



(10) **DE 10 2010 014 961 B4** 2014.09.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 014 961.6**
(22) Anmeldetag: **09.04.2010**
(43) Offenlegungstag: **13.10.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.09.2014**

(51) Int Cl.: **B29C 33/00** (2006.01)
B29C 70/44 (2006.01)
B29C 70/48 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Universität Bremen, 28359 Bremen, DE

(74) Vertreter:
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

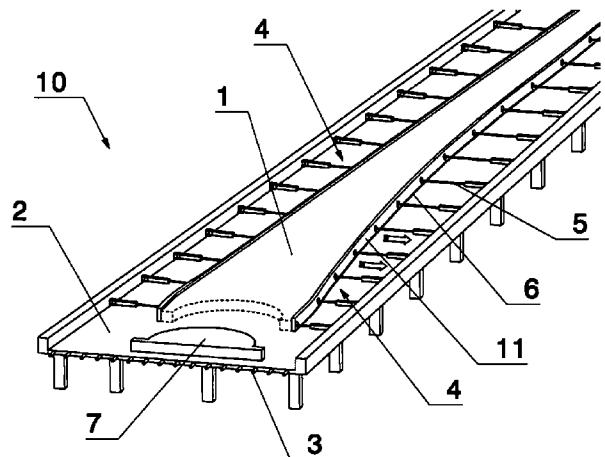
(72) Erfinder:
**Ohlendorf, Jan-Hendrik, 28213 Bremen, DE;
Müller, Dieter H., 28832 Achim, DE; Rolbiecki,
Martin, 28199 Bremen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2008 038 620 A1
FR 2 076 776 A5
WO 2006/ 048 652 A1

(54) Bezeichnung: **Flexibel einsetzbares und adaptives, insbesondere einseitiges, Formwerkzeug und System und Verfahren zur Herstellung von Bauteilen bzw. Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden**

(57) Hauptanspruch: Flexibel einsetzbares und adaptives, insbesondere einseitiges, Formwerkzeug (10) zur Herstellung von Bauteilen bzw. Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens eine flexible Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) zur individuell gesteuerten, insbesondere stufenlosen, Einstellung bzw. Verstellung der Kurvenform der Randbegrenzung des Formwerkzeugs (10) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein flexibel einsetzbares und adaptives, insbesondere einseitiges, Formwerkzeug zur Herstellung von Bauteilen bzw. Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, ein System zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden sowie ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden mittels Harzinjektion oder Vakuuminfusion.

[0002] Faser-Kunststoff-Verbunde umfassen im allgemeinen zwei wesentliche Komponenten, nämlich einmal die Faser und andererseits eine die Faser umgebende Polymermatrix. Bei der Herstellung von Bauteilen aus Faser-Kunststoff-Verbunden werden Formwerkzeuge als negatives oder positives Abbild des späteren Bauteils genutzt, um die biegeschlafenen Fasern, das heißt Verstärkungstextilien, wie beispielsweise Glas-, Kohle-, Aramid- oder Naturfasern, für einen Laminier- oder Infusionsvorgang der Polymermatrix, bzw. allgemein eines Matrixwerkstoffes, geometrisch definiert positionieren zu können. Dies ist notwendig, um die Geometrie und die Maßhaltigkeit des späteren Bauteils zu gewährleisten.

[0003] Die Formwerkzeuge werden ebenfalls aus Faser-Kunststoff-Verbunden oder aus Metallen hergestellt. Oft sind Heizkreise in Form von Fluidheizungen oder Widerstandsheizungen integriert, die die Aushärtereaktionen von Harz und Harter zum späteren Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteil regeln.

[0004] Ohne darauf beschränkt zu sein, wird hier nachfolgend auf die Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden für Rotorblattkomponenten von Windenergieanlagen lediglich beispielhaft abgestellt. Der Anschluss eines Rotorblatts zur Nabe einer Windenergieanlage erfolgt über einen Wurzelring, wobei sogenannte Gurte des Rotorblattes die im Betrieb auftretenden Zug- und Biegebelastungen und Stege des Rotorblattes die im Betrieb auftretenden Schubbelastungen übernehmen. Die Schale des Rotorblattes sorgt für eine aerodynamische Geometrie desselben.

[0005] Üblicherweise werden Rotorblätter von Windenergieanlagen aus GFK- oder CFK-Verbundwerkstoffen oder GFK/CFK-Hybriden in Halbschalen-Sandwichbauweise hergestellt. Zunächst werden dafür in zwei, in einer Ebene angeordneten Formwerkzeugteilen Halbschalen aus glasfaserverstärktem Kunststoff gebildet, die anschließend zu einem im wesentlichen geschlossenen Rotorblattprofil durch Übereinanderlegen zusammengefügt und an ihren Stoßkanten zu einem Rotorblatt miteinander verklebt werden.

[0006] In der Regel muss ein Hersteller von Rotorblattkomponenten ein hohes Maß an Ressourcen aufwenden, um für jede Variante der einzelnen Komponenten des Rotorblattes ein Formwerkzeug aufzubauen. Dies ist sehr kostenintensiv.

[0007] Die FR 2 076 776 A5 offenbart ein Formwerkzeug mit einer allgemein rechteckigen Form aus geraden Seitenwänden. Die Seitenwände und damit die Randbegrenzung sind starr. Zur Vergrößerung oder Verkleinerung des Rechtecks sind die Seitenwände verschiebbar.

[0008] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine kostengünstigere Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbunden, beispielsweise in Varianten oder in Anpassung an Fertigungstoleranzen, zu ermöglichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt gelöst durch ein flexibel einsetzbares und adaptives, insbesondere einseitiges, Formwerkzeug zur Herstellung von Bauteilen bzw. Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens eine flexible Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung zur individuell gesteuerten, insbesondere stufenlosen, Einstellung bzw. Verstellung der Kurvenform der Randbegrenzung des Formwerkzeugs aufweist.

[0010] Weiterhin wird diese Aufgabe gemäß einem zweiten Aspekt gelöst durch ein System zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, umfassend ein Formwerkzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, eine Bauteilkomponentenvermessungseinrichtung zum individuellen Vermessen einer ersten der Bauteilkomponenten sowie eine Formwerkzeugbegrenzungssteuereinrichtung zum Ansteuern der mindestens einen Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung in Abhängigkeit von mittels der Bauteilkomponentenvermessungseinrichtung für die erste Bauteilkomponente erhaltenen Vermessungsdaten für eine nachfolgende Herstellung einer zweiten der Bauteilkomponenten.

[0011] Schließlich wird diese Aufgabe auch gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden mittels Harzinjektion oder Vakuuminfusion, insbesondere unter Verwendung eines Formwerkzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder eines Systems nach Anspruch 7, umfassend die Schritte:

- individuelles Vermessen einer Geometrie einer ersten der Bauteilkomponenten,
- Berechnen der Geometrie eines flexibel einsetzbaren und adaptiven, insbesondere einseitigen, Formwerkzeugs zur Herstellung einer zweiten der Bauteilkomponenten aus Faser-Kunst-

stoff-Verbund auf der Basis der erhaltenen Vermessungsdaten,

- Einstellen der Kurvenform der Randbegrenzung des Formwerkzeugs mittels mindestens einer Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung des Formwerkzeugs auf die berechnete Geometrie,
- Herstellen der zweiten Bauteilkomponente mittels Harzinjektion oder Vakuuminfusion und
- Zusammenfügen der ersten und zweiten Bauteilkomponenten.

[0012] Bei dem Formwerkzeug kann vorgesehen sein, dass die Formbegrenzungseinrichtung einen Spline aus flächenartigen Halbzeugen, wie Blech, kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK), glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), thermoplastischem oder duroplastischem Material oder einem Hybridmaterial aus einer Kombination der vorgenannten Materialien umfasst.

[0013] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung umfasst die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung mindestens eine Verformungs- und Verschiebehilfeeinrichtung, wie zum Beispiel einen Zylinder, Spindeltrieb oder künstlichen Muskel, die einzeln ansteuerbar ist. Die Einstellung kann beispielsweise durch mechanische Elemente, zum Beispiel Spindel, Zylinder, hydraulisch, zum Beispiel Zylinder, direkte Ölbeaufschlagung, Wärme (kleine Bewegung durch Temperatur), elektrisch, elektromagnetisch und pneumatisch (Zylinder, Schlauch) erfolgen.

[0014] Vorteilhafterweise ist die mindestens eine Verformungs- und Verschiebehilfeeinrichtung mit dem mindestens einen Spline und/oder dem Rest des Formwerkzeugs um mindestens eine Achse gelenkig verbunden.

[0015] Zweckmäßigerweise weist das Formwerkzeug einen Formwerkzeugunterboden und die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung eine Abdichtung zwischen dem Formwerkzeugunterboden und dem mindestens einen Spline auf.

[0016] Günstigerweise ist die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung mit mindestens einer elektrischen Heizeinrichtung, die zum Beispiel Wirbelströme oder Widerstände verwendet, oder fluidischen Heizeinrichtung oder einer Heizeinrichtung mit Dampf versehen.

[0017] Bei dem Verfahren kann vorgesehen sein, dass die zweite Bauteilkomponente durch Zurückfahren und Spannen bzw. Entspannen des mindestens einen Splines entformt wird. Das Spannen bzw. Entspannen dient dabei dazu, Hinterschnitte freizugeben.

[0018] Weiterhin ist denkbar, dass mindestens eine weitere Bauteilkomponente hergestellt und mit mindestens einer der ersten und zweiten Bauteilkomponenten zusammengefügt wird.

[0019] Schließlich kann die erste und/oder zweite Bauteilkomponente aus FVK, insbesondere CFK oder GFK, bestehen.

[0020] Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass durch eine flexible Formbegrenzung bzw. Randbegrenzung in vielen Fällen auf den Austausch eines Formwerkzeugs sowie zusätzliche bzw. Hilfsvorrichtungen, wie zum Beispiel verformbare Membranen, die durch starre, unflexible Elemente gestützt werden müssen, verzichtet werden kann. Die Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung besitzt eine geeignete Biegefestigkeit und ist zudem flexibel.

[0021] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele beschrieben sind. Dabei zeigt:

[0022] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Formwerkzeugs gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung;

[0023] Fig. 2 eine Detailansicht von Fig. 1; und

[0024] Fig. 3 eine Detailansicht der Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung.

[0025] Mittels der vorliegenden Erfindung wird eine variable Formgebung eines späteren Faser-Kunststoff-Verbundbauteils auf eine kostengünstige Weise ermöglicht. Mit einem einzigen flexiblen Formwerkzeug ist es möglich, geometrisch verschiedene Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteile herzustellen, ohne weitere Formwerkzeuge zu verwenden oder bauliche Anpassungen an einem Formwerkzeug vornehmen zu müssen.

[0026] Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden folgende Schritte:

- individuelles Vermessen einer ersten der Bauteilkomponenten, hier Halbschale eines Rotorblatts einer Windenergieanlage.

(Diese erste Bauteilkomponente bildet die Referenz für die Einstellung eines flexibel einsetzbaren und adaptiven einseitigen Formwerkzeugs **10** (siehe Fig. 1). Damit ist eine direkte Anpassung auf bauteilbezogene Fertigungsungenauigkeiten, wie sie insbesondere bei der manuellen Herstellung von Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteilen vorkommen, möglich.)

- Berechnen der Geometrie des Formwerkzeugs **10** für eine zweite Bauteilkomponente, hier Steg **2** (siehe **Fig. 1**) aus einem Faser-Kunststoff-Verbund und Überführen der berechneten Geometrie in eine Formwerkzeugbegrenzungssteuereinrichtung,
- (Die Toleranzen der ersten Bauteilkomponente können so direkt in die Steuerung von flexiblen Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4** (siehe **Fig. 1** bis **Fig. 3**) einberechnet werden, wodurch sich eine geometrisch optimale Bauteilkomponente erzeugen lässt. Dies bedeutet, dass beim Zusammenfügen der ersten und zweiten Bauteilkomponenten, wobei in den Figuren nur die zweite Bauteilkomponente, nämlich der Steg **1** zu sehen ist, zum späteren Bauteil (Produkt) die Klebspalte und damit die Klebnahthöhe individuell auf die jeweilige Bauteilkomponente angepasst bzw. optimiert werden können.)
- Positionieren bzw. Drapieren von biegeschlafenen Verstärkungstextilien sowie weiterer möglicher Bestandteile der zweiten Bauteilkomponente aus Faser-Kunststoff-Verbund, beispielsweise PVC-Schaum oder Balsaholz, entsprechend eines berechneten Legeplans, wie dies im Stand der Technik bekannt ist,
- Durchführen einer Harzinjektion gemäß dem Stand der Technik,
- Aushärten der zweiten Bauteilkomponente, das heißt des Steges **1**, durch Einbringen von Wärme mit Hilfe von Heizleitungen **3** einer Heizeinrichtung (siehe **Fig. 1** bis **Fig. 3**) gemäß dem Stand der Technik, und
- Entformen der zweiten Bauteilkomponente.

[0027] Durch die beiden Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4** lassen sich flexible Form- bzw. Randbegrenzungen erzielen. Damit sind beispielsweise folgende Verfahrensvarianten möglich:

1. Durch ein Auffahren der beiden Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** vor dem Positionieren von biegeschlafenen Verstärkungstextilien ist es möglich, diese mit Hilfe einer automatisierten Lösung auf einem Formwerkzeugunterboden **2** zu positionieren. Insbesondere bei Faser-Kunststoff-Verbunden mit starker Änderung der Geometrie, wie beispielsweise Stege für Rotorblätter von Windenergieanlagen, ist es möglich, die in der Breite stark unterschiedlichen biegeschlafenen Verstärkungstextilien mit Hilfe eines einzigen Endeffektors in das Formwerkzeug **10** einzubringen. Nach der Ablage werden die Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** in ihre berechnete Position gefahren, um die Geometrie und Maßhaltigkeit des späteren Faser-Kunststoff-Verbundes zu garantieren.
2. Durch das Auffahren der Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** nach dem Aushärten ist es möglich, die zweite Bauteilkomponente (Faser-Kunststoff-Verbund-Bauteil) sehr viel ein-

facher aus dem flexiblen Formwerkzeug zu nehmen. Sie wird durch Zurückfahren und Spannen bzw. Entspannen, um Hinterschnitte freizugeben, entformt.

3. Ebenfalls ist es möglich, statt der individuellen Anpassung des Formwerkzeugs an einzelne erste Bauteilkomponenten eine Anpassung des Formwerkzeugs entsprechend einer Bauteil- bzw. Bauteilkomponentenvariante vorzunehmen. Insbesondere lässt sich somit ein Variantenmanagement unkompliziert umsetzen.

4. Es ist ebenfalls möglich, die Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** mit einer elektrischen oder fluidischen Heizung durch Anschluss des Heizelements **8** an die Heizleitung **3** mit Strom oder wärmeleitendem Fluid auszurüsten, um so den Reaktionsprozess von Harz und Härter zusätzlich regeln zu können.

5. Sofern das Verstellen der Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** nicht mehr ausreichen sollte, ist es möglich, durch den Austausch gegen einen anderen Spline mit einer (anderen) Vorspannung oder ähnliches weitere geometrische Varianten zu erzeugen.

[0028] Das in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** gezeigte Formwerkzeug **10** enthält zwei gegenüberliegende Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4** mit Splines (Formbegrenzungen) **11** zur flexiblen Formbegrenzung aus flexiblem Blech bzw. CFK bzw. GFK oder ähnliches. Die flexible Formbegrenzung wird an definierten Punkten, beispielsweise mit Hilfe einer Reihe von Verformungs- und Verschiebehilfeeinrichtungen, hier Verstellelement **5**, wie zum Beispiel ein künstlicher Muskel, eine Spindel, ein Zylinder, ein Schlauch oder ähnliches, erreicht, welche sich einzeln über eine jeweilige Energie- und Steuerleitung **12** steuern bzw. positionieren lassen. Beide Seiten der Verstellelemente **5** sind an beiden Seiten um mindestens eine Achse gelenkig mit dem jeweiligen Spline **11** bzw. einem fixen Element **9** des Formwerkzeugs **10** verbunden.

[0029] Zwischen den Splines **11** und dem Formwerkzeugunterboden **2** befindet sich jeweils eine Abdichtung **6**. In Abhängigkeit von der geometrischen Position der Formwerkzeugbegrenzungseinrichtungen **4, 4** müssen sich die Abdichtungen ebenfalls der Geometrie der flexiblen Formbegrenzungen anpassen. Dies ist Voraussetzung, um das für eine Vakuuminfusion notwendige Vakuum erzeugen zu können.

[0030] Schließlich weist das Formwerkzeug **10** auch noch ein optionales Formelement **7** als fixe oder flexible Formbegrenzung auf.

[0031] Die in der vorliegenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirkli-

chung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Flexibel einsetzbares und adaptives, insbesondere einseitiges, Formwerkzeug (10) zur Herstellung von Bauteilen bzw. Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, **dadurch gekennzeichnet**, dass es mindestens eine flexible Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) zur individuell gesteuerten, insbesondere stufenlosen, Einstellung bzw. Verstellung der Kurvenform der Randbegrenzung des Formwerkzeugs (10) aufweist.

2. Formwerkzeug (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formbegrenzungseinrichtung (4; 4) einen Spline (11) aus flächenartigen Halbzeugen, wie Blech, kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK), glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), thermoplastischem oder duroplastischem Material oder einem Hybridmaterial aus einer Kombination der vorgenannten Materialien umfasst.

3. Formwerkzeug (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) mindestens eine Verformungs- und Verschiebehilfeeinrichtung, wie zum Beispiel einen Zylinder (5), Spindeltrieb oder künstlichen Muskel, die einzeln ansteuerbar ist, umfasst.

4. Formwerkzeug (10) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Verformungs- und Verschiebehilfeeinrichtung mit dem mindestens einen Spline (11) und/oder dem Rest des Formwerkzeugs (10) um mindestens eine Achse gelenkig verbunden ist.

5. Formwerkzeug (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Formwerkzeugunterboden (2) aufweist und die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) eine Abdichtung (6) zwischen dem Formwerkzeugunterboden (2) und dem mindestens einen Spline (11) aufweist.

6. Formwerkzeug (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) mit mindestens einer elektrischen oder fluidischen Heizeinrichtung versehen ist.

7. System zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden, umfassend ein Formwerkzeug (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, eine Bauteilkomponentenvermessungseinrichtung zum individuellen Vermessen einer ersten der Bauteilkomponenten sowie eine Formwerk-

zeugbegrenzungssteuereinrichtung zum Ansteuern der mindestens einen Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) in Abhängigkeit von mittels der Bauteilkomponentenvermessungseinrichtung für die erste Bauteilkomponente erhaltenen Vermessungsdaten für eine nachfolgende Herstellung einer zweiten der Bauteilkomponenten.

8. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen aus mindestens zwei Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbunden mittels Harzinjektion oder Vakuuminfusion, insbesondere unter Verwendung eines Formwerkzeugs (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder eines Systems nach Anspruch 7, umfassend die Schritte:

- individuelles Vermessen einer Geometrie einer ersten der Bauteilkomponenten,
- Berechnen der Geometrie eines flexibel einsetzbaren und adaptiven, insbesondere einseitigen, Formwerkzeugs (10) zur Herstellung einer zweiten der Bauteilkomponenten aus Faser-Kunststoff-Verbund auf der Basis der erhaltenen Vermessungsdaten,
- Einstellen der Kurvenform der Randbegrenzung des Formwerkzeugs mittels mindestens einer Formwerkzeugbegrenzungseinrichtung (4; 4) des Formwerkzeugs (10) auf die berechnete Geometrie,
- Herstellen der zweiten Bauteilkomponente mittels Harzinjektion oder Vakuuminfusion und
- Zusammenfügen der ersten und zweiten Bauteilkomponenten.

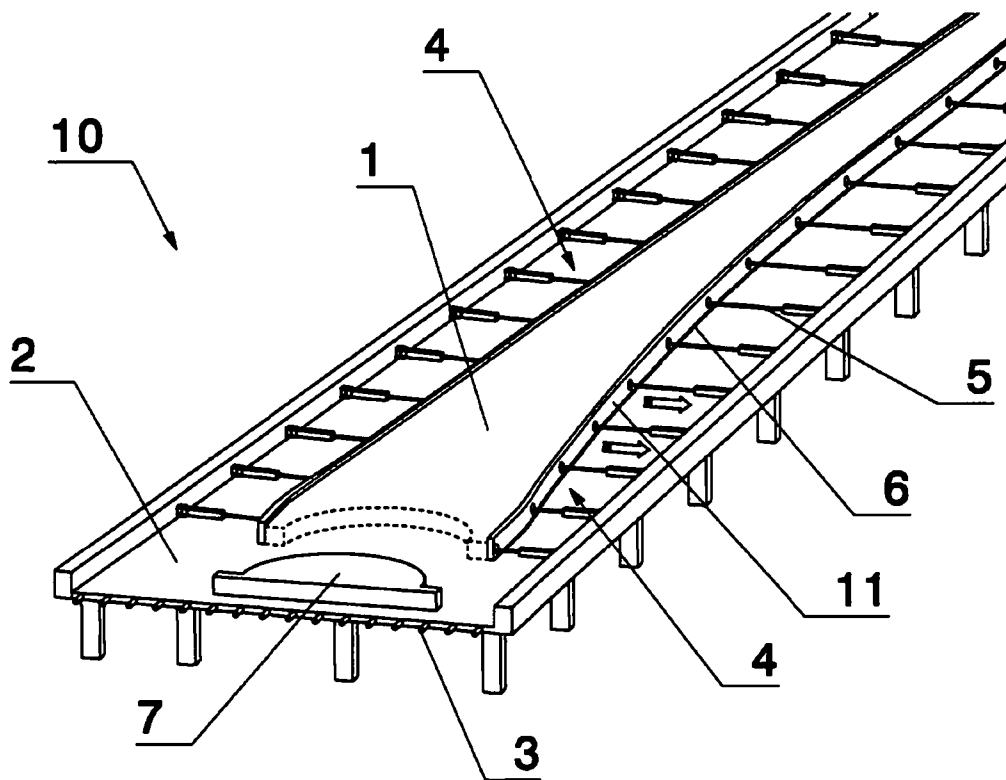
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Bauteilkomponente durch Zurückfahren und Spannen bzw. Entspannen des mindestens einen Splines (11) entformt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine weitere Bauteilkomponente hergestellt und mit mindestens einer der ersten und zweiten Bauteilkomponenten zusammengefügt wird.

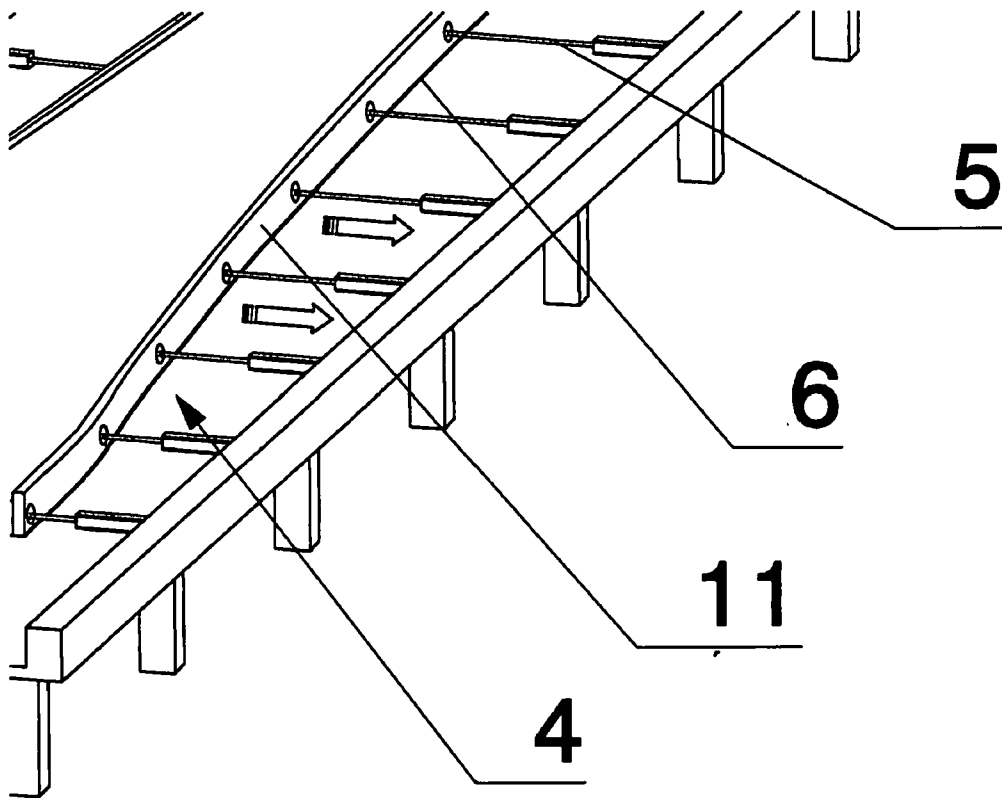
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und/oder zweite Bauteilkomponente aus FVK, insbesondere CFK oder GFK, besteht/bestehen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

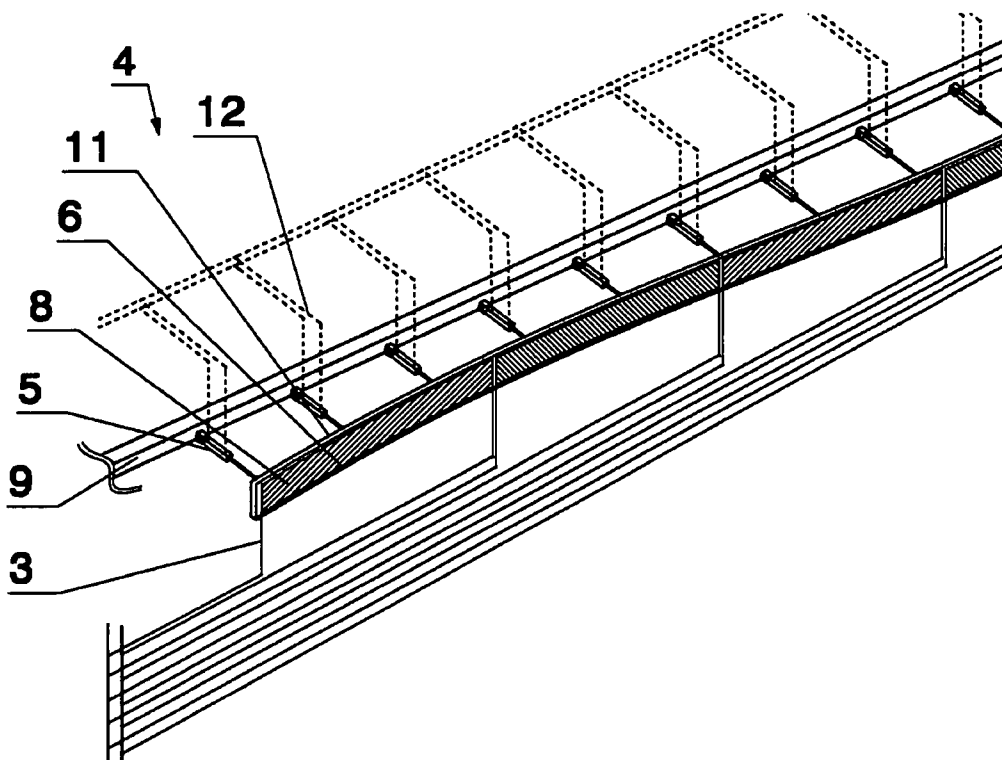
Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3