
Verfahren zur Fertigung eines Rotorblattes

Diese Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Rotorblattes einer Windenergieanlage sowie eine Produktionseinrichtung zum Herstellen eines Rotorblattes einer Windenergieanlage.

- 5 Es ist bekannt, das Rotorblätter einer Windenergieanlage aus verschiedenen Elementen, bzw. Halbzeugen besteht. Diese können zum Beispiel aus Holmen oder Stegen bestehen. Diese werden in zu verschiedenen Zeiten des Fertigungsprozesses in das Rotorblatt eingefügt. Ferner besteht ein Prozess zum Fertigen eines Rotorblattes einer Windenergieanlage aus verschiedenen Arbeitsschritten, wie Belegen der Rotorblattform, Infusion
10 mit Harz, Tempern, Bestücken mit Stegen und das Zusammenkleben von zwei Halbschalen. Danach erfolgt die Oberflächenbehandlung des Rotorblattes. Diese besteht aus dem Entgraten der Außenseiten des Rotorblattes, bzw. Halbzeuges, dem Anschleifen des Rotorblattes und schließlich dem Beschichten mit einer Lackschicht.

- Aufgabe der Erfindung ist es nunmehr, die Rotorblattproduktion insgesamt zu verbessern, die Kosten hierfür zu verringern, eine zügigere und sicherere Blattproduktion zu
15 ermöglichen und dabei insgesamt eine schnellere Rotorblattproduktion zu ermöglichen und gleichzeitig auch die Sicherheit der Blattproduktion zu verbessern.

- Das Deutsche Patent- und Markenamt hat in der Prioritätsanmeldung zu vorliegender Anmeldung folgenden Stand der Technik recherchiert: DE 42 26 397 A1, DE 102 08 850
20 A1, DE 10 2007 033 414 A1, EP 2 226 186 A1, Magazin: Windblatt 03/12 der Fa. ENERCON, Seite 1 – 20, Prospekt: MDS Raumsysteme 06/2012, S. 1 – 28.

Die Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren nach Anspruch 1 und einer Produktionseinrichtung gemäß Anspruch 6. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

- 25 Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Halbzeug parallel zum Rotorblatt hergestellt und zwar in ein und demselben Gebäude, jedoch auf verschiedenen Gebäudeebenen, also werden beispielsweise die Rotorblätter im Erdgeschoss des Gebäudes

hergestellt, während das Halbzeug im Obergeschoss hergestellt wird und das Halbzeug im Obergeschoss durch Öffnungen zwischen Ober- und Untergeschoss in das Erdgeschoss herabgelassen werden kann.

Der Vorteil in diesem Verfahren liegt darin, dass die Produktion sehr kompakt aufgebaut
5 sein kann und somit das Produktionsgebäude eine kleinere Grundfläche als bisher aufweisen kann.

Vorzugsweise werden die Teile, die in der Obergeschoss-Ebene hergestellt werden, mittels eines Krans oder Seilzugs etc. von der Obergeschoss-Ebene in die Erdgeschoss-Ebene transportiert und somit mit den in der Erdgeschoss-Ebene produzierten Teilen des
10 Rotorblatts zusammengeführt. Es ist also ein Lasthebegerät wie ein Kran, Seilzug, Seilwinden allgemein, ein Kettenzug, ein Hubgerüst und/oder Hubportal in dem zweigeschossigen Fertigungsgebäude angeordnet.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist in der Obergeschoss-Ebene ein erster Kran, z.B. ein Portalkran, zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile
15 ausgebildet und in der Erdgeschoss-Ebene ein zweiter Kran, z.B. Portalkran, zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile des Rotorblatts ausgebildet. Dabei ist die Tragkraft des ersten Krans bzw. Seils geringer als die Tragkraft des zweiten Krans bzw. Seils. Der erste Kran bzw. das erste Seil, also der Kran in der Obergeschoss-Ebene, weist eine geringere Tragkraft auf, da die Teile, die in der Obergeschoss-Ebene
20 hergestellt werden, ein geringeres Gewicht aufweisen als das Rotorblatt an sich. Dabei wird unter einem Halbzeug vorliegend ein Teilelement verstanden, das in das Rotorblatt mit eingebaut, also Einlamiert wird. Dies kann beispielsweise der Holm oder Steg des Rotorblattes sein. Der erste oder zweite Kran kann dabei beispielsweise ein Portalkran sein. Dieser überspannt seinen Arbeitsbereich wie ein Portal und kann dadurch sehr
25 hohe Lasten heben bzw. tragen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegt die maximale Kranlast bzw. Traglast des Krans in der Erdgeschoss-Ebene im Bereich von 30 t bis 40 t, während hingegen die maximale Kranlast des Krans in der Obergeschoss-Ebene im Bereich zwischen 1 t und 10 t, vorzugsweise 5 t, liegt. Dadurch können in der Erdgeschoss-Ebene die Halb-
30 schalen des Rotorblatts ohne, aber auch mit den bereits mit einlamierten Halbzeugen transportiert werden. Dabei entspricht die Kranlast der Last, die der Kran tragen bzw. transportieren kann, also der Traglast des Krans.

In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Obergeschoss-Ebene und der Erdgeschoss-Ebene im Boden des Obergeschosses bzw. in der Decke des Erdgeschosses eine Öffnung vorgesehen, durch die die in der Obergeschoss-Ebene produzierten Teile in die Erdgeschoss-Ebene herabgelassen werden können. Dabei ist diese Öffnung beispielsweise verschließbar, beispielsweise mittels einer in den Boden der Obergeschoss-Ebene und/oder in die Decke der Erdgeschoss-Ebene eingelassene Platte, die motorisch verfahrbar ist. Somit kann das in der Obergeschoss-Ebene hergestellte Halbzeug auf einfache und insbesondere direkte Weise in die Erdgeschoss-Ebene transportiert werden. Dabei kann das für ein bestimmtes Rotorblatt vorgesehene Halbzeug bei einer entsprechenden Anordnung der Öffnung direkt an der richtigen Stelle zu dem Rotorblatt heruntergelassen werden. Somit werden lange und zeitaufwendige Transportwege innerhalb des Fertigungsgebäudes vermieden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind in den Ausführungsbeispielen gemäß den Zeichnungen offenbart.

15 Dabei zeigt:

- Fig. 1: einen Prozessablauf zum Fertigen eines Rotorblattes einer Windenergieanlage,
- Fig. 2: eine erfindungsgemäße Fertigung,
- Fig. 3: den Produktionsfluss mit Halbschalen,
- Fig. 4: eine Produktionseinrichtung in der Seitenansicht,
- 20 Fig. 5: einen Verfahrwagen,
- Fig. 6: zwei Gitterbinder.

Fig. 1 illustriert den generellen Ablauf einer Rotorblattfertigung. Im ersten Schritt wird die Halbschale, in der die Hälften des Rotorblattes gefertigt werden, mit Glasfasermatten belegt. Hierbei wird bereits das Halbzeug in die Glasfasermatten eingelegt. Nachdem beide Halbschalen belegt und mit Harz ausgehärtet sind, werden diese verklebt, damit sie ein Rotorblatt bilden.

Nach dem Rotorblattschalenbau erfolgt die Konfektionierung. Hinter diesem Begriff verbirgt sich zum Beispiel das Bearbeiten des Flansches, das Testen des Blitzschutzes usw. Im Finish-Bereich wird das Rotorblatt lackiert und hierzu alle notwendigen Vorbereitungsschritte abgearbeitet.

Nachdem das Rotorblatt lackiert worden ist und alle notwendigen Vorbereitungsschritte abgearbeitet sind, wird das Rotorblatt direkt in dem Fertigungsgebäude beispielsweise

auf einen LKW zur Auslieferung befestigt. Somit findet die gesamte Rotorblattfertigung bis hin zum Vorbereiten der Auslieferung innerhalb eines Fertigungsgebäudes statt.

Fig. 2 und Fig. 3 illustrieren den Produktionsprozess der Rohteilfertigung für ein Rotorblatt einer Windenergieanlage. Hierbei sind die einzelnen Produktionsprozesse nacheinander angeordnet. In jedem Produktionsprozess werden je eine Halbschale 11 und 12 gefertigt, die nach dem Verklebeprozess zusammengeführt werden. Im ersten Schritt wird die Form des Rotorblattes belegt, Prozessschritt 1. In diesem Schritt wird der Gurt mit Hilfe des Portalkrans 21 in die Halbschalen eingebracht. Nach dem Belegen der Rotorblattform mit den noch trockenen Glasfasermatten in einer vorbestimmten Lagenanordnung werden die Halbschalen zur nächsten Station, Prozessschritt 2, gefahren. Da der Platz von Station 1 jetzt frei ist, wird die Form vom Leerplatz 4 auf die Station 1 bewegt und kann somit neu belegt werden. Damit die Formen sich von einer Station zur nächsten Station bewegen können, sind diese auf einem Verfahrwagen angebracht. Der Verfahrwagen ist in Fig. 5. dargestellt. In dieser Darstellung ist nur der Unterbau des Verfahrwagens abgebildet. Der Verfahrwagen wird auf Schienen 13 bewegt.

Nachdem die Halbschalen belegt worden sind, wird das Gelege mit Harz getränkt. Dieses ist der Prozessschritt 2 der Infusion. Zum Tränken wird ein Vakuuminfusionsverfahren verwendet. Sobald der Faserverbundwerkstoff mit Harz getränkt worden ist, muss dieser wärmebehandelt werden, damit das Harz reagiert. Diesen Prozess nennt man Tempern. Das Tempern 3 wird auf einer separaten Station durchgeführt. Bei dem Stationswechsel von Station 2 nach Station 3 muss die Form unter Vakuum gehalten werden. Hierzu besitzt jede Rotorblattform einen Energieeinheit und eine Vakuumeinheit, die beim Versetzen das Vakuum auf der Form aufrechterhält.

Nach dem Tempern 3 wird der Verfahrwagen auf einen Leerplatz 4 gefahren. Vom Leerplatz verfährt der Wagen quer zur nächsten Station. Hierzu sind die Schienen 14 in einem 90° Winkel quer zur Fertigungsrichtung angebracht. Damit der Verfahrwagen quer verfahren kann, werden die Antriebseinheiten um 90° gedreht.

An dieser Station 5 werden auf den Halbschalen die Stege aufgebracht und verklebt. Daraufhin werden beide Halbschalen aufeinander geklappt und verklebt, Prozessschritt 6. Dieses geschieht mit Hilfe eines Verklebeportals. Nach dem Verkleben werden die aufeinanderliegenden Halbschalen noch einmal getempert. Nach Beenden des Tempern kann das Rotorblatt aus der Schalung entnommen werden, Prozessschritt 7. Hierzu wird die obere Schalung mittels einer Hebelvorrichtung von der Unterschalung entfernt.

Das Rotorblatt wird dann auf den Leerplatz 4 weiterbewegt, von wo aus es in die Konfektion gebracht wird. Die leere Form steht hieraufhin wieder für das nächste Rotorblatt zur Verfügung.

Fig. 4 zeigt die Produktionseinrichtung 20 im Querschnitt. Die Produktionseinrichtung ist auf zwei Ebenen (Geschosse), nämlich der Erdgeschoss-Ebene 26 und der Obergeschoss-Ebene 23 aufgeteilt. Auf der unteren Ebene (Erdgeschoss) 26 werden die Rotorblätter bzw. wesentliche Teile hiervon gefertigt und auch zusammengesetzt. Auf der oberen Ebene (Obergeschoss) 23 wird Halbzeug für die Rotorblätter gefertigt. Alle notwendigen Produktionseinrichtungen, wie zum Beispiel Besäumungseinrichtungen, Formen, etc. für das Halbzeug, einschließlich eines dortigen Krans (Portalkrans), befinden sich auf der Obergeschoss-, also auf der oberen Ebene. Ebenfalls befindet sich der Zuschnitt für die Glasfasermatten für das Halbzeug auf dieser zweiten, also der oberen Ebene (Obergeschoss). Halbzeug eines Rotorblatts ist/sind beispielsweise der Gurt oder auch die Stege und weitere in dem Rotorblatt verlegte Teile. Der Gurt wird beispielsweise in einem ersten Fertigungsprozess hergestellt, die Stege in einem weiteren Fertigungsprozess im Obergeschoss.

Beim Belegen der Form wird der Gurt mittels des Portalkrans von Station 23 auf die Form der Station 1 gelegt. Dies geschieht durch Herablassen des entsprechenden Halbzeugteils, also des Gurtes, durch eine Öffnung zwischen dem Obergeschoss 23 und dem Erdgeschoss 26. Diese Öffnung ist in der Fig. 4 zwischen der Außenwand der Produktionseinrichtung 20 und der Obergeschoss-Ebene ausgebildet. Weitere Öffnungen zum Herablassen von Teilen vom Obergeschoss zum Erdgeschoss sind ebenfalls vorgesehen (in Fig. 4 ganz rechts). In Fig. 4 ist auch zu erkennen, dass mittels eines Portalkrans 24 z.B. die Stege auf die Form der Station 5 im Erdgeschoss gesetzt werden können.

Der Verfahrwagen 25 weist unterseitig Räder oder Rollen auf und einige der Rollen oder Räder weisen Antriebe auf, so dass der Verfahrwagen 25 auch mit einem aktiven Antrieb verfahrbar ist, z. B. auf der Erdgeschoss-Ebene oder, falls der Verfahrwagen auf der Obergeschoss-Ebene ist, dort verfahrbar ist.

Durch die Erfindung wird nicht nur erheblich (bis zu 20 % oder mehr) Grundstücksfläche der Produktionseinrichtung eingespart, so dass insgesamt also auch weniger Grundfläche versiegelt werden muss, sondern die Produktionstaktzeit kann deutlich erhöht werden, z. B. um über 30 %, und gleichzeitig wird auch der gesamte Produktionsablauf sicherer und die Produktionsqualität deutlich besser, weil nicht mehr im laufenden Betrieb

stets und ständig in einer Ebene große und schwere Teile mittels Portalkränen über die Köpfe von Menschen hinweg transportiert werden müssen, so dass auch die Sicherheit am Arbeitsplatz deutlich verbessert wird. Gleichzeitig kann durch die Anpassung der Produktionsschritte zwischen der Erdgeschoss-Ebene und der Obergeschoss-Ebene also
5 durch eine entsprechende Taktung der gesamte Produktionsablauf erheblich flüssiger gestaltet werden.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Produktionseinrichtung ist es auch möglich, dass die Portalkräne 21 und 24 sowohl Teile in der Obergeschoss-Ebene transportieren wie auch Teile in der Untergeschoss-Ebene, jedenfalls in dem Bereich, wo zwischen der Obergeschoss-Ebene und der Untergeschoss-Ebene eine Öffnung besteht.
10

Gleichwohl ist es auch möglich, dass im Obergeschoss ein eigener Portalkran vorgesehen ist, der eine geringere maximale Traglast, z.B. bis ca. 5 t, aufweist als ein Portalkran in der Erdgeschoss-Ebene. Dadurch wird insgesamt auch der Energiebedarf für die gesamte Produktion nochmals verringert und die Flexibilität in der Produktion und der
15 Anpassung der einzelnen Produktionsschritte aufeinander erhöht.

Durch die Entflechtung von Produktionsschritten und Produktionsteilen in wenigstens zwei Ebenen, nämlich der Erdgeschoss-Ebene und der Obergeschoss-Ebene (weitere Obergeschoss-Ebenen wären ebenfalls möglich) wird die Produktionslaufzeit deutlich verkürzt, z.B. um mehr als 30 % gegenüber einer Standardproduktion, bei der alle wesentlichen Produktionsschritte auf einer Ebene, also in einer einzigen großen Halle erfolgen.
20

Der Verfahrenswagen 25 ist in Fig. 5 in einer Draufsicht schematisch gezeigt. Dabei ist zur Veranschaulichung eine Längsrichtung 111 mit einem Doppelpfeil und eine Querrichtung 121 ebenfalls mit einem Doppelpfeil gezeigt. Die Längsrichtung 111 und die Querrichtung
25 121 sind im Wesentlichen rechtwinklig zueinander angeordnet. Dabei kommt es auf einen exakten Winkel von 90 Grad zwischen diesen beiden Richtungen 111 und 121 nicht an, aber sie sollten nicht parallel zueinander verlaufen.

In der Fig. 5 ist zu erkennen, dass 16 Teilwechselvorrichtung 125 vorgesehen sind, die zusammen die Wechselvorrichtung 124 bilden. Jeder Teilwechselvorrichtung 125 ist ein
30 Radpaar 122 zugeordnet. Jeweils zwei Teilwechselvorrichtungen 125 sind zusammen mit einem Verbindungsträger 132 an Längsträgern 134 befestigt. Ein gemeinsames Absenken der Radpaare 122 durch die Teilwechselvorrichtungen 125 und damit durch die

Wechselvorrichtung 124 führt dabei zu einem Anheben des Verfahrwagens 25, insbesondere über diese Längsträger 134. An den Längsträgern 134 ist dabei eine Vielzahl von Querträgern 136 angeordnet bzw. die Längsträger 134 und Querträger 136 sind miteinander zu einer stabilen Struktur des Verfahrwagens 25 verbunden. Zusätzlich sind
5 diverse in Längsrichtung angeordnete Stützträger 138 vorgesehen. Die Längsträger 134, Querträger 136 und Stützträger 138, die jeweils nicht identisch sein müssen, obwohl hier jeweils nur ein Bezugszeichen verwendet wird, bilden im Wesentlichen den Verfahrwagen 25, zumindest dessen stabile Tragstruktur aus.

Zum Antreiben der Radpaare 122 sind einige Querantriebe 126 vorgesehen, die zudem
10 über ein Getriebe 128 verfügen. Die Kopplung zu dem jeweiligen Radpaar 122 ist in der Übersichtsdarstellung der Fig. 5 nicht zu erkennen. Die Querantriebe 126 sind dabei jeweils mechanisch untereinander unabhängige Getriebe, die jedoch elektrisch gekoppelt bzw. synchronisiert sind, um bei einer Bewegung in Querrichtung 121 eine möglichst gleichmäßige und gleiche Bewegung des Verfahrwagens 25 zu erreichen. Dabei werden
15 nicht alle Radpaare 122 des zweiten Radsatzes 120 angetrieben. Weiterhin ist ein Hydraulikaggregat 140 vorgesehen, das zum Betätigen der Wechselvorrichtung 124 und damit der einzelnen Teilwechselvorrichtungen 125 vorgesehen ist.

Die Figur 6 zeigt zwei Gitterbinder 50, 51 zweier Rotorblattformen zum Herstellen jeweils einer Rotorblatthalbschale. Die Gitterbinder 50, 51, weisen jeweils im Wesentlichen eine
20 Gitterkonstruktion 52, 53 auf, um darauf jeweils eine formgebende Schicht zu tragen, in der Heizelemente eingelassen sind. Diese formgebende Schicht kann mit weiteren Schichten in einer Sandwich-Struktur verbunden sein. Diese formgebende Schicht ist zur besseren Übersicht in der Figur 6 nicht dargestellt, so dass die Gestalt jedes Gitterbinders 50, 51 und damit der Gitterkonstruktionen 52, 53 besser zu erkennen ist. Zum Ver-
25 sorgen der Heizelemente mit elektrischem Strom zum Beheizen sind für jede Rotorblattform mehrere Versorgungseinheiten 55 vorgesehen. Die Versorgungseinheiten können im Detail voneinander abweichen. Es werden dennoch – zur Verbesserung der Übersichtlichkeit – gleiche Bezugszeichen für die Versorgungseinheiten verwendet. Jede Versorgungseinheit 55 versorgt jeweils einen Heizbereich mit elektrischem Strom und steuert
30 dabei den jeweils zuzuführenden Strom entsprechend. Weiterhin ist jeweils eine Zentralsteuerung 56 vorgesehen, um die betreffenden Versorgungseinheiten 55 mit Schaltbefehlen zu versorgen. An der Zentralsteuereinheit 56 wird die gesamte Steuerung der jeweiligen Rotorblattform koordiniert und Prozesse und Zustände, insbesondere Temperaturen können dargestellt werden. Über die Zentralsteuereinheit 56 kann auch ein manuelles
35 Eingreifen vorgenommen werden.

Die Versorgungseinheiten 55 werden über Stromschienen mit elektrischer Energie versorgt. Weiterhin dienen die Stromschienen zur Datenübertragung zwischen den Versorgungseinheiten 55 und den Zentralsteuereinheiten 56. Es können ein separater Energiebus und ein separater Datenbus vorgesehen sein. Die Versorgungseinheiten 55 und
 5 Zentralsteuereinheiten 56 sind innerhalb der Gitterkonstruktionen 52, 53 angeordnet.

Legende:

- 1. Prozessschritt: Belegen
- 2. Prozessschritt: Infusion
- 10 3. Prozessschritt: Tempern
- 4. Leerplatz
- 5. Prozessschritt: Stege setzen
- 6. Prozessschritt: Verkleben der Halbschalen und Tempern
- 7. Prozessschritt: Entformen des Rotorblattes
- 15 11. Halbschale Saugseite
- 12. Halbschale Druckseite
- 13. Schienen für Längsrichtung für Verfahrwagen
- 14. Schienen für Querverfahren
- 20. Fertigungsgebäude
- 20 21. Portalkran 1
- 22. Pfeil zum Stützen der zweiten Fertigungsebene
- 23. Zweite Produktionsebene (Obergeschoss)
- 24. Portalkran 2
- 25. Verfahrwagen
- 25 26. Erste Produktionsebene (Erdgeschoss)
- 50./51. Gitterbinder
- 52./53. Gitterkonstruktion
- 55. Versorgungseinheit
- 56. Zentralsteuereinheit
- 30 111. Längsrichtung
- 121. Querrichtung
- 122. Radpaar
- 124. Wechselvorrichtung
- 125. Teilwechselvorrichtung
- 35 126. Querantriebe
- 128. Getriebe
- 132. Verbindungsträger

- 134. Längsträger
- 136. Querträger
- 138. Stützträger
- 140. Hydraulikaggregat

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Rotorblatts einer Windenergieanlage, in einem zweigeschossigen Fertigungsgebäude, welches eine Erdgeschoss-Ebene zur Produktion eines ersten Teils eines Rotorblatts und eine Obergeschoss-Ebene, die oberhalb der
5 Erdgeschoss-Ebene angeordnet ist, zur Produktion eines zweiten Teils, z.B. Halbzeug für das Rotorblatt, aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass in der Erdgeschoss-Ebene wie auch in der Obergeschoss-Ebene die Produktion der ersten und zweiten Teile gleichzeitig und/oder parallel erfolgt
10 und dass die Teile, die in der Obergeschoss-Ebene hergestellt werden, mittels eines Krans oder Seilzugs etc. von der Obergeschoss-Ebene in die Erdgeschoss-Ebene transportiert werden und somit mit den in der Erdgeschoss-Ebene produzierten Teilen des Rotorblatts zusammengeführt werden.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass in der Obergeschoss-Ebene ein erster Kran, z.B. ein Portalkran, zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile ausgebildet ist und dass in der Erdgeschoss-Ebene ein zweiter Kran, z.B. Portalkran, zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile des Rotorblatts ausgebildet ist,
wobei die Tragkraft des ersten Krans (Seils) geringer ist als die Tragkraft des
20 zweiten Krans.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Kranlast (Traglast) des Krans in der Erdgeschoss-Ebene im Bereich von 30 t bis 40 t liegt, während hingegen die maximale Kranlast des Krans in der Obergeschoss-Ebene im Bereich zwischen 1 t und 10 t, vorzugsweise
25 5 t, liegt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Obergeschoss-Ebene und der Erdgeschoss-Ebene im Boden des Obergeschosses bzw. in der Decke des Erdgeschosses eine Öffnung vorgesehen ist, durch die die in der Obergeschoss-Ebene produzierten Teile in die
30 Erdgeschoss-Ebene herabgelassen werden können und

wobei diese Öffnung beispielsweise verschließbar ist, beispielsweise mittels einer in den Boden der Obergeschoss-Ebene und/oder in die Decke der Erdgeschoss-Ebene eingelassene Platte, die motorisch verfahrbar ist.

6. Produktionseinrichtung, insbesondere Fertigungsgebäude, zum Herstellen eines Rotorblattes einer Windenergieanlage, umfassend:

- eine Erdgeschoss-Ebene zur Produktion eines ersten Teils eines Rotorblatts und
- Obergeschoss-Ebene zur Produktion eines zweiten Teils, z.B. Halbzeug für das Rotorblatt,

wobei in der Obergeschoss-Ebene ein erster Kran zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile angeordnet ist und/oder in der Erdgeschoss-Ebene ein zweiter Kran zum Heben und/oder Transportieren der dort hergestellten Teile des Rotorblatts angeordnet ist.

7. Produktionseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Obergeschoss-Ebene und der Erdgeschoss-Ebene im Boden des Obergeschosses bzw. in der Decke des Erdgeschosses eine Öffnung zum Herablassen von den in der Obergeschoss-Ebene produzierten Teile vorgesehen ist.

8. Produktionseinrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Produktionseinrichtung zur Verwendung eines Verfahrens gemäß einer der Ansprüche 1 bis 5 vorbereitet ist.