



(10) **DE 10 2012 219 267 A1** 2014.04.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 219 267.0**

(22) Anmeldetag: **22.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **24.04.2014**

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

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

D04H 13/00 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

(71) Anmelder:

Wobben Properties GmbH, 26605, Aurich, DE

(74) Vertreter:

**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte
PartGmbH, 28217, Bremen, DE**

(72) Erfinder:

**Schreiber, Joachim, 21357, Bardowick, DE;
Kannenberg, Johannes, 26603, Aurich, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2008 004 261 B3

DE 10 2006 021 110 A1

DE 10 2006 052 592 A1

DE 10 2010 004 530 A1

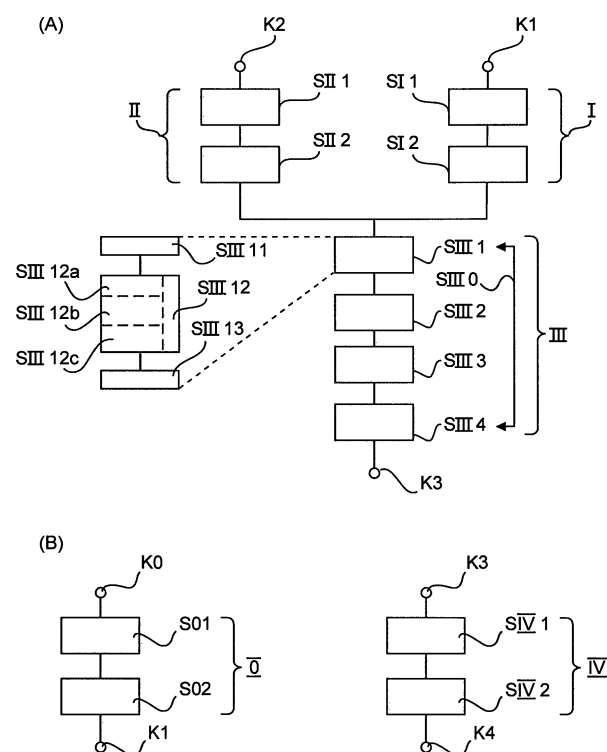
WO 2010/ 129 492 A2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Vorformlingen zum Herstellen eines Rotorblattes**

(57) Zusammenfassung: Das Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotorblattes, bei dem ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten hergestellt wird, vorzugsweise zur Verwendung bei einer anschließenden Vakuum-Infusion, mit den Schritten: Bereitstellen eines Formteils für den Vorformling in einem Gelegeportal, Bereitstellen einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle, automatisiertes Ausrollen der Strukturgelegematte, und automatisiertes Auftragen eines Klebstoffes auf der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotorblattes, bei dem ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten hergestellt wird. Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Herstellen von Vorformlingen zum Herstellen eines Rotorblattes.

[0002] Ein eingangs genanntes Verfahren wird regelmäßig als Handlegeverfahren durchgeführt. Eine Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten und anderer textiler Halbzeuge, wie Gewebe-, Gelege- oder Fasermatten, werden dabei von Hand in eine Form eingelegt. Gegebenenfalls werden Verstärkungen oder Sandwich-Materialien eingebracht. Des so dargestellte Faserhalbzeug kann unmittelbar mit Kunstharz getränkt werden; es hat sich bevorzugt, ein derartig hergestelltes textiles Halbzeug zu fixieren und weiter, zur Darstellung einer Matrix, mittels einer Vakuuminfusion mit einem Kunstharz oder sonstigem Duroplastes und/oder Elastomer und/oder Thermoplast zu tränken. Das vorgenannte Handlegeverfahren findet insbesondere Anwendung zum Herstellen von Rotorblättern für eine Windkraftanlage. Das textile Halbzeug wird als Vorformling im genannten Handlegeverfahren in einem Formteil gefertigt, entformt und bevorzugt einer anschließenden Vakuuminfusion zum Tränken des Halbzeugs überführt.

[0003] Problematisch dabei kann sein, dass die manuell ausgelegten Strukturgelegematten nur mit vergleichsweise hohem Aufwand fixiert werden können. Ein Handlegeverfahren lässt sich nur bedingt einem Qualitätsmanagement oder einer Prozessoptimierung unterziehen. Insbesondere erweist sich eine Automatisierung des Verfahrens bislang als höchst problematisch. Leichter automatisierbare Verfahren zur Darstellung von Faserverbundwerkstoffen, wie Spritzgussverfahren oder Sheet-Moulding, für einen Faserverbund der Größe eines Rotorblattes wie bei einer Windenergieanlage können nicht zum Einsatz kommen. Wünschenswert ist ein automatisiertes Verfahren zum Herstellen eines Vorformlings zum Herstellen eines Rotorblattes.

[0004] Aus dem Stand der Technik bekannt sind grundsätzlich Verfahren zur Darstellung von Strukturgelegen im Konzept. Diese sehen einen Zuschnitt im Rahmen einer Gelegekonstruktion vor, wobei das zugeschnittene Gewebe anschließend mit einer Greifereinrichtung gegriffen, vereinzelt und positioniert wird, um auf einem Band oder Ablagetisch fixiert zu werden mit anderen Strukturgelegen; danach ist die Ansammlung von zusammengefügt Strukturgelegen nochmals zu transportieren und in eine Form zu bringen sowie danach zu assemblieren. Ein solches im Grundsatz bekanntes Verfahren eignet sich nicht

zur Anwendung bei Großbauteilen wie einem Rotorblatt für eine Windkraftanlage.

[0005] An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Rotorblattes anzugeben, bei dem ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten hergestellt wird.

[0006] Die Aufgabe dieses Verfahrens wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, das erfindungsgemäß die Schritte aufweist:

- Bereitstellen eines Formteils für den Vorformling in einem Gelegeportal;
- Bereitstellen einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle;
- automatisiertes Ausrollen der Strukturgelegematte;
- automatisiertes Auftragen eines Klebstoffs auf der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal.

[0007] Insbesondere kann in einer Weiterbildung vorgesehen sein, dass das automatisierte Ausrollen unter Abrollen der Gelegerolle über dem Formteil und unter Abwickeln des Flächengebildes von der Gelegerolle und unter gleichzeitigem Einlegen der Strukturgelegematte in das Formteil im Gelegeportal erfolgt.

[0008] Besonders bevorzugt erfolgt das Bereitstellen einer Strukturgelegematte unter Anbringen der Gelegerolle an einer Rollwerkzeughalterung des Gelegeportals. Insbesondere erfolgt das Auftragen eines Klebstoffs unter Einbringen des Klebstoffs in einen Klebstoffapplikator an einer Klebwerkzeughalterung des Gelegeportals.

[0009] Das Konzept der Erfindung, insbesondere unter Berücksichtigung der vorgenannten Weiterbildungen, führt auch auf eine Vorrichtung zum Herstellen von Vorformlingen zum Herstellen eines Rotorblattes mittels der ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten herstellbar ist und die mit einem Gelegeportal gebildet ist. Erfindungsgemäß weist diese auf:

- Eine Aufnahme zum Bereitstellen eines Formteils für den Vorformling in dem Gelegeportal;
- eine Rollwerkzeughalterung, ausgebildet zum Bereitstellen einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle und ausgebildet zum automatisierten Ausrollen der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal,
- eine Klebwerkzeughalterung, ausgebildet zum automatisierten Auftragen eines Klebstoffs auf der

Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal;

– ein Leitsystem zum Führen der Werkzeughalterungen einzeln oder in Kombination über dem Formteil.

[0010] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass das automatisierte Einbringen von Strukturlegematten in ein Formteil eine Basis zum automatisierten Herstellen eines Vorformlings bietet. Die Erfindung hat darüber hinaus erkannt, dass ein automatisiertes Verfahren direkt am Formteil durchzuführen ist. Außerdem hat die Erfindung erkannt, dass eine Strukturlegematte, insbesondere in Anbetracht einer Eignung zum Herstellen eines Rotorblattes, in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle bereitzustellen ist.

[0011] Diesem Konzept folgend ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Strukturlegematte automatisiert ausgerollt wird und ein Klebstoff auf der Strukturlegematte in dem Formteil im Gelegeportal automatisiert aufgetragen wird. Das Konzept der Erfindung erweist sich als überlegen gegenüber bisher grundsätzlich bekannten Automatisierungsansätzen, da Transportwege zum Herstellen des Vorformlings praktisch entfallen, denn dieser kann praktisch vollständig in dem Gelegeportal als Halbzeug fertiggestellt werden.

[0012] Vielmehr folgt das Konzept der Erfindung dem Ansatz, eine Anzahl von geeignet beweglichen Werkzeugen, wenigstens aber eine Rollwerkzeughalterung und eine Klebewerkzeughalterung, vorzusehen, um das automatisierte Ausrollen der Strukturlegematte und das automatisierte Auftragen des Klebstoffs zu bewerkstelligen. Das Konzept lässt sich flexibel anwenden, je nach Bedarf auch unter Variation der Reihenfolge oder zeitgleicher Ausführung der Automatisierungsschritte. Außerdem zeigt sich, dass mit dem automatisierten Verfahren ein Qualitätsmanagement sowie eine Prozessoptimierung möglich ist. Insbesondere eignet sich das automatisierte Verfahren auch zur Einbindung in ein automatisiertes Magazinieren von zugeschnittenen StrukturLegematten in aufgerollter Form im Vorfeld zum Bereitstellen der Strukturlegematte.

[0013] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, das Konzept der Erfindung betreffend das Verfahren und die Vorrichtung mit weiteren Vorteilen weiterzubilden.

[0014] Bevorzugt lässt sich eine einzige StrukturLegematte in aufgerollter Form auf einer Gelegerolle zur Verfügung stellen. Es kann jedoch auch mehr als eine StrukturLegematte in aufgerollter Form jeweils eines Flächengebildes auf einer Gelegerolle bereitgestellt werden; dies reduziert den Aufwand zum

Austauschen der Gelegerollen bzw. Einbringen einer Gelegerolle mit StrukturLegematte und Ausbringen einer Gelegerolle ohne StrukturLegematte.

[0015] Vor dem automatisierten Ausrollen der StrukturLegematte bzw. nach einem ersten Teilausrollen der StrukturLegematte und vor einem vollständigen Ausrollen der StrukturLegematte hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass eine StrukturLegematte an dem Formteil fixiert wird. Dies erweist sich jedenfalls dann als vorteilhaft, wenn es sich um die erste StrukturLegematte handelt. Dadurch wird ein Verutschen der StrukturLegematte während des Ausrollvorgangs bis zum vollständigen Abwickeln des Flächengebildes von der Gelegerolle verhindert. So kann die StrukturLegematte positionsgenau in das Formteil eingelegt werden.

[0016] Im Rahmen einer besonders bevorzugten Weiterbildung wird die eingelegte StrukturLegematte gegen das Formteil und/oder gegen darunterliegende StrukturLegematten des teilfertiggestellten Vorformlings angedrückt. Das Andrücken der eingelegten StrukturLegematte kann vollflächig erfolgen oder je nach Bedarf auch nur in einer Teilfläche der StrukturLegematte. Insbesondere hat sich ein Andrücken einer Teilfläche, wie an einem Randbereich oder einem Überlappbereich verschiedener StrukturLegematten, als vorteilhaft erwiesen. Insbesondere umfasst die angedrückte Teilfläche der StrukturLegematte solche Teilflächen, auf die ein Klebstoff aufgetragen ist. Des automatisierte Verfahren ist auch anwendbar in Bereichen des Vorformlings, der bei einem Handlegeverfahren nur schwer zugänglich ist, das sind üblicherweise Bereiche starker Krümmung des Formteils außerhalb der horizontalen Bereiche, das heißt insbesondere Wandbereiche des Formteils. Hier kann das Andrücken jeder Art von Eindrücken oder dergleichen Druckausübung umfassen.

[0017] Das Bereitstellen einer StrukturLegematte umfasst insbesondere das Anbringen der Gelegerolle an einer Rollwerkzeughalterung des Gelegeportals. Des Auftragens eines Klebstoffs umfasst insbesondere das Einbringen des Klebstoffs in einen Klebstoffapplikator an einer Klebewerkzeughalterung des Gelegeportals.

[0018] Im Rahmen einer bevorzugten Weiterbildung wird eine erste StrukturLegematte an einer zweiten StrukturLegematte in dem Formteil unter Auftragen des Klebstoffs fixiert. Je nach Automatisierungsgrad kann das Auftragen des Klebstoffs bevorzugt in einem Überlappbereich oder Randbereich jeder StrukturLegematte erfolgen.

[0019] Insbesondere kann durch Wiederholen wenigstens der Schritte Abrollen und Auftragen für die Anzahl von Flächengebilden von StrukturLegematten der Vorformling fertiggestellt werden. Dabei las-

sen sich Arbeitswege effizient aneinanderreihen, abwechseln oder vorteilhaft kombinieren. So kann je nach Bedarf ein unidirektionales, bidirektionales oder multidirektionales Gelege mit einer Anzahl von Strukturgelegematten dargestellt werden.

[0020] Insbesondere hat es sich im Rahmen einer ersten Variante als vorteilhaft erwiesen, dass das Ausrollen und Auftragen, insbesondere auch Andrücken, gleichzeitig in einem einzigen Arbeitsweg erfolgt. Des Gelegeportal weist dazu bevorzugt wenigstens eine Rollwerkzeughalterung und eine Klebewerkzeughalterung, vorzugsweise auch eine Andruckwerkzeughalterung, auf.

[0021] In einer zweiten Variante kann das Ausrollen und Auftragen, insbesondere auch Andrücken, in zwei Arbeitswegen erfolgen, insbesondere in einem Hin- und Her-Bewegen einer Werkzeughalterung. Dazu kann vorgesehen sein, dass nur eine einzige Werkzeughalterung am Gelegeportal vorgesehen ist, die aber unterschiedliche Werkzeuge, wie beispielsweise auswechselbare Rollwerkzeuge, Andruckwerkzeuge und/oder Klebewerkzeuge, aufweist. Da ein Klebewerkzeug grundsätzlich nur mit höherem Aufwand auswechselbar ist, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass wenigstens zusätzlich zu einer Klebewerkzeughalterung eine weitere Werkzeughalterung, insbesondere eine Rollwerkzeughalterung und/oder eine Andruckwerkzeughalterung oder aber eine Werkzeughalterung mit einem auswechselbaren Rollwerkzeug und Andruckwerkzeug, vorgesehen ist.

[0022] Im Rahmen einer ersten bevorzugten Ausführungsform kann beispielsweise in einer Hin- und Her-Abfolge von Arbeitswegen entlang einer Achse des Vorformlings für das Rotorblatt ein Auftragen eines Klebstoffs unmittelbar vor einem Ausrollen einer Strukturgelegematte erfolgen. Alternativ kann ein Auftragen eines Klebstoffs auch zusätzlich oder alternativ unmittelbar nach Andrücken einer Strukturgelegematte erfolgen.

[0023] In einer gegebenenfalls auch in Frage kommenden Ausführungsform kann ein Arbeitsweg nur unidirektional ausgeführt werden und sich mit einem Leerweg abwechseln. So kann immer in der gleichen Richtung unmittelbar nach einem Ausrollen einer Strukturgelegematte ein Klebstoff aufgetragen werden. In einer Alternative kann das Auftragen eines Klebstoffs auch unmittelbar vor dem Ausrollen einer Strukturgelegematte erfolgen. In der ersten Alternative hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass zusätzlich oder alternativ das Auftragen von Klebstoff unmittelbar nach Andrücken erfolgt. In der zweiten Alternative hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass zusätzlich oder alternativ das Auftragen eines Klebstoffs unmittelbar vor Andrücken der Strukturgelegematte erfolgt.

[0024] Als Andruckwerkzeug hat sich eine Andruckrolle, Walze, Fühler oder dergleichen als vorteilhaft erwiesen. Als Klebewerkzeug hat sich insbesondere ein Fassschmelzer für Klebstoff mit Heißleim oder dergleichen als vorteilhaft erwiesen.

[0025] Das Leitsystem ist bevorzugt in Form eines Gestänges mit einer Fahrschiene gebildet; die Fahrschiene ist vorteilhaft einer äußeren Form des Formteils angepasst.

[0026] Im Rahmen einer besonders bevorzugten Weiterbildung weist das Verfahren weiter den Schritt auf: Bereitstellen einer virtuellen Darstellung des Vorformlings. Unter Nutzung der virtuellen Darstellung kann ein Werkzeug an einer Werkzeughalterung in einem darauf abgestimmten Bewegungsmuster bewegt werden. Insbesondere hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass die Rollwerkzeughalterung zum Ausrollen der Strukturgelegematte automatisiert nach einer der virtuellen Darstellung zugeordneten und darauf abgestimmten Bewegungsmuster erfolgt. Zusätzlich oder alternativ hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass eine Klebewerkzeughalterung zum Auftragen des Klebstoffs nach einem einer virtuellen Darstellung zugeordneten und darauf abgestimmten Bewegungsmuster erfolgt.

[0027] So lassen sich Ausrollvorgänge effizient aneinanderreihen und zeitlich optimieren sowie Andruck- und Klebeschritte hinsichtlich Andruckkraft und Klebeapplikation, wie Temperatur, Klebermenge oder dergleichen, optimieren. Insgesamt kann das automatisierte Verfahren damit Individuell angepasst auf die virtuelle Darstellung des Vorformlings variiert werden und in einem Qualitätsmanagement optimiert werden.

[0028] Im Rahmen einer weiteren besonders bevorzugten Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Verfahren zum Herstellen des Rotorblattes eingebunden ist in ein automatisiertes Lager- und Produktionsverfahren. Bevorzugt ist vorgesehen, dass Gelegerollen automatisiert magaziniert und einem Magazin entnommen werden. Dazu hat es sich als vorteilhaft erwiesen, dass jede Gelegerolle mit einem kontaktlos auslesbaren Identifikations- und/oder Sicherheitsmerkmal versehen ist. Insbesondere eignet sich ein als RFID-Element bekanntes Identifikations- und/oder Sicherheitsmerkmal.

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus den Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Die Zeichnung zeigt in:

[0030] Fig. 1 ein Ablaufschema für eine bevorzugte Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens;

[0031] Fig. 2 eine Ausführungsform eines Gelegeportals mit einer Rollwerkzeughalterung und einer Klebewerkzeughalterung in einer ersten Arbeitsstellung;

[0032] Fig. 3 das Gelegeportal der Fig. 2 mit einer Rollwerkzeughalterung, die auch als Andruckwerkzeughalterung verwendbar ist unter Austausch des Rollwerkzeugs durch ein Andruckwerkzeug – hier mit einem Andruckwerkzeug in Form von drei Rollen in einer zweiten Arbeitsstellung des Gelegeportals.

[0033] Fig. 1 zeigt schematisch ein Beispiel für einen bevorzugten Ablauf einer Ausführungsform eines Herstellungsverfahrens für einen Vorformling für ein Rotorblatt. In Ansicht (A) ist dazu der Kernprozess zum Herstellen des Vorformlings als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten dargestellt. In Ansicht (B) ist dargestellt, dass der vorgenannte Kernprozess eingebunden werden kann in einen bevorzugten automatisierten Ablauf einer Lagerhaltung bzw. Magazinierung unter Kennzeichnung der zugeschnittenen Strukturgelegematten. In Ansicht (C) ist dargestellt, wie der vorgenannte Kernprozess zur Darstellung des Vorformlings weitergeführt werden kann bei einer anschließenden Vakuuminfusion zur Tränkung des Vorformlings mit einem Harz.

[0034] Zunächst beziehungsweise auf Ansicht (A) der Fig. 1 wird in einem ersten Verfahrensabschnitt, ausgehend von einem Startpunkt K1, in einem ersten Verfahrensschritt S1 eine Einlagerung einer Vielzahl von zugeschnittenen Flächengebilden von Strukturgelegematten vorgenommen. Die Einlagerung kann derart erfolgen, dass eine einzelne Strukturgelegematte auf einer einzelnen Gelegerolle aufgerollt ist. Die Einlagerung kann auch derart erfolgen, dass eine Anzahl von Strukturgelegematten in aufgerollter Form auf einer Gelegerolle aufgerollt ist; dies mit bekannter Reihenfolge. Im Schritt S1 erfolgt das Identifizieren, gegebenenfalls mit einem Sicherheitsmerkmal versehene Entschlüsseln und Identifizieren, einer zu verwendenden Gelegerolle und das Auslagern derselben aus einem Magazin. In einem Schritt S2 wird die ausgelagerte Gelegerolle mit dem Flächengebilde einer Strukturgelegematte an einer Rollwerkzeughalterung zum Ausrollen der Strukturgelegematte des Gelegeportals befestigt.

[0035] In einem parallel verlaufenden zweiten Verfahrensabschnitt I, ausgehend von einem Anschlusspunkt K2, ein Formteil für den Vorformling in einem Gelegeportal zur Verfügung gestellt. Dazu wird in einem ersten Verfahrensschritt SII1 das Formteil als Negativform an einer geeigneten Aufnahme des Gelegeportals befestigt. In einem zweiten Schritt SII2

wird zu dem Formteil eine virtuelle Darstellung in Form eines CAD-Modells oder dergleichen Datenstruktur die Abmaße des Vorformlings zur Verfügung gestellt. Die virtuelle Darstellung des Vorformlings umfasst insbesondere Position, Abmaße sowie Grenz- und Überlappbereiche der zur Darstellung des Vorformlings zu verwendenden Flächengebilden von Strukturgelegematten. Ein entsprechendes Linienmodell der vorgenannten Randüberlapp- oder Grenzbereiche kann als Vorlage für ein Bewegungsmuster dienen, das auf das vorgenannte Linienmodell abgestimmt ist, um in einem späteren Verfahrensschritt die Positionierung und Abrollbewegung einer Rollenwerkzeughalterung sowie die Positionierung und Dosierung für eine Klebewerkzeughalterung vorzugeben. Auch kann das vorgenannte Linienmodell als Vorlage für ein darauf abgestimmtes Bewegungsmuster für eine Andruckwerkzeughalterung dienen, mit entsprechender Positionierung für das Andruckwerkzeug und Druckwerte an den Positionen.

[0036] In einem dritten Verfahrensabschnitt III erfolgt das automatisierte Ausrollen der Strukturgelegematte in einem Schritt SIII1 am Gelegeportal. Am Gelegeportal erfolgt auch ein automatisiertes Andrücken der Strukturgelegematte an das Formteil oder an benachbarte oder darunterliegende Strukturgelegematten in einem Schritt SIII2. Im dritten Abschnitt III des Verfahrensablaufs erfolgt weiterhin im Schritt SIII3 das automatisierte Auftragen eines Klebstoffs auf der ausgerollten Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal. In einem Schritt SIII4 kann die Gelegerolle als leere Gelegerolle der Rollwerkzeughalterung des Gelegeportals wieder entnommen werden, nachdem die eine oder die Anzahl von Strukturgelegematten ausgerollt wurden. Die Schritte SIII1, SIII2, SIII3, SIII4 können in einer Schleife SIII0 mehrfach wiederholt werden, nämlich so lange, bis alle zur Darstellung des Vorformlings benötigten Strukturgelegematten ausgerollt, mit Klebstoff beauftragt und aneinander angedrückt sind. Ist der Vorformling fertiggestellt, kann in einem Knotenpunkt K3 der Vorformling für eine Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden.

[0037] Des im Schritt SIII1 angezeigte automatisierte Ausrollen der Strukturgelegematte erfolgt regelmäßig unter Abrollen SIII11 der Gelegerolle über dem Formteil, während diese in der Rollwerkzeughalterung des Gelegeportals drehbar befestigt ist. Die Rollwerkzeughalterung kann zum Abwickeln in SIII12 eine entsprechende laterale Vorschubgeschwindigkeit über dem Formteil vorgeben als auch eine darauf abgestimmte Abrolldrehgeschwindigkeit der Gelegerolle über dem Formteil. Ist das Flächengebilde auf der Gelegerolle zu einem ersten Teil in SIII12a abgerollt derart, dass es mit einem Anfangsstück am Formteil an der entsprechenden Position zu liegen kommt, kann dieses Anfangsstück am Formteil und/

oder an einem benachbarten angrenzenden oder überlappenden Flächengebilde einer bereits ausgelegten Strukturgelegematte in SIII12 fixiert werden. Anschließend kann dann unter weiterem Abrollen der Gelegerolle das Flächengebilde von der Gelegerolle in SIII12b vollständig abgewickelt werden und dabei gleichzeitig in das Formteil im Gelegeportal in SIII12c eingelegt werden. In SIII13 löst sich die leere Gelegerolle von dem eingelegten Flächengebilde.

[0038] Einem Knotenpunkt K2 vorgelagert ist vorliegend die in **Fig. 1B** dargestellte automatisierte und identifizierte Einlagerung der Flächengebilde von Strukturgelegematten in aufgerollter Form auf eine Vielzahl von Gelegerollen. Dazu ist in einem vorgelagerten Verfahrensabschnitt 0, ausgehend von einem Knotenpunkt K0, jede Gelegerolle mit einem Identifizierungs- und/oder Sicherheitsmerkmal – hier in Form eines RFID-Elements – gekennzeichnet. Dadurch ist das Identifizierungs- und/oder Sicherheitsmerkmal kontaktlos abrufbar und an der Gelegerolle appliziert in einem Schritt S01. In einem Schritt S02 wird die so gekennzeichnete und wieder identifizierbare Gelegerolle eingelagert. Das automatisierte Magazinieren endet am Knotenpunkt K1, an den sich der vorgenannte erste Verfahrensabschnitt I des Kernprozesses anschließen kann.

[0039] Nach Abschluss des Kernprozesses kann am vorgenannten Knotenpunkt K3 der Vorformling zur Weiterverarbeitung, nämlich insbesondere für eine anschließende Vakuuminfusion, zur Tränkung des Vorformlings mit Harz oder einem anderen geeigneten Polymer, wie etwa elastomere Thermoplaste oder dergleichen, zur Darstellung der Matrix für die Strukturgelegematten weiterverarbeitet werden. Dazu wird in einem vierten Verfahrensabschnitt IV in einem Schritt SIV1 der Vorformling in eine Vakuumbehandlungsvorrichtung eingebracht und mit dem Matrixwerkstoff getränkt oder anderweitig imprägniert. In einem weiteren Verfahrensschritt SIV2 kann dann nach Auswertung von geeigneter Endbehandlung des Vorformlings eine Anzahl von Vorformlingen zu einem Rotorblatt assembliert werden. Das Verfahren zur strukturellen Herstellung eines Rotorblatts endet damit zunächst am Knotenpunkt K4.

[0040] Danach werden weitere Maßnahmen an der Struktur des Rotorblatts vorgenommen, etwa die Anbringung von Rotorblattanschlüssen, Blitzableitern, Anstrichen oder sonstigem Finish des Rotorblatts.

[0041] Zur Veranschaulichung insbesondere der vorgenannten Verfahrensschritte SIII1, SIII2 und SIII13 wird im Folgenden in Bezug auf **Fig. 2** und **Fig. 3** ein bevorzugtes Gelegeportal im Rahmen einer Ausführungsform beschrieben mit einer beispielhaft ausgeführten Rollwerkzeughalterung, Klebewerkzeughalterung und Andruckwerkzeughalterung.

[0042] Dazu zeigt **Fig. 2** das Gelegeportal **100** mit einer hier als Gerüstkonstruktion ausgeführten Aufnahme **10** zum Bereitstellen eines Formteils **200** für einen Vorformling sowie einer Rollwerkzeughalterung **20** und einer Klebewerkzeughalterung **30**. **Fig. 3** ist außerdem eine Andruckwerkzeughalterung **40** zu entnehmen. Die Rollwerkzeughalterung **20** wird in Kombination mit der Klebewerkzeughalterung **30** und anschließend die Andruckwerkzeughalterung in Kombination mit der Klebewerkzeughalterung **30** verwendet. Im vorliegenden Fall einer Ausführungsform ist die Rollwerkzeughalterung und die Andruckwerkzeughalterung als eine Brücke gebildet, die zusammen mit einer ebenfalls leicht abgewandelt ausgebildeten Brücke für die Klebewerkzeughalterung **30** an einem schienenartig an das Formteil angepasstes Schienensystem **50** über das Formteil **200** hin- und hergefahren werden kann. Ein Rollwerkzeug **21** bzw. ein Andruckwerkzeug **41** kann an der Brücke jeweils zur Bildung der Rollwerkzeughalterung **20** bzw. der Andruckwerkzeughalterung auswechselbar angebracht werden.

[0043] Außerdem weist das Gelegeportal einen ebenfalls gerüstartig ausgebildeten Laufsteg **300** auf, der eine Anzahl von Plattformen **310** und Stufen **320** aufweist, um in geeigneter Weise einem Höhenverlauf des Vorformlings bzw. des Formteils angepasst zu werden. Auf dem Steg **300** besteht genügend Bewegungs- und Bearbeitungsraum für Bedienpersonal **400**, das den automatisierten Prozess unterstützen, beobachten und gegebenenfalls fernsteuern kann bzw. auch manuell eingreifen kann für den Fall, dass die Beobachtung des automatisierten Prozesses dies als notwendig ergibt.

[0044] Das Formteil **200** in der hier gezeigten Ausführungsform stellt erkennbar die Negativform eines Rotorblattes, ausgehend von einem Rotorblatt-Anschlussbereich **201**, bis etwa ein Drittel der Länge des Rotorblattes dar.

[0045] Das hier gezeigte Gelegeportal **1000** mit dem gerüstartig aufgebauten Werkzeugteil **100**, umfassend die Werkzeughalterungen **20**, **30**, **40** sowie das Leitsystem **50**, weist außer dem eine symbolisch dargestellte Steuerung **500** auf, die über entsprechende Steueranschlüsse und diesen zugeordneten Steuerleitungen **510**, **520**, **530**, **540** ausgebildet ist, die Werkzeughalterungen und das Leitsystem in den programmierten Bewegungsvorgaben zu steuern und/oder zu regeln. Dazu ist in der Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung **500** ein Datenmodell zur virtuellen Darstellung **501** des Vorformlings hinterlegt als auch ein darauf abgestimmtes Linien- und/oder Kantenmodell zur Darstellung von Nähten, Überlappbereichen, Grenzbereichen oder sonstigen zur Anbringung von Klebelinien und -flächen geeignetes Strukturmodell. Ein solches Strukturmodell kann als Basis für ein darauf abgestimmtes und in der Ein-

richtung **500** hinterlegtes Bewegungsmuster **503** dienen, welches die Grundlage für die auf die Regel- und Steuerleitungen **510**, **520**, **530**, **540** ausgegebenen Bewegungssignale dient. Dies ist in **Fig. 2** und **Fig. 3** durch entsprechende Datenflusslinien **504** zu den Steuer- und Regelleitungen **510**, **520**, **530**, **540** dargestellt.

[0046] Das Konzept des vorliegend aus **Fig. 2** und **Fig. 3** erkennbaren Bewegungsablaufs besteht bei dieser Ausführungsform darin, ausgehend von einer Schmalseite des Formteils **200**, hier die Nabenseite des Rotorblatts **201**, gleichzeitig in einem ersten Arbeitsweg – hier als Hinweg bezeichnet – über die Rollwerkzeughalterung der Werkzeuganordnung **100** eine Strukturgelegematte einzulegen und im gleichen Arbeitsweg Klebstoff über die Klebwerkzeughalterung **30** auf der Strukturgelegematte an geeigneten Klebestellen – zum Beispiel folgend den Naht-, Grenz- oder Überlappbereichen gemäß dem Strukturmodell **502** – anzubringen. Die Hin-Bewegung des ersten Arbeitswegs ist vorliegend als AW1 in **Fig. 2** angezeigt. Ein zweiter Arbeitsweg AW2 – hier als Rückweg oder Herbewegung – ist in **Fig. 3** gezeigt. Während der erste Arbeitsweg vom Nebenbereich **201** zum Endbereich **202** des Vorformlings bzw. des Formteils **200** verläuft, verläuft der zweite Arbeitsweg AW2 vom Endbereich **202** des Formteils zum Nebenbereich **201** des Rotorblatts. Beim zweiten Arbeitsweg AW2 wird, wie in **Fig. 3** dargestellt, optional nochmals Klebstoff auf der inzwischen eingelegten Strukturgelegematte aufgetragen und die Strukturgelegematte mit einem nachfolgenden Andruckwerkzeughalterung angedrückt.

[0047] Es ist zu verstehen, dass die hier beschriebene Hin- und Herbewegung mit dem angezeigten ersten und zweiten Arbeitsweg AW1, AW2 als gegenläufige Arbeitswege beispielhaft aufgeführt sind. Ebenso ist das Auswechseln des Rollwerkzeugs der Rollwerkzeughalterung **20** durch ein Andruckwerkzeug der Andruckwerkzeughalterung **40** im Endbereich **202** des Formteils zur Einleitung der Herbewegung beispielhaft gemeint. Ebenso kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Werkzeughalterungen **20**, **30**, **40** nebeneinander angebracht in dieser Reihenfolge in einem unidirektionalen ersten Arbeitsweg AW1 eine Strukturgelegematte einlegen, mit Klebstoff beauftragen und andrücken. Auch kann in einer abgewandelten Ausführungsform jeder Arbeitsweg nur unidirektional vorgenommen und nur unter Einlegen oder Andrücken der Strukturgelegematte. Beide Möglichkeiten einer Ausführungsform können zur Darstellung eines Vorformlings kombiniert werden und je nach Bedarf eingesetzt werden in Bezug auf die individuellen Erfordernisse zur Anbringung einer Strukturgelegematte innerhalb des Vorformlings. Gewisse Strukturgelegematten können beispielsweise mittels einer Hin- und Herbewegung eingelegt werden, andere vielleicht nur durch einen

unidirektionalen Arbeitsweg. Letztlich ist die Art der Organisation von Arbeitswegen sowie entsprechenden Bewegungsmuster für dieses Werkzeugsystem **100** dem abgestimmten Bewegungsmuster **503** vorbehalten, das die individuellen Bedürfnisse des Vorformlings aufgrund des Datenmodells **501** bzw. des Strukturmodells **502** für die Strukturgelegematten berücksichtigt.

[0048] Vorliegend weist die Werkzeughalterung **20** ein Rollwerkzeug **21** auf, derart, dass eine Gelegerrolle **22** drehbar mit geeigneter, durch das Bewegungsmuster vorgegebener Abrollgeschwindigkeit gedreht bzw. am Leitsystem vorgeschoben werden kann. Auch sind in dem Bewegungsmuster **503** Start- und Stoppbewegungen zum Fixieren im Rahmen der Detailvorgänge zum Schritt SIII1 vorgegeben.

[0049] Darauf abgestimmt ist der Vortrieb der Klebwerkzeughalterung **30**, die einen Klebstoffapplikator **31**, vorliegend in Form eines Fassklebesystems zur Aufbringung von Klebstoff in Form von Heißleim, trägt. Der Klebstoff kann über ein Leitungssystem **32** mit vorliegend zwei Auftragsarmen **32.1**, **32.2** auf eine Strukturgelegematte an den durch das Bewegungsmuster **503** vorgegebenen Klebebereichen aufgebracht werden. Es eignen sich Heißschmelzklebstoffe auf PUR-Basis. Es eignet sich insbesondere auch jede andere Epoxy-Harz-Formulierung eines Klebstoffs, insbesondere wenn dieser frei von Ausheilungsagenzien oder Lösungsmitteln ist. Die Applikation des Klebstoffs erfolgt durch Aufsprühen oder Auffließen bei einer erhöhten Temperatur von regelmäßig oberhalb von 100°, während die Strukturgelegematten eine Temperatur üblicher Weise nicht oberhalb von 40° haben, also beispielsweise bei Raumtemperatur mit einer Klebstofftemperatur von etwa 115°C. Der Fassschmelzer des Klebstoffapplikators **31** kann in unterschiedlicher Ausführungsform und Abwandlung zur Verfügung gestellt werden. Es eignet sich auch ein aufgedoppeltes Fassschmelzersystem von wenigstens zwei Fassschmelzern, um einen kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten, wenn einer der Fassschmelzer entleert ist. Bevorzugte Klebstoffe sind, wie gesagt, reaktive Klebstoffe, wie PUR. Es zeigt sich, dass jedoch auch andere Klebstoffe geeignet sind. Der Klebstoffapplikator **31** weist in der hier dargestellten Ausführungsform eine Fassaufnahme **31.1** mit einem geeigneten Dosiersystem zur Bedienung des Leitungssystems **32** auf, beispielsweise einer geeigneten Druckkontrolle und Drehstrommotorik zur Dosiertätigkeit von Pumpen. Außerdem weist der Klebstoffapplikator eine geeignete Robotik **31.2** zur Positionierung und Handhabung der Komponenten als auch ein Steuer- und Bedienterminal **31.3** auf, das zudem die Stromversorgung und sonstige Bedien- und Logistik sowie Monitorvorgänge für den Klebstoffapplikator **31** sicherstellt. Die Bedienaktivitäten und Maschinenkonditionen lassen sich über **31.3**

auch fernsteuern, ohne dass Bedienpersonal **400** direkt am Klebstoffapplikator **31** stehen müsste.

[0050] Fig. 3 zeigt eine automatisierte Bearbeitungssituation des Vorformlings nach eingelegter Strukturgelegematte in einem zweiten Arbeitsweg AW2. Der Arbeitsvorgang sieht ein nochmaliges Aufbringen von Klebstoff mit dem Klebstoffapplikator **31** an der Klebstoffwerkzeughalterung **30** vor. Dies ist jedoch nicht zwingend, jedoch gleichwohl optional, wenn zum Beispiel das Bedienpersonal **400** feststellt, dass beim ersten Arbeitsweg AW1 nicht ausreichend Klebstoff angebracht wurde; dies könnte im zweiten Arbeitsweg AW2 nachgeholt werden und nachfolgend anschließend über die Andruckwerkzeughalterung **40** die zuvor eingelegte Strukturgelegematte angedrückt werden an das Formteil **200** oder zuvor eingelegte angrenzende oder überlappende Strukturgelegematten. Eine erste, noch teilweise aufgerollte Strukturgelegematte **1** ist in Fig. 2 symbolisch gezeigt. Die teilweise abgewickelte und teilweise eingelegte Strukturgelegematte ist als **2** in Fig. 2 gezeigt, und die vollständig eingelegte und nun angedrückte Strukturgelegematte ist in Fig. 3 als **3** gezeigt.

[0051] Das Andruckwerkzeug **41** weist vorliegend eine Anzahl von drei Andruckrollen **41.1**, **41.2**, **41.3** auf, die jeweils an einem Arm **42.1**, **42.2**, **42.3** eines Haltesystems **42** drehbar gehalten sind. Des Armsystems bzw. jeder der Arme **42.1**, **42.2**, **42.3** weist auch entsprechende Aktuatoren auf, welche eine Andruckkraft der Rollen **41.1**, **41.2**, **41.3** auf die Strukturgelegematte **3** sowie gegebenenfalls andere Bereiche des Vorformlings in der Form **200** gemäß dem Bewegungsmuster **503** umsetzen.

[0052] Insbesondere im Bereich von Krümmungen des Formteils bzw. des Vorformlings wird von oben oder hier von der Seite, nämlich insbesondere durch Andruckrollen **41.1**, **41.3**, des Strukturlege des teilweise fertiggestellten Vorformlings in die Krümmung, zum Beispiel die seitliche Wandkrümmung **204** bzw. **206**, des Formteils hineingedrückt, um das Strukturlege der Kontur des Formteils **200** optimal anzupassen. Dies gilt grundsätzlich auch für den weitgehend horizontal orientierten Bereich **205** des Formteils **200**. Hier zeigt sich ein erheblicher Vorteil des automatisierten Verfahrens gegenüber manueller Ausführung eines Handgeleges. Zum einen ist es nicht mehr erforderlich, dass Bedienpersonal **400** auf dem Strukturlege gehen oder kriechen muss; eine unvorteilhafte Druckausübung oder punktuelle Druckausübung ist damit vermieden. Außerdem sind stark gekrümmte oder hohe Bereiche, wie die Bereiche **204**, **206**, in Formteil **200** nunmehr mit gleicher Qualität bearbeitbar wie ein weitgehend horizontaler Teil **205** des Formteils **200**; durch unterschiedliche Krümmung oder Orientierung vorgegebene Erreichbarkeitsunterschiede haben damit keinen Einfluss mehr auf die optimale Ausführung des Struktur-

geleges; letztere wird nämlich vor allem durch Klebstoffauftrag und Andruckbedingungen beeinflusst.

[0053] Im Ergebnis hat die Einrichtung unter Einbindung eines CAD-Systems sowie Vorgabe des Bewegungsmusters **503** und des Strukturmodells **502** auf Grundlage eines CAD-Datenmodells **501** ganz erhebliche Vorteile bei Ausbau des Qualitätsmanagements und individueller Handhabung jedes einzelnen Vorformlings bzw. Formteils **200**. Des Strukturlege mit einer Anzahl von Flächengebilden der Strukturgelegematten kann somit in optimierter Weise an die Kontur des Vorformlings bzw. des Formteils **200** angepasst werden aufgrund der vorliegend bevorzugt beschriebenen Verfahrensautomatisierung und konstruktiven Vorgabe des Gelegeportals **1000**. Außerdem zeigt sich, dass die hier beschriebene Ausführungsform besonders gut in einen größeren automatisierten Ein- und Auslagerprozess sowie eine insgesamt automatisierte Rotorblatffertigung eingebunden werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Rotorblattes, bei dem ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten hergestellt wird, vorzugsweise zur Verwendung bei einer anschließenden Vakuum-Infusion, mit folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Formteils für den Vorformling in einem Gelegeportal;
- Bereitstellen einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle;
- automatisiertes Ausrollen der Strukturgelegematte;
- automatisiertes Auftragen eines Klebstoffes oder dergleichen Adhäsionsmittels auf der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das automatisierte Ausrollen

- unter Abrollen der Gelegerolle über dem Formteil,
- unter Abwickeln des Flächengebildes von der Gelegerolle und
- unter gleichzeitigem Einlegen der Strukturgelegematte in das Formteil im Gelegeportal erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen mit mehr als einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form jeweils eines Flächengebildes auf einer Gelegerolle erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiter aufweisend den Schritt:

Fixieren wenigstens einer Strukturgelegematte an dem Formteil, insbesondere nach einem ersten Teilausrollen und vor einem vollständigen Ausrollen.

5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiter aufweisend den Schritt:

Andrücken der eingelegten Strukturgelegematte gegen das Formteil, insbesondere einer Vollfläche oder einer Teilfläche der Strukturgelegematte, wie einer Teilfläche in einem Randbereich, einem Überlappbereich, einem Anstossbereich oder einem sonstigen zur Nahtbildung zwischen der Strukturgelegematte und einer weiteren Strukturgelegematte vorgesehenen Bereich.

6. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Andrücken eine Druckausübung umfasst, die geeignet ist zum z. B. Eindrücken oder Festdrücken einer Strukturgelegematte, insbesondere eine Druckausübung wenigstens in einem außerhorizontalen Krümmungsbereich des Formteils umfasst.

7. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bereitstellen einer Strukturgelegematte umfasst:

Anbringen der Gelegerolle an einer Rollwerkzeughalterung des Gelegeportals.

8. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auftragen eines Klebstoffes umfasst:

Einbringen des Klebstoffs in einen Klebstoffapplikator an einer Klebwerkzeughalterung des Gelegeportals.

9. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiter aufweisend den Schritt:

Fixieren einer ersten Strukturgelegematte an einer zweiten Strukturgelegematte in dem Formteil unter Auftragen des Klebstoffes.

10. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Wiederholen wenigstens der Schritte Ausrollen und Auftragen für die Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten, insbesondere zur Bildung eines unidirektionalen, bidirektionalen oder multidirektionalen Geleges mit einer Anzahl von Strukturgelegematten.

11. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ausrollen und Auftragen, insbesondere auch Andrücken, gleichzeitig in einem Arbeitsweg erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ausrollen und Auftragen, insbesondere auch Andrücken, in zwei Arbeitswegen erfolgt, insbesondere in einem Hin- und Herbewegen einer Werkzeughalterung.

13. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das automatisierte Ausrollen der Strukturgelegematte in ei-

nem Arbeitsweg ausgehend von einer Schmalseite eines Formteils erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiter aufweisend den Schritt:

Bereitstellen einer virtuellen Darstellung des Vorformlings und automatisiertes Bewegen einer Rollwerkzeughalterung zum Ausrollen der Strukturgelegematte und/oder automatisiertes Bewegen einer Klebwerkzeughalterung zum Auftragen des Klebstoffes nach einem der virtuellen Darstellung zugeordneten und darauf abgestimmten Bewegungsmuster.

15. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiter aufweisend den Schritt:

automatisiertes Magazinieren und Entnehmen von Gelegerollen mit einem kontaktlos auslesbarem Identifikations- und/oder Sicherheitsmerkmal, insbesondere in Form eines RFID-Elements.

16. Vorrichtung zum Herstellen von Vorformlingen zum Herstellen eines Rotorblattes, mittels der ein Vorformling als textiles Halbzeug aus einer Anzahl von Flächengebilden von Strukturgelegematten herstellbar ist, vorzugsweise zur Verwendung bei einer anschließenden Vakuum-Infusion, mit einem Gelegeportal aufweisend:

- eine Aufnahme zum Bereitstellen eines Formteils für den Vorformling in dem Gelegeportal;
- eine Rollwerkzeughalterung ausgebildet zum Bereitstellen einer Strukturgelegematte in aufgerollter Form des Flächengebildes auf einer Gelegerolle und ausgebildet zum automatisierten Ausrollen der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal;
- eine Klebwerkzeughalterung ausgebildet zum automatisierten Auftragen eines Klebstoffes auf der Strukturgelegematte in dem Formteil im Gelegeportal.
- ein Leitsystem zum Führen der Werkzeughalterungen einzeln oder in Kombination über dem Formteil.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16 weiter aufweisend eine Andruckwerkzeughalterung zum Andrücken der eingelegten Strukturgelegematte gegen das Formteil.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rollwerkzeughalterung und/oder Andruckwerkzeughalterung einerseits und Klebwerkzeughalterung nebeneinander, insbesondere parallel, ausgerichtet sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, gekennzeichnet durch eine einzelne Werkzeughalterung in Form von Brücke, Arm, Kran oder dergleichen für wenigstens ein Werkzeug oder eine Anzahl von separaten Werkzeughalterungen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, gekennzeichnet durch eine Werkzeughalterung mit auswechselbarem Werkzeug, nämlich einem auswechselbaren Rollwerkzeug, insbesondere Gelegerolle, und/oder einem auswechselbaren Andruckwerkzeug, insbesondere Andruckrolle, Walze, Fühler oder dergleichen und/oder einem auswechselbaren Klebewerkzeug angeschlossen an einem Klebstoffapplikator.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Andruckwerkzeughalterung wenigstens einen Arm für ein Andruckwerkzeug wie eine Andruck-Rolle, -Walze, -Fühler oder dergleichen aufweist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klebewerkzeughalterung mit einem Klebstoffapplikator, insbesondere einem Fassschmelzer für Klebstoff wie Heißleim oder dergleichen, ausgebildet ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Leitsystem in Form eines Gestänges mit einer Fahrschiene gebildet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, gekennzeichnet durch eine Plattform für ein Bedienpersonal, insbesondere einer umlaufenden Plattform, insbesondere Bedienpersonal zum Gelegerollenwechsel, Fixieren, Monitoren.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

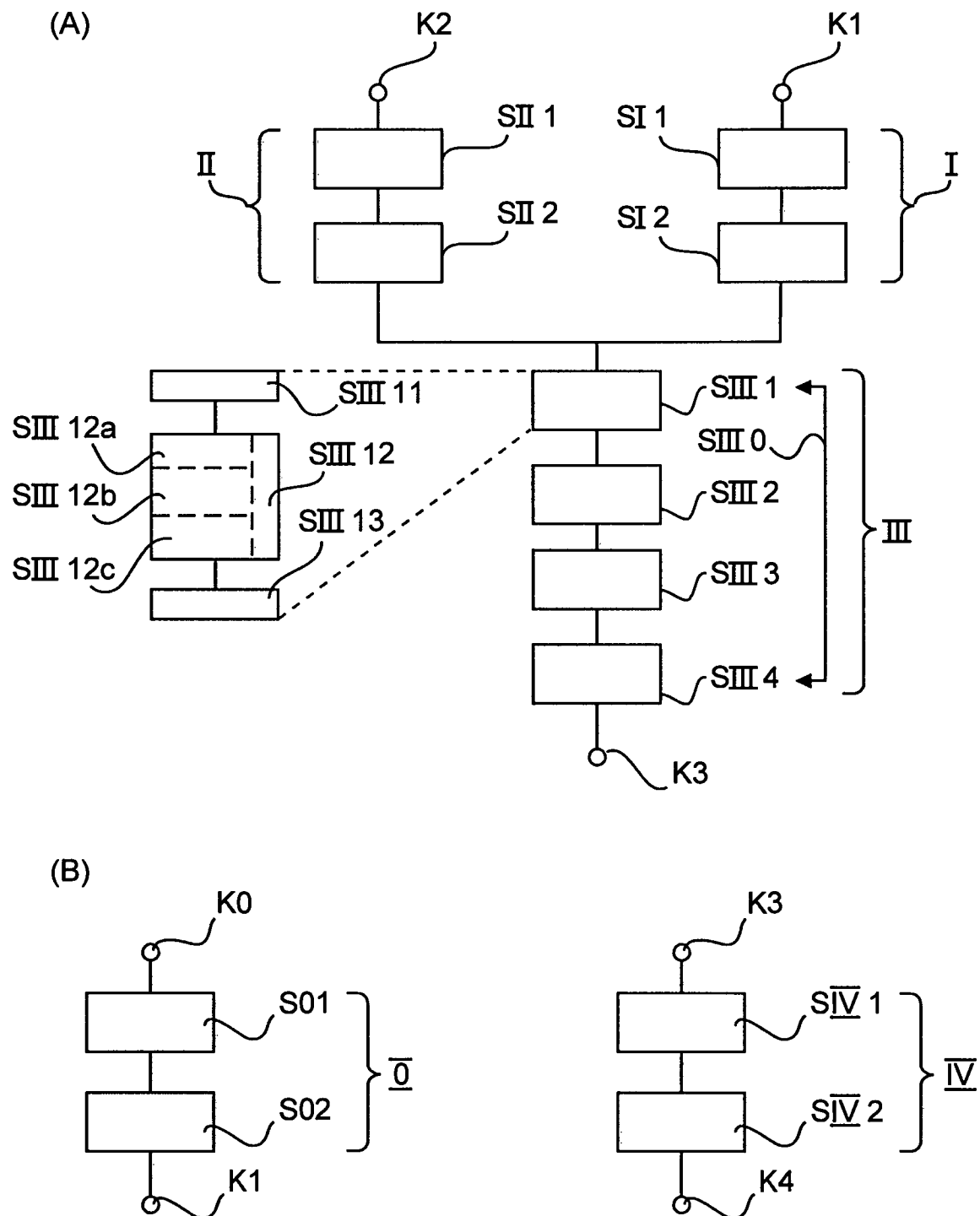


Fig. 1

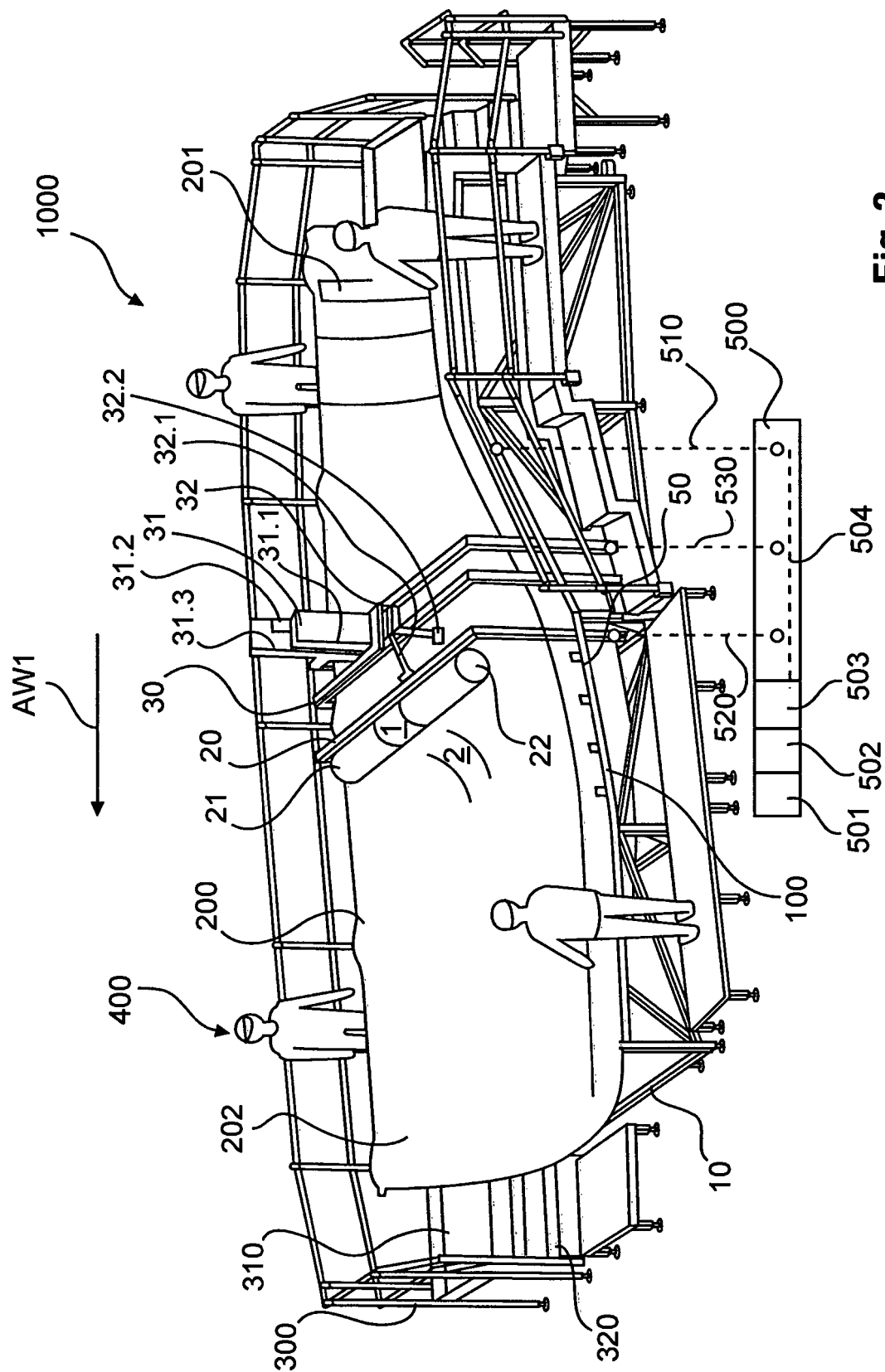


Fig. 2

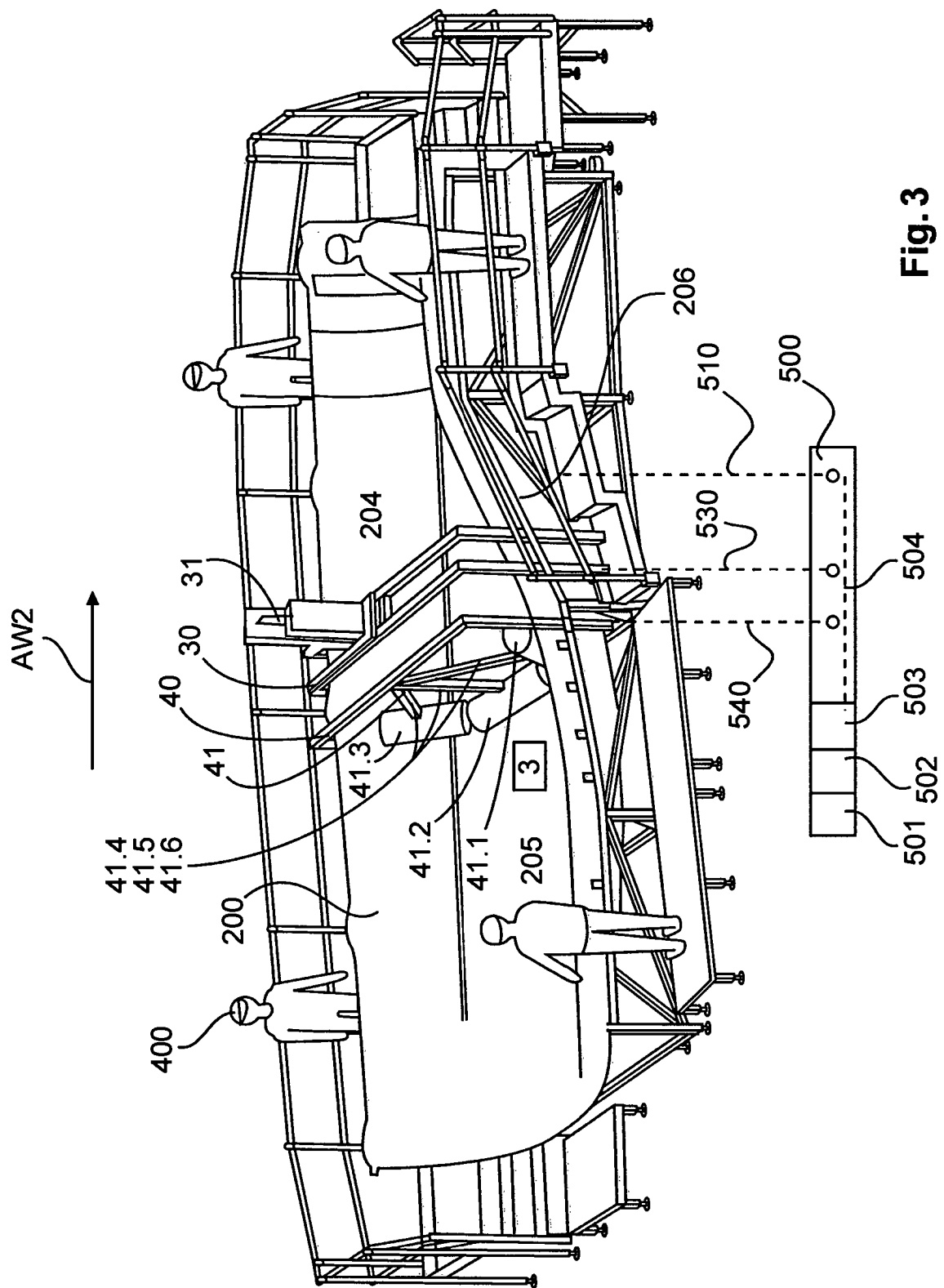


Fig. 3