



(10) **DE 10 2008 024 049 B4** 2012.07.26

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 024 049.4**  
(22) Anmeldetag: **16.05.2008**  
(43) Offenlegungstag: **26.11.2009**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **26.07.2012**

(51) Int Cl.: **F16C 35/063** (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:  
**Eickhoff Antriebstechnik GmbH, 44789, Bochum, DE**

(74) Vertreter:  
**Bals & Vogel, 44799, Bochum, DE**

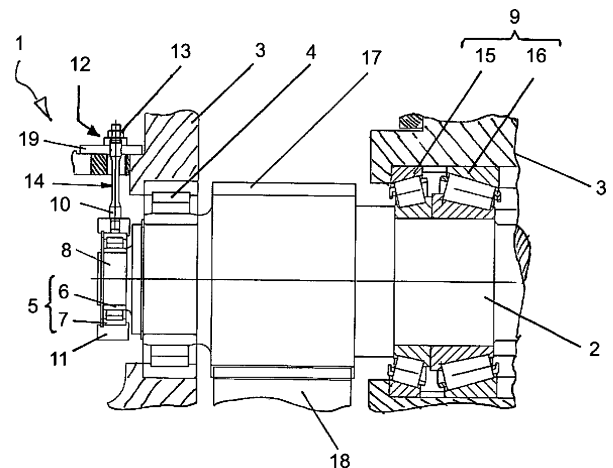
(72) Erfinder:  
**Siegenbruck, Thomas, 44801, Bochum, DE;**  
**Wittor, Ralf, Dr., 44649, Herne, DE**

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

DE	27 50 530	A1
DE	10 2006 004096	A1
DE	10 2006 027543	A1
DE	10 2006 029151	A1
DE	10 2006 042067	A1
DE	22 14 314	A
DE	3 41 319	A
AT	2 15 223	B
EP	11 84 567	A2

(54) Bezeichnung: **Lageranordnung mit einer Vorspanneinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Lageranordnung (1) zur Lagerung einer Welle (2) in einer Aufnahmestruktur (3), wobei die Lagerung in einer Aufnahmestruktur (3) der Windkraftanlage vorgesehen ist, mit wenigstens einem Wälzlager (4), das zumindest zur Aufnahme von Radialkräften der Welle (2) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Welle (2) am an das Wälzlager (4) angrenzenden freien Ende der Welle (2) ein Wälzlager als Vorspannlager (5) angeordnet ist, über das mittels einer Radiallasteinrichtung eine radiale Vorspannung in das Wälzlager (4) einleitbar ist, dass die Radiallasteinrichtung einen Zugkörper (10) aufweist, der sich zwischen der Aufnahmestruktur (3) und dem Vorspannlager (5) erstreckt und dass die Radiallasteinrichtung einen Lastring (11) aufweist, in dem der Außenring (7) des Vorspannlagers (5) aufgenommen ist und an den der Zugkörper (10) zur Einleitung einer Radialkraft angebunden ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lageranordnung zur Lagerung einer Welle in einer Aufnahmestruktur mit wenigstens einem Wälzlager, das zumindest zur Aufnahme von Radialkräften der Welle ausgebildet ist.

**[0002]** Derartige Lageranordnungen sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt und dienen im Allgemeinen zur Lagerung einer Antriebswelle oder einer Abtriebswelle in einem Getriebegehäuse. Zur Lagerung der Welle weist die Lageranordnung meist zwei oder mehrere Lagerungen in voneinander beabstandeten Ebenen auf, die senkrecht zur Drehachse der Welle ausgerichtet sind. Ist die Welle in zwei Ebenen durch jeweilige Lagerungen gelagert, sind üblicherweise ein Festlager und ein Loslager, eine schwimmende Lagerung oder dergleichen vorgesehen. Das Festlager beschreibt dabei eine Lageranordnung, die zur Aufnahme sowohl von radialen als auch von axialen Kräften ausgebildet ist. Hingegen dient das Loslager lediglich der Aufnahme von Radialkräften, so dass die Loslagerung axialkraftfrei ausgebildet ist.

**[0003]** Derartige Fest-Loslagerungen finden beispielsweise zur Lagerung von Wellen, insbesondere von generatorseitigen Abtriebswellen, in Getrieben von Windkraftanlagen ihre Anwendung. Die Festlagerung wird auf der Seite vorgesehen, die nahe der Axialkrafteinleitung angeordnet ist. Im Einsatzbereich derartiger Lageranordnungen für die Lagerung von Abtriebswellen in Windkraftanlagen sind die Festlager durch zwei Kegelrollenlager ausgebildet. Das Loslager kann als Zylinderrollenlager ausgeführt sein, wobei zwischen dem Loslager und dem Festlager ein Zahnrad auf der Welle angeordnet sein kann, das mit einem weiteren Zahnrad kämmt, das durch den Rotor der Windkraftanlage entweder direkt oder über ein Getriebe angetrieben ist.

**[0004]** Zylinderrollenlager oder ähnliche Lagerbauarten, wie beispielsweise Nadellager oder auch Kugellager, können unter anderem im lastfreien Betrieb oder zumindest im Niedriglastbetrieb Schlupfschäden bekommen, da derartige Lagerungen häufig auch im eingebauten Zustand eine radiale Lagerluft aufweisen. Fehlt die radiale Belastung bei gleichzeitiger Rotation der Welle, kann ein Schlupf zwischen den Wälzkörpern und den Lagerschalen auftreten, der zu einem abrasiven Verschleiß führt. Derartige Schäden können auch bei starker Rotationsbeschleunigung der Welle auftreten, sofern die Wälzkörper sowie der Wälzkörperkäfig aufgrund der Massenträgheit der Wellenbeschleunigung nicht folgen, was insbesondere bei Wälzlagern größerer Bauart bekannt ist. Durch den abrasiven Verschleiß wird die Betriebsdauer derartiger Lagerungen stark reduziert,

so dass es zu einem frühzeitigen Ausfall der Lageranordnung kommen kann.

**[0005]** Aus der Druckschrift EP 1 184 567 A2 ist ein Getriebe für Windgeneratoren bekannt, das in Windkraftanlagen zum Einsatz kommt. Dabei ist der Rotor vom Rotorkopf, an dem die Flügel der Windkraftanlage angeordnet sind, direkt im Gehäuse des Getriebes gelagert. Hierdurch soll ein besonders kompakter Aufbau des Windgenerators erreicht werden. Des Weiteren zeigt die Offenlegungsschrift DE 10 2006 042 067 A1 ebenfalls eine Windenergieanlage mit einem Rotor und einem nachgeschalteten Getriebe, wobei das Getriebe über ein Elastomerlager an einem Maschinenträger der Windenergieanlage gelagert ist, um die vom Rotor wirkenden axialen Kräfte aufnehmen zu können. Allerdings beschäftigen sich die beiden zuvor genannten Druckschriften nicht mit dem Problem, dass Anlaufen des Rotors oder einen lastfreien Betrieb der Rotorwelle zu optimieren, um somit den Verschleiß an den entsprechenden Wälzlagern zu verhindern.

**[0006]** Aus der weiteren Druckschrift DE 27 50 530 A1 ist eine Rotationsstanze zum Ausstanzen von Formschnitten, z. B. von Briefhüllzusen aus Papier, bekannt, bei dem ein Tragzylinder mit einem Formmesser zum Ausstanzen der Formschnitte vorgesehen ist, der durch eine Lagerstelle und ein Hauptlager gelagert ist. Neben dem erwähnten Hauptlager für den Tragzylinder sind Vorspannlager angeordnet, über deren Außenring eine Vorspannkraft in das Hauptlager eingeleitet werden kann. Die dargestellte Lösung stellt jedoch ein Spezialgebiet des Maschinenbaus für Rotationsstanzen dar.

**[0007]** Aus der weiteren Offenlegungsschrift DE 22 14 314 A ist eine Lageranordnung zur Lagerung eines Losrades über einer Welle bekannt. Die Lageranordnung ist hierbei als Wälzlagerungen in Form von Kugellagern sowie von Rollenlagern ausgeführt. Zwischen den Innenringen der Wälzlager ist ein Abstandsring angeordnet, der eine lokale Verbreiterung bis nahe an das drehende Losrad aufweist. Folglich entsteht zwischen der lokalen Verbreiterung des Abstandsringes sowie der Innenseite des Losrades ein schmaler Spalt. Das für die Schmierung der Wälzlager erforderliche Öl wird hierin von der Innenseite der Welle über Bohrungen an den Spalt heran geführt. Durch Druckbeaufschlagung des Schmieröls wird dieses in den Spalt zwischen der lokalen Verbreiterung und der Innenseite des Losrades gepresst, so dass eine hydrostatische Tragwirkung über das Schmieröl entsteht. Im Ergebnis wird eine radiale Last zwischen Losrad und Welle aufgebaut, die einseitig wirkt und die vorhandenen Wälzlagerungen radial vorspannt. Die oben stehend beschriebene Problematik der Bildung von Schlupfschäden durch Reibbewegung der Wälzkörper über

den Lagerschalen kann somit vermieden werden, da unabhängig von der äußeren Lagerlast eine Mindestlast auf die Lagerung aufgebracht wird. Nachteilig ist jedoch die Kopplung der Lageranordnung an eine Ölumlaufschmierung, da das in den Spalt zwischen dem Abstandsring und dem Losrad eingepresste Drucköl sowohl bereitgestellt als auch wieder rückgeführt werden muss. Zu diesem Zweck muss eine gesonderte Ölpumpe eingesetzt werden, da ansonsten beim Anlaufen der Welle kein Öldruck vorhanden ist und somit auch nicht die gewünschte hydrostatische Tragwirkung eintritt. Ferner ist ein entsprechender Bauraum zur Anordnung des Abstandsringes erforderlich, wobei ferner Kanäle für die Zufuhr des Drucköls erforderlich sind.

**[0008]** Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lageranordnung zu schaffen, die auch bei geringer oder fehlender radialer Belastung, beispielsweise beim Anlaufen oder lastfreien Betrieb der Welle, eine lange Lebensdauer aufweist.

**[0009]** Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Lageranordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0010]** Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass auf der Welle ein Vorspannlager angeordnet ist, über das mittels einer Radiallasteinrichtung eine radiale Vorspannung in das Wälzlager einleitbar ist.

**[0011]** Die Erfindung geht dabei von dem Gedanken aus, zusätzlich zur Hauptlagerung ein weiteres Lager vorzusehen, über das mittels einer Radiallasteinrichtung eine radiale Mindestbelastung auf das zu belastende Wälzlager aufgebracht werden kann. Treten aufgrund der Betriebsverhältnisse der Welle innerhalb der Aufnahmestruktur keine Radialkräfte auf, so sorgt die Radiallasteinrichtung in diesem Betriebszustand für die Aufrechterhaltung einer radialen Vorspannung über das zusätzlich eingebrachte Vorspannlager. Über die Radiallasteinrichtung wird das Vorspannlager gegen das Wälzlager verspannt, wobei die Größe der eingebrachten Vorspannkraft derart ausgewählt wird, dass einerseits eine hinreichende große Mindestbelastung auf das Wälzlager aufgebracht wird, jedoch andererseits keine gravierende Verschleißwirkung aufgrund der aufgetragenen radialen Mindestvorspannkraft bewirkt wird. Ist die Welle nach üblicher Ausführung einer Lageranordnung in zwei Ebenen innerhalb einer Aufnahmestruktur gelagert, so erfolgt die Anordnung des Vorspannlagers in einer dritten Ebene. Diese kann entweder zwischen den beiden Wellenlagern angeordnet sein, wobei die Anordnung des Vorspannlagers auch außerhalb der Hauptlageranordnung vorgesehen werden kann.

**[0012]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lageranordnung spannt die Radiallasteinrichtung das Vorspannlager gegen die Aufnahmestruktur vor. Die Vorspannung auf das Vorspannlager erfolgt dabei in radialer Richtung, wobei die über das Vorspannlager eingebrachte Radiallast durch das zu belastende Wälzlager aufgenommen wird. Der Kraftfluss erfolgt folglich beginnend über die Radiallasteinrichtung von der Aufnahmestruktur in das Vorspannlager, nachfolgend vom Vorspannlager über die Welle in das zu schützende Wälzlager und von diesem zurück in die Aufnahmestruktur. Damit ergibt sich ein geschlossener Kraftfluss, so dass die Radiallast im Vorspannlager etwa der Radiallast im Wälzlager entspricht, sofern das Vorspannlager benachbart zum Wälzlager auf der Welle angeordnet ist. Die Einleitung der Vorspannkraft über das Vorspannlager kann an beliebiger Stelle in die Welle erfolgen.

**[0013]** Ferner kann das Vorspannlager als Wälzlager ausgeführt sein. Dieses kann ebenfalls ein Zylinderrollenlager umfassen, wobei abhängig von der Größe der eingebrachten radialen Vorspannung auch ein einreihiges oder ein zweireihiges Kugellager gewählt werden kann. Der Innenring des Vorspannlagers ist dabei auf der Welle aufgebracht, wobei die Radiallasteinrichtung die radiale Vorspannung über den Außenring in das Vorspannlager einleitet.

**[0014]** Ebenfalls kann einen Aufnahmebereich in der Welle vorgesehen sein, der zur Aufnahme des Vorspannlagers ausgebildet ist. Der Aufnahmebereich ist dabei vorzugsweise als Fortsatz an dem an das Wälzlager angrenzenden freien Ende der Welle ausgebildet. Eine vorteilhafte Anordnung des Vorspannlagers relativ zum Wälzlager, in das die Radiallast eingebracht werden soll, ist durch eine angrenzende Anordnung des Vorspannlagers an das Wälzlager gegeben, wobei sich das Vorspannlager entweder außerhalb oder innerhalb der Lageranordnung, umfassend das Loslager sowie das Festlager, befinden kann. Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel sieht daher einen Wellenfortsatz zur Bildung eines Aufnahmebereiches vor, welches unmittelbar an den Aufnahmebereich der Welle zur Aufnahme des Wälzlagers angrenzt. Im Ergebnis entstehen nur geringe Querkräfte, die in die Welle eingeleitet werden, so dass die über die Radiallasteinrichtung eingeleitete Radialkraft im Vorspannlager etwa der Radialkraft entspricht, die sich als Mindestkraft für das zu schützende Wälzlager ergibt. Durch die benachbarte Anordnung des Vorspannlagers zum Wälzlager wird die Lageranordnung, insbesondere das gegenüberliegende Festlager, im Lastfall der Lagerung während des Betriebes nicht negativ beeinflusst.

**[0015]** Die Lageranordnung umfasst wenigstens eine weitere Wälzlageranordnung, welche optional ein erstes Kegelrollenlager sowie ein zweites Kegelroll-

lenlager aufweist. Diese können axial gegeneinander vorgespannt sein oder als Doppelkegelrollenlager konfektioniert sein, so dass die Wälzlageranordnung die Festlagerung der Welle in der Aufnahmestruktur bildet, wobei auch eine schwimmende Lagerung eingesetzt werden kann, bei der die axiale Positionierung über die Verzahnung erfolgen kann.

**[0016]** Eine mögliche Ausführungsform der Radiallasteinrichtung weist einen Zugkörper auf, der sich zwischen der Aufnahmestruktur und dem Vorspannlager erstreckt. Die Aufnahmestruktur ist zumeist als Getriebegehäuse ausgebildet und bietet eine Befestigungsmöglichkeit des Zugkörpers. Ferner sind Mittel vorgesehen, über die der Zugkörper mit dem Außenring des Vorspannlagers verbunden ist. Der Zugkörper umfasst dabei einen Dehnungsbereich, der als Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser des Zugkörpers ausgebildet ist und der über sein erstes Ende mit dem Vorspannlager und über sein zweites Ende mit der Aufnahmestruktur verbunden ist. Vorzugsweise ist der Zugkörper als rotationssymmetrisch ausgebildeter Zugstab geformt, der einen kreisrunden Querschnitt aufweist, und im Dehnungsbereich einen geringeren Durchmesser besitzt als im jeweiligen Endbereich zur Anbindung an das Vorspannlager bzw. an die Aufnahmestruktur.

**[0017]** Zur Aufnahme des Vorspannlagers ist ein Lastring vorgesehen, in dem der Außenring des Vorspannlagers aufgenommen ist. Zur axialen Sicherung der Aufnahme des Außenrings innerhalb des Lastringes ist ein Sicherungsring eingesetzt, um sowohl in radialer als auch in axialer Richtung den Lastring mit dem Vorspannlager fest zu verbinden. Das Vorspannlager kann als Zylinderrollenlager ausgeführt sein, so dass dieses lediglich zur Aufnahme radialer Kräfte geeignet ist. In Folge dessen ergibt sich eine axiale Positionierung des Lastringes und damit des Außenringes des Vorspannlagers lediglich über den Zugkörper, der fest mit dem Lastring verbunden ist. Diese Verbindung kann beispielsweise eine Schraubverbindung umfassen, wobei der Lastring hinreichend steif ausgeführt ist, um eine über den Umfang des Außenringes gleich verteilte Lastenleitung auf das Vorspannlager zu gewährleisten.

**[0018]** Es ist von Vorteil, eine Einstellbarkeit der Größe der radialen Vorspannkraft zu ermöglichen. Dafür ist vorgesehen, dass der Zugkörper mittels einer Schraubenanordnung an der Aufnahmestruktur aufgenommen ist, in der die Größe der Vorspannkraft mittels einer Stellschraube oder Stellmutter einstellbar ist. Hierfür besitzt das der Aufnahmestruktur zugewandte Ende des Zugkörpers einen Gewindeabschnitt, der gemeinsam mit der Stellmutter die Schraubenanordnung bildet. Die Stellmutter stützt sich dabei gegen einen Bereich der Aufnahmestruktur ab. Hierfür kann in der Aufnahmestruktur eine Durchgangsbohrung eingebracht sein, durch die sich das

der Aufnahmestruktur zugewandte Ende des Zugkörpers mit dem zugeordneten Gewindeabschnitt hindurch erstreckt. Die Stellmutter stützt sich dabei gegen die rückseitige Planfläche der Durchgangsbohrung ab, so dass beim Festziehen der Stellmutter gegen die rückseitige Struktur die Kraft auf den Zugkörper erhöht werden kann. Diese resultiert in einer Radialkraft, die durch den Zugkörper in den Lastring und damit auf das Vorspannlager aufgebracht wird. Im Betrieb der Lageranordnung kann über die Stellmutter zu beliebigen Zeitpunkten die Vorspannkraft nachjustiert werden, sofern sich Setzbeträge in der Gesamtstruktur ergeben. Ferner kann neben dem Dehnungsbereich eine weitere Nachgiebigkeit vorgesehen sein, die beispielsweise durch unter der Stellmutter angeordnete Tellerfedern o. ä. gebildet wird. Ebenfalls ist es denkbar, dass der Zugkörper als ein temperaturabhängiger Stab ausgestaltet ist, wodurch die Vorspannung in der Radiallasteinrichtung temperaturabhängig veränderbar ist. Hierdurch kann zum Beispiel die Vorspannung bei Betriebstemperatur der Lageranordnung reduziert werden, wohin gegen bei niedrigeren Temperaturen die Vorspannung in der Radiallasteinrichtung erhöht werden kann, um die erforderliche Mindestlast zu erreichen bzw. den gewünschten Effekt zu erzielen.

**[0019]** Die vorliegend vorgestellte Lageranordnung kann zur Lagerung einer Welle vorgesehen sein, die als Abtriebswelle zum Antrieb des Generators einer Windkraftanlage ausgebildet ist. Die Abtriebswelle kann z. B. über eine Kupplung mit dem Generator der Windkraftanlage verbunden werden, wobei die generatorseitige Lagerung die Festlagerung ist, die die axial gegeneinander vorgespannten Kegelrollenlager umfasst. Die dem Generator abgewandte Seite der Lagerung ist das zu belastende Wälzlager, welches als Zylinderrollenlager ausgebildet ist und die Loslagerung der Welle in der Aufnahmestruktur bildet. Der Aufnahmebereich bildet dabei die Endseite der Abtriebswelle, die als Fortsatz hinter dem als Loslager ausgebildeten Wälzlager angeformt ist. Dieser Aufnahmebereich weist einen kleineren Durchmesser auf als der Durchmesser zur Aufnahme des zu belastenden Wälzlagers der Lageranordnung, wobei der Aufnahmebereich unmittelbar auf den Bereich folgt, auf dem das Loslager auf der Welle aufgebracht ist.

**[0020]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lageranordnung ist zwischen dem Loslager und dem Festlager ein erstes Zahnrad auf der Welle angeordnet. Dieses kann entweder auf die Welle aufgeschraubt, aufgeschoben oder mit einer der sonstigen Welle-Nabe-Verbindungen auf der Welle angeordnet sein, wobei das Zahnrad auch nach Art eines Ritzels in die Welle selbst eingearbeitet sein kann. Mit dem ersten Zahnrad kämmt ein zweites Zahnrad, das mit dem Windrad der Windkraftanlage direkt oder indirekt über wei-

tere mechanische Bauteile in Verbindung gebracht ist. Folglich erfolgt durch den Zahneingriff zwischen dem durch das Windrad angetriebene Zahnrad und dem Wellenzahnrad eine Betriebslast, die in Betrieb der Windkraftanlage vom Zahnrad auf die Welle aufgebracht wird. Befindet sich die Windkraftanlage jedoch außer Betrieb, so wird zumeist davon abgesehen, das Windrad vollständig festzusetzen. Hierbei können statische Belastungen in den Wälzlager auftreten, die zur Schädigung der Lageranordnung führen. Folglich wird die Windkraftanlage bei geringer Last und geringen Drehzahlen betrieben, so dass sich ein nahezu lastfreier Betriebszustand der Abtriebswelle ergibt. Insbesondere für diesen Betriebspunkt ist die erfindungsgemäße Radiallasteinrichtung zur Vorspannung des Loslagers sinnvoll einsetzbar.

**[0021]** Es ist von besonderem Vorteil, dass die durch die Radiallasteinrichtung eingebrachte Kraft als Zugkraft über den Zugkörper auf die Welle aufgebracht ist, wobei die Richtung der Krafteinleitung durch die Radiallasteinrichtung dem Zahneingriff zwischen dem Wellenzahnrad und dem Zahnrad etwa 180° gegenüberliegend angeordnet ist. Aus dieser Anordnung ergibt sich der Vorteil, dass im Lastbetrieb der Windkraftanlage durch elastische Verformung der Struktur die radiale Vorspannung durch die Radiallasteinrichtung nahezu aufgehoben werden kann. Im Betrieb der Windkraftanlage entsteht ein Kräfteverhältnis zwischen aufgebrachter Radiallast durch die Radiallasteinrichtung und die Betriebskräfte durch die Verzahnung, das eine Auslöschung der Radialkraft durch die Radiallasteinrichtung ermöglicht. Im Ergebnis erfolgt im Betrieb der Windkraftanlage keine erhöhte Betriebskraft für die Lageranordnung, da die durch die Verzahnung in die Welle eingeleitete Kraft eine Verformung der Abtriebswelle und/oder der gesamten Struktur verursacht, die die aufgebrachte radiale Vorspannkraft durch die Radiallasteinrichtung reduziert bzw. tilgt. Diese Wirkung ist insbesondere dann erzielbar, wenn die radiale Kraft durch die Radiallasteinrichtung in der Wirkrichtung dem Zahneingriff zwischen dem ersten Zahnrad und dem zweiten Zahnrad auf der Welle etwa gegenüberliegend angeordnet ist.

**[0022]** Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

**[0023]** Es zeigt:

**[0024]** **Fig. 1** einen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel einer Lageranordnung mit einer erfindungsgemäßen Radiallasteinrichtung und

**[0025]** **Fig. 2** eine schematische Darstellung der Anordnung der Welle sowie des Zahnrades, das beispielsweise direkt oder indirekt durch das Windrad angetrieben wird, wobei insbesondere die auf die Welle wirkenden Kräfte dargestellt sind.

**[0026]** **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Lageranordnung **1**, wie diese in Getrieben für Windkraftanlagen Anwendung findet. Die Welle **2** ist als Abtriebswelle **2** ausgebildet und ist in einer Aufnahmestruktur **3** drehbar aufgenommen, die vorliegend als Getriebegehäuse **3** dargestellt ist. Die Aufnahme erfolgt sowohl über ein erstes Wälzlager **4** als auch über eine beabstandet zu diesem angeordnete Wälzlageranordnung **9**. Der in der Ansicht nicht näher gezeigte Generator ist auf der rechten Seite der Wälzlageranordnung **9** z. B. über eine Kupplung angebracht, so dass diese die generatornahe Lagerung bildet, wobei das Wälzlager **4** das generatorferne Lager bildet.

**[0027]** Gemäß des Ausführungsbeispiels ist das Wälzlager **4** als Zylinderrollenlager ausgeführt, wobei die Wälzlageranordnung **9** ein erstes Kegelrollenlager **15** sowie ein zweites Kegelrollenlager **16** umfasst. Die Kegelrollenlager **15** und **16** sind mit einem ausreichenden Spiel axial zueinander durch einen Zwischenring eingestellt, welcher zwischen den Außenringen der Kegelrollenlager **15** und **16** angeordnet ist. Die Kegelrollenlager **15** und **16** bilden folglich die Festlageranordnung der Abtriebswelle **2** innerhalb des Getriebegehäuses **3**. Hingegen bildet das Wälzlager **4** durch eine axiale Verschiebbarkeit des Innenrings gegenüber den Wälzkörpern die Loslagerung der Lageranordnung **1**. In Abhängigkeit des Betriebszustandes, welcher im Wesentlichen durch die Drehzahl und die Kräfteverhältnisse auf die Abtriebswelle **2** gebildet wird, kann es zu Schlupfschäden des Wälzlagers **4** kommen, die durch eine erfindungsgemäße Radiallasteinrichtung vermieden werden. Insbesondere ist die Radiallasteinrichtung notwendig, wenn keine oder nur geringe Verzahnungskräfte zwischen dem Zahnrad **18**, das mit dem Windrad der Windkraftanlage direkt oder über ein Getriebe in Verbindung steht, sowie dem Wellenzahnrad **17** entstehen. Erfolgt dennoch eine Rotation der Abtriebswelle **2**, so kann es zu einem Schlupf und folglich zu einer Reibung zwischen den Wälzkörpern des Wälzlagers **4** und dem Innenring **6** sowie dem Außenring **7** des Wälzlagers **4** kommen. Hierfür ist eine Radiallasteinrichtung vorgesehen, welche im Folgenden näher dargestellt wird.

**[0028]** Die Radiallasteinrichtung ist in einem Aufnahmebereich **8** aufgenommen, welcher als Wellenfortsatz der Abtriebswelle **2** rückseitig des Wälzlagers **4** ausgebildet ist. Auf dem Aufnahmebereich **8** ist ein Vorspannlager **5** angeordnet, welches einen Innenring **6** sowie einen Außenring **7** aufweist und als Zylinderrollenlager ausgeführt ist. Der Innenring **6** des

Vorspannlagers **5** ist auf dem Aufnahmebereich **8** aufgebracht, wohingegen der Außenring **7** des Vorspannlagers **5** in einem Lastring **11** eingesetzt ist. Der Lastring **11** umschließt den Außenring **7** des Vorspannlagers **5** vollständig und ist mit einem Zugkörper **10** verbunden, über den eine radiale Last in den Lastring **11** eingebracht wird.

**[0029]** Der Zugkörper **10** verfügt über einen endseitigen Gewindeabschnitt, mit dem dieser in den Lastring **11** eingeschraubt ist. Der Zugkörper **10** erstreckt sich in Gestalt eines Zugankers zwischen dem Lastring **11** und dem Getriebegehäuse **3**, wobei der Zugkörper **10** einen Dehnungsbereich **14** aufweist. Der Zugkörper **10** ist mit einem runden Querschnitt stabförmig ausgeführt, wobei der Dehnungsbereich **14** durch einen verringerten Durchmesser des stabförmigen Zugankers gebildet ist. Im Ergebnis entsteht eine Nachgiebigkeit, sodass unerwünschte Kraftüberhöhungen in der Radiallasteinrichtung, beispielsweise bei Durchbiegung der Welle **2**, vermieden werden. Das dem Getriebegehäuse **3** zugewandte Ende des Zugkörpers **10** weist einen Gewindeabschnitt auf, auf dem eine Stellmutter **13** aufgeschraubt ist. Damit wird eine Schraubanordnung **12** geschaffen, über die die radiale Vorspannung einstellbar ist, die über das Vorspannlager **5** in die Abtriebswelle **2** eingeleitet werden soll. Die Stellmutter **13** kann gegen eine Druckplatte **19** verstellt werden, durch die sich der Zugkörper **10** wenigstens im Bereich des endseitigen Gewindeabschnitts hindurch erstreckt.

**[0030]** Im Ergebnis entsteht die Möglichkeit, über die Radiallasteinrichtung, umfassend wenigstens das Vorspannlager **5**, den Zugkörper **10**, den Lastring **11** sowie die Schraubanordnung **12** mit der Stellmutter **13**, eine einstellbare radiale Mindestbelastung auf das Wälzlager **4** aufzubringen. Durch die Mindestbelastung ist die Reibung zwischen den Lagerringen des Wälzlagers **4** und den Wälzkörpern des Wälzlagers **4** hinreichend groß, um ein Durchrutschen der Lagerringe gegenüber den Wälzkörpern zu verhindern. Folglich kann die Gebrauchsdauer der Lageranordnung **1** durch einfache mechanische Mittel erhöht werden.

**[0031]** **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung der Anordnung der Abtriebswelle **2** mit dem auf diesem aufgebrachten Wellenzahnrad **17**, welches mit dem Zahnrad **18** kämmt, das mit dem Windrad der Windkraftanlage verbunden ist. Hierin sind die Kräfte aufgetragen, die auf die Abtriebswelle **2** wirken. Zunächst ist die Kraft durch die Radiallasteinrichtung gezeigt, die mit  $F_R$  angedeutet ist. Diese weist vertikal nach oben, wobei der Zahneingriff zwischen dem Zahnrad **18** und dem Wellenzahnrad **17** auf der unteren Seite erfolgt. Damit liegt der Zahneingriff zwischen den Zahnradern **17** und **18** der Richtung der durch die Radiallasteinrichtung eingebrachten Radialkraft etwa  $180^\circ$  gegenüber. Wird nun die Windkraft-

anlage in Betrieb genommen, so ergeben sich Verzahnungskräfte, die als Kraft durch den Zahneingriff sowohl für den Linkslauf als auch für den Rechtslauf mit  $F_Z$  gekennzeichnet sind. Es ist erkennbar, dass die sich aus den Kräften  $F_Z$  und  $F_R$  ergebende resultierende Gesamtkraft  $F_{ges}$  eine Komponente aufweist, die in Richtung der Kraft durch die Radiallasteinrichtung  $F_R$  wirkt. Folglich wird im Betrieb der Windkraftanlage der Zugkörper durch elastische Verformung der Aufnahmestruktur **3** und zusätzlich durch eine Einfederung des Wälzlagers **4** entlastet, und die durch die Radiallasteinrichtung aufgebrachte radiale Vorspannkraft reduziert sich zu einem Betrag, der entweder Null oder nahe Null liegt.

**[0032]** Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Insbesondere ist die vorliegende Erfindung nicht auf die genaue Anordnung der Radiallasteinrichtung außerhalb der Lageranordnung **1** beschränkt. Diese kann ebenfalls zwischen den dargestellten Wälzlager **4** sowie der Wälzlageranordnung **9** eingebracht werden. Ferner ist das zu belastende Wälzlager **4** nicht zwangsläufig als Zylinderrollenlager ausgeführt, da auch Lageranordnungen mit Kugellagern bekannt sind, die im lastfreien Betrieb eine radiale Lagerluft umfassen. Das Problem der Schlupfschaden ist daher auch bei diesen Lagerbauarten bekannt und mittels der erfindungsgemäßen Radiallasteinrichtung vermeidbar.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Lageranordnung
<b>2</b>	Abtriebswelle
<b>3</b>	Aufnahmestruktur/Getriebegehäuse
<b>4</b>	Wälzlager
<b>5</b>	Vorspannlager
<b>6</b>	Innenring
<b>7</b>	Außenring
<b>8</b>	Aufnahmebereich
<b>9</b>	Wälzlageranordnung
<b>10</b>	Zugkörper
<b>11</b>	Lastring
<b>12</b>	Schraubanordnung
<b>13</b>	Stellmutter
<b>14</b>	Dehnungsbereich
<b>15</b>	Kegelrollenlager
<b>16</b>	Kegelrollenlager
<b>17</b>	erstes Zahnrad
<b>18</b>	zweites Zahnrad
$F_Z$	Kraft durch Zahneingriff
$F_R$	Kraft durch Radiallasteinrichtung
$F_{ges}$	resultierende Gesamtkraft

### Patentansprüche

1. Lageranordnung (1) zur Lagerung einer Welle (2) in einer Aufnahmestruktur (3), wobei die Lagerung in einer Aufnahmestruktur (3) der Windkraftanlage vorgesehen ist, mit wenigstens einem Wälzlager (4), das zumindest zur Aufnahme von Radialkräften der Welle (2) ausgebildet ist,

**dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Welle (2) am an das Wälzlager (4) angrenzenden freien Ende der der Welle (2) ein Wälzlager als Vorspannlager (5) angeordnet ist, über das mittels einer Radiallasteinrichtung eine radiale Vorspannung in das Wälzlager (4) einleitbar ist,

dass die Radiallasteinrichtung einen Zugkörper (10) aufweist, der sich zwischen der Aufnahmestruktur (3) und dem Vorspannlager (5) erstreckt und

dass die Radiallasteinrichtung einen Lastring (11) aufweist, in dem der Außenring (7) des Vorspannlagers (5) aufgenommen ist und an den der Zugkörper (10) zur Einleitung einer Radialkraft angebunden ist.

2. Lageranordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radiallasteinrichtung das Vorspannlager (5) gegen die Aufnahmestruktur (3) vorspannt.

3. Lageranordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorspannlager (5) einen Innenring (6) und einen Außenring (7) aufweist.

4. Lageranordnung (1) nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenring (6) auf der Welle (2) aufgebracht ist und die Radiallasteinrichtung die radiale Vorspannung über den Außenring (7) in das Vorspannlager (5) einleitet.

5. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Lagerung der Welle (2) in der Aufnahmestruktur (3) wenigstens eine weitere Wälzlageranordnung (9) vorgesehen ist.

6. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugkörper (10) mittels einer Schraubenanordnung (12) an der Aufnahmestruktur (3) aufgenommen ist, wobei die Größe der Vorspannkraft mittels einer Stellmutter (13) einstellbar ist.

7. Lageranordnung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugkörper (10) einen endseitigen Aufnahmebereich aufweist, auf den die Stellmutter (13) aufgeschraubt ist, wobei sich diese gegen einen Bereich der Aufnahmestruktur (3) abstützt.

8. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugkörper (10) einen Dehnungsbereich (14) auf-

weist, der als Schaftabschnitt mit verringertem Durchmesser des Zugkörpers (10) ausgebildet ist.

9. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlager (4) als Zylinderrollenlager ausgebildet ist und eine Loslagerung der Welle (2) in der Aufnahmestruktur (3) bildet.

10. Lageranordnung (1) nach Anspruch 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzlageranordnung (9) ein erstes Kegelrollenlager (15) und ein zweites Kegelrollenlager (16) aufweist, wobei die Wälzlageranordnung (9) eine Festlagerung der Welle (2) in der Aufnahmestruktur (3) bildet.

11. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (2) als Abtriebswelle (2) einer Stirnradstufe eines Windkraftgetriebes einer Windkraftanlage ausgebildet ist.

12. Lageranordnung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Wälzlager (4) und der Wälzlageranordnung (9) ein Wellenzahnrad (17) auf der Welle (2) angeordnet ist.

13. Lageranordnung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Zahnrad (17) mit einem zweiten Zahnrad (18) in Zahneingriff steht, das mit einem Windrad direkt oder indirekt in Verbindung gebracht ist.

14. Lageranordnung (1) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Radiallasteinrichtung eingebrachte Kraft als Zugkraft über den Zugkörper (10) auf die Welle (2) aufgebracht ist, wobei die Richtung der Krafteinleitung durch die Radiallasteinrichtung dem Zahneingriff zwischen dem ersten Zahnrad (17) und dem zweiten Zahnrad (18) etwa 180° gegenüberliegend angeordnet ist.

15. Windkraftanlage mit einer Lageranordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

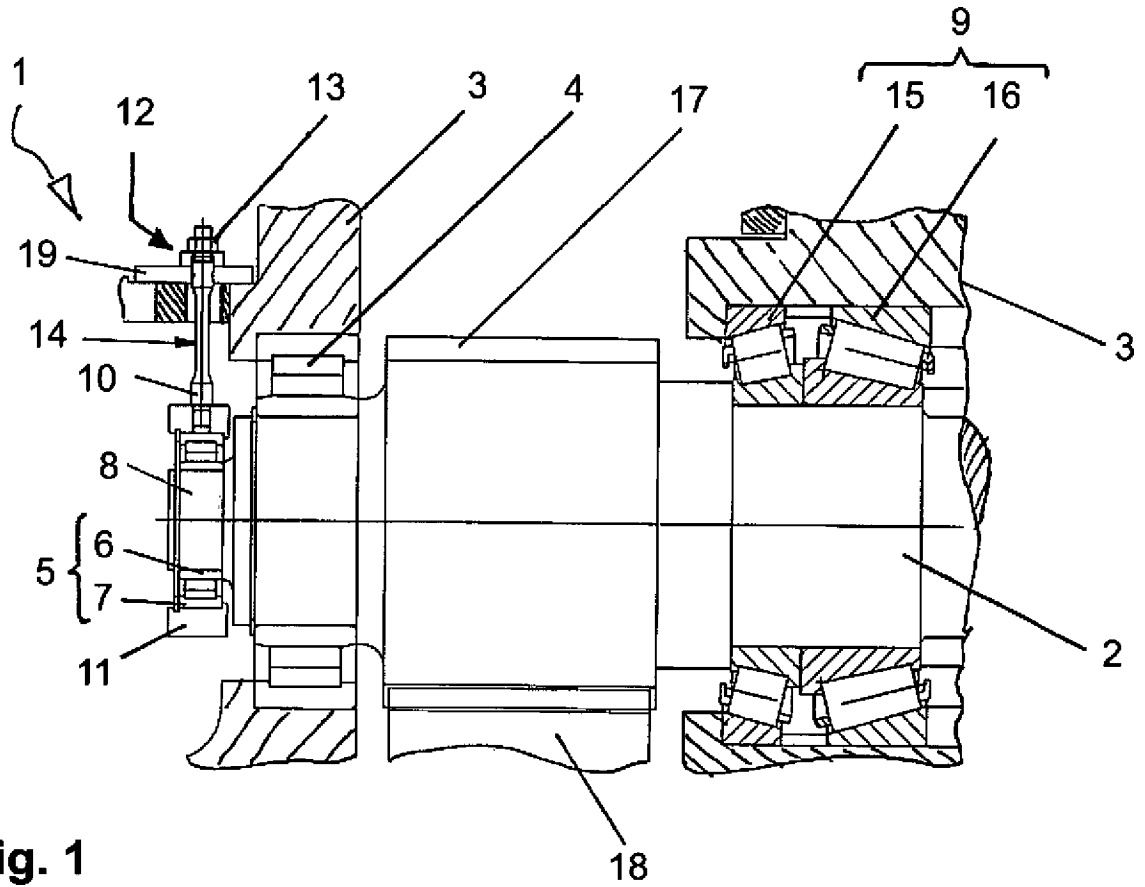


Fig. 1

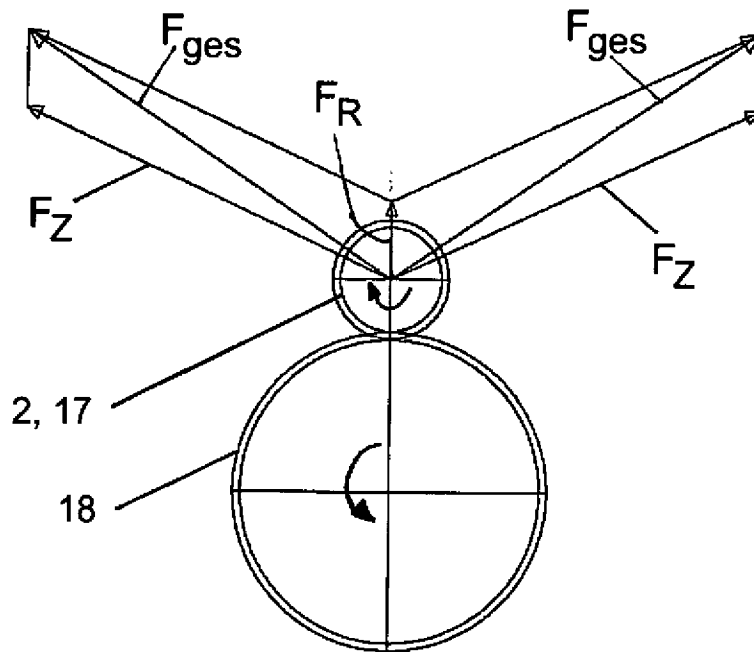


Fig. 2