



(10) **DE 10 2011 000 769 A1** 2012.08.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 000 769.5**

(22) Anmeldetag: **16.02.2011**

(43) Offenlegungstag: **16.08.2012**

(51) Int Cl.: **F16C 19/38 (2006.01)**  
**F03D 11/04 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Rothe Erde GmbH, 44137, Dortmund, DE**

(74) Vertreter:  
**Andrejewski - Honke Patent- und Rechtsanwälte,  
45127, Essen, DE**

(72) Erfinder:  
**Handreck, Thomas, Dr., 59609, Anröchte, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

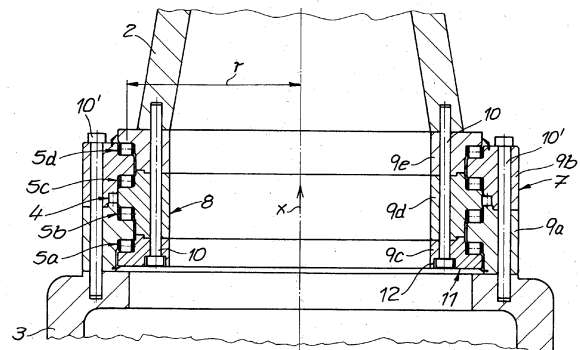
<b>DE 10 2005 026 141</b>	<b>A1</b>
<b>DE 10 2008 009 740</b>	<b>A1</b>
<b>DE 10 2008 062 910</b>	<b>A1</b>
<b>DE 10 2010 013 627</b>	<b>A1</b>
<b>US 1 776 647</b>	<b>A</b>
<b>WO 2005/ 028 888</b>	<b>A1</b>
<b>WO 2006/ 131 301</b>	<b>A2</b>
<b>WO 2007/ 003 866</b>	<b>A1</b>
<b>WO 2009/ 147 865</b>	<b>A1</b>
<b>JP 5 044 720</b>	<b>A</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Axial-Radialwälzlager, insbesondere für die Lagerung von Rotorblättern an einer Windkraftanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Axial-Radialwälzlager, insbesondere für die Lagerung von Rotorblättern (2) an einer Windkraftanlage (1), mit einem ersten Lagerring (7) und einem zweiten Lagerring (8), die einen Innenring und einen Außenring bilden, sowie mit einer Radialwälzlagerreihe (4) und einer Vielzahl von Axialwälzlagerreihen (5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehen, die in axialer Richtung (x) in einem Abstand zueinander angeordnet sind, wobei die Radialwälzlagerreihe (4) in axialer Richtung (x) zwischen der zweiten Axialwälzlagerreihe (5b) und der dritten Axialwälzlagerreihe (5c) angeordnet ist. Zu veröffentlichen mit [Fig. 1](#)



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Axial-Radialwälzlager, insbesondere für die Lagerung von Rotorblättern an einer Windkraftanlage, mit einem ersten Lagerring und einem zweiten Lagerring, die einen Innenring und einen Außenring bilden, sowie mit einer Radialwälzlagerreihe mit einer Vielzahl von Axialwälzlagerreihen zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerring.

**[0002]** Bekannte Windkraftanlagen weisen gemäß ihrem üblichen Aufbau einen Turm auf, an dessen oberem Ende ein Generator in einem Generatorgehäuse angeordnet ist. An den Generator ist direkt oder über ein Getriebe ein Rotor angeschlossen, der typischerweise drei Rotorblätter trägt. Um die Stellung der Rotorblätter an unterschiedliche Windgeschwindigkeiten anzupassen, sind diese um eine Rotorblattlängsachse drehbar an den Rotor angeschlossen. Hierzu werden Axial-Radialgroßwälzlager eingesetzt, die in der Praxis entsprechend auch als Flügelverstelllager bezeichnet werden. Die Aufgabe dieser Lager und einer zugeordneten Stellanordnung ist es den Anstellwinkel des zugeordneten Rotorblattes an die jeweilige Windgeschwindigkeit bzw. den Betriebszustand der Anlage anzupassen. In der Praxis werden hierzu häufig doppelreihige Vierpunkt-kugellager eingesetzt, wie sie beispielsweise in der DE 20 2006 008 288 und der WO 2009/147865 A1 beschrieben sind. Doppelreihige Vierpunkt-kugellager können vergleichsweise kostengünstig hergestellt werden, weisen einen kleinen Bauraum auf und können hohe Momentenlasten übertragen.

**[0003]** Während bei den bekannten Windkraftanlagen in der Regel nur eine Änderung des Anstellwinkels der Flügel erfolgt, wenn sich die Windgeschwindigkeit signifikant ändert, wird nun angestrebt den Anstellwinkel häufiger als bisher, insbesondere synchron mit der Rotordrehzahl zu variieren, wodurch sich hinsichtlich der Flügelverstelllager eine viel größere Dauerbelastung ergibt. Es werden deshalb Axial-Radialwälzlager benötigt, die bei einem möglichst geringeren Einbauraum eine erhöhte Tragfähigkeit und Langlebigkeit aufweisen. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass unter Windlast aufgrund der erheblichen Länge der Rotorblätter sehr große Kippmomente auf das Flügelverstelllager wirken, welche die Wälzkörper für die axiale Abstützung im besonderen Maße belasten.

**[0004]** Axial-Radialwälzlager mit den eingangs beschriebenen Merkmalen sind aus der WO 2007/003866 A1 (Fig. 10), der DE 20 2005 026 141 A1 und der DE 10 2008 009 740 A1 bekannt, wobei die dort beschriebenen Axial-Radialwälzlager dreireihig mit zwei in axialer Richtung voneinander beabstandeten Axialwälzlagerreihen sowie einer dazwischen angeordneten Radialwälzlagerreihe ausgebildet sind. Um die

bei dem Einsatz als Flügelverstelllager auftretenden großen Kippmomente aufnehmen zu können, müssen die Wälzkörper der Axialwälzlagerreihen eine hinreichende Größe aufweisen.

**[0005]** Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine maximale Tragfähigkeit bei optimaler Bauraumausnutzung zu ermöglichen.

**[0006]** Ausgehend von einem Axial-Radialwälzlager mit den eingangs beschriebenen Merkmalen wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens vier Axialwälzlagerreihen vorgesehen sind, die in axialer Richtung in einem Abstand zueinander angeordnet sind und dass die Radialwälzlagerreihe in axialer Richtung zwischen der zweiten und der dritten Axialwälzlagerreihe angeordnet ist. Die vorliegende Erfindung betrifft damit ein Axial-Radialwälzlager, welches zumindest und vorzugsweise genau fünfrehig ausgebildet ist. Obwohl gegenüber den bekannten Ausführungen von Flügelverstelllagern zusätzliche Axialwälzlagerreihen vorhanden sind, kann eine bessere Bauraumausnutzung erreicht werden, weil durch die auf insgesamt vier Axialwälzlagerreihen verteilte Abstützung die einzelnen Wälzkörper verkleinert werden können.

**[0007]** Auch wenn eine Ausgestaltung mit genau fünf Wälzlagerreihen bevorzugt ist, umfasst die Erfindung auch Ausgestaltungen bei denen an die beschriebene Struktur mit vier Axialwälzlagerreihen und einer Radialwälzlagerreihe in axialer Richtung gesehen an einer oder vorzugsweise an beiden Seiten zusätzliche Lagerreihen anschließen. Die beschriebene fünfrehige Struktur bildet dann ein Ausschnitt eines solchen Wälzlagers. Weitere Wälzlagerreihen können vorgesehen sein, um die Tragkraft weiter zu erhöhen, wobei ausgehend von der erfindungsgemäß vorgesehenen Radialwälzlagerreihe ein symmetrischer Aufbau bevorzugt ist.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Axial-Radialwälzlager ist in besonderem Maße für die Lagerung von Rotorblättern an einer Windkraftanlage geeignet. Insbesondere können bei dem typischerweise für ein solches Flügelverstelllager vorgesehenen Bauraum die Tragfähigkeit sowie die Langlebigkeit erhöht werden. Es ist deshalb nicht notwendig ausgehend von den bekannten Konstruktionen den Bereich der Flügelverstelllager vollständig neu auszulegen, wobei das erfindungsgemäße Lager auch im Rahmen einer Wartung als Ersatz für ein doppelreihiges Vierpunkt-lager gleicher Baugröße nachgerüstet werden kann.

**[0009]** Als Wälzkörper für die Radialwälzlagerreihe und die vier Axialwälzlagerreihen sind üblicherweise Rollen vorgesehen. Die weitere Ausgestaltung der Rollen ist dabei nicht eingeschränkt, so dass diese entweder eine genau zylindrische oder auch eine bombierte Oberfläche aufweisen können, um die To-

leranz gegen ein Verkippen in einem gewissen Maße zu erhöhen. An den einzelnen Lagerreihen können die Wälzkörper in Käfigen oder Käfigsegmenten angeordnet oder durch Zwischenstücke voneinander getrennt sein. Neben entsprechenden Elementen aus Kunststoff sind auch offene oder geschlossene, wahlweise auch segmentierte Stahlkäfige geeignet, die optional mit einer Kunststoffbeschichtung versehen werden können.

**[0010]** Für sämtliche Axialwälzlagerreihen kann eine ähnliche oder im Wesentlichen identische Ausgestaltung vorgesehen sein. Insbesondere können die Axialwälzlagerreihen bei einem gleichen Radius angeordnet sein und/oder gleiche Wälzkörper aufweisen. Um eine gleichmäßige Kraftverteilung zu erreichen, kann auch der Abstand zwischen der ersten und der zweiten Axialwälzlagerreihe gleich dem Abstand zwischen der dritten und der vierten Axialwälzlagerreihe sein. Damit wird nämlich auch erreicht, dass der Abstand zwischen der ersten und der dritten Axialwälzlagerreihe gleich dem Abstand zwischen der zweiten und der vierten Axialwälzlagerreihe, die unter Belastung jeweils paarweise zusammen wirken, ist. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weisen die in axialer Richtung aufeinanderfolgenden Axialwälzlagerreihen einen im Wesentlichen gleichen Abstand auf. Zusätzlich kann auch die Radialwälzlagerreihe in axialer Richtung mittig oder in etwa mittig zwischen der zweiten und der dritten Axialwälzlagerreihe angeordnet sein. Dann liegt hinsichtlich der Anordnung der Lagerreihen ausgehend von einer durch die Radialwälzlagerreihe verlaufenden Ebene eine weitgehende Symmetrie vor. Eine gewisse Asymmetrie des gesamten Lagers ergibt sich aber üblicherweise dadurch, dass das Lager in axialer Richtung an einer Seite mit einem der Lagerringe und an der anderen Seite mit dem anderen Lagerring vorsteht, um an beiden Seiten jeweils einen stirnseitigen Anschluss an die gegeneinander abzustützenden Teile zu ermöglichen.

**[0011]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung betrifft die Ausgestaltung der Lagerringe, wobei der erste Lagerring zwischen der zweiten und der dritten Axialwälzlagerreihe in zwei Segmente und der zweite Lagerring zwischen der ersten und der zweiten sowie zwischen der dritten und der vierten Axialwälzlagerreihe in insgesamt drei Segmente geteilt sind. Bei einer solchen geteilten Ausgestaltung der beiden Lagerringe ist eine besonders kostengünstige und einfache Herstellung möglich, wobei auch eine leichte Anordnung der Wälzkörper zwischen den Lagerringen, d. h. den Lagerringsegmenten, ermöglicht wird. Grundsätzlich kann der zweigeteilte erste Lagerring als Innenring oder Außenring vorgesehen sein, wobei dann entsprechend der zweite, dreigeteilte Lagerring den Außenring bzw. Innenring bildet. Bei einer segmentierten Ausgestaltung der Lagerringe sind auch die Laufflächen der einzel-

nen Lagerreihen bei der Herstellung gut zugänglich und können präzise bearbeitet werden. Insbesondere kann auch bei einer segmentierten Ausgestaltung der Lagerringe eine besonders hohe Fertigungsgenauigkeit erreicht werden. Schließlich besteht die Möglichkeit durch die Verspannung der Lagerringsegmente gegeneinander auch die Vorspannung an den einzelnen Axialwälzlagerreihen zu verändern.

**[0012]** So ist es gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Axialwälzlagerreihen mit unterschiedlicher Vorspannung zwischen den Lagerringen angeordnet sind. Der Begriff Vorspannung bezieht sich im Rahmen der Erfindung auf die im unbelasteten Zustand auf die Wälzkörper wirkende Kraft. Diese kann im unbelasteten Zustand von null, wenn ein geringfügiges Spiel oder gerade ein kraftfreier Kontakt vorliegt, bis zu einer erheblichen permanenten Kraftbeaufschlagung der Lagerreihen reichen, die aber stets unterhalb einer vorgegebenen Maximalbelastung liegt. Die Vorspannung kann durch die Geometrie der Lagerreihen, d. h. die Abmessung der Wälzkörper, sowie der zugeordneten, in den Lagerringen gebildeten Lagerbahnen eingestellt werden, wobei die Elastizität der Lagerkomponenten zu berücksichtigen ist. Wenn die Lagerringe gemäß der zuvor beschriebenen bevorzugten Ausgestaltung aus mehreren Lagerringsegmenten gebildet sind, kann die Vorspannung unter Berücksichtigung der Elastizität auch durch die Anzugsmomente der Befestigungsschrauben eingestellt werden, mit denen die jeweils einen Lagerring bildenden Lagerringsegmente verbunden sind.

**[0013]** Durch die Einstellung der Vorspannung an den einzelnen Axialwälzlagerreihen kann beispielsweise erreicht werden, dass die zweite und die dritte Axialwälzlagerreihe eine größere Vorspannung als die erste und die vierte Lagerreihe aufweisen. Dieser bevorzugten Ausgestaltung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die auf das Axial-Radialwälzlager wirkenden Momente ein Verkippen des Innenringes gegenüber dem Außenring bewirken können, wobei dann bei einem bestimmten Kippwinkel der absolute Hub aufgrund des wirksamen Hebels an den äußeren Axialwälzlagerreihen, d. h. der ersten und der vierten Axialwälzlagerreihe, größer ist, so dass diese bei einer gleichmäßigen Vorspannung sämtlicher Axialwälzlagerreihen einem erhöhten Risiko der Beschädigung ausgesetzt sind. Durch eine größere Vorspannung der zweiten und der dritten Axialwälzlagerreihe wird aber erreicht, dass bei einem Verkippen die maximale Belastung der ersten und der vierten Lagerreihe erst später erreicht werden. Insbesondere kann durch eine größere Vorspannung der zweiten und der dritten Axialwälzlagerreihe erreicht werden, dass bei der Einwirkung von Kippmomenten die maximal zulässige Belastung an sämtlichen Axialwälzlagerreihen bei etwa dem gleichen Verkipfungswinkel

erreicht wird, wodurch insgesamt die Gesamttraglast maximiert wird.

**[0014]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft die Befestigung des Axial-Radialwälzlagers, wobei an zumindest einem der Lagerringe Durchgangslöcher für Befestigungsmittel vorgesehen sind. Bei Befestigungsmitteln wie Schrauben besteht das Problem, dass bei dem Festziehen zusätzliche Kräfte erzeugt werden, welche durch die Elastizität des Materials der Lagerringe die Geometrie der Lagerreihen verändern können. Um diesen Einfluss zu verringern, kann vorgesehen sein an den Durchgangslöchern ausgehend von einer Endfläche des zugeordneten Lagerrings eine Vertiefung, insbesondere ein Sackloch, vorzusehen, um den Kraftabstützungspunkt des jeweils zugeordneten Befestigungsmittels, üblicherweise einer Schraube, in axialer Richtung in den zugeordneten Lagerring hinein zu versetzen.

**[0015]** Der Gegenstand der Erfindung ist auch eine Windkraftanlage mit einem Rotor und mit jeweils um eine Rotorlängsachse drehbaren Rotorblättern, die mit dem zuvor beschriebenen Axial-Radialwälzlager an den Rotor angeschlossen sind.

**[0016]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0017]** [Fig. 1](#) ein erfindungsgemäßes Axial-Radialwälzlager, welches als Flügelverstelllager ein Rotorblatt einer Windkraftanlage mit dem Rotor verbindet.

**[0018]** [Fig. 2](#) das in der [Fig. 1](#) dargestellte Lager in einem Detailausschnitt,

**[0019]** [Fig. 3](#) eine Windkraftanlage.

**[0020]** Die [Fig. 1](#) zeigt ein Axial-Radialwälzlager im montiertem Zustand, mit dem an einer Windkraftanlage **1** ein Rotorblatt **2** drehbar an einem Rotor **3** befestigt ist. Verstellmittel, mit denen das Rotorblatt **2** um seine Rotorblattlängsachse gedreht werden kann, sind zum Zwecke der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

**[0021]** Das in der [Fig. 2](#) in einem Detailausschnitt dargestellte Axial-Radialwälzlager ist fünfreihsig ausgebildet und weist eine Radialwälzlagerreihe **4** sowie vier Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** auf. Die Radialwälzlagerreihe **4** und die Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** sind mit ihren als Rollen **6**, **6'** ausgebildeten Wälzkörpern zwischen einem ersten Lagerring **7** als Außenring und einem zweiten Lagerring **8** als Innenring angeordnet sind. Der erste Lagerring **7** ist zwischen der zweiten Axialwälzlagerreihe **5b** und der dritten Axialwälzlagerreihe **5c** zweigeteilt, wobei die Trennung der Segmente **9a**, **9b** außerhalb der Lauf-

fläche für die Radialwälzlagerreihe **4** erfolgt, um dort die Laufeigenschaften nicht zu beeinträchtigen. Der zweite Lagerring **8** ist in drei Segmente **9c**, **9d**, **9e** aufgeteilt, wobei die Trennung zwischen der ersten Axialwälzlagerreihe **5a** und der zweiten Axialwälzlagerreihe **5b** sowie zwischen der dritten Axialwälzlagerreihe **5c** und der vierten Axialwälzlagerreihe **5d** erfolgt. Die Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** sind bei einem gleichen Radius  $r$  sowie in axialer Richtung  $x$  mit einem gleichen Abstand  $\Delta x$  angeordnet und weisen auch die gleichen Wälzkörper auf. Es ergibt sich so eine besonders gleichmäßige, auf alle vier Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c** und **5d** verteilte Abstützung in axialer Richtung  $x$ . Aufgrund der typischerweise bei der Lagerung von Rotorblättern wirkenden Kräfte ist die lediglich eine Radialwälzlagerreihe **4** zur Radialabstützung ausreichend.

**[0022]** Durch die gleichmäßige Verteilung der Axialkräfte auf die vier Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** ist es möglich vergleichsweise kleine Rollen **6** vorzusehen, so dass insgesamt eine sehr hohe Tragkraft bei einem geringen Bauraum erreicht wird.

**[0023]** Um die Tragkraft noch weiter zu erhöhen, ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die zweite Axialwälzlagerreihe **5b** und die dritte Axialwälzlagerreihe **5c** eine größere Vorspannung als die erste Axialwälzlagerreihe **5a** und die vierte Axialwälzlagerreihe **5d** aufweisen. Bei der Lagerung von Rotorblättern **2** können nämlich aufgrund der erheblichen Länge der Rotorblätter **2** und der Windlast sehr große Kippmomente auftreten, welche den ersten Lagerring **7** gegenüber dem zweiten Lagerring **8** verkippen. Aufgrund der wirksamen Hebel ist dann der absolute Hub an der ersten Axialwälzlagerreihe **5a** und der vierten Axialwälzlagerreihe **5d** größer als an den mittleren Axialwälzlagerreihen **5b**, **5c**. Grundsätzlich würde also bei einer gleichen Vorspannung aller Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** an den äußeren Axialwälzlagerreihen **5a**, **5d** eine größere Gefahr der Überlastung bestehen. Durch eine Veränderung der Vorspannung kann aber erreicht werden, dass eine vorgegebene Maximalbelastung an allen vier Axialwälzlagerreihen **5a**, **5b**, **5c**, **5d** bei einem in etwa gleichen Kippwinkel auftritt, so dass dann eine insgesamt maximierte Tragkraft gewährleistet ist.

**[0024]** Hinsichtlich des Einsatzes an Windkraftanlagen ist zu berücksichtigen, dass eine nachträgliche Wartung und ein Austausch der Lager äußerst aufwendig ist und deshalb möglichst vermieden werden soll.

**[0025]** Gemäß der [Fig. 1](#) ist der zweite Lagerring **8** mit Schrauben **10** an das Rotorblatt **2** und der erste Lagerring **7** mit Schrauben **10'** an den Rotor **3** angeschlossen. Um zu vermeiden, dass an dem zweiten Lagerring **8** das Anziehen der Schrauben **10** zu

einer Veränderung der Geometrie der ersten Axialwälzlagerreihe **5a** führt, ist ausgehend von einer Endfläche **11** des zweiten Lagerrings **8** eine Vertiefung **12** in Form eines Senkloches vorgesehen, um den Kraftabstützungspunkt des Kopfes der Schraube **10** in axialer Richtung  $x$  in den zweiten Lagerring **8** hinein zu versetzen.

**[0026]** [Fig. 3](#) zeigt exemplarisch eine Windkraftanlage **1**, bei der drei verstellbare Rotorblätter **2** an einem Rotor **3** angeordnet sind.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 202006008288 [0002]
- WO 2009/147865 A1 [0002]
- WO 2007/003866 A1 [0004]
- DE 202005026141 A1 [0004]
- DE 102008009740 A1 [0004]

### Patentansprüche

1. Axial-Radialwälzlager, insbesondere für die Lagerung von Rotorblättern (2) an einer Windkraftanlage (1), mit einem ersten Lagerring (7) und einem zweiten Lagerring (8), die einen Innenring und einen Außenring bilden, sowie mit einer Radialwälzlagereihe (4) und einer Vielzahl von Axialwälzlagereihe zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerring (7, 8), **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens vier Axialwälzlagereihe (5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehen sind, die in axialer Richtung (x) in einem Abstand zueinander angeordnet sind und dass die Radialwälzlagereihe (4) in axialer Richtung (x) zwischen der zweiten und der dritten Axialwälzlagereihe (5b, 5c) angeordnet ist.

2. Axial-Radialwälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses mit den vier Axialwälzlagereihe (5a, 5b, 5c, 5d) und der Radialwälzlagereihe (4) genau fünfteilig ausgeführt ist.

3. Axial-Radialwälzlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lagerring (7) zwischen der zweiten Axialwälzlagereihe (5b) und der dritten Axialwälzlagereihe (5c) in zwei Lagerringsegmente (9a, 9b) und der zweite Lagerring (8) zwischen der ersten und der zweiten Axialwälzlagereihe (5a, 5b) sowie zwischen der dritten und der vierten Axialwälzlagereihe (5c, 5d) in insgesamt drei Segmente (9c, 9d, 9e) geteilt sind.

4. Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialwälzlagereihe (5a, 5b, 5c, 5d) mit unterschiedlicher Vorspannung zwischen den Lagerringen (7, 8) angeordnet sind.

5. Axial-Radialwälzlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite und die dritte Axialwälzlagereihe (5b, 5c) eine größere Vorspannung als die erste und die vierte Axialwälzlagereihe (5a, 5d) aufweisen.

6. Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Axialwälzlagereihe (5a, 5b, 5c, 5d) in einem gleichen Radius angeordnet sind und gleiche Wälzkörper aufweisen.

7. Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen der ersten und der dritten Axialwälzlagereihe (5a, 5c) gleich dem Abstand zwischen der zweiten und der vierten Axialwälzlagereihe (5b, 5d) ist.

8. Axial-Radialwälzlager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die in axialer Richtung (x) aufeinander folgenden Axialwälzlagereihe (5a, 5b, 5c,

5d) im Wesentlichen einen gleichen Abstand ( $\Delta x$ ) zueinander aufweisen.

9. Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Wälzkörper als Rollen (6, 6') ausgebildet sind.

10. Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest an einem der Lagerringe (8) Durchgangslöcher für Befestigungsmittel vorgesehen sind, wobei an den Durchgangslöchern ausgehend von einer Endfläche (11) des zugeordneten Lagerrings (8) eine Vertiefung (12), insbesondere ein Senkloch vorgesehen ist, um den Kraftabstützungspunkt des jeweils zugeordneten Befestigungsmittel in axialer Richtung (x) in den zugeordneten Lagerring (8) hinein zu versetzen.

11. Windkraftanlage (1) mit einem Rotor (3) und mit jeweils um eine Rotorblattlängsachse drehbaren Rotorblättern (2), dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorblätter (2) jeweils mit einem Axial-Radialwälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 10 an den Rotor (3) angeschlossen sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

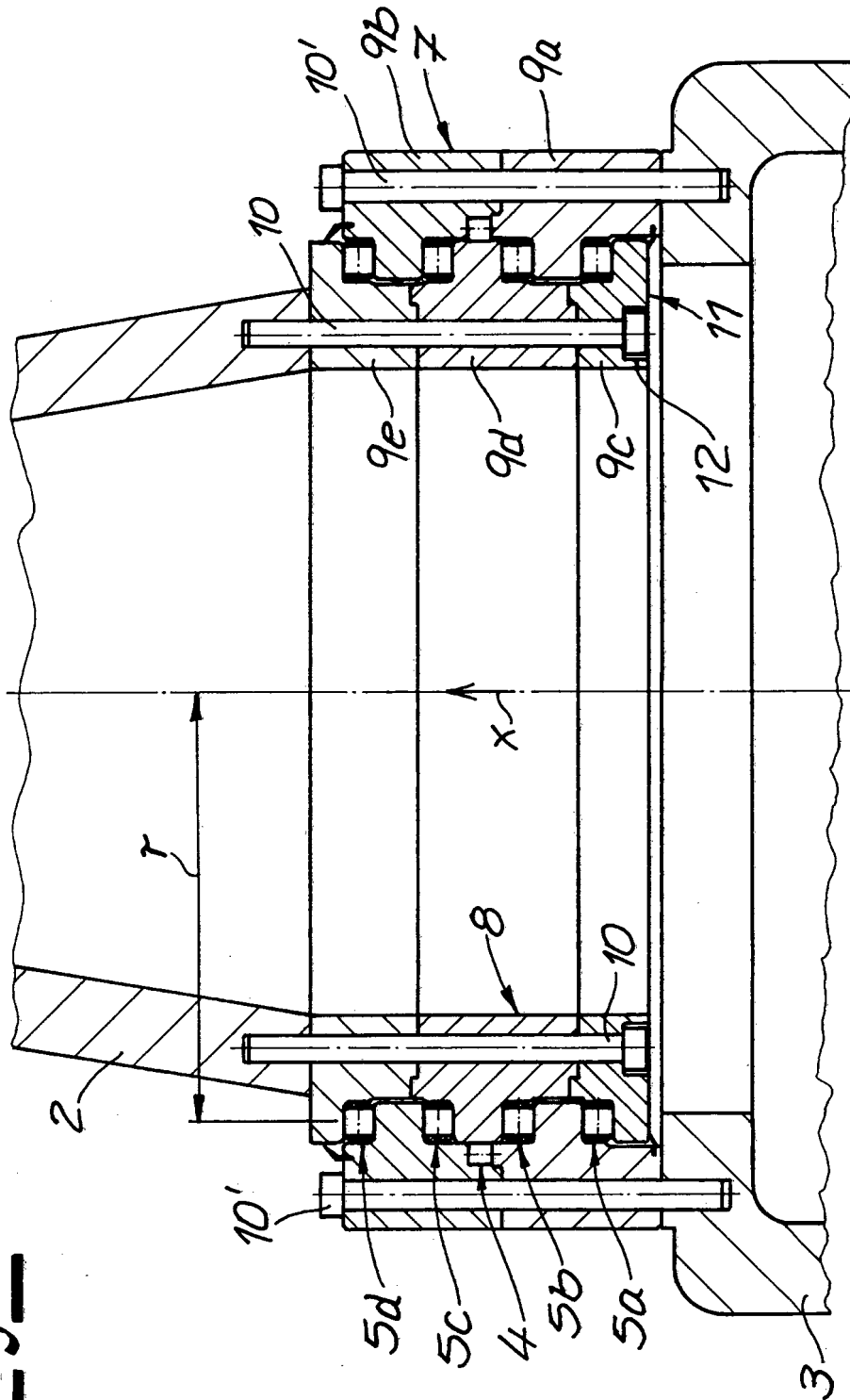


Fig. 2

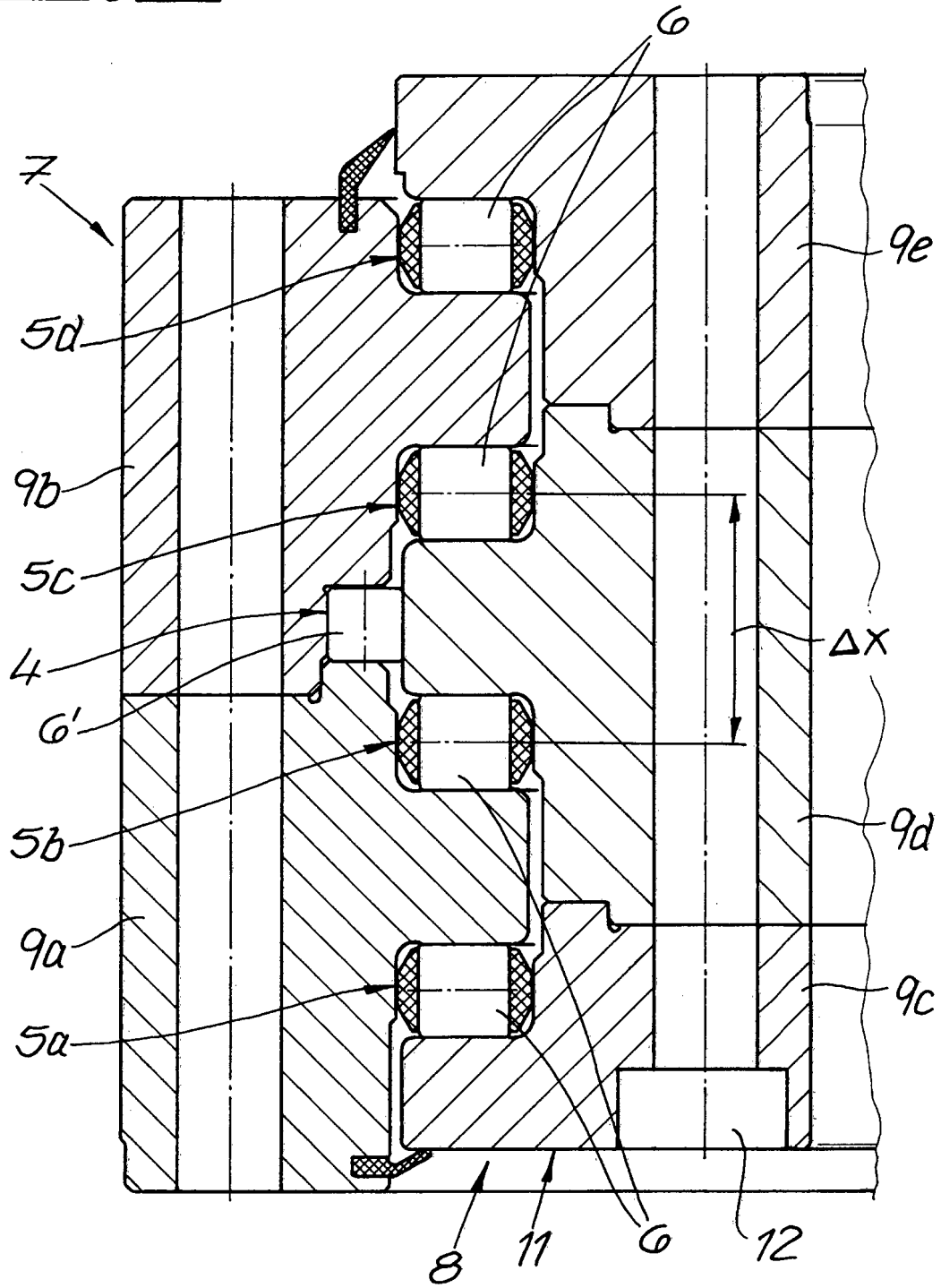


Fig. 3

