege (z.B. Schaufeln) aus. Die Stege werden direkt im Webprozess gebildet und müssen nicht gefügt werden. Die An- und Abbindungsbereiche können dabei auch so ausgelegt werden, dass die Steglänge (z.B. Schaufellänge) über die ganze Ringbreite konstant ist. Die Ermittlung der An- und Abbindungsbereiche erfolgt über geometrische Zusammenhänge. Die Einstellung der Gewebedicke ist bei dieser Variante abhängig von der Fadendichte in Kett- und Schussrichtung. Die Gewebedicke kann über die Gewebeführung und die Schussfadendichte gesteuert

werden. Der Vorteil dieser Variante (d.h. der Herstellung des Mehrlagengewebes als Gewebe mit linearer Fadenführung) ist, dass je nach Maschinengröße und Rapportanzahl mehrere Bauteile gleichzeitig hergestellt werden können. Die Wirtschaftlichkeit steht hier im Vordergrund. Die gewebten Strukturen müssen zum Schluss aus dem Gewebe herausgeschnitten werden.

**[0084]** Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils (bzw. Faserverbundbauteils), bei welchem zunächst

- eine Armierungsstruktur mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Armierungsstruktur hergestellt wird, oder

- eine erfindungsgemäße Armierungsstruktur bereitgestellt wird,

und danach eine Matrix hergestellt wird, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

**[0085]** Eine bevorzugte des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen der Matrix

- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit mindestens einem Material, vorzugsweise mindestens einem Metall oder mindestens einem Polymer (z.B. einem Polymer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Epoxidharzen, ungesättigten Polyesterharzen, Melaminharzen, sowie Mischungen hiervon), oder

- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit einem Schlicker (bzw. Keramik-Schlicker) und ein anschließendes Sintern der infiltrierten Armierungsstruktur erfolgt, oder

- durch Gasphasenabscheidung, vorzugsweise chemische Gasphaseninfiltration (CVI = chemical vapour infiltration),

erfolgt.

**[0086]** Eine bevorzugte erfindungsgemäße Variante sieht vor, dass die Matrix durch Infiltrieren mit mindestens einem Harz bzw. Harzsystem hergestellt. Hierbei wird die Armierungsstruktur mit einem Harzsystem infiltriert, welches ein Harz sowie ein dem Harz zugesetzter Härter zur Aushärtung des Harzes umfasst. Das Harz ist hierbei vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Epoxidharzen, ungesättigten Polyesterharzen, Melaminharzen, sowie Mischungen hiervon.

**[0087]** Die vorliegende Erfindung betrifft ferner die Verwendung des erfindungsgemäßen Bauteils als Lüfterrad in Ventilatoren, vorzugsweise Heißgasventilatoren, Radialventilatoren; Lüftungsanlagen; Klimaanlage; oder Windkraftanlagen, vorzugsweise Kleinwindkraftanlagen.

**[0088]** Die vorliegende Erfindung betrifft auch die folgenden Aspekte:

## Aspekt 1

**[0089]** Armierungsstruktur für Bauteile, umfassend ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element (1) ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element (2) ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten dritten Gewebelage, die zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind, wobei die Stege (3) keine Fügestelle aufweisen.

## Aspekt 2

**[0090]** Armierungsstruktur nach dem vorhergehenden Aspekt, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine dritte Gewebelage durchtrennte flottierende Fäden aufweist und/oder dass die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage

- jeweils keine Fügestelle aufweisen, oder
- jeweils eine Anzahl an Fügstellen aufweisen, die geringer ist als die Anzahl der Stege, bevorzugt jeweils maximal zwei Fügstellen aufweisen, besonders bevorzugt jeweils maximal eine Fügestelle aufweisen.

## Aspekt 3

**[0091]** Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Mehrlagengewebe Fasern umfasst oder daraus besteht, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfasern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern, SiC-Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon.

## Aspekt 4

**[0092]** Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (3)

- streifenförmig oder schaufelförmig sind, und/oder
- gerade oder gekrümmt verlaufen, und/oder
- in einer Laufrichtung der ersten und zweiten Gewebelage geneigt sind,

- mindestens vier Stege, bevorzugt mindestens acht Stege, umfassen.

## Aspekt 5

**[0093]** Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Aspekte, dadurch gekennzeichnet, dass das Mehrlagengewebe ein Radialgewebe ist, wobei die mindestens eine erste Gewebelage mindestens eine Fügestelle aufweist, über die ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage verbunden ist, und die mindestens eine zweite Gewebelage mindestens eine Fügestelle aufweist, über die ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage verbunden ist.

## Aspekt 6

**[0094]** Armierungsstruktur nach Aspekt 5, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der mindestens einen Fügestelle der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder bei der mindestens einen Fügestelle der mindestens einen zweiten Gewebelage um eine gewebte Fügestelle, um ein textiles Scharnier, um einen Anker-Riemenverbinder, um eine stoffschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch Schweißen oder Kleben, um eine formschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch Nieten oder Nähen, oder um eine stoff- und formschlüssige Verbindung, vorzugsweise durch eine Kombination von Kleben und Nieten, handelt.

## Aspekt 7

**[0095]** Armierungsstruktur nach einem der Aspekte 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Mehrlagengewebe ein Gewebe mit linearem Fadenverlauf ist, welches keine Fügestelle aufweist.

## Aspekt 8

**[0096]** Bauteil umfassend eine Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Aspekte, sowie eine Matrix, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

## Aspekt 9

**[0097]** Bauteil nach Aspekt 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix ein Material enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Metallen, Keramiken, Polymeren, und Mischungen hiervon.

## Aspekt 10

**[0098]** Bauteil nach Aspekt 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Bauteil um ein Rad, vorzugsweise ein Lüfterrad, handelt.

## Aspekt 11

**[0099]** Verfahren zur Herstellung einer Armierungsstruktur nach einem der Aspekte 1 bis 7, bei welchem

a) ein planes Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

b) die mindestens eine erste Gewebelage als ein erstes ringförmiges Element (1) ausgebildet wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als ein zweites ringförmiges Element (2) ausgebildet wird.

## Aspekt 12

**[0100]** Verfahren nach Aspekt 11, dadurch gekennzeichnet, dass

- flottierende Fäden der mindestens einen dritten Gewebelage durchtrennt werden, und/oder
- das plane Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt wird.

## Aspekt 13

**[0101]** Verfahren nach Aspekt 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das plane Mehrlagengewebe aus Fasern gewebt wird, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfasern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern, SiC-Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon.

## Aspekt 14

**[0102]** Verfahren nach einem der Aspekte 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass

in Schritt a) ein planes mehrlagiges Radialgewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage

angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element (1) ausgebildet wird und ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite ringförmige Element (2) ausgebildet wird.

## Aspekt 15

**[0103]** Verfahren nach Aspekt 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Fügeprozess ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Weben; Bilden eines textilen Scharniers; Bilden eines Anker-Riemenverbinders; Bilden einer stoffschlüssigen Verbindung, vorzugsweise Schweißen, Kleben; Bilden einer formschlüssigen Verbindung, vorzugsweise Nieten, Nähen; und Bilden einer stoff- und formschlüssigen Verbindung, vorzugsweise einer Kombination von Kleben und Nieten.

## Aspekt 16

**[0104]** Verfahren nach einem der Aspekte 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass

in Schritt a) ein planes mehrlagiges Gewebe mit linearem Fadenverlauf gewebt wird, welches mindestens eine erste Gewebelage, mindestens eine zweite Gewebelage und mindestens eine zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnete dritte Gewebelage aufweist, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) das plane mehrlagige Gewebe mit linearem Fadenverlauf zugeschnitten wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element (1) ausgebildet wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite

ringförmige Element (2) ausgebildet wird.

#### Aspekt 17

**[0105]** Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei welchem zunächst eine Armierungsstruktur mit einem Verfahren nach einem der Aspekte 11 bis 16 hergestellt wird oder eine Armierungsstruktur nach einem der Aspekte 1 bis 6 bereitgestellt wird und danach eine Matrix hergestellt wird, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

#### Aspekt 18

**[0106]** Verfahren nach Aspekt 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen der Matrix

- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit mindestens einem Material, vorzugsweise mindestens einem Metall oder mindestens einem Polymer,
- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit einem Schlicker und ein anschließendes Sintern der infiltrierten Armierungsstruktur, oder
- durch Gasphasenabscheidung,

erfolgt.

#### Aspekt 19

**[0107]** Verwendung eines Bauteils nach einem der Aspekte 8 bis 10 als Lüfterrad in Ventilatoren, vorzugsweise Heißgasventilatoren, Radialventilatoren; Lüftungsanlagen; Klimaanlage; oder Windkraftanlagen, vorzugsweise Kleinwindkraftanlagen.

**[0108]** Anhand der nachfolgenden Figuren und Beispiele soll die vorliegende Erfindung näher erläutert werden, ohne diese auf die hier gezeigten spezifischen Ausführungsformen und Parameter zu beschränken.

**[0109]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur. Die Armierungsstruktur umfasst ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element 1 ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element 2 ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten dritten Gewebelage, die durchtrennte flottierende Fäden aufweist und beispielsweise in Form von Stegen 3 ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element 1 und das zweite ringförmige Element 2 miteinander verbunden sind.

**[0110]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur. Hier sind die Stege 3 rückwärts gekrümmt.

**[0111]** In den Figuren 3, 4 und 5a bis 5h sind verschiedene Varianten von Fügestellen bzw. deren Herstellung dargestellt. Handelt es sich beim Mehrlagengewebe der erfindungsgemäßen Armierungsstruktur um ein Radialgewebe, so weist die Armierungsstruktur mindestens zwei Fügestellen (mindestens eine Fügestelle in der mindestens einen ersten Gewebelage und mindestens eine Fügestelle in der mindestens einen zweiten Gewebelage) auf. An diesen Fügestellen sind jeweils zwei Enden der jeweiligen Gewebelage aneinander gefügt. Dieses Fügen kann auf verschiedene Weisen erfolgen.

**[0112]** Beispielsweise kann das Fügen durch Bilden eines textilen Scharniers erfolgen. Hierbei wird jeweils mindestens eine gewebte Tasche in die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage als Abschluss eingewebt, durch die ein Stift geschoben wird. Eine schematische Darstellung eines solchen textilen Scharniers ist in Fig. 3 dargestellt.

**[0113]** Gemäß eines alternativen Beispiels kann das Fügen mittels Weben erfolgen, wobei hier verschiedene Web-Varianten möglich sind. In einer beispielhaften Web-Variante werden Halbkreise gewebt und die Enden der Gewebelagen (bzw. die Fäden der Enden der Gewebelagen) direkt zusammen gewebt. Die Vorgehensweise beim Halbkreise weben ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Hierbei wird beispielsweise Fadenende A mit Fadenende D verwebt sowie Fadenende B mit Fadenende C verwebt. Das Lüfterrad wird halbiert gewebt, die Lagenanzahl verdoppelt sich. Der Fadenverlauf sowie die genaue Vorgehensweise bei dieser Endenverbindung ist in Fig. 5a bis Fig. 5h gezeigt. Fig. 5a zeigt eine Darstellung des Fadenverlaufs am Übergang zwischen zwei gewebten zukünftigen Armierungsstrukturen, die hier endlos als Radialgewebe gewebt wurden. Die Fäden (5, 6) der Trägerlage flottieren, während die Fäden (7, 8) der Decklage zusammengewebt werden. Fig. 5b zeigt die Platzierung des Schnitts am Übergang zwischen den beiden gewebten zukünftigen Armierungsstrukturen. Fig. 5c zeigt die auseinandergeklappte Armierungsstruktur mit noch überstehenden Enden. Fig. 5d zeigt das Abschneiden der überstehenden Fäden in der Decklage. Fig. 5e zeigt das Umklappen der Fügestelle in der Decklage. Fig. 5f zeigt das Aufschieben der Schussfäden in der Trägerlage. Fig. 5g zeigt das Abschneiden der überstehenden Enden. Fig. 5h zeigt schließlich die fertige Fügestelle.

#### Ausführungsbeispiel 1

**[0114]** Zunächst wird ein planes mehrlagiges Radialgewebe mit einer ersten Gewebelage, einer zweiten Gewebelage und einer zwischen der ersten Gewebelage und der zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt. Hierbei wird die dritte Gewebelage teilweise mit der ersten Gewebelage und mit zweiten Gewebelage verwebt, wobei zudem die dritte Gewebelage

bereichsweise in Form von Stegen gewebt wird, über die die erste Gewebelage und die zweite Gewebelage miteinander verbunden werden. Das Weben des Radialgewebes erfolgt beispielsweise mithilfe einer Webmaschine mit konischem Warenabzug.

[0115] Die erste Gewebelage und die zweite Gewebelage des gewebten Radialgewebes weisen jeweils ein erstes Ende und ein zweites Ende auf. Die dritte Gewebelage des gewebten Radialgewebes weist flottierende Fäden auf. Eine schematische Darstellung eines Bereichs des gewebten Radialgewebes ist in Fig. 6a und Fig. 6b dargestellt. Dort sind die flottierenden Fäden mit Pfeilen markiert.

[0116] Die flottierenden Fäden der dritten Gewebelage werden durchtrennt. Danach wird das erste Ende der ersten Gewebelage mit dem zweiten Ende der ersten Gewebelage durch einen Fügeprozess, z.B. durch Zusammenweben, verbunden und dabei die erste Gewebelage als ein erstes ringförmiges Element ausgebildet. Zudem wird das erste Ende der zweiten Gewebelage mit dem zweiten Ende der zweiten Gewebelage durch einen Fügeprozess, z.B. durch Zusammenweben, verbunden und dabei die zweite Gewebelage als zweites ringförmiges Element ausgebildet. Danach kann das Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt (bzw. aufgedreht) werden.

### Ausführungsbeispiel 2

[0117] Zunächst wird ein planes mehrlagiges Gewebe mit linearer (0°) Fadenführung gewebt, welches eine erste Gewebelage, eine zweite Gewebelage und eine zwischen der ersten Gewebelage und der zweiten Gewebelage angeordnete dritte Gewebelage aufweist. Hierbei wird die dritte Gewebelage teilweise mit der ersten Gewebelage und mit der zweiten Gewebelage verwebt, wobei zudem die dritte Gewebelage bereichsweise in Form von Stegen gewebt wird, über die die erste Gewebelage und die zweite Gewebelage miteinander verbunden werden. Das Weben des Gewebes mit linearer Fadenführung erfolgt beispielsweise auf einer Webmaschine mit linear (0°) verlaufenden Kettfäden, z.B. einer Jacquardwebmaschine.

[0118] Das hergestellte Gewebe mit linearer Fadenführung wird (ringförmig) zugeschnitten und dabei die Gewebelage als erstes ringförmiges Element ausgebildet und die zweite Gewebelage als zweites ringförmiges Element ausgebildet. Durch das Zuschneiden können flottierende Fäden der dritten Gewebelage weggeschnitten werden, sofern diese nicht auf dem Teil des Gewebes angeordnet sind, der zur fertigen Armierungsstruktur gehört. Sollten flottierende Fäden der dritten Gewebelage auf dem Teil des Gewebes angeordnet sein, der zur fertigen Armierungsstruktur gehört, werden diese flottierenden Fäden der dritten Gewebelage durchtrennt. Anschließend kann das Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt werden.

### Ausführungsbeispiel 3

[0119] Die in Ausführungsbeispiel 1 erhaltene Armierungsstruktur wird mit einem Epoxidharz sowie einem dem Epoxidharz zugesetzten Härter zur Härtung des Epoxidharzes infiltriert und anschließend bei Raumtemperatur ausgehärtet. Es wird ein Bauteil mit einer Epoxidharz-Matrix erhalten, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

### Ausführungsbeispiel 4

[0120] Die in Ausführungsbeispiel 2 erhaltene Armierungsstruktur wird mit einem Epoxidharz sowie einem dem Epoxidharz zugesetzten Härter zur Härtung des Epoxidharzes infiltriert und anschließend über ausgehärtet. Es wird ein Bauteil mit einer Epoxidharz-Matrix erhalten, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.

### Patentansprüche

1. Armierungsstruktur für Bauteile, umfassend ein Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, die als erstes ringförmiges Element (1) ausgebildet ist, mindestens einer zweiten Gewebelage, die als zweites ringförmiges Element (2) ausgebildet ist, und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten und teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebten dritten Gewebelage, die zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) ausgebildet ist, über die das erste ringförmige Element und das zweite ringförmige Element miteinander verbunden sind, wobei die Stege (3) keine Fügestelle aufweisen.
2. Armierungsstruktur nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine dritte Gewebelage durchtrennte flottierende Fäden aufweist und/oder dass die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage
  - jeweils keine Fügestelle aufweisen, oder
  - jeweils eine Anzahl an Fügstellen aufweisen, die geringer ist als die Anzahl der Stege, bevorzugt jeweils maximal zwei Fügstellen aufweisen, besonders bevorzugt jeweils maximal eine Fügestelle aufweisen.
3. Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagengewebe Fasern umfasst oder daraus besteht, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfa-



- sern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern, SiC-Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon. 5
4. Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (3) 10
- streifenförmig oder schaufelförmig sind, und/oder
  - gerade oder gekrümmt verlaufen, und/oder
  - in einer Laufrichtung der ersten und zweiten Gewebelage geneigt sind, und/oder 15
  - mindestens vier Stege, bevorzugt mindestens acht Stege, umfassen.
5. Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mehrlagengewebe 20
- ein Radialgewebe ist, wobei die mindestens eine erste Gewebelage mindestens eine Füge- 25
  - stelle aufweist, über die ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage verbunden ist, und die mindestens eine 30
  - zweite Gewebelage mindestens eine Füge- stelle aufweist, über die ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren 35
  - Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage verbunden ist, wobei es sich bei der mindestens einen Füge- 40
  - stelle der mindestens einen ersten Gewebelage und/oder bei der mindestens einen Füge- stelle der mindestens einen zweiten Gewebelage vorzugsweise um eine gewebte Füge- stelle, um ein textiles Scharnier, um einen Anker-Riemenver- 45
  - binder, um eine stoffschlüssige Verbindung, bevorzugt durch Schweißen oder Kleben, um eine formschlüssige Verbindung, bevorzugt durch Nieten oder Nähen, oder um eine stoff- und formschlüssige Verbindung, bevorzugt durch eine Kombination von Kleben und Nieten, handelt, oder 50
  - ein Gewebe mit linearem Fadenverlauf ist, welches keine Füge- stelle aufweist.
6. Bauteil umfassend eine Armierungsstruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, sowie eine Matrix, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist. 55
7. Bauteil nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Matrix ein Material enthält oder aus diesem besteht, welches ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Metallen, Keramiken, Polymeren, und Mischungen hiervon, und/oder
  - es sich bei dem Bauteil um ein Rad, vorzugsweise ein Lüfterrad, handelt.
8. Verfahren zur Herstellung einer Armierungsstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welchem 10
- a) ein planes Mehrlagengewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und mindestens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und
  - b) die mindestens eine erste Gewebelage als ein erstes ringförmiges Element (1) ausgebildet wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als ein zweites ringförmiges Element (2) ausgebildet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- flottierende Fäden der mindestens einen dritten Gewebelage durchtrennt werden, und/oder
  - das plane Mehrlagengewebe in eine dreidimensionale Struktur aufgestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das plane Mehrlagengewebe aus Fasern gewebt wird, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Glasfasern; Kohlenstofffasern; Basaltfasern; Keramikfasern, bevorzugt  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Fasern, Mullitfasern, SiC-Fasern; Metallfasern; Polymerfasern, bevorzugt, Polyamidfasern, z.B. Aramidfasern, Polyethylenterephthalatfasern, Polypropylenfasern, Polyethylenfasern, Polyacrylnitrilfasern, Polyetheretherketonfasern; und Mischungen hiervon.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- in Schritt a) ein planes mehrlagiges Radialgewebe mit mindestens einer ersten Gewebelage, mindestens einer zweiten Gewebelage und min-

destens einer zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordneten dritten Gewebelage gewebt wird, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) ein Ende der mindestens einen ersten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen ersten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element (1) ausgebildet wird und ein Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage mit einem weiteren Ende der mindestens einen zweiten Gewebelage durch einen Fügeprozess verbunden wird und dabei die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite ringförmige Element (2) ausgebildet wird, wobei der Fügeprozess vorzugsweise ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Weben; Bilden eines textilen Scharniers; Bilden eines Anker-Riemenverbinders; Bilden einer stoffschlüssigen Verbindung, bevorzugt Schweißen, Kleben; Bilden einer formschlüssigen Verbindung, bevorzugt Nieten, Nähen; und Bilden einer stoff- und formschlüssigen Verbindung, bevorzugt einer Kombination von Kleben und Nieten.

**12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass**

in Schritt a) ein planes mehrlagiges Gewebe mit linearem Fadenverlauf gewebt wird, welches mindestens eine erste Gewebelage, mindestens eine zweite Gewebelage und mindestens eine zwischen der mindestens einen ersten Gewebelage und der mindestens einen zweiten Gewebelage angeordnete dritte Gewebelage aufweist, wobei die mindestens eine dritte Gewebelage teilweise mit der mindestens einen ersten Gewebelage und mit der mindestens einen zweiten Gewebelage verwebt wird und zumindest bereichsweise in Form von Stegen (3) gewebt wird, über die die mindestens eine erste Gewebelage und die mindestens eine zweite Gewebelage miteinander verbunden werden, und

in Schritt b) das plane mehrlagige Gewebe mit linearem Fadenverlauf zugeschnitten wird und dabei die mindestens eine erste Gewebelage als das erste ringförmige Element (1) ausgebil-

det wird und die mindestens eine zweite Gewebelage als das zweite ringförmige Element (2) ausgebildet wird.

**13. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils, bei welchem zunächst eine Armierungsstruktur mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12 hergestellt wird oder eine Armierungsstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5 bereitgestellt wird und danach eine Matrix hergestellt wird, in welche die Armierungsstruktur eingebettet ist.**

**14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Herstellen der Matrix**

- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit mindestens einem Material, vorzugsweise mindestens einem Metall oder mindestens einem Polymer,
- durch Infiltrieren der Armierungsstruktur mit einem Schlicker und ein anschließendes Sintern der infiltrierten Armierungsstruktur, oder
- durch Gasphasenabscheidung,

erfolgt.

**15. Verwendung eines Bauteils nach Anspruch 6 oder 7 als Lüfterrad in Ventilatoren, vorzugsweise Heißgasventilatoren, Radialventilatoren; Lüftungsanlagen; Klimaanlage; oder Windkraftanlagen, vorzugsweise Kleinwindkraftanlagen.**

Fig. 1

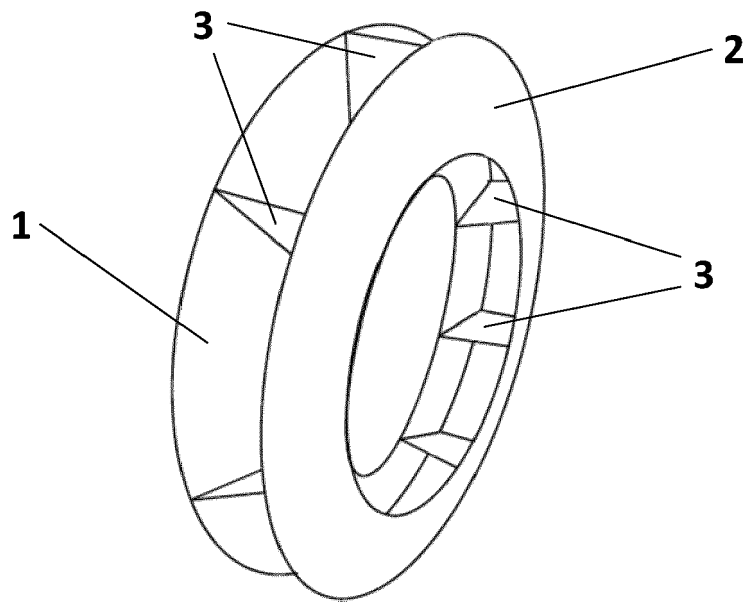


Fig. 2

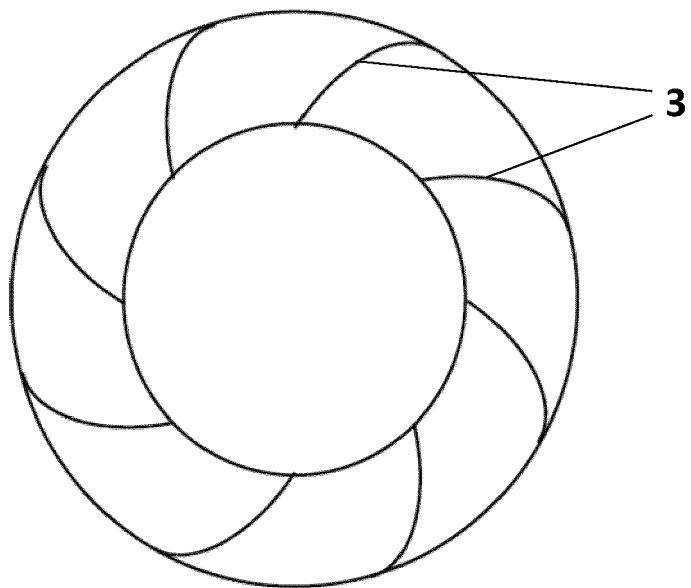


Fig. 3

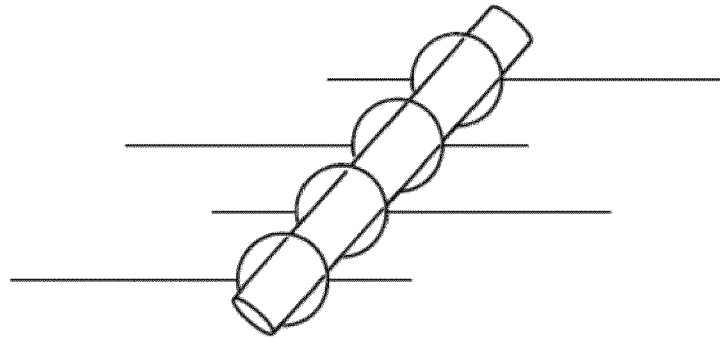
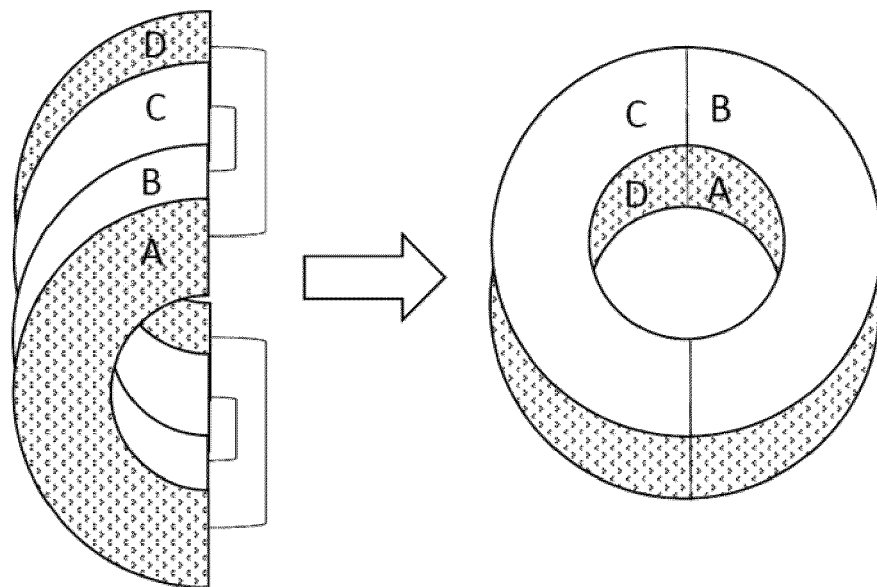
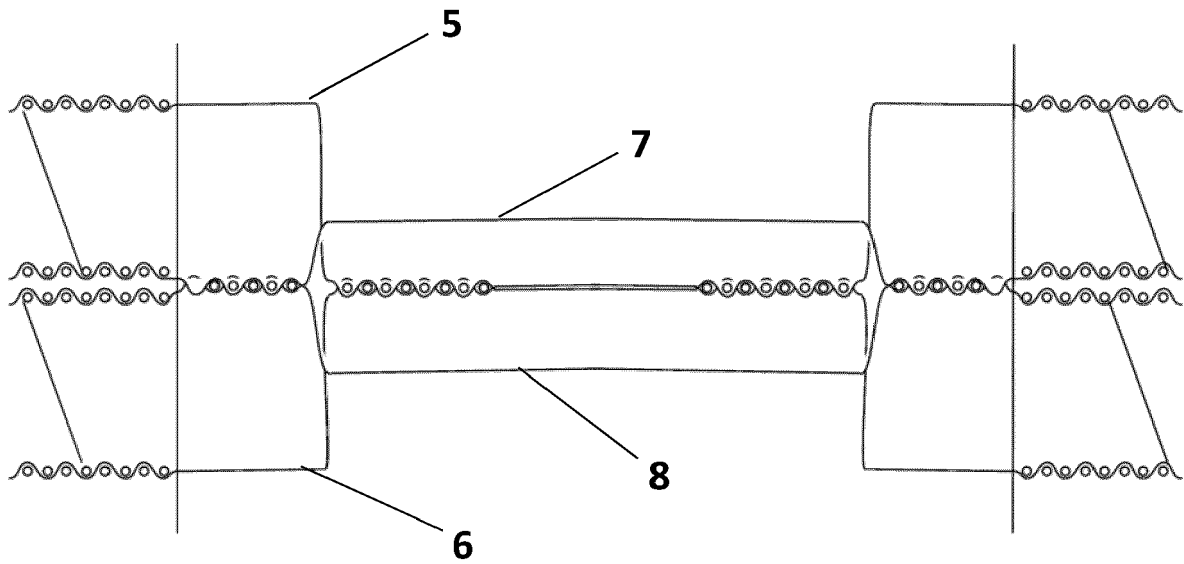


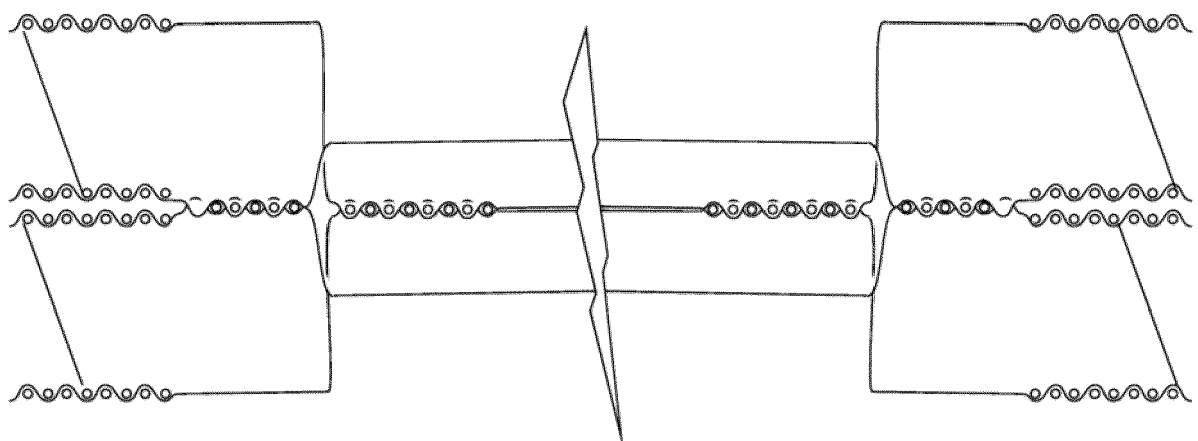
Fig. 4



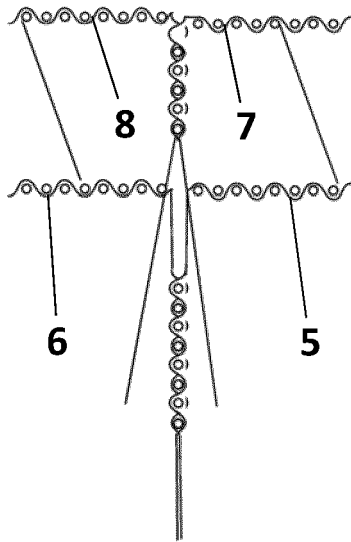
**Fig. 5a**



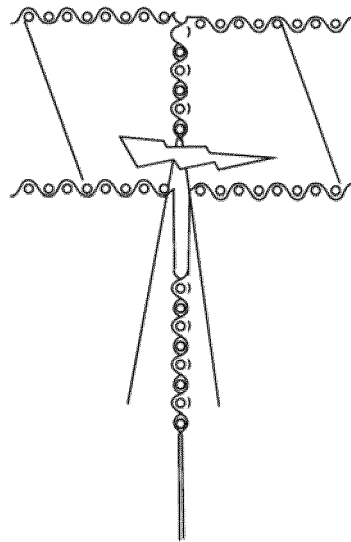
**Fig. 5b**



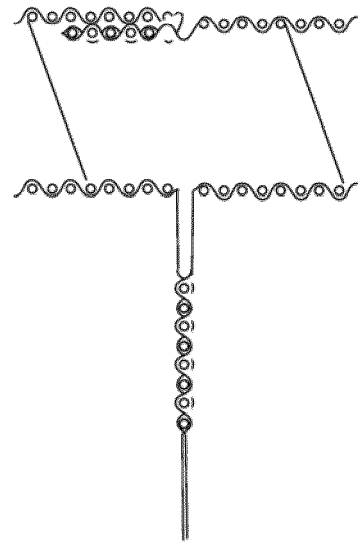
**Fig. 5c**



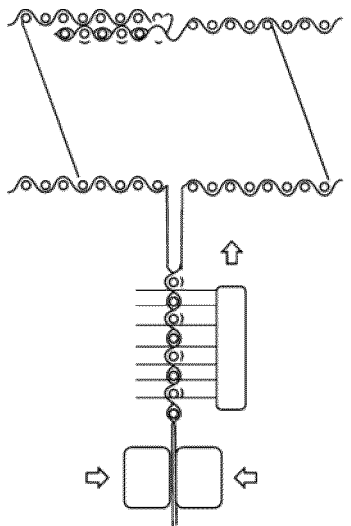
**Fig. 5d**



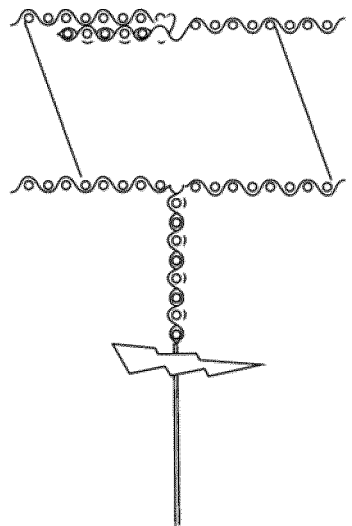
**Fig. 5e**



**Fig. 5f**



**Fig. 5g**



**Fig. 5h**

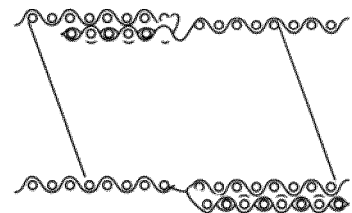


Fig. 6a

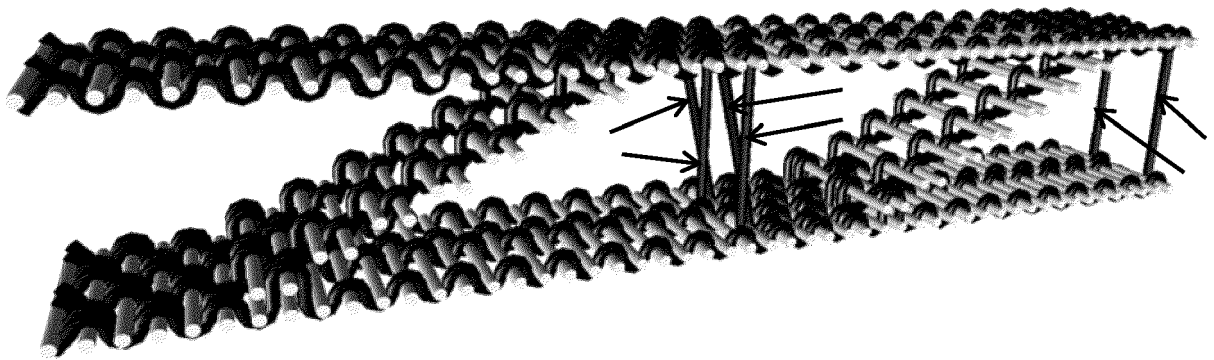
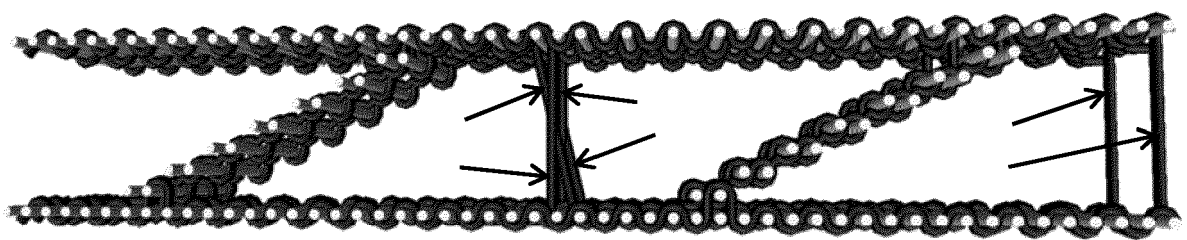


Fig. 6b





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 4810

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	DE 101 04 170 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 1. August 2002 (2002-08-01) * Absatz [0008] * * Absatz [0017] - Absatz [0023] * * Abbildungen 1-6 *	1-15	INV. D03D1/00 D03D25/00
A	WO 2015/032426 A1 (BITEAM AB [SE]) 12. März 2015 (2015-03-12) * Seite 47, Zeile 28 - Seite 49, Zeile 8 * * Seite 54, Zeile 22 - Seite 58, Zeile 8 * * Abbildungen 11, 14, 15 *	1-15	
A	US 2004/198119 A1 (NARUMI KIIYOYUKI [JP] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) * Abbildungen 1-12 * * Absatz [0002] - Absatz [0003] * * Absatz [0009] - Absatz [0021] * * Absatz [0041] - Absatz [0059] *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			D03D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>25. Januar 2023</b>	Prüfer <b>Hausding, Jan</b>
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	



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

EP 22 19 4810

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.

25-01-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
<b>DE 10104170 A1</b>	<b>01-08-2002</b>	<b>KEINE</b>	
<b>WO 2015032426 A1</b>	<b>12-03-2015</b>	<b>AU 2013399916 A1</b>	<b>03-03-2016</b>
		<b>BR 112016003987 A2</b>	<b>12-09-2017</b>
		<b>CA 2922198 A1</b>	<b>12-03-2015</b>
		<b>CN 105531410 A</b>	<b>27-04-2016</b>
		<b>EP 3041979 A1</b>	<b>13-07-2016</b>
		<b>JP 6474813 B2</b>	<b>27-02-2019</b>
		<b>JP 2016536483 A</b>	<b>24-11-2016</b>
		<b>KR 20160051857 A</b>	<b>11-05-2016</b>
		<b>US 2016201234 A1</b>	<b>14-07-2016</b>
		<b>WO 2015032426 A1</b>	<b>12-03-2015</b>
<b>US 2004198119 A1</b>	<b>07-10-2004</b>	<b>EP 1357211 A1</b>	<b>29-10-2003</b>
		<b>US 2004198119 A1</b>	<b>07-10-2004</b>
		<b>WO 02055773 A1</b>	<b>18-07-2002</b>

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10104170 A1 [0011]