

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
30. Dezember 2009 (30.12.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/156064 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F03D 1/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/004210

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juni 2009 (11.06.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 030 132.9 27. Juni 2008 (27.06.2008) DE
10 2008 035 588.7 31. Juli 2008 (31.07.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **REpower Systems AG** [DE/DE]; Überseering
10, 22297 Hamburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KULENKAMPFF,
Jens** [DE/DE]; Knooper Weg 44, 24103 Kiel (DE).
FAULKNER, Benn [GB/GB]; Warlands Lane, Lower
Dodpitts Farm, Ningwood Isle of Wight PO 30 4 NH
(GB).

(74) Anwalt: **SEEMANN, Ralph**; Seemann & Partner, Bal-
lindamm 3, 20095 Hamburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: METHOD AND PRODUCTION OF A ROTOR BLADE FOR WIND ENERGY PLANT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND FERTIGUNG EINES ROTORBLATTES FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a rotor blade for a wind energy plant, which, in the operationally -
ready state runs from a blade root region, for connecting to the rotor hub of the wind energy plant, to a blade tip and is divided
into at least two pieces for production thereof. According to the invention, the production of the rotor blade, in particular serial
production, may be facilitated and accelerated, wherein the rotor blade is segmented into more than two segments for production,
at least for some of said segments, separate moulds for simultaneous separate use are provided and the segments for final producti-
on of the rotor blade are joined outside a production mould to give a rotor blade or rotor blade part.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung eines Rotorblattes für eine Windenergieanlage, das
sich in betriebsbereitem Zustand von einem Blattwurzelbereich zum Anschluss an eine Rotornabe der Windenergieanlage bis zu
einer Blattspitze längererstreckt und das für seine Fertigung in wenigstens zwei Segmente eingeteilt ist. Der Erfindung liegt die
Aufgabe zugrunde, die Fertigung des Rotorblatts, insbesondere für eine Serienfertigung, zu erleichtern und zeitlich verkürzbar zu
machen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Rotorblatt für seine Fertigung in mehr als zwei Segmente
segmentiert wird, dass wenigstens für einige dieser Segmente separate, zeitlich parallel zu verwendende Fertigungsformen vorge-
sehen werden und die Segmente zur Endfertigung des Rotorblattes außerhalb einer Fertigungsform miteinander zu einem Rotor-
blatt oder Rotorblattteil verbunden werden.



WO 2009/156064 A2

5

10 Verfahren und Fertigung eines Rotorblattes für eine Windenergieanlage

Beschreibung

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fertigung eines Rotorblattes für eine Windenergieanlage, das sich in betriebsbereitem Zustand von einem Blattwurzelbereich zum Anschluss an eine Rotornabe der Windenergieanlage bis zu einer Blattspitze längserstreckt und das für seine Fertigung in wenigstens zwei Segmente eingeteilt ist.

20

Geteilte bzw. segmentierte Rotorblätter für eine Windenergieanlage sind zur Erleichterung ihrer Herstellung, ihres Transports und ihrer Montage prinzipiell seit langem bekannt, zum Beispiel aus der DE 31 13 079 A1. Da bevorzugt beim Stand der Technik auch der
25 Transport erleichtert werden soll, werden die Segmente des Rotorblattes bevorzugt erst am Aufstellungsort der Windenergieanlage zusammengebaut und dafür auch konzipiert.

30

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, die Fertigung des Rotorblatts, insbesondere für eine Serienfertigung, zu erleichtern und zeitlich verkürzbar zu machen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst, wobei das Rotorblatt für seine Fertigung in mehr als zwei Segmente segmentiert wird, dass wenigstens für einige dieser Segmente separate, zeitlich parallel zu verwendende Fertigungsformen vorgesehen werden und die Segmente zur Endfertigung des Rotorblattes außerhalb einer Fertigungsform miteinander zu einem Rotorblatt oder Rotorblattteil verbunden werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können mit Vorteil kleinere Segmente zeitlich parallel gefertigt werden und dadurch der gesamte Fertigungszyklus verkürzt und die beteiligten Fertigungsformen und Segmente handlicher gestaltet werden, gegenüber einer Fertigung, bei der ein Rotorblatt, gegebenenfalls bestehend aus zwei Halbschalen, insgesamt in einer großen Fertigungsform mit langer Fertigungszeit gefertigt wird. Dadurch wird mit Vorteil die Produktivität erhöht. Auch eine Qualitätskontrolle wird erleichtert, da bei einem eventuell auftretenden Ausschuss durch einen Fehler in der Fertigung gegebenenfalls nur ein Segment betroffen ist und nicht das ganze Rotorblatt. Für die Verbindung der Segmente zu dem endgültigen Rotorblatt ist erfindungsgemäß mit Vorteil zudem keine aufwendige Fertigungsform notwendig und vorgesehen, sondern eine Verbindung zur Endfertigung außerhalb einer oder jeglicher Fertigungsform konzipiert.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht zudem vor, dass das Rotorblatt oder Rotorblattteil auch außerhalb einer Fertigungsform nachbehandelt werden kann, zum Beispiel nachgetempert werden kann.

Eine andere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass das Rotorblatt oder Rotorblattteil außerhalb einer Fertigungsform endbehandelt wird, zum Beispiel ausgehärtet wird, von Klebstoffresten oder Harzresten befreit wird oder dergleichen.

Bevorzugt ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens die Verbindung der Segmente, eventuell auch eine Nach- oder Endbehandlung, in einer separaten Verbindungseinrichtung, insbesondere in einem Kleberahmen, erfolgt.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Segmente mit einer Kunststofftechnik gefertigt werden. In Betracht kommt dabei insbesondere, dass bei der Kunststofftechnik wenigstens ein Harz und wenigstens eine Faserlage, insbesondere aus Glasfasern und/oder Kohlefasern, verwendet wird. Bevorzugt wird erfindungsgemäß eine Spritzpresstechnik (Resin Transfer Moulding; RTM) oder eine Infusionstechnik (Resin Infusion Moulding; RIM) verwendet, insbesondere eine durch Vakuum unterstützte Infusionstechnik (Vacuum Assisted Resin Infusion; VAR). Alternativ oder zusätzlich kann aber auch eine Laminiertechnik verwendet werden.

Eine nächste Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine etwa in Längserstreckung des Rotorblattes verlaufende Unterteilung zur Segmentierung des Rotorblattes vorgesehen ist. Dies hilft die Verwendungszeiten der beteiligten Fertigungsformen zu verkürzen und beeinträchtigt gleichzeitig nicht die Struktur und Festigkeit des fertigen Rotorblattes, da sich dennoch schon in der Fertigung weiterhin Kraft leitende und/oder übertragende Teile und Segmente ununterbrochen im Wesentlichen über die gesamte Länge des Rotorblattes erstrecken können. Dennoch ist es erfindungsgemäß auch möglich, zusätzlich oder alternativ quer zur Längserstreckung des Rotorblattes verlaufende Teilungen vorzusehen und die dadurch ausgebildeten Segmente schnell und sicher, ohne Qualitätseinbuße, miteinander zu verbinden.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in der Verbindungseinrichtung ein oder mehrere Stege, ein oder mehrere Gurte, ein oder mehrere Rotorblattwurzelteile, wenigstens ein Rotorblattspitzensegment, Schalensegmente und/oder aus Segmenten gebildete Rotorblattschalen miteinander verbunden werden. Insbesondere können in der Verbindungseinrichtung Segmente und/oder (andere) Bauteile miteinander verklebt werden.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zur Erwärmung, Temperung, Trocknung und/oder Aushärtung von Bauteilen und/oder Bauteilverbindungen wenigstens eine Heizeinrichtung, vorzugsweise im Bereich der Verbindungseinrichtung, verwendet wird.

Eine nächste Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zunächst die Segmente und/oder anderen Bauteile ausgehärtet oder vorgehärtet werden, danach in die Verbindungseinrichtung eingegeben werden, dort miteinander verbunden werden und danach die Verbindung und/oder der Verbund der Segmente und/oder anderen Bauteile getrocknet und/oder ausgehärtet wird, was ebenfalls mit Vorteil in der Verbindungseinrichtung ohne Belegung einer Fertigungsform geschehen kann.

Eine andere Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich mit besonderem Vorteil dadurch aus, dass eine zeitlich parallele Fertigung von Bauteilen durchgeführt wird, bei der die zu fertigenden Bauteile, insbesondere nach ihrer Art, Beschaffenheit und/oder Größe, so konzipiert sind oder werden, dass die Formbelegungszeiten der dafür parallel genutzten Fertigungsformen aneinander angeglichen werden und/oder die Belegungszeit der am längsten zu belegenden Fertigungsform, die die Zykluszeit eines Fertigungszyklus bestimmt, minimiert wird, was zu einer erheblichen Erhöhung der Produktivität

führt bzw. beiträgt.

Insbesondere kann zudem nach einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens durch die Segmentierung wenigstens
5 eine Gurt-Steg-Baugruppe vorgefertigt und in die Verbindungseinrichtung zur Verbindung mit anderen Segmenten des Rotorblattes gegeben werden. Dabei kann die Gurt-Steg-Baugruppe bevorzugt im Wesentlichen als ein Kastenholm, umfassend wenigstens zwei Gurte und zwei Stege, erstellt werden.

10 Eine Weiterbildung der Erfindung kann vorsehen, dass durch zwei im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des Rotorblattes verlaufende Unterteilungen des Rotorblattes ein Mittellängssegment des Rotorblattes ausgebildet wird, das die Gurte und Stege umfasst.
15 Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass das Rotorblatt durch wenigstens eine im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des Rotorblattes verlaufende Unterteilung wenigstens in ein Vorderkantensegment und ein Hinterkantensegment unterteilt ist.

20 Eine Weiterbildung der Erfindung, für die auch selbstständiger Schutz beansprucht wird, sieht vorzugsweise vor, dass die Unterteilungen des Rotorblatts bis durch Rotorblattwurzelteile hindurch vorgesehen werden, so dass auch bspw. Einlegeteile für eine Rotorblattwurzel segmentiert sein können bzw. zu Segmenten gehören.

25 Eine andere Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass bei dem Rotorblatt zur Segmentierung eine Saug- und eine Druckseite oder eine Oberschale und eine Unterschale voneinander geteilt werden. Durch erfindungsgemäße, zusätzliche Unterteilungen des Rotorblattes in Längsrichtung können in Verbindung hiermit zum Beispiel ins-
30 besondere Viertelungen oder Sechstelungen des Rotorblattes für eine Segmentierung ausgebildet werden.

Ausführungsbeispiele, aus denen sich auch weitere erfinderische Merkmale ergeben könnten, auf die die Erfindung in ihrem Umfang aber nicht beschränkt ist, sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine beispielhafte Draufsicht auf eine Halbschale eines Rotorblatts,

Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts,

Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts und

Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts.

Es sei zunächst vorausgeschickt, dass in den Figuren der Zeichnung nur prinzipielle Ausführungsbeispiele zur Erfindung gezeigt sind, bei denen vielfältige Variationen im Rahmen der Erfindung möglich sind. Zudem ist keine der Figuren maßstabsgetreu oder überhaupt maßgetreu gezeichnet. Die dargestellten Ausführungsbeispiele sollen nur als prinzipielle Möglichkeiten schematisch skizziert sein.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf eine Halbschale 1 eines Rotorblatts. Erfindungsgemäß kann die gezeigte Halbschale 1 in mehrere Segmente 2 bis 5 unterteilt sein. Von diesen Segmenten 2 bis 5 können jeweils alle oder einige im Wesentlichen zeitlich parallel zueinander gefertigt oder vorgefertigt werden und dann in der in Fig. 1 dargestellten Weise zu einer Halbschale 1 eines Rotorblatts verbunden

werden, was in einer entsprechenden Verbindungseinrichtung geschehen kann. In dieser Verbindungseinrichtung können die Segmente 2 bis 5 zum Beispiel miteinander verklebt werden.

5 Vorzugsweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein Segment durch eine sogenannte Rotorblattwurzel 2 gebildet wird und die übrige Halbschale in drei Segmente 2 bis 4 unterteilt ist. Die Segmente 3 bis 5 sind durch Querteilungen 6 bis 8 so konzipiert, dass sie etwa gleich groß sind und etwa gleich schnell gefertigt werden können.
10 Diese Segmente 3 bis 5 könnten zum Beispiel durch eine Längsteilung auch in noch weitere Segmente unterteilt sein oder die Halbschale 1 könnte bspw. auch nur durch Längsteilungen unterteilt bzw. segmentiert sein.

15 Über die Segmente 2 bis 5 verläuft vorzugsweise ein ungeteilter, diese Segmente verbindender Gurt der auch und besonders zur Kräfteübertragung bei der Belastung eines an einer Windenergieanlage angeordneten Rotorblattes dient. Statt eines Gurtes können gegebenenfalls auch zwei oder mehr zueinander im Wesentlichen
20 parallel, in einem Abstand zueinander verlaufende Gurte vorgesehen sein, also beispielsweise ein sogenannter Vorderkantengurt und ein Hinterkantengurt, bezogen auf die Kanten des Rotorblatts, denen sie jeweils näher sind.

25 Ein vollständiges Rotorblatt wird zum Beispiel dadurch als Hohlkörper ausgebildet, dass auf eine Halbschale 1 eine zweite, spiegelverkehrte Halbschale 1 aufgesetzt wird und die beiden Halbschalen 1 miteinander verbunden werden. In diesen Hohlkörper kann beispielsweise heiße Luft eingeleitet werden, um das Rotorblatt noch
30 weiter zu tempern und vollständig auszuhärten. Die Halbschalen 1 bzw. deren Segmente werden vorzugsweise mittels einer Kunststofftechnik ausgebildet, indem zum Beispiel Glasfaser- und/oder Kohle-

faserlagen in einer Fertigungsform, die die dreidimensionale Formgebung dieser Segmente vorgibt, eingelegt oder eingeschichtet werden und dann insgesamt mit einer Vakuumfolie abgedeckt werden. Diese Vakuumfolie wird ringsherum entlang der Ränder auf der Fertigungsform vakuumdicht abgedichtet, zum Beispiel mit gummiartigen Verklebungslinien oder beidseitigen Klebebändern. Damit bildet dann diese Vakuumfolie die flexible Gegenform zur festen Fertigungsform. Bei der sogenannten Vakuuminfusionstechnik wird dann durch Luftentzug zwischen der Vakuumfolie und der Fertigungsform ein Unterdruck, ein „Vakuum“, erzeugt. Durch diesen Unterdruck werden die Faserlagen aufeinandergepresst und es wird aus einem Reservoir ein Harz unter der Vakuumfolie eingesogen, das sich über die ganze Form gleichmäßig verteilt und die Faserlagen nach seinem Aushärten fest miteinander zu einem festen Kunststoffformteil, dem jeweiligen Segment, verbindet. Eine gleichmäßige Verteilung des Harzes kann dadurch erreicht werden, dass mehrere Zuleitungen für das Harz gelegt werden und geeignete Netz- oder Gitterlagen mit in die Form eingelegt werden, die die Verteilung und das flächige Verfließen des Harzes begünstigen und leiten.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen jeweils schematisch und in verkürzender Perspektive und mit Blick in eine Rotorblattwurzel 2 beispielhafte, erfindungsgemäße Segmentierungen eines Rotorblatts.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts. Bei dieser Segmentierung ist durch zwei im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des Rotorblattes verlaufende Unterteilungen 9, 10 des Rotorblattes ein Mittellängssegment 11 des Rotorblattes ausgebildet, das die Gurte 12 und Stege 13 umfasst. Gleichzeitig sind dadurch wenigstens ein Vorderkantensegment 14 und ein Hinterkantensegment 15 ausge-

bildet. Die Unterteilungen 9, 10 setzen sich bis in die Rotorblattwurzel 2 fort. Bei dieser Segmentierung entstehen somit im Wesentlichen drei Segmente 11, 14, 15, die zeitlich parallel, und damit schneller, in unterschiedlichen Fertigungsformen gefertigt und später, außerhalb jeglicher Fertigungsform, zu einem vollständigen Rotorblatt miteinander verbunden werden können, wodurch ein Rotorblatt entsteht, das qualitativ und insbesondere hinsichtlich der Kräfteübertragung und Belastbarkeit, einem bekannten Rotorblatt in nichts nachsteht.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts. Auch hier entstehen durch zwei Längsteilungen 9, 10 ein Vorderkantensegment 14 und ein Hinterkantensegment 15. Anstelle eines Mittelsegments werden hier aber zusätzlich einzelne Gurte 12 und Stege 13 zum Aufbau des Rotorblatts verwendet. Die Vorteile sind jedoch im Wesentlichen dieselben wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2.

Fig. 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Segmentierung eines Rotorblatts. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Rotorblatt in eine Unterschale 16 und in eine Oberschale 17 geteilt. Zusätzlich sind diese beiden Schalen 16, 17 durch jeweils eine Längsteilung 18, 19 weiter segmentiert. Auch hier setzen sich die Unterteilungen 18, 19 durch die Rotorblattwurzel 2 fort und das Rotorblatt ist letztlich im Wesentlichen geviertelt. Aber auch hier sind die Vorteile jedoch im Wesentlichen dieselben wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2.

Zum Abschluss sollen noch einmal einige Merkmale und Vorteile der Erfindung hervorgehoben werden. Auch diese Hervorhebung oder Wiederholung soll aber keine Einschränkung des Umfangs der Erfindung bedeuten oder bewirken.

Zunächst einmal kann der Erfindung der Gedanke zugrunde gelegt werden, einzelne Segmente eines Rotorblattes zu fertigen, die jeweils in eigenen Fertigungsformen zeitlich parallel zueinander gefertigt werden können. Bei einer parallelen Fertigung von Blattsegmenten in verschiedenen Formen wird die Teilform mit der längsten Zykluszeit bestimmend für die Zykluszeit des Gesamtprozesses, die so mit Vorteil entsprechend verkürzt werden kann. Eine geschickte Segmentierung des Blattes erlaubt dabei einerseits eine Angleichung der Formzeiten aneinander und dadurch einen hohen Nutzungsgrad, und andererseits eine Reduktion der Zykluszeit, womit die Zykluszeit des Gesamtprozesses und damit der Blattdurchsatz erhöht werden kann.

Zum Erreichen eines bestimmten Blattbedarfs oberhalb des aus einem einzelnen Formsatz zu deckenden Bedarfs muss nicht der gesamte Formensatz vervielfacht werden, sondern nur die Formen mit einer Zykluszeit nahe der Gesamtzykluszeit. Formen mit geringer Zykluszeit können mehrfach genutzt werden, um die anderen Formen zu bedienen. Dadurch wird gleichzeitig der Platzbedarf verringert und die Produktivität erhöht. Gleichzeitig wird auch der Investitionsbedarf verringert. Auch z. B. Verklebungen und Temperierungen von Segmenten können außerhalb der Formen und parallel erfolgen. Auch durch einen hierfür gegebenenfalls erforderlichen Kleberahmen werden der Platzbedarf und der Investitionsbedarf nicht wesentlich erhöht.

5

10 Verfahren und Fertigung eines Rotorblattes für eine Windenergieanlage

Patentansprüche

15 1. Verfahren zur Fertigung eines Rotorblattes für eine Windenergieanlage, das sich in betriebsbereitem Zustand von einem Blattwurzelbereich zum Anschluss an eine Rotornabe der Windenergieanlage bis zu einer Blattspitze längserstreckt und das für seine Fertigung in wenigstens zwei Segmente eingeteilt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt für seine Fertigung in mehr als zwei Segmente segmentiert wird, dass wenigstens für einige dieser Segmente separate, zeitlich parallel zu verwendende Fertigungsformen vorgesehen werden und die Segmente zur Endfertigung des Rotorblattes außerhalb einer Fertigungsform miteinander zu einem Rotorblatt oder Rotorblattteil verbunden werden.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt oder Rotorblattteil außerhalb einer Fertigungsform nachbehandelt wird.

30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass das Rotorblatt oder Rotorblattteil außerhalb einer Fertigungsform endbehandelt wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Verbindung der Segmente in einer separaten Verbindungseinrichtung, insbesondere in einem Kleberahmen, erfolgt.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente mit einer Kunststofftechnik gefertigt werden.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Kunststofftechnik wenigstens ein Harz und wenigstens eine Faserlage, insbesondere aus Glasfasern und/oder Kohlefasern, verwendet wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spritzpresstechnik (Resin Transfer Moulding; RTM) verwendet wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Infusionstechnik (Resin Infusion Moulding; RIM) verwendet wird, insbesondere eine durch Vakuum unterstützte Infusionstechnik (Vacuum Assisted Resin Infusion; VAR).
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Laminiertechnik verwendet wird.
- 30 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine etwa in Längserstreckung des Rotorblattes verlaufende Unterteilung zur

Segmentierung des Rotorblattes vorgesehen ist.

- 5 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungseinrichtung ein oder mehrere Stege, ein oder mehrere Gurte, ein oder mehrere Rotorblattwurzelteile, wenigstens ein Rotorblattspitzensegment, Schalensegmente und/oder aus Segmenten gebildete Rotorblattschalen miteinander verbunden werden.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass in der Verbindungseinrichtung Segmente und/oder (andere) Bauteile miteinander verklebt werden.
- 15 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erwärmung, Temperung, Trocknung und/oder Aushärtung von Bauteilen und/oder Bauteilverbindungen wenigstens eine Heizeinrichtung, vorzugsweise im Bereich der Verbindungseinrichtung, vorgesehen wird.
- 20 14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst die Segmente und/oder anderen Bauteile ausgehärtet oder vorgehärtet werden, danach in die Verbindungseinrichtung eingegeben werden, dort miteinander verbunden werden und danach die Verbindung und/oder der Verbund der Segmente und/oder anderen Bauteile getrocknet und/oder ausgehärtet wird.
- 25 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine zeitlich parallele Fertigung von Bauteilen durchgeführt wird, bei der die zu fertigenden Bauteile, insbesondere nach ihrer Art, Beschaffenheit
- 30

und/oder Größe, so konzipiert sind oder werden, dass die Formbelegungszeiten der dafür parallel genutzten Fertigungsformen aneinander angeglichen werden und/oder die Belegungszeit der am längsten zu belegenden Fertigungsform, die die Zykluszeit eines Fertigungszyklus bestimmt, minimiert wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Segmentierung wenigstens eine Gurt-Steg-Baugruppe vorgefertigt und in die Verbindungseinrichtung zur Verbindung mit anderen Segmenten des Rotorblattes gegeben wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Gurt-Steg-Baugruppe im Wesentlichen als ein Kastenholm, umfassend wenigstens zwei Gurte und zwei Stege, erstellt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 10 und 17, dadurch gekennzeichnet, dass durch zwei im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des Rotorblattes verlaufende Unterteilungen des Rotorblattes ein Mittellängssegment des Rotorblattes ausgebildet wird, das die Gurte und Stege umfasst.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorblatt durch wenigstens eine im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des Rotorblattes verlaufende Unterteilung wenigstens in ein Vorderkanten und ein Hinterkantensegment unterteilt ist.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, vor-

zugsweise nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterteilungen des Rotorblatts bis durch Rotorblattwurzelteile hindurch vorgesehen werden.

- 5 21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Rotorblatt zur Segmentierung eine Saug- und eine Druckseite voneinander geteilt werden.

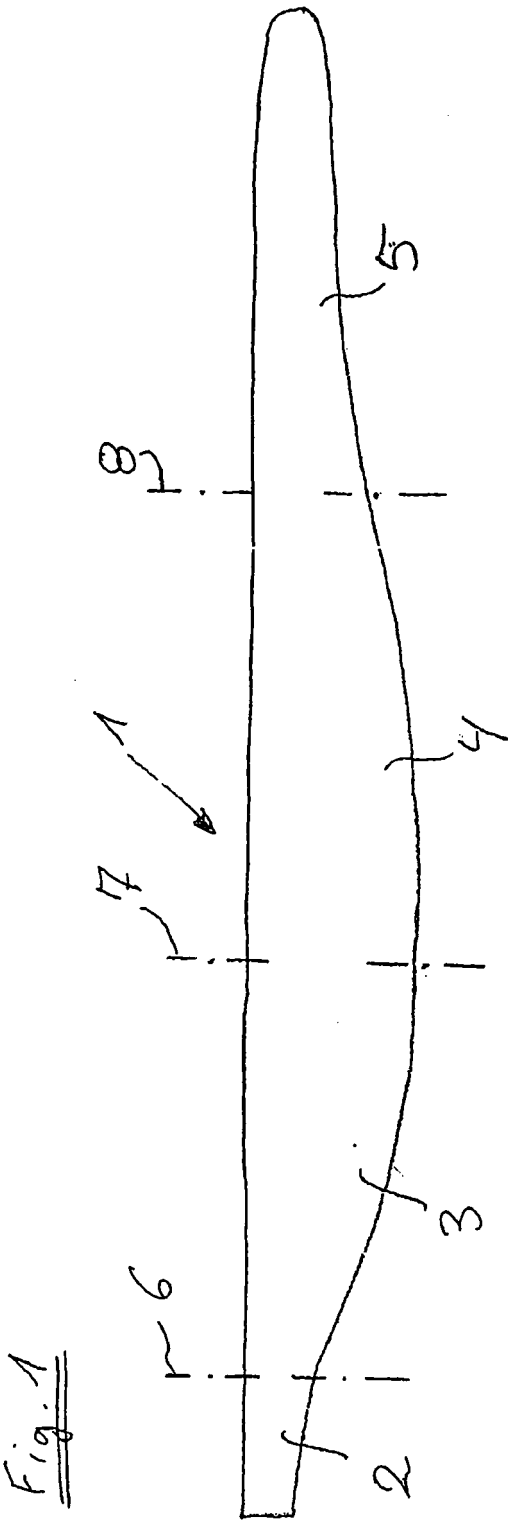


Fig. 2

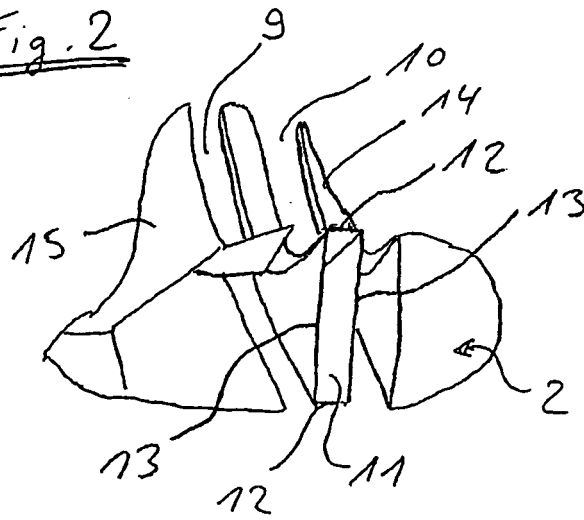


Fig. 3

