



(10) **DE 10 2011 002 913 B4** 2012.12.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 002 913.3**
 (22) Anmeldetag: **20.01.2011**
 (43) Offenlegungstag: **26.07.2012**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **06.12.2012**

(51) Int Cl.: **F16C 33/60 (2006.01)**
F16C 19/38 (2006.01)
F16C 19/52 (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:
Aktiebolaget SKF, Göteborg, SE

(74) Vertreter:
**Kohl, Thomas, Dipl.-Ing. Univ., 97421,
 Schweinfurt, DE**

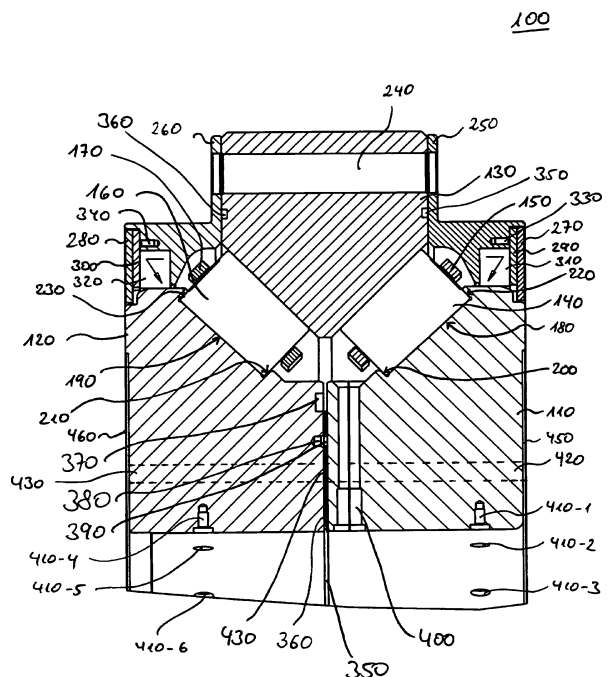
(72) Erfinder:
**Gläntz, Wolfgang, 97422, Schweinfurt, DE; Kern,
 Henning, 97080, Würzburg, DE; Pickel, Edgar,
 97334, Sommerach, DE; Kaiser, Tristan, 97422,
 Schweinfurt, DE; Tanke, Jesko-Henning, 97422,
 Schweinfurt, DE**

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

DE	10 2008 021 636	B3
DE	70 41 941	U
EP	0 961 038	B1
WO	2009/ 079 975	A1
JP	2002 227 853	A

(54) Bezeichnung: **Mehrringiges Wälzlager mit reibungserhöhender Zwischenscheibe**

(57) Hauptanspruch: Mehrringiges Wälzlager (100) mit folgenden Merkmalen:
 ein erster Lagerring (110) und ein zweiter Lagerring (120), wobei der erste (110) und der zweite Lagerring (120) in axialer Richtung benachbart und konzentrisch angeordnet sind; und wobei der erste Lagerring (110) und der zweite Lagerring (120) entweder jeweils ein Innenring oder ein Außenring des Wälzlagers (100) sind; und eine reibungserhöhende Zwischenscheibe (360), die zwischen dem ersten Lagerring (110) und dem zweiten Lagerring (120) so angeordnet und ausgebildet ist, dass sie eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem ersten (110) und dem zweiten Lagerring (120) schafft, wobei die Zwischenscheibe (360) eine eine Haftreibung erhöhende Beschichtung an wenigstens einer der dem ersten (110) oder dem zweiten Lagerring (120) zugewandten Seite oder beidseitig aufweist; wobei der erste Lagerring (110), der zweite Lagerring (120) und die Zwischenscheibe (360) derart ausgebildet sind, dass sich der zweite Lagerring (120) in jedem für das Wälzlager (100) zugelassenen Belastungszustand...



Beschreibung

[0001] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung betreffen ein mehrreihiges Wälzlager, wie es beispielsweise bei Großkraftanlagen, also beispielsweise bei Windenergieanlagen, Gezeitenkraftwerken oder Wasserkraftwerken, zum Einsatz kommen kann.

[0002] Im Bereich des Anlagenbaus besteht schon sehr lange das Bedürfnis, Anlagen hinsichtlich ihrer Größe, des Energieverbrauchs oder anderer Parameter zu optimieren. Ein wichtiger Faktor, der nicht nur zu den vorgenannten Parametern beiträgt, sondern auch stets bei der Optimierung im Blickfeld ist, ist das Gewicht von Anlagen, Systemen, kleineren Baugruppen und einzelnen Maschinenelementen.

[0003] Bei der Reduzierung des Gewichts treten häufig Probleme hinsichtlich der Dimensionierung von Bauteilen auf, sei es bei kontinuierlichen Belastungen oder bei kurzzeitig auftretenden Extrembelastungen. Gleiches gilt auch für konstruktive Vereinfachungen von Anlagen, Systemen, Baugruppen und Maschinenelementen und andere Optimierungen.

[0004] Gerade im Bereich von Großanlagen, zu denen insbesondere auch Großkraftanlagen gehören, besteht das Bedürfnis, Gewicht einzusparen, indem beispielsweise Wellen oder Achsen nicht mehr konservativ ausgeführt werden. Stattdessen werden auftretende Kräfte beispielsweise unter Umgehung massiver Achsen und Wellen direkt in Lagerringe eingeleitet, was beispielsweise über Bohrungen oder Flansche geschehen kann.

[0005] Die Belastungen und Randbedingungen, denen solche Lager unterworfen werden, haben sich daher in den letzten Jahren stark verändert. So fehlen bei heutigen Einsatzgebieten häufig Bauteile, die bei konventionellen Lagertechniken Kräfte aufgenommen haben. Hierzu zählen beispielsweise neben den bereits oben genannten Wellen und Achsen auch Zapfen und andere Bauteile, die zur Aufnahme von radialen und/oder axialen Kräften nunmehr möglicherweise ebenso wenig zur Verfügung stehen wie zur Aufnahme von Kippmomenten oder anderen Drehmomenten.

[0006] Die JP 2002-22785 3 A bezieht sich auf ein zweireihiges Wälzlager, bei dem eine Abstandsscheibe zwischen einem zweigeteilten Innenring eingebracht ist, die die Bereich der beiden Laufbahnen des Wälzlagers voneinander trennt.

[0007] Die WO 2009/079975 A1 bezieht sich auf ein Wälzlager mit einem geteilten Außenring mit einer radialen Fixierung, die durch eine formschlüssige Verbindung über ein Verbindungselement erfolgt.

[0008] Die DE 10 2008 021 636 B3 bezieht sich auf ein Verfahren zum Fixieren eines Verbindungselements auf einem Werkstück. Das Dokument erwähnt so Möglichkeit, reibungserhöhende Zwischenschichten zu verwenden.

[0009] Die DE 70 41 941 U bezieht sich auf eine Armstütze für Omnibussitze, bei der eine reibungserhöhende Beilagscheibe verwendet wird.

[0010] Die EP 0 961 038 B1 bezieht sich auf ein Verbindungselement zur kraftschlüssigen Verbindung von Bauteilen. Das Verbindungselement zur reibungserhöhenden Verbindung von zu fügenden Werkstücken besteht aus einer dünnen federelastischen Folie, die an ihrer Oberfläche Partikel definierter Größe trägt, wobei diese Partikel aus einem Material mit einer Druck- und Scherfestigkeit bestehen, welche jene der zu fügenden Werkstücke übertrifft.

[0011] Unter anderem im Bereich mehrreihiger Wälzlager ergibt sich daher das Problem, dass Kräfte innerhalb des Lagers im Vergleich zu konventionellen Lager anders geführt und aufgenommen werden müssen. Beispielsweise sind mehrreihige Wälzlager mit mehr als einem Innen- und/oder Außenring hiervon betroffen. Bei diesen müssen die Kräfte und Momente zwischen den einzelnen Bauteilen des Lagers geführt werden.

[0012] Ausgehend hiervon ergibt sich so die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei mehrreihigen Wälzlager eine verbesserte Führung von Kräften und/oder Momenten zwischen Lagerringen des Wälzlagers zu ermöglichen.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein mehrreihiges Wälzlager gemäß Anspruch 1 oder eine reibungserhöhende Zwischenscheibe gemäß Anspruch 8 gelöst.

[0014] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst ein mehrreihiges Wälzlager einen ersten Lagerring und einen zweiten Lagerring, wobei der erste und der zweite Lagerring in axialer Richtung benachbart und konzentrisch angeordnet sind. Der erste Lagerring und der zweite Lagerring sind hierbei entweder jeweils ein Innenring oder ein Außenring des Wälzlagers. Ein mehrreihiges Wälzlager umfasst ferner eine reibungserhöhende Zwischenscheibe, die zwischen dem ersten Lagerring und dem zweiten Lagerring so angeordnet und ausgebildet ist, dass sie eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerring schafft.

[0015] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst eine derartige reibungserhöhende Zwischenscheibe für ein mehrreihiges Wälzlager eine Beschichtung auf wenigstens einer

Seite oder auf beiden Seiten der Zwischenscheibe. Die Beschichtung weist ein Material mit einer Vickershärte von wenigstens 1100 HV auf, wobei einige Ausführungsbeispiele der Zwischenscheibe für ein Wälzlager mit einem Innendurchmesser von wenigstens 0,5 m ausgebildet sind, und wobei die Zwischenscheibe ausgebildet ist, um zwischen den ersten und den zweiten Lagerring des Wälzlagers eingebracht zu werden.

[0016] Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung liegt so die Erkenntnis zugrunde, dass eine Verschiebung der beiden Lagerringe zueinander durch eine externe Krafteinleitung im Wesentlichen dadurch unterbunden werden kann, dass zwischen die beiden Lagerringe eine Zwischenscheibe eingebracht wird. Durch diese ist es möglich, höhere Kräfte durch eine im Wesentlichen kraftschlüssige Verbindung von dem zweiten Lagerring zu dem ersten Lagerring zu übertragen, ohne dass im Wesentlichen Verschiebungen oder Mikrobewegungen der Lagerringe zueinander auftreten.

[0017] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können so die beiden Lagerringe und die Zwischenscheibe derart ausgebildet sein, dass sich der zweite Lagerring in jedem für das Wälzlager zugelassenen Belastungszustand durch eine radial auf ihn einwirkende Kraft im Wesentlichen durch die kraftschlüssige Verbindung an dem ersten Ring abstützt, um eine Verschiebung der beiden Lagerringe zueinander im Wesentlichen zu unterbinden. Hierdurch kann eine Übertragung der Kräfte durch eine formschlüssige Verbindung im Wesentlichen entfallen.

[0018] Dies kann bei Ausführungsbeispielen so umgesetzt sein, dass die beiden Lagerringe und die Zwischenscheibe in axialer Richtung miteinander verspannt werden. Im Falle einer Verschraubung kann so beispielsweise der zweite Lagerring und/oder die Zwischenscheibe eine Mehrzahl von Bohrungen aufweisen, die bezogen auf die zur Verschraubung verwendeten Bauteile eine Spielpassung aufweisen.

[0019] Hierbei kommen die Vorteile des Einsatzes einer reibungserhöhenden Zwischenscheibe beispielsweise bei großen Lager zum Tragen, also beispielsweise bei Lagern deren Innendurchmesser wenigstens 0,5 m, wenigstens 0,75 m oder wenigstens 1,0 m beträgt. Entsprechend liegen auch die Innendurchmesser entsprechender Zwischenringe im Bereich von wenigstens 0,5 m, wenigstens 0,75 m oder von wenigstens 1,0 m. Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung weist die Zwischenscheibe eine Dicke von 2 mm, 3 mm, 4 mm oder darüber auf.

[0020] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann die Zwischenscheibe ferner so aus-

geführt sein, dass sie wenigstens einen Kraftschlusskoeffizienten für eine Haftreibung für Kräfte in radialer Richtung von 0,35, von wenigstens 0,4, von wenigstens 0,5, von mehr als 0,5 oder von wenigstens 0,55 aufweist. Bei manchen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können so auch entsprechende Kraftschlusskoeffizienten von 0,6 und darüber und 0,7 und darüber erzielt werden. Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann dies beispielsweise durch eine die Haftreibung erhöhende Beschichtung auf wenigstens einer der beiden Seiten der Zwischenscheibe geschehen. Eine solche Beschichtung kann beispielsweise ein Material mit Hartpartikeln oder Hartstoffpartikeln, beispielsweise Partikeln mit dem Härtegrad von Diamant oder kubischem Bornitrid (cBN) oder von Korund oder Karbid sein. Bei Ausführungsbeispielen kann die Beschichtung ein Material mit einer Vickershärte von wenigstens 1100 HV, von wenigstens 1400 HV oder von wenigstens 2000 HV sein.

[0021] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann die Beschichtungen zum Beispiel Siliziumkarbid (SiC, Härte von etwa 2500 HV), Wolframkarbid (WC, Härte von etwa 2500 HV), Titankarbid (TiC, Härte von etwa 3200 bis 4000 HV), Tantalkarbid (TaC), Borkarbid (B₄C, Härte von etwa 3000 bis 4900 HV), kubisches Bornitrid (cBN, Härte von etwa 4500 bis 4800 HV), Synthetikediamant (poly- oder monokristallin, Härte von etwa 7000 bis 9500 HV) oder Naturdiamant (monokristallin, Härte von etwa 7000 bis 10000 HV). aufweisen.

[0022] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann so die Dicke einer Beschichtung je Seite der Zwischenscheibe zwischen 1 µm und 150 µm liegen. Häufig liegt die Dicke im Bereich von 10 µm und darüber und/oder im Bereich von 100 µm und darunter.

[0023] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung kann die Zwischenscheibe ringförmig ausgestaltet und ganz- oder einteilig, mehrteilig, segmentiert oder geschlitzt ausgeführt werden. Hierdurch ist beispielsweise eine einfachere Herstellung und/oder Montage der Zwischenscheibe möglich.

[0024] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung umfassen so auch ein mehrreihiges Wälzlager, bei dem das mehrreihige Wälzlager ein zweireihiges Kegelrollenlager mit einem gemeinsamen Außenring ist, wobei der erste Lagerring und der zweite Lagerring Innenringe sind und bei dem das Wälzlager wenigstens bezüglich eines Lagerrings einen Druckwinkel zwischen 30° und 60°, beispielsweise zwischen 40° und 50° und insbesondere von 43° bis 47° aufweist. Bei weiteren Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung liegt der Druckwinkel beispielsweise bei 45°.

[0025] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können im Rahmen von Großkraftanlagen, also etwa Windkraftanlagen, Gezeitenkraftanlagen oder auch Wasserkraftanlagen zum Einsatz kommen, etwa als Hauptwellenlager oder als Generatorlager.

[0026] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert und beschrieben.

[0027] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsdarstellung durch ein mehrreihiges Wälzlager gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0028] [Fig. 2](#) zeigt eine Aufsicht auf eine reibungserhöhende Zwischenscheibe gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0029] [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte Darstellung der reibungserhöhenden Zwischenscheibe aus [Fig. 2](#); und

[0030] [Fig. 4](#) zeigt eine Querschnittsdarstellung durch die in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigte reibungserhöhende Zwischenscheibe.

[0031] Im Folgenden werden im Zusammenhang mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher beschrieben und hinsichtlich ihrer Funktionsweise erläutert. Zunächst wird im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel eines mehrreihigen Wälzlagers gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0032] [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittsdarstellung eines zweireihigen Kegelrollenlagers **100** als Ausführungsbeispiel eines mehrreihigen Wälzlagers. Das Kegelrollenlager **100** umfasst einen ersten Lagerring **110** und einen zweiten Lagerring **120**, bei denen es sich um Innenringe des Kegelrollenlagers **100** handelt. Die beiden Lagerringe **110**, **120** sind, bezogen auf eine axiale Richtung des Wälz- bzw. Kegelrollenlagers **100** benachbart und konzentrisch zueinander angeordnet.

[0033] Das Kegelrollenlager **100** weist ferner einen gemeinsamen Außenring **130** auf. Zwischen dem ersten Lagerring **110** und dem Außenring **130** ist eine Mehrzahl von ersten kegelstumpfförmigen Wälzkörpern **140** angeordnet, von denen in [Fig. 1](#) vereinfachend nur einer gezeigt ist. Die ersten Wälzkörper **140** sind hierbei in einem optionalen ersten Käfig **150** geführt, der beispielsweise auch als flexibler Käfig ausgestaltet sein kann. Entsprechend sind zwischen dem Außenring **130** und dem zweiten Lagerring **120** zweite kegelstumpfförmige Wälzkörper **160** angeordnet, die in einem zweiten optionalen Käfig **170** ge-

führt sind. [Fig. 1](#) zeigt wiederum nur einen der zweiten Wälzkörper **160**.

[0034] Die beiden Lagerringe **110**, **120** weisen hierbei im Bereich ihrer jeweiligen Laufbahnen **180**, **190** für die Wälzkörper **140**, **160** innere Führungsborde **200**, **210**, sowie äußere Führungsborde **220**, **230** auf, durch die Wälzkörper **140**, **160** in den Laufbahnen **180**, **190** geführt werden. Der gemeinsame Außenring **130** weist vorliegend keine Führungsborde auf.

[0035] Der Außenring **130** weist darüber hinaus eine optionale Bohrung **240** auf, über die ein erster optionaler Dichtungsträger **250** und ein zweiter optionaler Dichtungsträger **260** zusammen mit ihren jeweiligen, ebenfalls optionalen Komponenten mit dem Außenring **130** verschraubbar sind. Hierbei ist der erste Dichtungsträger **250** in radialer Richtung versetzt zu dem ersten Lagerring **110** angeordnet, während der zweite Dichtungsträger **260** in radialer Richtung versetzt zu dem zweiten Lagerring **120** angeordnet ist. In dem in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel sind die beiden Dichtungsträger spiegelsymmetrisch ausgeführt. Sie weisen jeweils auf einer dem Außenring **130** abgewandten Seite ein Spaltdichtungselement **270**, **280** sowie jeweils einen Passring **290**, **300** auf, die in dem in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsbeispiel unmittelbar benachbart zu den beiden Spaltdichtungselementen **270**, **280** auf der dem Außenring **130** zugewandten Seite der beiden Spaltdichtungselemente angeordnet sind. Zwischen den Passringen **290**, **300** und den beiden Dichtungsträgern wird so jeweils eine Ausnehmung gebildet, in denen jeweils ein optionales berührendes Dichtungselement **310**, **320** angeordnet ist.

[0036] Die Spaltdichtelemente **270**, **280** und die Passringe **290**, **300** werden hierbei über jeweilige, in [Fig. 1](#) nicht gezeigte Bohrungen mittels ebenfalls nicht dargestellten Schrauben in ersten Gewindesacklöchern **330** in dem ersten Dichtungsträger **250** und in zweite Gewindesacklöchern **340** in dem zweiten Dichtungsträger **260** befestigt. Aufgrund der Verschraubung mit den Dichtungsträgern **250**, **260** üben die Passringe **290**, **300** eine axiale Kraft auf die beiden berührenden Dichtungselemente **310**, **320** aus. Hierdurch werden die beiden Dichtungselemente **310**, **320** einerseits gehalten und können optional mit ihren Dichtlippen gegen entsprechende Flächen der beiden (Innen-)Lagerringe **110**, **120** gedrückt werden. Je nach konkreter Umsetzung kann diese letzte optionale Auslegung der beiden berührenden Dichtelemente **310**, **320** eine Fertigung derselben aus einem elastisch verformbaren Material (z. B. Gummidichtelemente) ratsam machen.

[0037] Der Außenring weist darüber hinaus zwei tangential verlaufende Nuten **350**, **360** auf, in die zwei in [Fig. 1](#) nicht gezeigte Dichtungselemente (z. B. O-Ringe) eingesetzt sind. Diese beiden Dichtungsele-

mente dienen hierbei zur Abdichtung eines inneren Bereichs des Wälzlagers, in dem sich die Wälzkörper **140**, **160** befinden, von der Umgebung. Die Dichtungselemente werden hierbei gegen entsprechende Dichtflächen der Dichtungsträger **250**, **260** durch deren Verschraubung mit dem Außenring **130** gepresst.

[0038] Zwischen den beiden (Innen-)Lagerringen **110**, **120** ist in einem Spalt **350** eine reibungserhöhende Zwischenscheibe **360** angeordnet, die insbesondere im Zusammenhang mit den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) noch näher beschrieben wird.

[0039] Der zweite Lagerring **120** weist ferner in dem Bereich des Spalts **350** eine weitere optionale Nut **370** auf, in die ein weiteres, in [Fig. 1](#) nicht gezeigtes Dichtelement (z. B. O-Ringdichtelement) eingesetzt ist, das den inneren Bereich des Wälzlagers vor einem Eindringen von Verunreinigungen einerseits und vor einem Verlust von Schmiermittel andererseits schützt, soweit das Wälzlager mit einer Schmierung ausgerüstet ist. Eine solche Schmierung ist zwar bei vielen Anwendungen ratsam, jedoch bei weitem nicht zwingend bei allen Implementierungen, so dass sie eine optionale Komponente darstellt.

[0040] Darüber hinaus weist der zweite Lagerring **120** eine Mehrzahl von umlaufend verteilten Sacklöchern **380** auf, in die Justierstifte oder Spannstifte (engl. clamping pins) einsetzbar sind, die während der Montage der Zwischenscheibe **360** zu deren Befestigung dienen. Sie greifen in entsprechend angeordnete Justierausnehmungen **390** der Zwischenscheibe ein. Auch bei diesen Elementen handelt es sich um optionale Komponenten, deren Verwendung im Einzelfall hilfreich sein kann, jedoch nicht zwingend notwendig ist. Insbesondere können auch andere Maßnahmen zur Vereinfachung der Montage getroffen werden.

[0041] Der erste Lagerring **110** weist eine oder mehrere optionale Ausnehmungen **400** auf, die bei dem in [Fig. 1](#) gezeigten Wälzlager **100** den ersten (Innen-)Lagerring **110** vollständig durchdringen. In diese wenigstens eine optionale Ausnehmung kann beispielsweise eine oder auch mehrere Komponenten einer ebenfalls optionalen Schmiermittelversorgung integriert werden, da sie Zugang zu dem inneren Bereich des Wälzlagers bietet. Je nach genauer konstruktiver Ausgestaltung kann so in die Ausnehmung **400** beispielsweise eine Schmiermittelpumpe zur Zu- oder Abförderung von Schmiermittel oder aber auch andere Komponenten eines solchen Schmiermittelsystems integriert werden. Selbstverständlich können in entsprechende Bohrungen auch Sensoren oder andere Bauteile integriert werden.

[0042] Darüber hinaus weisen die beiden Lagerringe **110**, **120** mehrere Hilfsbohrungen **410-1**, ..., **410-6** auf, bei denen es sich ebenfalls um optionale Kom-

ponenten handelt, die beispielsweise aus Herstellungs-, Montage-, Transportsicherungs- oder auch aus Handhabbarkeitsgründen während des Einbaus des Lagers in die Anlage vorgesehen sein können.

[0043] Das in [Fig. 1](#) gezeigte Kegelrollenlager **100** weist ferner wenigstens eine erste Axialbohrung **420** in dem ersten Lagerring **110**, wenigstens eine zweite Axialbohrung **430** in dem zweiten Lagerring **120** und wenigstens eine dritte Axialbohrung **440** in der Zwischenscheibe **360** auf, die hinsichtlich Anzahl und Anordnung entlang der tangentialen Richtung um das Kegelrollenlager **100** herum aufeinander abgestimmt und zueinander fluchtend sind. Die Axialbohrungen sind in dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel derart beabstandet und ausgelegt, dass das Kegelrollenlager **100** durch Schrauben oder andere Bauteile axial verspannbar ist, so dass sich bei Belastung in radialer Richtung der zweite Lagerring **120** im Wesentlichen ausschließlich durch in radialer Richtung wirkende Reibkräfte an dem ersten Lagerring **110** abstützt, so dass eine Verschiebung der beiden Lagerringe **110**, **120** im Wesentlichen unterbunden wird. Anders ausgedrückt dienen die Axialbohrungen **420**, **430**, **440** dazu, eine im Wesentliche kraftschlüssige Verbindung der Lagerringe **110**, **120** über die reibungserhöhende Zwischenscheibe **360** zu erzielen, ohne auf eine formschlüssige Verbindung durch Bolzen oder andere Bauteile zurückgreifen zu müssen.

[0044] Zu diesem Zweck ist die dritte Axialbohrung **440** der Zwischenscheibe **360** und/oder die zweite Axialbohrung **430** des zweiten Lagerrings typischerweise mit einer Spielpassung ausgelegt, also typischerweise keine Passbohrung. Im Falle von Bohrungen für die ersten Axialbohrungen **420** können diese ebenfalls als Bohrungen mit Spielpassung ausgeführt sein.

[0045] Das in [Fig. 1](#) gezeigte Lager **100** weist jeweils an einer dem gemeinsamen Innenring **130** abgewandten Seite der beiden Lagerringe **110**, **120** jeweils eine optionale Ausfräsung **450**, **460** auf, an die gegebenenfalls vermittelt über Passringe oder andere Bauteile eine Verschraubung mit einer Welle, einer Achse, einem Gehäuse oder einem anderen Bauteil einerseits und mit einem Lagerdeckel auf der anderen Seite realisiert werden kann.

[0046] Allerdings können die Lagerringe **110**, **120**, die Zwischenscheibe **360** bzw. das Lager **100** auch mit Hilfe anderer Maßnahmen axial verspannt werden. So können beispielsweise die ersten Axialbohrungen **420** oder die zweiten Axialbohrungen **430** als Sacklöcher mit Gewinde ausgeführt sein, so dass Schraubverbindungen in den entsprechenden Lagerringen **110**, **120** enden. Aber auch andere Mittel zur Erzeugung einer axialen Verspannung des Lagers **100** können vorgesehen sein, wie beispielsweise der

Einsatz von Wellenmuttern oder anderen, eine axiale Kraft ausübenden Bauteilen.

[0047] Bevor die Funktionsweise des Wälzlagers gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung näher beschrieben wird, bietet es sich an darauf hinzuweisen, dass die oben beschriebenen optionalen Komponenten bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung nicht implementiert werden müssen. Ebenso können diese anders ausgeführt werden. So können beispielsweise die Spaltdichtungselemente **270, 280**, die Passringe **290, 300** und die berührenden Dichtungselemente **310, 320** entfallen oder auch durch ein oder mehrere andere Dichtelemente ersetzt oder ergänzt werden, also beispielsweise durch ein Labyrinthdichtungselement, bei dem die Dichtwirkung ebenso wie bei den Spaltdichtelementen **270, 280** durch eine den Anwendungsbedingungen angepasste, entsprechend enge Tolerierung und Bemaßung von Spalten, Kanälen und anderen Ausnehmungen realisiert wird.

[0048] Ebenso können andere Maßnahmen und Mittel zur Befestigung des Lagers mit angrenzenden Komponenten ergriffen werden. Gegebenenfalls können diese auch vollständig oder teilweise entfallen.

[0049] Selbstverständlich können auch die Laufbahnen **180, 190** der Lagerringe **110, 120** und die entsprechenden Laufbahnen des gemeinsamen Außenrings **130** anders ausgeformt sein. So stehen beispielsweise die Ausgestaltung der Führungsborde **200, 210, 220, 230** ebenso wie deren Anordnung und Vorhandensein je nach Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in weitem Maße konstruktiven Freiheiten offen.

[0050] Das in **Fig. 1** gezeigte Wälzlager **100** ist bezüglich beider Reihen von Wälzlagerkörpern **140, 150** und damit bezüglich beider Lagerringe **110, 120** auf einen Druckwinkel von etwa 45° ausgelegt. Hierdurch wird gerade für den Bereich der Rotor-Abstützung von Windkraftanlagen eine Aufnahme von Radial- und Axiallasten sowie eine Aufnahme von Kippmomenten ermöglicht, so dass gegebenenfalls ein solches Lager alleine zur Abstützung eines Windkraftrotors ausreichen kann.

[0051] Allerdings sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung bei weitem nicht auf diesen Druckwinkel beschränkt. So können diese grundsätzlich für alle Druckwinkel oder Druckwinkelbereiche vorgesehen werden. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann der Druckwinkel des Wälzlagers beispielsweise zwischen 30° und 60° , oder zwischen 40° und 50° oder insbesondere von 43° bis 47° liegen. Selbstverständlich umfassen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung aber auch Lager mit einem Druckwinkel von weniger als 30° .

[0052] **Fig. 1** zeigt somit nur ein mögliches Ausführungsbeispiel eines mehrreihigen Wälzlagers, bei dem das mehrreihige Wälzlager ein zweireihiges Kegelrollenlager mit einem gemeinsamen Außenring ist, wobei der erste Lagerring und der zweite Lagerring Innenringe sind und bei dem das Wälzlager wenigstens bezüglich eines Lagerrings einen Druckwinkel zwischen 30° und 60° , beispielsweise zwischen 40° und 50° und insbesondere von 43° bis 47° aufweist.

[0053] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können ebenfalls anstelle eines gemeinsamen Außenrings **130** ein gemeinsamer Innenring verwendet werden, so dass die wenigstens zwei Lagerringe in einem solchen Fall Außenringe waren. Je nach Ausführungsbeispiel kann so ein mehrreihiges Wälzlager ausgebildet sein, um ohne ein das Wälzlager durchdringendes Bauteil oder ohne ein in einem Zentrum des zweiten Lagerrings angeordnetes Bauteil aus axialer Richtung in das Wälzlager oder den zweiten Lagerring eingeleitete Kraft radiale oder axiale Kräfte in jedem zulässigen Betriebszustand des Wälzlagers aufzunehmen. Anders ausgedrückt kann das Wälzlager so ausgebildet sein, dass eine von einer dem zweiten Ring gegenüberliegenden Seite des ersten Rings in den ersten Ring eingeleitete radiale Kraft auch ohne ein solches Bauteil aufgenommen werden kann. Dieses Bauteil kann beispielsweise durch eine Welle, eine Achse oder einen Zapfen gebildet sein.

[0054] Darüber hinaus umfassen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auch andere Lagertypen als zweireihige Kegelradlager. So können Ausführungsbeispiele auch mit mehr als zwei Reihen von Wälzkörpern, also beispielsweise mit drei, vier, fünf oder auch mehr Reihen von Wälzlagerkörpern ausgestattet sein. Ebenso sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nicht auf Kegelrollenlager beschränkt, sondern umfassen ebenso mehrreihige Kugellager, also beispielsweise Rillenkugellager, Schrägkugellager, Vierpunktlager und Schulterkugellager, aber auch Pendelrollenlager, Zylinderrollenlager, Nadelrollenlager, Tonnenrollenlager, CARB-Lager (CARB = Compact Aligning Roller Bearing) und axiale Lager und andere Sonderbauformen.

[0055] Wie bereits dargestellt wurde, umfassen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung nicht zuletzt auch ein Hauptwellenlager für eine Windenergieanlage (WEA), die auch als Windkraftanlage bezeichnet wird. Lager gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können so als Momentenlager verwendet werden. So können beispielsweise Lager der Bauart „Nautilus“ als Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung umgesetzt werden, bei denen Verschraubungsbohrungen am Außen- und an den Innenringen vorgesehen werden.

[0056] Bei diesen Lager werden Betriebskräfte wenigstens teilweise über die Verschraubung der Innenringe übertragen. Singuläre Extremlasten, wie sie durch heftige Böen oder heftige Strömungen hervorgerufen werden können, können zu einer gelegentlichen, kurzfristigen Überbelastung führen, so dass die Übertragungskraft der Verschraubung überschreiten wird und eine bleibende Verschiebung der betreffenden Lagerringe (z. B. der Innenringe) entsteht, die zu ungünstigen Laufverhältnissen und damit Lebensdauerreduktion führt. Im Extremfall kann eine solche Überschreitung auch zur Zerstörung des Lagers führen.

[0057] Konventionell werden direkt miteinander verschraubte Innenringe verwendet, wobei ein Flamm-spritzen mit Zink (engl. Zinc Arc Spray) zur Erhöhung des Reibbeiwertes direkt an den Innenringen anwendbar ist. Ein wesentlicher Nachteil einer solchen Lösung besteht jedoch darin, dass die Gefahr besteht, dass Reste des Strahlgutes zur Präparation und lose Zinkpartikel in das Lager gelangen können. Hierdurch können Kraftschlusskoeffizienten von typischerweise maximal 0,3 erzielt werden.

[0058] Ebenfalls denkbar ist die Verwendung größerer Schrauben, um eine Erhöhung der Verspannkraft zu erzeugen. Neben hohen Kosten für teure Kundenteile erhöht dies auch den Fertigungsaufwand und gegebenenfalls das Gewicht einer solchen Konstruktion. Es wird ebenfalls ein Absatz an den Ringen diskutiert, der Extremlasten aufnehmen soll, was jedoch zu großen Problemen bei der Einhaltung von Toleranzen der Absätze führen kann.

[0059] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung basieren nun auf der Erkenntnis, dass der Reibbeiwert (Kraftschlusskoeffizient für die Haftreibung) der Paarung Stahl-Stahl kaum über Werte von 0,10 bis 0,15 getrieben werden kann. Häufig werden jedoch höhere Werte benötigt, also beispielsweise Werte von mindestens 0,35, von mindestens 0,4, von mindestens 0,5, von über 0,5 oder von mindestens 0,55. Bei manchen Anwendungsfällen können auch Kraftschlusskoeffizienten von mindestens 0,6 oder von mindestens 0,7 ratsam sein.

[0060] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ermöglichen dies nun, in dem eine reibungserhöhende Zwischenscheibe (manchmal auch als „Reibscheibe“ bezeichnet) zwischen die in axialer Richtung benachbarten Lagerringe eingebracht wird. Kostenintensive Maßnahmen und/oder aufwendige Herstellungsverfahren können so häufig vermieden werden.

[0061] Der Ansatz sieht also vor, eine Zwischenscheibe, beispielsweise eine segmentierte Blechscheibe, zwischen die beiden Lagerringe (z. B. Innenring 110, 120 in [Fig. 1](#)) einzubringen und diese dort

zu verspannen. Die Zwischenscheibe kann dabei aus einem Material gefertigt sein, das einen entsprechenden Reibwert ermöglicht, oder aber auf wenigstens einer Seite, gegebenenfalls auch beidseitig mit harten Partikeln behaftet ist (Hartpartikelbeschichtung). Diese Partikel können sich – je nach verwendeten Partikeln – gegebenenfalls dann durch die Verspannung sowohl in die Zwischenscheibe (z. B. Blechscheibe) als auch den Lagerring eindrücken und so den Reibbeiwert erhöhen.

[0062] Im Fall einer Diamantbeschichtung kann so gegebenenfalls eine Erhöhung des Reibwertes aufgrund eines Mikroformschlusses auf mikroskopischer Ebene erhöht werden. Ein makroskopischer Formschluss durch ein Hintergreifen von makroskopischen Bauteilen liegt unabhängig hiervon auch in einem solchen Fall nicht vor, so dass auch in diesem Fall eine im Wesentlichen kraftschlüssige Verbindung der Lagerringe, vermittelt durch die Zwischenscheibe vorliegt.

[0063] Dies kann ein einfaches Montieren, ohne einen allzu hohen prozesstechnischen Aufwand durch eine Beschichtung ebenso ermöglichen, wie das Verhindern eines Ausbrechen von Partikeln aus dem Substrat (Trägermaterial der Zwischenscheibe im Falle einer Beschichtung), soweit die Wahl der Partikel entsprechend ist. Ferner ermöglicht es eine gute Kontrolle der Lagervorspannung durch eine geringe Toleranz der Dicke der Partikelschicht.

[0064] [Fig. 2](#) zeigt eine Aufsicht auf die in [Fig. 1](#) gezeigte Zwischenscheibe 360. Die in [Fig. 2](#) gezeigte Scheibe weist 4 Segmente 450-1, ..., 450-4 auf, die während der Montage des Kegelrollenlagers 100 aus [Fig. 1](#) zu dem Zwischenring 360 zusammengesetzt werden. Zu diesem Zweck weisen die 4 Segmente 450-1, ..., 450-4 jeweils 5 Löcher oder Justierbohrungen 390 auf, von denen in [Fig. 2](#) jeweils nur eine je Segment 450 mit dem Bezugszeichen „390“ versehen ist.

[0065] Darüber hinaus weist die Zwischenscheibe 360, wie sie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, 18 dritte Axialbohrungen 440 auf, von denen ebenfalls zur Vereinfachung der Darstellung nur jeweils eine in [Fig. 2](#) mit dem Bezugszeichen „440“ bezeichnet ist. Somit weist die Zwischenscheibe 360 insgesamt 72 Löcher oder dritte Axialbohrungen zur Führung der für die axiale Verspannung verwendeten Schrauben oder Bauteile auf, die entlang des Umfangs der Zwischenscheibe 360 gleichmäßig verteilt sind.

[0066] Die 4 Segmente 450-1, ..., 450-4 der in [Fig. 2](#) gezeigten Zwischenscheibe 360 sind beidseitig beschichtet. Die Zwischenscheibe 360 ist hierbei so ausgelegt, dass sie typischerweise wenigstens einen Kraftschlusskoeffizienten für eine Haftreibung für Kräfte in radialer Richtung von 0,35, von wenig-

tens 0,4, von wenigstens 0,5, von mehr als 0,5 oder von wenigstens 0,55 aufweist. Bei manchen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung können auch Werte von wenigstens 0,6 oder von wenigstens 0,7 erzielt werden.

[0067] Dies kann beispielsweise durch eine die Haftreibung erhöhende Beschichtung auf wenigstens einer der beiden Seiten der Zwischenscheibe geschehen, auch wenn die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Zwischenscheibe beidseitig beschichtet ist.

[0068] Eine solche Beschichtung kann beispielsweise ein Material mit Hartpartikeln oder Hartstoffpartikeln, beispielsweise Partikeln mit dem Härtegrad von Diamant oder kubischem Bornitrid (cBN) oder von Korund oder Karbid sein. Bei Ausführungsbeispielen kann die Beschichtung so beispielsweise ein Material mit einer Vickershärte von wenigstens 1100 HV, von wenigstens 1400 HV oder von wenigstens 2000 HV aufweisen. Als Beschichtungsmaterialien kann so zum Beispiel Siliziumkarbid (SiC) mit Härten von etwa 2500 HV, Wolframkarbid (WC) mit Härten von etwa 2500 HV, Titankarbid (TiC) mit Härten von etwa 3200 bis 4000 HV, Tantalkarbid (TaC), Borkarbid (B₄C) mit Härten von etwa 3000 bis 4900 HV, kubisches Bornitrid (cBN) mit Härten von etwa 4500 bis 4800 HV, Synthetikediamant (poly- oder monokristallin) mit Härten von etwa 7000 bis 9500 HV oder Naturdiamant (monokristallin) mit Härten von etwa 7000 bis 10000 HV verwendet werden.

[0069] Die Beschichtung kann grundsätzlich mit sehr unterschiedlichen Verfahren der Beschichtungstechnik realisiert werden, zu denen beispielsweise auch entsprechende physikalische und/oder chemische Abscheidungsverfahren aus der Flüssigkeitsphase zählen. Neben thermischen Verfahren kommen beispielsweise im großtechnischen Einsatz Spritzverfahren, also beispielsweise Flammgespritzverfahren, oder eine galvanische Abscheidung in Frage. So können beispielsweise Diamantbeschichtungen durch eine Durchsetzung oder Implantation mit Diamanten auf einer galvanisch abgeschiedenen Nickelschicht erzeugt werden. Andere Partikel können mit dem Flammgespritzverfahren oder anderen Spritzverfahren aufgebracht werden.

[0070] Die Dicke der Beschichtung liegt je Seite der Zwischenscheibe **360** typischerweise zwischen 1 µm und 150 µm liegen. Häufig liegt die Dicke im Bereich von 10 µm und darüber und/oder im Bereich von 100 µm und darunter.

[0071] Um ein Abbrechen der Partikel möglichst zu vermeiden, kann es gegebenenfalls hilfreich sein, die Zwischenscheibe vor der Herstellung derart vorzubereiten, dass diese – je nach Größe des Lagers und der Zwischenscheibe – eine Ebenheit von besser als 10 mm, von besser als 7,5 mm oder von besser als 5

mm aufweist. Ebenso kann es ratsam sein, eine Parallelität der Oberflächen von besser als 1 mm, besser als 0,1 mm oder besser als 0,01 mm vorzusehen.

[0072] Ebenso kann es von Vorteil sein, den Mittenrauwert R_a vor der Beschichtung durch ein Oberflächenbehandlungsverfahren auf einen Wert zu bringen, der beispielsweise kleiner als 10 µm, kleiner als 7 µm oder kleiner als 5 µm ist. Dies kann beispielsweise durch ein Partikelbestrahlen mittels Korund, Sand oder Glas erreicht werden.

[0073] Bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Zwischenring **360** häufig ohne Kanäle, Nuten oder andere Ausnehmungen in einer beschichteten Oberfläche der Zwischenscheibe für eine Schmiermittelführung umgesetzt. Gleiches kann ebenfalls für wenigstens eine oder einem Lagerring zugewandte Oberfläche oder auch beide Oberflächen der Zwischenscheiben gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung gelten, bei denen die Zwischenscheibe vollständig oder zumindest im Bereich der betreffenden Oberfläche aus einem entsprechenden reibungserhöhenden Material hergestellt ist.

[0074] [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Bereichs der in [Fig. 2](#) gezeigten Zwischenscheibe **360** im Bereich des Übergangs der beiden Segmente **450-1** und **450-2**. Die Zwischenscheibe ist hier segmentiert ausgeführt, so dass sich zwischen den Segmenten **450** ein Spalt **460** ausbilden kann. Dieser kann beispielsweise im Bereich von etwa 1 mm liegen, wenn die Zwischenscheibe **360** ringförmig mit einem Innendurchmesser von etwa 1760 mm und einem Außendurchmesser von etwa 1950 mm ist.

[0075] Die Justierausnehmungen **390** sind hier in einem Abstand zu einem Zentrum der Zwischenscheibe **390** von etwa 1900 mm angeordnet, während die dritten Axialbohrungen **440** in einem Abstand von etwa 1850 mm von dem Zentrum der Zwischenscheibe liegen. Sie können beispielsweise einen Durchmesser von etwa 40 mm haben, während die Justierausnehmungen **390**, wie dies die Querschnittsdarstellung der Scheibe in [Fig. 4](#) auch illustriert, einen Durchmesser von 8 mm haben. Die Dicke der Zwischenscheibe **390** liegt mit oder ohne der einen oder mehreren Beschichtungen im Bereich von etwa 2 mm und darüber oder auch von etwa 3 mm und darüber, sind also typischerweise deutlich dicker als Folien.

[0076] Diese Maße zeigen, dass Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung insbesondere im Bereich von Großlagern mit einem Innendurchmesser (des Innenrings) von mehr als 0,5 m vorteilhaft eingesetzt werden. Entsprechend liegt auch der Innendurchmesser einer ringförmigen Zwischenscheibe im Bereich von mehr als 0,5 m. In diesem Bereich kann bereits das Gewicht eines einzigen Lagerrings

gegebenenfalls im Zusammenspiel mit dem Gewicht anderer Bauteile und während des Betriebs auftretender Belastungen zu einer Überschreitung der zulässigen Werte kommen, wenn kein reibungserichtiges Bauteil wie die Zwischenscheibe 360 zum Einsatz kommt.

[0077] Auch für solche Belastungen können gegebenenfalls Schrauben mit einem Durchmesser 40 mm oder darunter genügen, entsprechende axiale Kräfte zu erzeugen, um über die erhöhten Reibwerte auch Mikrobewegungen der Lagerringe zueinander im Wesentlichen zu unterbinden. So kann gegebenenfalls der Einsatz einer Zwischenscheibe gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Fläche der beiden Lagerringe verringern, die beispielsweise für Bohrungen für die axiale Verspannung verwendet wird und daher als Reibfläche nicht zur Verfügung steht. Dies ist dadurch möglich, dass aufgrund des höheren Kraftschlusskoeffizienten geringere axiale Kräfte benötigt werden. So können gegebenenfalls entsprechend kleinere Schrauben oder Bauteile zur axialen Verspannung eingesetzt werden. Anders ausgedrückt kann im Vergleich zu größeren Schrauben oder Bauteilen bei Verwendung eines Ausführungsbeispiels mehr Reibfläche zur Verfügung stehen.

[0078] Selbstverständlich werden gerade die durch das Gewicht der Bauteile hervorgerufenen Probleme mit wachsendem Innendurchmesser größer, so dass Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung für Lager mit Innendurchmessern von 0,75 m oder mehr und 1,0 m und mehr sehr geeignet sind. Entsprechend liegen in einem solchen Fall auch die Innendurchmesser der Zwischenringe im Bereich von wenigstens 0,75 m bzw. von wenigstens 1,0 m. Allerdings können sie in Anwendungsfallen auch für kleinere Lager höchst interessant sein, wenn beispielsweise der Bauraum aufgrund von konstruktiven Randbedingungen knapp bemessen ist.

[0079] Wie die Beschreibung bisher gezeigt hat, kann die Zwischenscheibe ringförmig ausgestaltet und ganz- oder einteilig, mehrteilig, segmentiert oder geschlitzt ausgeführt werden. Je nach Größe der Zwischenscheibe kann hierdurch beispielsweise eine einfachere Herstellung und/oder Montage der Zwischenscheibe ermöglicht werden. So kann eine Zwischenscheibe gegebenenfalls auch kreisförmig, polygonal oder in Form eines ringförmigen Polygons ausgestaltet sein. Ausführungsbeispiele umfassen so beispielsweise auch Zwischenscheiben, bei denen im Fall einer axialen Verspannung durch Schrauben oder ähnliche Bauteile um die ersten bzw. zweiten Axialbohrungen **420**, **430** herum entsprechende Segmente verwendet werden, also beispielsweise ringssegmentartige, unterlegscheibenartige und/oder polygonale Zwischenscheibensegmente.

[0080] Auch können bei Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung die Zahl und die Anordnung der Axialbohrungen **410**, **420**, **430** unterschiedlich sein. So können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auch mit einer größeren oder einer kleineren Zahl von Verschraubungen zur axialen Vorspannung des Lagers **100** verwendet werden. Auch die symmetrische bzw. über den Umfang gleich verteilte Anordnung der Bohrungen ist nicht zwingend, sondern kann den Gegebenheiten eines Ausführungsbeispiels angepasst werden. Gleiches gilt auch für die Justierbohrungen **390**. Im Falle einer anderen Form der axialen Vorspannung kann die Zwischenscheibe **360** beispielsweise auch andere entsprechende Strukturen (z. B. Nute oder Ausfräsungen) aufweisen, sofern dies notwendig oder ratsam erscheint.

[0081] Wie bereits zuvor erläutert wurde, können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beispielsweise im Bereich von Großkraftanlagen, also beispielsweise Windkraftanlagen (oder Windenergieanlagen), Gezeitenkraftwerken und Wasserkraftwerken eingesetzt werden. Sie können dort beispielsweise als Hauptlager für einen Rotor oder auch im Rahmen eines Generators eingesetzt werden. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können daher eine Erhöhung der Reibung in einer reibschlüssigen Verbindung von Lagerringen von zum Beispiel Hauptwellenlagern einer Windenergieanlage ermöglichen.

Bezugszeichenliste

100	Kegelrollenlager
110	erster Lagerring
120	zweiter Lagerring
130	Außenring
140	erste Wälzkörper
150	erster Käfig
160	zweite Wälzkörper
170	zweiter Käfig
180	Laufbahn
190	Laufbahn
200	innere Führungsborde
210	innere Führungsborde
220	äußere Führungsborde
230	äußere Führungsborde
240	Bohrung
250	erster Dichtungsträger
260	zweiter Dichtungsträger
270	Spaltdichtungselement
280	Spaltdichtungselement
290	Passring
300	Passring
310	berührende Dichtungselemente
320	berührende Dichtungselemente
330	erste Gewindesackloch
340	zweite Gewindesackloch
350	Spalt

360	reibungserhöhende Zwischenscheibe
370	weitere Nut
380	Sacklöcher
390	Justierausnehmungen
400	Ausnehmung
410	Hilfsbohrungen
420	erste Axialbohrung
430	zweite Axialbohrung
440	dritte Axialbohrung
450	Segment
460	Spalt

Patentansprüche

1. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) mit folgenden Merkmalen:

ein erster Lagerring (**110**) und ein zweiter Lagerring (**120**), wobei der erste (**110**) und der zweite Lagerring (**120**) in axialer Richtung benachbart und konzentrisch angeordnet sind; und wobei der erste Lagerring (**110**) und der zweite Lagerring (**120**) entweder jeweils ein Innenring oder ein Außenring des Wälzlagers (**100**) sind; und

eine reibungserhöhende Zwischenscheibe (**360**), die zwischen dem ersten Lagerring (**110**) und dem zweiten Lagerring (**120**) so angeordnet und ausgebildet ist, dass sie eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem ersten (**110**) und dem zweiten Lagerring (**120**) schafft,

wobei die Zwischenscheibe (**360**) eine eine Haftreibung erhöhende Beschichtung an wenigstens einer der dem ersten (**110**) oder dem zweiten Lagerring (**120**) zugewandten Seite oder beidseitig aufweist; wobei der erste Lagerring (**110**), der zweite Lagerring (**120**) und die Zwischenscheibe (**360**) derart ausgebildet sind, dass sich der zweite Lagerring (**120**) in jedem für das Wälzlager (**100**) zugelassenen Belastungszustand durch eine radial auf ihn einwirkende Kraft im Wesentlichen durch die kraftschlüssige Verbindung an dem ersten Lagerring (**110**) abstützt, um eine Verschiebung der beiden Lagerringe (**110**, **120**) zu einander im Wesentlichen zu unterbinden; und wobei das Wälzlager einen Innendurchmesser von wenigstens 0,5 m aufweist.

2. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) gemäß Anspruch 1, bei dem der erste Lagerring (**110**), der zweite Lagerring (**120**) und die Zwischenscheibe (**360**) in axialer Richtung verspannt sind.

3. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Lagerring (**110**) und der zweite Lagerring (**120**) miteinander verschraubt sind, wobei der zweite Lagerring (**120**) und/oder der Zwischenring eine Mehrzahl von Bohrungen (**420**, **430**) für die Verschraubung aufweist, wobei die Bohrungen eine Spielpassung bezogen auf die zur Verschraubung verwendeten Bauteile aufweisen.

4. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Zwischenscheibe (**360**) derart ausgebildet ist, dass sie einen Kraftschlusskoeffizienten für eine Haftreibung für Kräfte in radialer Richtung von wenigstens 0,35 aufweist.

5. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Beschichtung ein Material mit einer Vickershärte von wenigstens 1100 HV aufweist.

6. Mehrreihiges Wälzlager (**100**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Zwischenscheibe (**360**) ringförmig ausgestaltet und ganzteilig, segmentiert oder geschlitzt ausgeführt ist.

7. Großkraftanlage mit einem mehrreihigen Wälzlager (**100**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Großkraftanlage eine Windenergieanlage, ein Gezeitenkraftwerk oder ein Wasserkraftwerk ist.

8. Reibungserhöhende Zwischenscheibe (**360**) eingesetzt in ein mehrreihiges Wälzlager (**100**) mit einem ersten Lagerring (**110**) und einem zweiten Lagerring (**120**), wobei der erste (**110**) und der zweite Lagerring (**120**) in axialer Richtung benachbart und konzentrisch angeordnet sind, wobei der erste Lagerring (**110**) und der zweite Lagerring (**120**) entweder jeweils ein Innenring oder ein Außenring des Wälzlagers sind, und wobei der erste Lagerring (**110**), der zweite Lagerring (**120**) und die Zwischenscheibe (**360**) derart ausgebildet sind, dass sich der zweite Lagerring (**120**) in jedem für das Wälzlager (**100**) zugelassenen Belastungszustand durch eine radial auf ihn einwirkende Kraft im Wesentlichen durch die kraftschlüssige Verbindung an dem ersten Lagerring (**110**) abstützt, um eine Verschiebung der beiden Lagerringe (**110**, **120**) zu einander im Wesentlichen zu unterbinden,

mit folgenden Merkmalen:

einer Beschichtung auf wenigstens einer Seite oder auf beiden Seiten der Zwischenscheibe (**360**), wobei die Beschichtung ein Material mit einer Vickershärte von wenigstens 1100 HV oder darüber aufweist;

wobei die Zwischenscheibe (**360**) in einem Wälzlager (**100**) mit einem Innendurchmesser von wenigstens 0,5 m eingesetzt ist; und

wobei die Zwischenscheibe (**360**) zwischen den ersten (**110**) und den zweiten Lagerring (**120**) des Wälzlagers (**100**) eingebracht ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

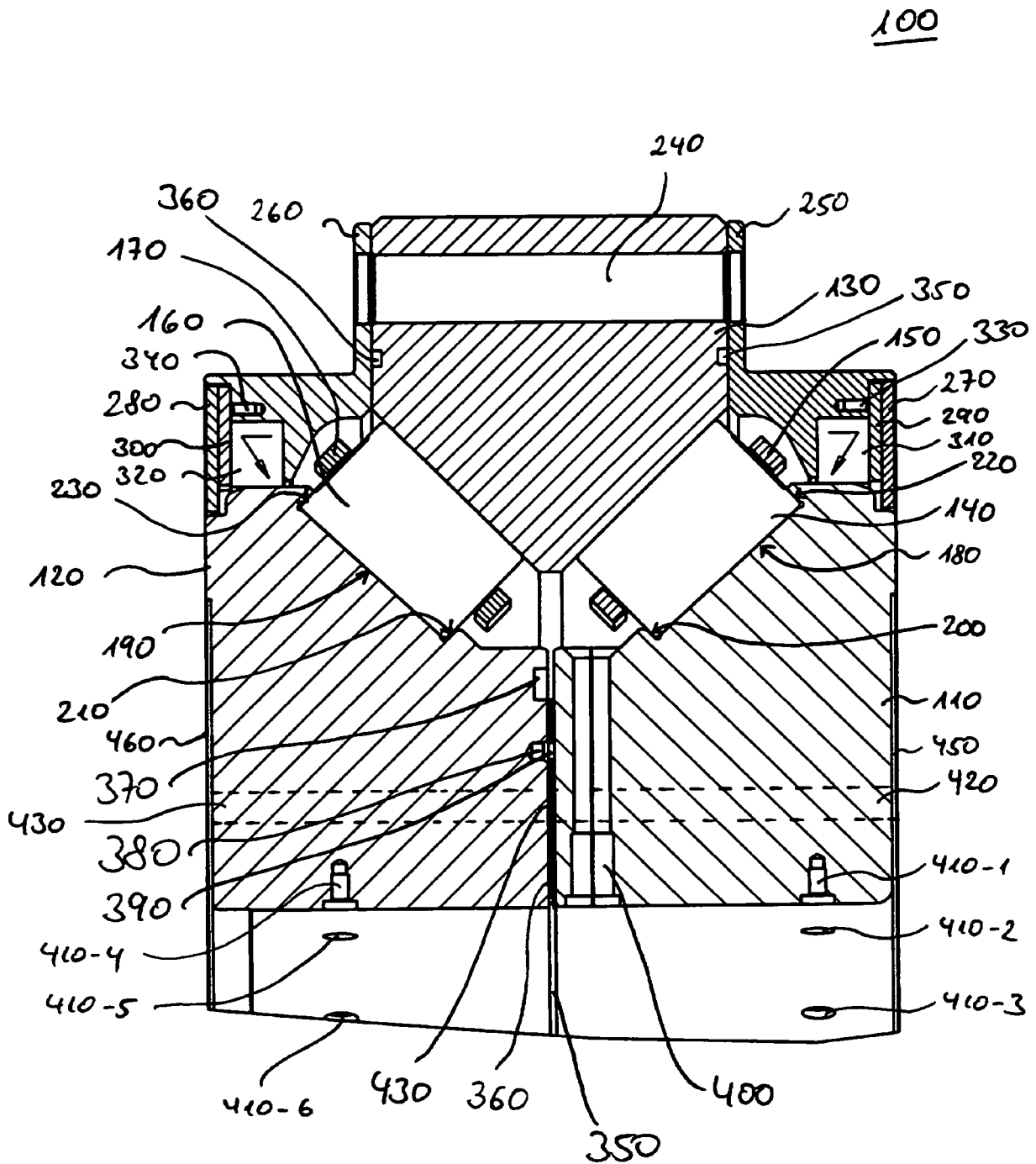


Fig. 1

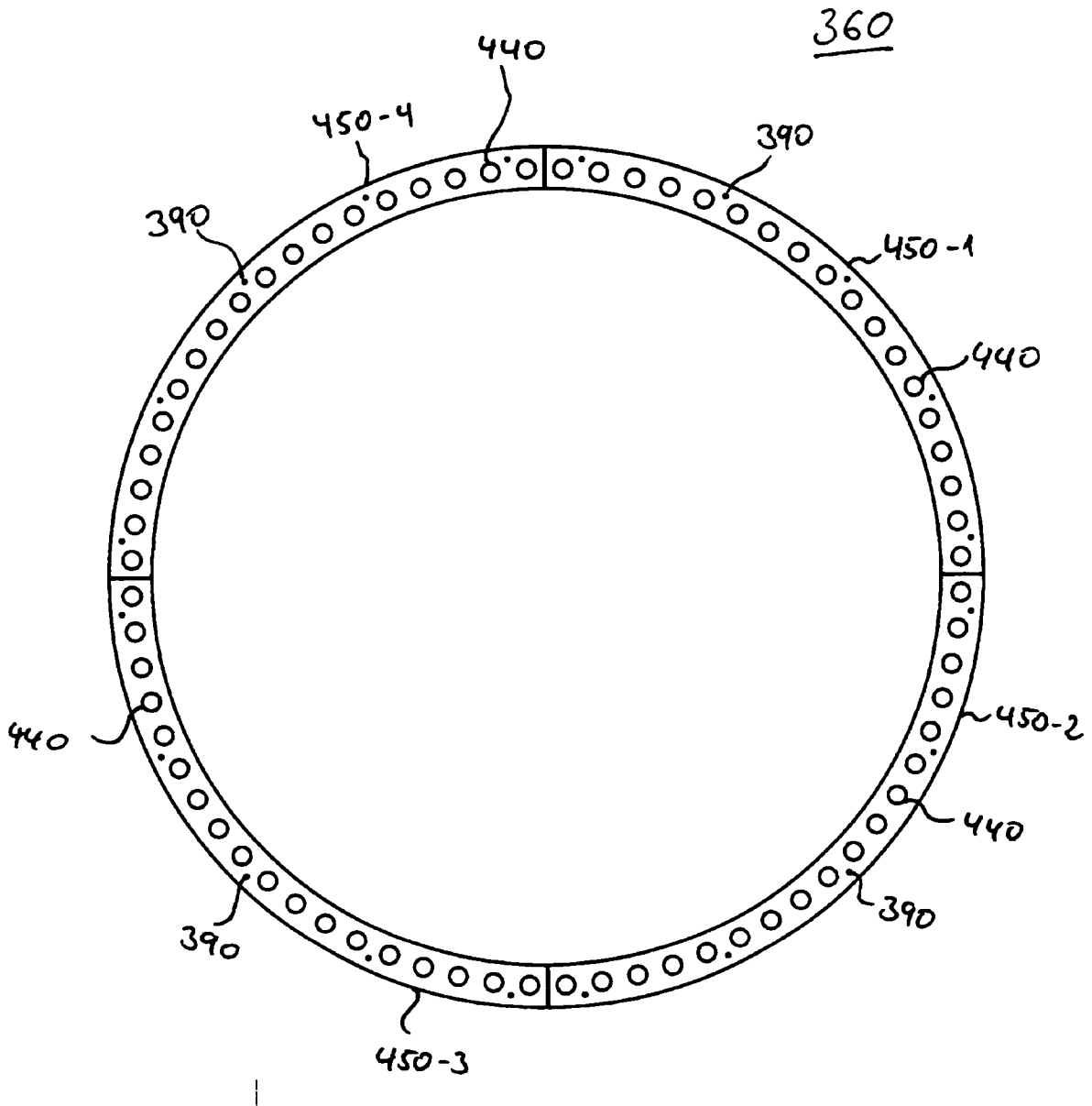


Fig. 2

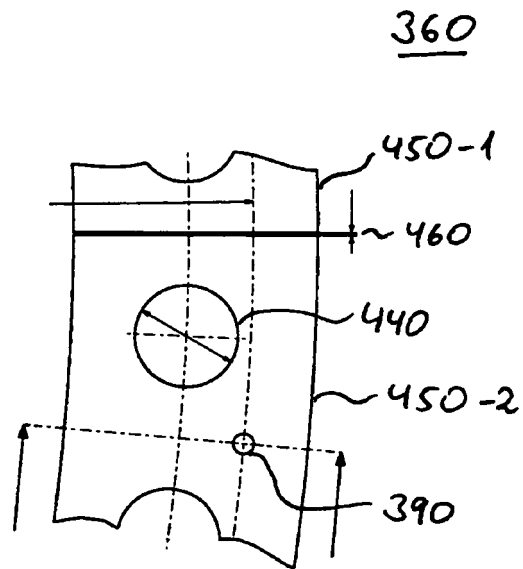


Fig. 3

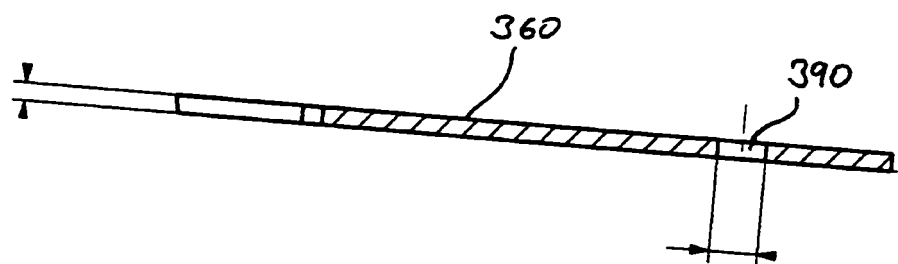


Fig. 4