

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51044/2020
(22) Anmeldetag: 30.11.2020
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2022

(51) Int. Cl.: **F16C 17/10** (2006.01)
F03D 80/70 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 678930 C
US 3395951 A
WO 2020176919 A1
WO 2020176918 A1
EP 3149348 B1
US 2012057814 A1
GB 486220 A
EP 3489548 A1
EP 3301315 A1
WO 2020118336 A1
US 2312648 A
WO 2015110138 A1

(71) Patentanmelder:
Miba Gleitlager Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

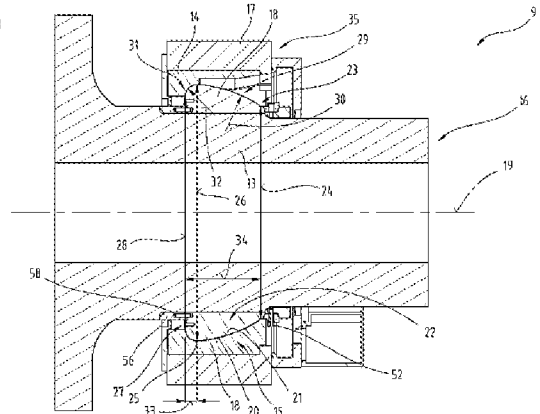
(72) Erfinder:
Hözl Johannes Dr.
4880 Berg im Attergau (AT)
Waldl Albert
4663 Laakirchen (AT)
Laubichler Patrick M.Sc.
4810 Gmunden (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Gleitlagerung, sowie eine mit der Gleitlagerung ausgestattete Gondel für eine Windkraftanlage**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gleitlagerung (9) umfassend ein inneres Ringelement (13), insbesondere in Form einer Rotorwelle (16), ein äußeres Ringelement (14), zumindest ein Gleitlagerelement (15), welches zwischen dem inneren Ringelement (13) und dem äußeren Ringelement (14) angeordnet ist, wobei eine Lagerfläche (20) des Gleitlagerelementes (15) und eine Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) aneinander anliegen, wobei das Gleitlagerelement (15) zumindest zwei Gleitlagerpads (18) umfasst, wobei die einzelnen Gleitlagerpads (18) jeweils zumindest in einem Teilbereich eine in Axialrichtung gesehen nach außen gewölbte Lagerfläche (20) aufweisen. Im äußeren Ringelement (14) ist eine Entnahmeöffnung (41) ausgebildet, welche zur axialen Entnahme von einzelnen der Gleitlagerpads (18) dient, wobei die Entnahmeöffnung (41) ausgehend von einer ersten Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) die Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) unterbricht.

Fig.3



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Gleitlagerung (9) umfassend:

- ein inneres Ringelement (13);
- ein äußeres Ringelement (14);
- zumindest ein Gleitlagerelement (15), welches zwischen dem inneren Ringelement (13) und dem äußeren Ringelement (14) angeordnet ist, wobei das Gleitlagerelement (15) zumindest zwei Gleitlagerpads (18) umfasst, wobei die einzelnen Gleitlagerpads (18) jeweils eine in Axialrichtung gesehen gewölbte Lagerfläche (20) aufweisen, wobei ein Scheitelpunkt (25) der Lagerfläche (20) den größten Durchmesser (26) der Lagerfläche (20) aufweist.

Fig. 3

Die Erfindung betrifft eine Gleitlagerung, sowie eine mit der Gleitlagerung ausgestattete Gondel für eine Windkraftanlage und eine Windkraftanlage.

Aus der WO 2011/127510 A1 ist ein Lagerelement für die Lagerung der Rotornabe einer Windkraftanlage bekannt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, eine verbesserte Gleitlagerung zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß den Ansprüchen gelöst.

Erfindungsgemäß ist eine Gleitlagerung ausgebildet. Die Gleitlagerung umfasst:

- ein inneres Ringelement;
- ein äußeres Ringelement;
- zumindest ein Gleitlagerelement, welches zwischen dem inneren Ringelement und dem äußeren Ringelement angeordnet ist, wobei eine Lagerfläche des Gleitlagerpads und eine Gegenfläche des äußeren Ringelements aneinander anliegen, wobei das Gleitlagerelement zumindest zwei Gleitlagerpads umfasst, wobei die einzelnen Gleitlagerpads jeweils eine in Axialrichtung gesehen gewölbte Lagerfläche aufweisen.

Die erfindungsgemäße Gleitlagerung weist den Vorteil auf, dass sie durch die erfindungsgemäße Bauweise sowohl zur Aufnahme von Axialkräften als auch zur Aufnahme von Radialkräften ausgebildet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass ein Scheitelpunkt der Lagerfläche den größten Radialabstand der Lagerfläche zu einer Rotationsachse aufweist.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn die einzelnen Gleitlagerpads in einem Kugelkalottenabschnitt die Grundform einer Kugelkalotte mit einem Kugelkalottenradius aufweisen und in einem Übergangabschnitt einen Übergangsradius aufweisen, wobei der Übergangsradius kleiner ist, als der Kugelkalottenradius. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Kugelkalottenabschnitt zur Aufnahme der Radialkräfte bzw. der in einer ersten Richtung wirkenden Axialkräfte ausgebildet sein kann. Der Übergangabschnitt kann zur Aufnahme von in einer zweiten Richtung wirkenden Axialkräften ausgebildet sein. Die in der ersten Richtung wirkenden Axialkräfte können hierbei größer sein, als die in der zweiten Richtung wirkenden Axialkräfte.

Ferner kann vorgesehen sein, dass sich der Kugelkalottenabschnitt bis zu einem Scheitelpunkt erstreckt und der Übergangabschnitt im Scheitelpunkt an den Kugelkalottenabschnitt anschließt. Ein derart ausgebildetes Gleitlager weist eine überraschend hohe Lebensdauer auf.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der Übergangabschnitt tangential in den Kugelkalottenabschnitt überläuft. Besonders ein derart ausgebildetes Gleitlager weist überraschend gute Gleiteigenschaften auf.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass der Scheitelpunkt in einem Abstand von einer zweiten Stirnseite des Gleitlagerpads angeordnet ist, wobei der Abstand zwischen 1% und 49%, insbesondere zwischen 5% und 35%, bevorzugt zwischen 10% und 25% einer Axialerstreckung des Gleitlagerpads beträgt. Besonders bei einer derart ausgestalteten Gleitlagerung können hohe Radialkräfte bzw. hohe Axialkräfte in einer ersten Richtung aufgenommen werden.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass im äußeren Ringelement eine Entnahmeöffnung ausgebildet ist, welche ausgehend von einer ersten Stirnseite des äußeren Ringelementes die Gegenfläche des äußeren Ringelements unterbricht. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme die einzelnen Gleitlagerpads einfach zu wechseln sind, ohne dass dazu die komplette Gleitlagerung in ihre Einzelteile zerlegt werden muss. Insbesondere ist es denkbar, dass

durch diese Maßnahme erreicht wird, dass die einzelnen Gleitlagerpads im verbauten Zustand der Gleitlagerung gewechselt werden können, ohne diese komplett zerlegen zu müssen. Weiters kann vorgesehen sein, dass sich die Entnahmeöffnung von einer ersten Stirnseite des äußeren Ringelementes zumindest bis zum Scheitelpunkt des Gleitlagerelementes erstreckt.

Weiters ist es denkbar, dass im Betriebszustand des Gleitlagers in der Entnahmeöffnung ein poröses Material, wie etwa ein Schwamm angeordnet ist, welches zur temporären Aufnahme von Schmieröl dient. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass die Gleitfläche der einzelnen Gleitlagerpads gleichmäßig mit einem Schmierölfilm bedeckt ist.

In einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass in der Entnahmeöffnung eine Sensorik angeordnet ist, welche zur Erfassung von Betriebszuständen, bzw. Verschleißzuständen des Gleitlagers dient. Eine derartige Sensorik kann beispielsweise ein Temperatursensor, ein Schwingungssensor oder dergleichen sein.

Die einzelnen Gleitlagerpads lassen sich einfach durch die Entnahmeöffnung aus ihrer Betriebsposition entfernen.

Ferner kann es zweckmäßig sein, wenn die Entnahmeöffnung eine Umfangserstreckung aufweist und dass die Gleitlagerpads jeweils eine Umfangserstreckung aufweisen, wobei die Umfangserstreckung der Gleitlagerpads zwischen 60% und 99,9%, insbesondere zwischen 80% und 99%, bevorzugt zwischen 90% und 98% der Umfangserstreckung der Entnahmeöffnung beträgt. Besonders bei einem derartigen Größenverhältnis weist die Entnahmeöffnung eine ausreichende Umfangserstreckung auf, um die einzelnen Gleitlagerpads einfach durch die Entnahmeöffnung hindurch aus der Gleitlagerung herausnehmen zu können. Gleichzeitig ist die Entnahmeöffnung ausreichend klein, um nicht eine Schwächung des äußeren Ringelementes bzw. eine Verminderung der Tragfähigkeit der Gleitlagerung hervor zu rufen.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Entnahmeöffnung sich zur ersten Stirnseite hin radial aufweitend ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich,

dass das äußere Ringelement eine möglichst hohe Stabilität aufweisen kann und gleichzeitig das Gleitlagerpad möglichst einfach durch die Entnahmeöffnung entfernt werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass eine Wellenmutter ausgebildet ist, welche eine Axialsicherungselementaufnahme aufweist, wobei in der Axialsicherungselementaufnahme je Gleitlagerpad zumindest ein Axialsicherungselement aufgenommen ist, welches zur axialen Fixierung des Gleitlagerpads dient. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch die Axialsicherungselemente die einzelnen Gleitlagerpads in ihrer Position fixiert werden können. Darüber hinaus kann die Wellenmutter in deren Axialposition einfach eingestellt werden und für die einzelnen Axialsicherungselemente ausreichenden Halt bieten.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass das Axialsicherungselement mittels einer in Radialrichtung wirkenden Befestigungsschraube mit der Wellenmutter gekoppelt ist, wobei das Axialsicherungselement zumindest an einer Axialstirnseite eine sich zur Rotationsachse hin verjüngende Keilfläche aufweist. Durch diese Maßnahme kann das Axialsicherungselement durch Festziehen der Befestigungsschraube einen axialen Druck auf das Gleitlagerpad ausüben, wodurch dieses mittels des Axialsicherungselementes geklemmt werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die sich zur Rotationsachse hin verjüngende Keilfläche des Axialsicherungselementes mit einer am Gleitlagerelement ausgebildeten Gegenkeilfläche korrespondiert. Durch diese Maßnahme kann das Gleitlagerpad nicht nur Axial geklemmt werden, sondern kann dieses auch radial geklemmt werden. Darüber hinaus kann durch die verjüngende Form der Keilfläche und durch die entsprechende Gegenform der Gegenkeilfläche eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Axialsicherungselement und dem Gleitlagerpad erreicht werden.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Wellenmutter an deren Außenseite eine Lauffläche für einen Wellendichtring aufweist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Wellenmutter gleichzeitig als Gegenbauteil für den Wellendichtring dienen kann. Darüber hinaus kann die für einen

Wellendichtring notwendige Oberflächenbeschaffenheit der Lauffläche, beispielsweise eine drallfrei geschliffene Oberfläche, an der Wellenmutter einfacher hergestellt werden, als beispielsweise an einer Rotorwelle. Dadurch kann der Aufbau der Gleitlagerung vereinfacht werden und die Lebensdauer der Gleitlagerung verbessert werden.

Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn ein Lagerbock ausgebildet ist, in welchem das äußere Ringelement aufgenommen ist, wobei zumindest an einer Axialstirnseite des Lagerbockes ein Deckel ausgebildet ist, wobei im Deckel integriert oder an den Deckel angeschlossen ein Schmierölreservoir ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass in einem derart ausgebildeten Schmierölreservoir ausreichend Schmieröl für ein hydrodynamisches Gleitlager bevorratet werden kann.

Ferner kann vorgesehen sein, dass ein Axialanschlagring ausgebildet ist, wobei zumindest ein Verdrehsicherungselement ausgebildet ist, welches zwischen dem Axialanschlagring und zumindest einem der Gleitlagerpads wirkt. Durch diese Maßnahme kann erreicht werden, dass zumindest eines der Gleitlagerpads gegen Verdrehung relativ zu einer Welle gesichert ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass für jedes der Gleitlagerpads ein eigenes Verdrehsicherungselement ausgebildet ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Axialanschlagring an der Welle aufgeschumpft ist.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass der Axialanschlagring an dessen Außenseite eine Lauffläche für einen Wellendichtring aufweist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Wellenmutter gleichzeitig als Gegenbauteil für den Wellendichtring dienen kann. Darüber hinaus kann die für einen Wellendichtring notwendige Oberflächenbeschaffenheit der Lauffläche, beispielsweise eine drallfrei geschliffene Oberfläche, am Axialanschlagring einfacher hergestellt werden, als beispielsweise an einer Rotorwelle. Dadurch kann der Aufbau der Gleitlagerung vereinfacht werden und die Lebensdauer der Gleitlagerung verbessert werden.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass die Entnahmeöffnung in Umfangsrichtung einen Öleinzug, insbesondere eine Rundung oder eine Fase aufweist, welche größer als 5mm, bevorzugt größer als 10mm, insbesondere größer als 20mm ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass am Gleitlagerpad, insbesondere an der Lagerfläche, anhaftendes Schmieröl nicht durch die Entnahmeöffnung abgestreift wird, sondern an der Lagerfläche verbleibt.

Weiters kann vorgesehen sein, dass an einer zur gewölbten Lagerfläche des Gleitlagerpads abgewandten Seite des Gleitlagerpads ein Anlaufringsegment angeordnet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Kugelkalottenabschnitt zur Aufnahme der Radialkräfte bzw. der in einer ersten Richtung wirkenden Axialkräfte ausgebildet sein kann. Das Anlaufringsegment kann zur Aufnahme von in einer zweiten Richtung wirkenden Axialkräften ausgebildet sein. Die in der ersten Richtung wirkenden Axialkräfte können hierbei größer sein, als die in der zweiten Richtung wirkenden Axialkräfte. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Anlaufringsegment eine Gleitfläche aufweist, welche mit einer entsprechenden Gegenleitfläche des äußeren Ringelementes zusammenwirkt.

In einer ersten Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Anlaufringsegment mittels Befestigungsmittel, insbesondere mittels Schrauben mit dem Gleitlagerpad gekoppelt ist.

In einer weiteren Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass das Anlaufringsegment einstückig oder einteilig mit dem Gleitlagerpad ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zum Wechseln eines Gleitlagerpads einer Gleitlagerung vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Verfahrensschritte:

- Bewegen des zu wechselnden Gleitlagerpads zu einer im äußeren Ringelement ausgebildeten Entnahmeöffnung;
- Lösen des Axialsicherungselementes des zu wechselnden Gleitlagerpads;
- Axiales Entfernen des zu wechselnden Gleitlagerpads durch die Entnahmeöffnung;
- Axiales Einsetzen eines neuen Gleitlagerpads durch die Entnahmeöffnung;
- Fixieren des neuen Gleitlagerpads mittels des Axialsicherungselementes.

Das erfindungsgemäße Verfahren bringt den Vorteil mit sich, dass die einzelnen Gleitlagerpads auch im zusammengebauten Zustand der Gleitlagerung gewechselt werden können. Dadurch kann der Wartungsprozess wesentlich vereinfacht werden.

Erfindungsgemäß ist eine Gondel für eine Windkraftanlage vorgesehen. Die Gondel umfasst:

- ein Gondelgehäuse;
- eine Rotorwelle;
- eine Rotornabe, welche an der Rotorwelle angeordnet ist;
- eine Rotorlagerung zur Lagerung der Rotorwelle am Gondelgehäuse. Die Rotorlagerung umfasst eine Gleitlagerung, welche nach einer der obigen Ausprägungen ausgebildet ist.

Besonders in Gondeln von Windkraftanlagen ist das erfindungsgemäße Gleitlager aufgrund seiner Wartungsfreundlichkeit von Vorteil.

Gemäß einer besonderen Ausprägung ist es möglich, dass die Rotorlagerung einen Lagerbock umfasst, in welchem das äußere Ringelement aufgenommen ist, wobei der Lagerbock einen Axialanschlag für das äußere Ringelement aufweist, wobei der Axialanschlag an einer der Rotornabe abgewandten Axialstirnseite des Lagerbockes ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Axialanschlag in einer Hauptbelastungsrichtung der Rotorlagerung wirkt.

Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass im äußeren Ringelement eine Entnahmeöffnung ausgebildet ist, welche sich von einer ersten Stirnseite des äußeren Ringelementes zumindest bis zum Scheitelpunkt des Gleitlagerelementes erstreckt, wobei die Entnahmeöffnung an der zur Rotornabe abgewandten Seite des Lagerbockes ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die einzelnen Gleitlagerpads im zusammengebauten Zustand der Gondel zum Austausch der einzelnen Gleitlagerpads einfach entnommen werden können.

Insbesondere kann es vorteilhaft sein, wenn der Axialanschlag im Bereich der Entnahmeöffnung des äußeren Ringelementes eine Ausnehmung aufweist, welche mit der Entnahmeöffnung korrespondiert. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die einzelnen Gleitlagerpads einfach eingebaut bzw. ausgebaut werden können.

Weiters kann es zweckmäßig sein, wenn das äußere Ringelement als Lagerbock ausgebildet ist, welcher eine Lagerbockbasis und einen Lagerbockdeckel aufweist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass der Lagerbockdeckel einfach abgenommen werden kann, wodurch ein vereinfachter Ausbau der Gleitlagerpads im Wartungsfall erreicht werden kann. Insbesondere können durch diese Maßnahme die Gleitlagerpads radial vom inneren Ringelement entfernt werden. Darüber hinaus können durch diese Maßnahme beim Zusammenbau der Gleitlagerung die einzelnen Gleitlagerpads vereinfacht am inneren Ringelement angeordnet werden, in dem diese radial durch die Öffnung des Lagerbockdeckels in dem Zwischenraum zwischen dem inneren Ringelement und dem äußeren Ringelement hineingehoben werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass im Betrieb der Gleitlagerung das äußere Ringelement stillsteht und dass die Gleitlagerpads am inneren Ringelement befestigt sind und zusammen mit dem inneren Ringelement gedreht werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Lagerfläche mit dem äußeren Ringelement zusammenwirkt, wobei im äußeren Ringelement eine Gegenfläche zur Lagerfläche ausgebildet ist. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Gleitfläche bzw. auch die Gegenfläche einfach gefertigt werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass an zumindest einem der Gleitlagerpads eine Verdrehsicherung ausgebildet ist, mittels welcher dieses Gleitlagerpad gegen Verdrehung relativ zum Innenring gesichert ist. Eine derartige Verdrehsicherung kann beispielsweise eine Erhebung, eine Vertiefung oder auch ein sonstiges formschlüssig zwischen dem Gleitlagerpad und dem inneren Ringelement wirkendes Element, wie etwa ein Mitnahmebolzen sein.

Gemäß einer Weiterbildung ist es möglich, dass zumindest einzelne der Gleitlagerpads mittels eines Verbindungselementes miteinander gekoppelt sind. Dies

bringt den Vorteil mit sich, dass die einzelnen Gleitlagerpads relativ zueinander fixiert werden können. Somit kann die Position der einzelnen Gleitlagerpads fixiert werden.

Ferner kann vorgesehen sein, dass das äußere Ringelement eine Ausnehmung und/oder eine Versteifung aufweist, welche zur Positionsänderung eines Schubmittelpunktes des äußeren Ringelementes dient. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass die Verformung des äußeren Ringelementes, welche aufgrund der Kraftwirkung auf die Gleitlagerung hervorgerufen wird, beeinflusst werden kann. Somit kann durch diese Maßnahme die aufgrund der Belastung auftretende Flächenpressung verringert bzw. verschoben werden.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, dass die Gegenfläche des äußeren Ringelementes und/oder die Lagerflächen der Gleitlagerpads eine von einer idealen Kugelkalotte zwischen 0,001 mm und 10mm, insbesondere zwischen 0,05mm und 5mm, bevorzugt zwischen 0,5mm und 1mm abweichende Formgebung aufweisen, welche derart ausgebildet ist, dass belastungsbedingte Verformungen des inneren Ringelementes und/oder des äußeren Ringelementes und/oder des Gleitlagerpads ausgeglichen werden und im belasteten Zustand die Lagerflächen der Gleitlagerpads flächig an der Gegenfläche des äußeren Ringelementes anliegt. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass durch diese Maßnahme eine belastungsbedingte Verformung von einzelnen Komponenten der Gleitlagerung antizipiert werden kann, so dass im Betrieb die Lagerfläche und die Gegenfläche möglichst flächig aneinander anliegen, um die Flächenpressung zu verhindern.

Vorteilhaft ist auch eine Ausprägung, gemäß welcher vorgesehen sein kann, dass die Gleitlagerung als hydrodynamische Gleitlagerung ausgebildet ist. Besonders eine hydrodynamische Gleitlagerung weist einen geringen Reibwiderstand und somit eine hohe Effizienz auf.

Der Scheitelpunkt im Sinne dieses Dokumentes ist im Längsschnitt des Gleitlagerpads gesehen jener Punkt, welcher den größten Durchmesser der Lagerfläche. Dieser Punkt ist rotationssymmetrisch um die Rotationsachse geführt und bildet daher auf das gesamte Gleitlagerpad gesehen eine Hüllkurve bzw. Hülllinie.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Windkraftanlage;
- Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Gleitlagerung;
- Fig. 3 ein Längsschnitt des ersten Ausführungsbeispiels der Gleitlagerung;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht des Längsschnittes des ersten Ausführungsbeispiels der Gleitlagerung;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht des Längsschnittes des ersten Ausführungsbeispiels der Gleitlagerung, wobei ein Deckel ausgeblendet ist;
- Fig. 6 eine perspektivische Ansicht des ersten Ausführungsbeispiels eines äußeren Ringelementes;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des ersten Ausführungsbeispiels einer Rotorwelle mit daran angeordneten Gleitlagerpads;
- Fig. 8 eine perspektivische Ansicht des Längsschnittes eines zweiten Ausführungsbeispiels der Gleitlagerung;
- Fig. 9 ein Längsschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels der Gleitlagerung.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer Windkraftanlage 1 zum Erzeugen von elektrischer Energie aus Windenergie. Die Windkraftanlage 1 umfasst eine Gondel 2, welche an einem Turm 3 drehbar aufgenommen ist. Die Gondel 2 umfasst ein Gondelgehäuse 4, welches die Hauptstruktur der Gondel 2 bildet. Im Gondelgehäuse 4 der Gondel 2 sind die elektrotechnischen Komponenten wie etwa ein Generator der Windkraftanlage 1 angeordnet.

Weiters ist ein Rotor 5 ausgebildet, welcher eine Rotornabe 6 mit daran angeordneten Rotorblättern 7 aufweist. Die Rotornabe 6 wird als Teil der Gondel 2 gesehen. Die Rotornabe 6 ist mittels einer Rotorlagerung 8 drehbeweglich am Gondelgehäuse 4 aufgenommen. Insbesondere ist vorgesehen, dass eine erfindungsgemäße und noch näher beschriebene Gleitlagerung 9 als Rotorlagerung 8 eingesetzt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Rotornabe 6 an einer Rotorwelle 16 angeordnet ist, wobei die Rotorwelle 16 in der Rotorlagerung 8 gelagert ist.

Die Rotorlagerung 8, welche zur Lagerung der Rotornabe 6 am Gondelgehäuse 4 der Gondel 2 dient, ist zur Aufnahme einer Radialkraft 10 und einer Axialkraft 11 ausgebildet. Die Axialkraft 11 ist bedingt durch die Kraft des Windes. Die Radialkraft 10 ist bedingt durch die Gewichtskraft des Rotors 5 und greift am Schwerpunkt des Rotors 5 an. Da der Schwerpunkt des Rotors 5 außerhalb der Rotorlagerung 8 liegt, wird in der Rotorlagerung 8 durch die Radialkraft 10 ein Kippmoment 12 hervorgerufen. Das Kippmoment 12 kann ebenfalls durch eine ungleichmäßige Belastung der Rotorblätter 7 hervorgerufen werden. Dieses Kippmoment 12 kann mittels einer zweiten Lagerung aufgenommen werden, welche in einem Abstand zur Rotorlagerung 8 angeordnet ist. Die zweite Lagerung kann beispielsweise im Bereich des Generators ausgebildet sein.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der in der Gondel 2 verbauten Gleitlagerung 9. Natürlich kann die in Fig. 2 dargestellte Gleitlagerung 9 auch in sämtlichen anderen Industrieanwendungen außerhalb von Windkraftanlagen eingesetzt werden. Die Gleitlagerung 9 ist in Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht dargestellt.

In Fig. 3 ist das erste Ausführungsbeispiel der Gleitlagerung 9 in einer Querschnittsdarstellung dargestellt.

In weiterer Folge wird die Gleitlagerung 9 anhand einer Zusammenschau der Figuren 2 und 3 beschrieben.

Wie aus den Figuren 2 und 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Gleitlagerung 9 ein inneres Ringelement 13 und ein äußeres Ringelement 14 aufweist. Zwischen dem inneren Ringelement 13 und dem äußeren Ringelement 14 ist ein Gleitlagerelement 15 angeordnet, welches zur rotatorischen Gleitlagerung des inneren Ringelementes 13 relativ zum äußeren Ringelement 14 dient.

Im Ausführungsbeispiel, welches in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist, ist das innere Ringelement 13 als Rotorwelle 16 ausgebildet. Natürlich kann das innere Ringelement 13 auch eine sonstige Welle sein. Weiters ist es auch denkbar, dass das innere Ringelement 13 als eigenständiges Bauteil ausgebildet ist, welches an einer Welle, insbesondere einer Rotorwelle 16 aufgenommen ist.

Wie besonders gut aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass das äußere Ringelement 14 in einem Lagerbock 17 aufgenommen ist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Lagerbock 17 mit dem Gondelgehäuse 4 gekoppelt ist oder alternativ auch direkt im Gondelgehäuse 4 ausgeformt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit vorgesehen sein, dass das äußere Ringelement 14 starr mit dem Gondelgehäuse 4 gekoppelt ist und das innere Ringelement 13 mittels des Gleitlagerelementes 15 relativ zum äußeren Ringelement 14 bezüglich einer Rotationsachse 19 verdrehbar ist.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Lagerbock 17 direkt als äußeres Ringelement 14 dient.

Somit ist die Rotorwelle 16 mittels der Gleitlagerung 9 drehbar im Gondelgehäuse 4 aufgenommen.

Wie aus den Figuren 2 und 3 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass das Gleitlagerelement 15 mehrere einzelne Gleitlagerpads 18 umfasst, welche über

den Umfang verteilt zwischen dem inneren Ringelement 13 und dem äußeren Ringelement 14 angeordnet sind.

Die einzelnen Gleitlagerpads 18 sind durch den in Fig. 3 gezeigten Aufbau im Betriebszustand der Gleitlagerung 9 fest mit dem inneren Ringelement 13 gekoppelt und drehen sich somit mit diesem relativ zum äußeren Ringelement 14. Um die Drehbewegung zwischen dem inneren Ringelement 13 und dem äußeren Ringelement 14 zu ermöglichen, ist an den einzelnen Gleitlagerpads 18 jeweils eine Lagerfläche 20 ausgebildet, welche im einsatzbereiten Zustand der Gleitlagerung 9 an einer Gegenfläche 21 des äußeren Ringelementes 14 anliegt. Die Gegenfläche 21 ist an einer Innenseite 22 des äußeren Ringelements 14 angeordnet.

Die Lagerfläche 20 des Gleitlagerpads 18 und die Gegenfläche 21 des äußeren Ringelements 14 sind als Gleitflächen ausgebildet, welche im Betrieb der Gleitlagerung 9 aneinander gleiten. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Gegenfläche 21 des äußeren Ringelementes 14 als harte, verschleißfeste Oberfläche ausgebildet ist, welche beispielsweise durch einen gehärteten Stahl gebildet sein kann. Die Lagerfläche 20 des Gleitlagerpads 18 kann aus einem im Vergleich zur Gegenfläche 21 weichen Gleitlagerwerkstoff gebildet sein. Natürlich ist es auch denkbar, dass die Lagerfläche 20 eine Gleitbeschichtung aufweist.

Wie aus Fig. 3 besonders gut ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die einzelnen Gleitlagerpads 18 jeweils eine in Axialrichtung gesehen gewölbte Lagerfläche 20 aufweisen.

Wie aus Fig. 3 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Lagerfläche 20 im Bereich einer ersten Stirnseite 23 einen ersten Durchmesser 24 aufweist. Die Lagerfläche 20 kann ausgehend von dieser ersten Stirnseite 23 eine Durchmesserergrößerung hin zu einem Scheitelpunkt 25 aufweisen. Die Lagerfläche 20 kann im Scheitelpunkt 25 einen Durchmesser 26 aufweisen.

Ausgehend vom Scheitelpunkt 25 kann die Lagerfläche 20 zu einer zweiten Stirnseite 27 hin eine Durchmessererklammerung aufweisen. Im Bereich der zweiten Stirnseite 27 kann die Lagerfläche 20 einen zweiten Durchmesser 28 aufweisen.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass zwischen der ersten Stirnseite 23 und dem Scheitelpunkt 25 ein Kugelkalottenabschnitt 29 ausgebildet ist. Der Kugelkalottenabschnitt 29 kann die Grundform einer Kugelkalotte mit einem Kugelkalottenradius 30 aufweisen.

Zwischen der zweiten Stirnseite 27 und dem Scheitelpunkt 25 kann ein Übergangsabschnitt 31 ausgebildet sein. Der Übergangsabschnitt 31 kann einen Übergangsradius 32 aufweisen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Übergangsradius 32 kleiner ist, als der Kugelkalottenradius 30.

Weiters kann vorgesehen sein, dass der Scheitelpunkt 25 in einem Abstand 33 von einer zweiten Stirnseite 27 des Gleitlagerpads 18 angeordnet ist. Das Gleitlagerpad 18 kann eine Axialerstreckung 34 aufweisen.

Fig. 4 zeigt das erste Ausführungsbeispiel der Gleitlagerung 9 in einer perspektivischen Schnittdarstellung, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 3 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 3 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass an einer Axialstirnseite 35 des Lagerbockes 17 ein Deckel 36 angeordnet ist. Der Deckel 36 dient zum Verschließen des Innenraumes des Lagerbockes 17.

Wie aus Fig. 4 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass an dem Deckel 36 ein Schmierölreservoir 37 angeschlossen ist, welches zur Aufnahme von Schmieröl 38 dient. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass im Deckel 36 eine Durchgangsöffnung 39 ausgebildet ist, durch welche das Schmieröl 38 vom Schmierölreservoir 37 in den Innenraum des Lagerbockes 17 strömen kann.

Wie aus Fig. 4 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im Deckel 36 eine Dichtung 40 aufgenommen ist, welche zur Abdichtung des Deckels 36 am Lagerbock 17 dient. Weiters kann vorgesehen sein, dass eine weitere Dichtung ausgebildet ist, welche zur Abdichtung zwischen dem Deckel 36 und der Rotorwelle 16

dient. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die weitere Dichtung, wie aus Fig. 4 ersichtlich, direkt mit der Rotorwelle 16 zusammenwirkt. Die weitere Dichtung kann beispielsweise ein Wellendichtring sein.

Fig. 5 zeigt eine perspektivische Schnittdarstellung der Gleitlagerung 9, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 4 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 4 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

In Fig. 5 sind der Übersichtlichkeit halber der Deckel 36 und das Schmierölreservoir 37 ausgeblendet. Somit sind die innenliegenden Bauteile der Gleitlagerung 9 sichtbar.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im äußeren Ringelement 14 eine Entnahmeöffnung 41 ausgebildet ist, welche zur axialen Entnahme von einzelnen der Gleitlagerpads 18 dient.

Fig. 6 zeigt eine perspektivische Ansicht des äußeren Ringelementes 14, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 5 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 5 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

In Fig. 6 ist die Entnahmeöffnung 41 besonders gut sichtbar.

Wie aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Entnahmeöffnung 41 die im äußeren Ringelement 14 ausgebildete Gegenfläche 21 zumindest abschnittsweise unterbricht. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die Entnahmeöffnung 41 ausgehend von einer ersten Stirnseite 42 des äußeren Ringelementes 14 erstreckt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die Entnahmeöffnung 41 nicht bis zu einer zweiten Stirnseite 43 des äußeren Ringelementes 14 erstreckt. Viel mehr kann sich die Entnahmeöffnung 41 nur bis zum Scheitelpunkt 25 erstrecken.

Wie aus Fig. 6 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass im äußeren Ringelement 14 anschließend an die Entnahmeöffnung 41 in Umfangsrichtung ein Öleinzug 44 ausgebildet ist, welcher den Übergang zwischen der Entnahmeöffnung 41 und der Gegenfläche 21 bildet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Öleinzug 44 beispielsweise keilförmig ausgebildet ist.

Wie besonders gut aus einer Zusammenschau der Fig. 3 und 6 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Entnahmeöffnung 41 sich zur ersten Stirnseite 42 hin radial aufweitend ausgebildet ist. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass ein erster Entnahmeöffnungsbereich 45 und ein zweiter Entnahmeöffnungsbereich 46 ausgebildet sind, welche eine unterschiedliche radiale Aufweitung aufweisen. Weiters kann vorgesehen sein, dass der zweite Entnahmeöffnungsbereich 46, welcher näher zur ersten Stirnseite 42 des äußeren Ringelementes 14 angeordnet ist, eine größere radiale Aufweitung aufweist, als der erste Entnahmeöffnungsbereich 45.

In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel, kann natürlich auch vorgesehen sein, dass die Entnahmeöffnung 41 das äußere Ringelement 14 radial vollständig durchdringt.

Fig. 7 zeigt die Rotorwelle 16 mit dem daran angeordneten Gleitlagerpads 18 in einer perspektivischen Ansicht, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 6 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 6 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus einer Zusammenschau der Fig. 6 und 7 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Entnahmeöffnung 41 eine Umfangserstreckung 47 aufweist. Die einzelnen Gleitlagerpads 18 können eine Umfangserstreckung 48 aufweisen.

Wie besonders gut aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass eine Wellenmutter 49 ausgebildet ist, welche auf die Rotorwelle 16 aufgeschraubt sein kann.

An der Wellenmutter 49 kann eine Axialsicherungselementaufnahme 50 ausgebildet sein, welche zur Aufnahme von einzelnen Axialsicherungselementen 51 dient. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Axialsicherungselementaufnahme 50 eine Gewindebohrung umfasst, wobei die einzelnen Axialsicherungselemente 51 mittels einer Befestigungsschraube 52 in Radialrichtung in die Gewindebohrung eingeschraubt werden können.

Weiters kann vorgesehen sein, dass die Axialsicherungselemente 51 an einer Axialstirnseite 53 eine Keilfläche 54 aufweisen. An der ersten Stirnseite 23 des Gleitlagerpads 18 kann eine Gegenkeilfläche 55 ausgebildet sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Keilfläche 54 mit der Gegenkeilfläche 55 zusammenwirkt bzw. an dieser anliegt.

Wie aus Fig. 5 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass ein Axialanschlagring 56 ausgebildet ist, welcher zusammen mit dem Axialsicherungselement 51 zum Klemmen des Gleitlagerpads 18 dient.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der Axialanschlagring 56 eine Keilfläche 57 aufweist, welche derart ausgebildet ist, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Gleitlagerpad 18 und dem Axialanschlagring 56 erreicht werden kann.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass ein Verdrehsicherungselement 58 ausgebildet ist, welches zwischen dem Axialanschlagring 56 und dem Gleitlagerpad 18 wirkt. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Verdrehsicherungselement 58 in Form eines Zylinderstiftes ausgebildet ist, welcher in einer Bohrung im Axialanschlagring 56 bzw. in einer Bohrung im Gleitlagerpad 18 aufgenommen ist.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass an der Wellenmutter 49 eine Lauffläche 59 für eine im Deckel 36 angeordnete Dichtung ausgebildet ist. Analog dazu kann im Axialanschlagring 56 eine Lauffläche 60 ausgebildet sein. Die Lauffläche 60 kann mit einer in einem zweiten Deckel 61 angeordneten Dichtung zusammenwirken.

Wie aus Fig. 5 weiters ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass der Lagerbock 17 einen Axialanschlag 62 für das äußere Ringelement 14 aufweist. Weiters kann vorgesehen sein, dass im Axialanschlag 62 eine Ausnehmung 63 ausgebildet ist, welche mit der Entnahmeöffnung 41 korrespondiert.

Im zusammengebauten Zustand der Gleitlagerung 9 ist das äußere Ringelement 14 im Lagerbock 17 aufgenommen. Hierbei kann vorgesehen sein, dass das äußere Ringelement 14 axial zwischen dem zweiten Deckel 61 und dem Axialanschlag 62 im Lagerbock 17 geklemmt ist. Hierbei kann vorgesehen sein, dass der zweite Deckel 61 mittels Befestigungsmittel axial gegen den Lagerbock verschraubt ist.

Der Axialanschlagring 56 kann an der Rotorwelle 16 befestigt sein. Weiters kann die Wellenmutter 49 auf die Rotorwelle 16 aufgeschraubt sein. Wie aus Fig. 5 ersichtlich, können einzelne Gleitlagerpads 18 zwischen dem Axialanschlagring 56 und jeweils zumindest einem Axialsicherungselement 51 geklemmt sein. Durch die Formgebung des Axialanschlagringes 56 bzw. des Axialsicherungselementes 51 können die Gleitlagerpads 18 sowohl in Axialrichtung als auch in Radialrichtung formschlüssig geklemmt mit der Rotorwelle 16 gekoppelt sein.

Zum Wechseln der einzelnen Gleitlagerpads 18 kann der Deckel 36 vom Lagerbock 17 abgenommen werden. Alternativ dazu ist es auch denkbar, dass im Deckel 36 eine Wartungsöffnung ausgebildet ist, welche vom Deckel 36 abhängig ist, wodurch der Innenraum des Lagerbockes 17 zugänglich ist.

In einer weiteren Alternative ist es auch denkbar, dass der Deckel 36 geteilt ausgebildet ist, sodass er radial von der Rotorwelle 16 entfernt werden kann und nicht in Axialrichtung entlang der Rotorwelle 16 verschoben werden muss. Hierbei kann der Deckel 36 beispielsweise in einer Mittelebene geteilt ausgebildet sein.

Wenn die innenliegenden Bauteile des Lagerbockes 17 entsprechend der Darstellung nach Fig. 5 zugänglich sind, so kann zum Wechseln der einzelnen Gleitlagerpads 18 jeweils ein zu wechselndes Gleitlagerpad 18 in den Bereich der Entnahmeöffnung 41 verdreht werden. Anschließend kann das Axialsicherungselement

51 des zu wechselnden Gleitlagerpads 18 gelöst werden und entfernt werden. Dadurch ist das zu wechselnde Gleitlagerpad 18 nicht mehr an der Rotorwelle 16 geklemmt. In einem weiteren Verfahrensschritt kann das zu wechselnde Gleitlagerpad 18 axial bzw. optional gleichzeitig auch radial nach außen durch die Entnahmeöffnung 41 hindurch verschoben werden, um das Gleitlagerpad 18 aus dem Inneren des Lagerbockes 17 zu entfernen. In einem weiteren Verfahrensschritt kann ein neues Gleitlagerpad 18 in umgekehrter Reihenfolge wieder in das Innere des Lagerbockes 17 eingesetzt werden bzw. mit dem Axialsicherungselement 51 geklemmt werden. Dieser Vorgang kann für alle zu wechselnden Gleitlagerpads 18 wiederholt werden.

Anschließend kann das Innere des Lagerbockes 17 wieder mittels des Deckels 36 verschlossen werden und so die Gleitlagerung 9 wieder betriebsbereit gemacht werden.

In der Fig. 8 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Gleitlagerung 9 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 7 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 8 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass die Verdrehsicherungselemente 58 beispielsweise in Form von Passfedern ausgebildet sein können, welche mit dem Gleitlagerpad 18 verschraubt sein können. Weiters kann im Axialanschlagring 56 eine Ausnehmung zur Aufnahme des Verdrehsicherungselementes 58 ausgebildet sein.

Unabhängig von den weiteren Merkmalen kann, wie aus Fig. 8 weiters ersichtlich, vorgesehen sein, dass das Axialsicherungselement 51 eine Anschlagnase 56 aufweist, welche in einer in die Rotorwelle 16 eingebrachte Nut 65 aufgenommen sein kann. Das Axialsicherungselement 51 kann hierbei ebenso eine Keilfläche 54 aufweisen, welche zum Klemmen des Gleitlagerpads 18 dient. Weiters kann in der Rotorwelle 16 eine trapezförmige Nut 66 ausgebildet sein, in welcher ein Nutstein

67 aufgenommen sein kann. Insbesondere kann der Nutstein 67 in Umfangsrichtung relativ zur Rotorwelle 16 verschiebbar sein. Der Nutstein 67 kann ein Innengewinde aufweisen, welches zum Einschrauben der Befestigungsschraube 52 zum Klemmen des Axialsicherungselementes 51 dient.

In der Fig. 9 ist eine weitere und gegebenenfalls für sich eigenständige Ausführungsform der Gleitlagerung 9 gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Figuren 1 bis 8 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung in den vorangegangenen Figuren 1 bis 8 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

Wie aus Fig. 9 ersichtlich, kann vorgesehen sein, dass am Gleitlagerpad 18 ein Anlaufringsegment 68 angeordnet ist. Das Anlaufringsegment 68 kann zur Aufnahme von Axialkräften zwischen dem Gleitlagerpad 18 und dem äußeren Ringelement 14 dienen. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Anlaufringsegment 68 eine Gleitfläche aufweist und dass das äußere Ringelement 14 eine Gegengleitfläche aufweist, wobei die Gleitfläche und die Gegengleitfläche aneinander anliegen und im Betrieb aneinander gleiten.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

Der Schutzbereich ist durch die Ansprüche bestimmt. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind jedoch zur Auslegung der Ansprüche heranzuziehen. Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen können für sich eigenständige erfinderische Lösungen darstellen. Die den eigenständigen erfinderischen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1 bis 1,7, oder 3,2 bis 8,1, oder 5,5 bis 10.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus Elemente teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

1	Windkraftanlage	31	Übergangsabschnitt
2	Gondel	32	Übergangsradius
3	Turm	33	Abstand
4	Gondelgehäuse	34	Axialer Streckung Gleitlager- pad
5	Rotor	35	Axialstirnseite Lagerbock
6	Rotornabe	36	Deckel
7	Rotorblatt	37	Schmierölreservoir
8	Rotorlagerung	38	Schmieröl
9	Gleitlagerung	39	Durchgangsöffnung
10	Radialkraft	40	Dichtung
11	Axialkraft	41	Entnahmeöffnung
12	Kippmoment	42	erste Stirnseite äußeres Rin- gelement
13	inneres Ringelement	43	zweite Stirnseite äußeres Rin- gelement
14	äußeres Ringelement	44	Öleinzug
15	Gleitlagerelement	45	erster Entnahmeöffnungsbe- reich
16	Rotorwelle	46	zweiter Entnahmeöffnungsbe- reich
17	Lagerbock	47	Umfangserstreckung Entnah- meöffnung
18	Gleitlagerpad	48	Umfangserstreckung Gleitla- gerpad
19	Rotationsachse	49	Wellenmutter
20	Lagerfläche	50	Axialsicherungselement-auf- nahme
21	Gegenfläche	51	Axialsicherungselement
22	Innenseite	52	Befestigungsschraube
23	erste Stirnseite		
24	erster Durchmesser		
25	Scheitelpunkt		
26	Durchmesser Scheitelpunkt		
27	zweite Stirnseite		
28	zweiter Durchmesser		
29	Kugelkalottenabschnitt		
30	Kugelkalottenradius		

- 53 Axialstirnseite Axialsicherungselement
- 54 Keilfläche Axialsicherungselement
- 55 Gegenkeilfläche
- 56 Axialanschlagring
- 57 Keilfläche Axialanschlagring
- 58 Verdrehsicherungselement
- 59 Lauffläche Wellenmutter
- 60 Lauffläche Axialanschlagring
- 61 zweiter Deckel
- 62 Axialanschlag
- 63 Ausnehmung
- 64 Anschlag Nase
- 65 Nut
- 66 Trapezförmige Nut
- 67 Nutstein
- 68 Anlaufsegment

Patentansprüche

1. Gleitlagerung (9) umfassend:
 - ein inneres Ringelement (13);
 - ein äußeres Ringelement (14);
 - zumindest ein Gleitlagerelement (15), welches zwischen dem inneren Ringelement (13) und dem äußeren Ringelement (14) angeordnet ist, wobei eine Lagerfläche (20) des Gleitlagerpads (18) und eine Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) aneinander anliegen, wobei das Gleitlagerelement (15) zumindest zwei Gleitlagerpads (18) umfasst, wobei die einzelnen Gleitlagerpads (18) jeweils zumindest in einem Teilbereich eine in Axialrichtung gesehen gewölbte Lagerfläche (20) aufweisen.

2. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Gleitlagerpads (18) in einem Kugelkalottenabschnitt (29) die Grundform einer Kugelkalotte mit einem Kugelkalottenradius (30) aufweisen und in einem Übergangabschnitt (31) einen Übergangsradius (32) aufweisen, wobei der Übergangsradius (32) kleiner ist, als der Kugelkalottenradius (30).

3. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Kugelkalottenabschnitt (29) bis zu einem Scheitelpunkt (25) erstreckt und der Übergangabschnitt (31) im Scheitelpunkt (25) an den Kugelkalottenabschnitt (29) anschließt.

4. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangabschnitt (31) tangential in den Kugelkalottenabschnitt (29) überläuft.

5. Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Scheitelpunkt (25) in einem Abstand (33) von einer zweiten

Stirnseite (27) des Gleitlagerpads (18) angeordnet ist, wobei der Abstand (33) zwischen 1% und 49%, insbesondere zwischen 5% und 35%, bevorzugt zwischen 10% und 25% einer Axialerstreckung (34) des Gleitlagerpads (18) beträgt.

6. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im äußeren Ringelement (14) eine Entnahmeöffnung (41) ausgebildet ist, welche ausgehend von einer ersten Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) die Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) unterbricht.

7. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (41) eine Umfangserstreckung (47) aufweist und dass die Gleitlagerpads (18) jeweils eine Umfangserstreckung (48) aufweisen, wobei die Umfangserstreckung (48) der Gleitlagerpads (18) zwischen 60% und 99,9%, insbesondere zwischen 80% und 99%, bevorzugt zwischen 90% und 98% der Umfangserstreckung (47) der Entnahmeöffnung (41) beträgt.

8. Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (41) sich zur ersten Stirnseite (42) hin radial aufweitend ausgebildet ist.

9. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wellenmutter (49) ausgebildet ist, welche eine Axialsicherungselementaufnahme (50) aufweist, wobei in der Axialsicherungselementaufnahme (50) je Gleitlagerpad (18) zumindest ein Axialsicherungselement (51) aufgenommen ist, welches zur axialen Fixierung des Gleitlagerpads (18) dient.

10. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Axialsicherungselement (51) mittels einer in Radialrichtung wirkenden Befesti-

gungsschraube (52) mit der Wellenmutter (49) gekoppelt ist, wobei das Axialsicherungselement (51) zumindest an einer Axialstirnseite (53) eine sich zur Rotationsachse (19) hin verjüngende Keilfläche (54) aufweist.

11. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenmutter (49) an deren Außenseite eine Lauffläche (59) für einen Wellendichtring aufweist.

12. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lagerbock (17) ausgebildet ist, in welchem das äußere Ringelement (14) aufgenommen ist, wobei zumindest an einer Axialstirnseite (35) des Lagerbockes (17) ein Deckel (36) ausgebildet ist, wobei im Deckel (36) integriert oder an den Deckel (36) angeschlossen ein Schmierölreservoir (37) ausgebildet ist.

13. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Axialanschlagring (56) ausgebildet ist, wobei zumindest ein Verdrehsicherungselement (58) ausgebildet ist, welches zwischen dem Axialanschlagring (56) und zumindest einem der Gleitlagerpads (18) wirkt.

14. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialanschlagring (56) an dessen Außenseite eine Lauffläche (60) für einen Wellendichtring aufweist.

15. Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 6 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (41) in Umfangsrichtung einen Öleinzug (44), insbesondere eine Rundung oder eine Fase aufweist, welche größer als 5mm, bevorzugt größer als 10mm, insbesondere größer als 20mm ist.

16. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an einer zur gewölbten Lagerfläche (20) des Gleitlagerpads (18) abgewandten Seite des Gleitlagerpads (18) ein Anlaufringsegment (68) angeordnet ist.

17. Verfahren zum Wechseln eines Gleitlagerpads (18) einer Gleitlagerung (9), umfassend die Verfahrensschritte:

- Bewegen des zu wechselnden Gleitlagerpads (18) zu einer im äußeren Ringelement (14) ausgebildeten Entnahmeöffnung (41);
- Lösen des Axialsicherungselementes (51) des zu wechselnden Gleitlagerpads (18);
- Axiales Entfernen des zu wechselnden Gleitlagerpads (18) durch die Entnahmeöffnung (41);
- Axiales Einsetzen eines neuen Gleitlagerpads (18) durch die Entnahmeöffnung (41);
- Fixieren des neuen Gleitlagerpads (18) mittels des Axialsicherungselementes (51).

18. Gondel (2) für eine Windkraftanlage (1), die Gondel (2) umfassend:

- ein Gondelgehäuse (4);
- eine Rotorwelle (16);
- eine Rotornabe (6), welche an der Rotorwelle (16) angeordnet ist;
- eine Rotorlagerung (8) zur Lagerung der Rotorwelle (16) am Gondelgehäuse (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorlagerung (8) eine Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

19. Gondel (2) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorlagerung (8) einen Lagerbock (17) umfasst, in welchem das äußere Ringelement (14) aufgenommen ist, wobei der Lagerbock (17) einen Axialanschlag (62) für das äußere Ringelement (14) aufweist, wobei der Axialanschlag (62) an einer der Rotornabe (6) abgewandten Axialstirnseite (35) des Lagerbockes (17) ausgebildet ist.

20. Gondel (2) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im äußeren Ringelement (14) eine Entnahmeöffnung (41) ausgebildet ist, welche ausgehend von einer ersten Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) die Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) unterbricht, wobei die erste Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) an der zur Rotornabe (6) abgewandten Seite des Lagerbockes (17) ausgebildet ist.

21. Gondel (2) nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialanschlag (62) im Bereich der Entnahmeöffnung (41) des äußeren Ringelementes (14) eine Ausnehmung (63) aufweist, welche mit der Entnahmeöffnung (41) korrespondiert.

Fig.1

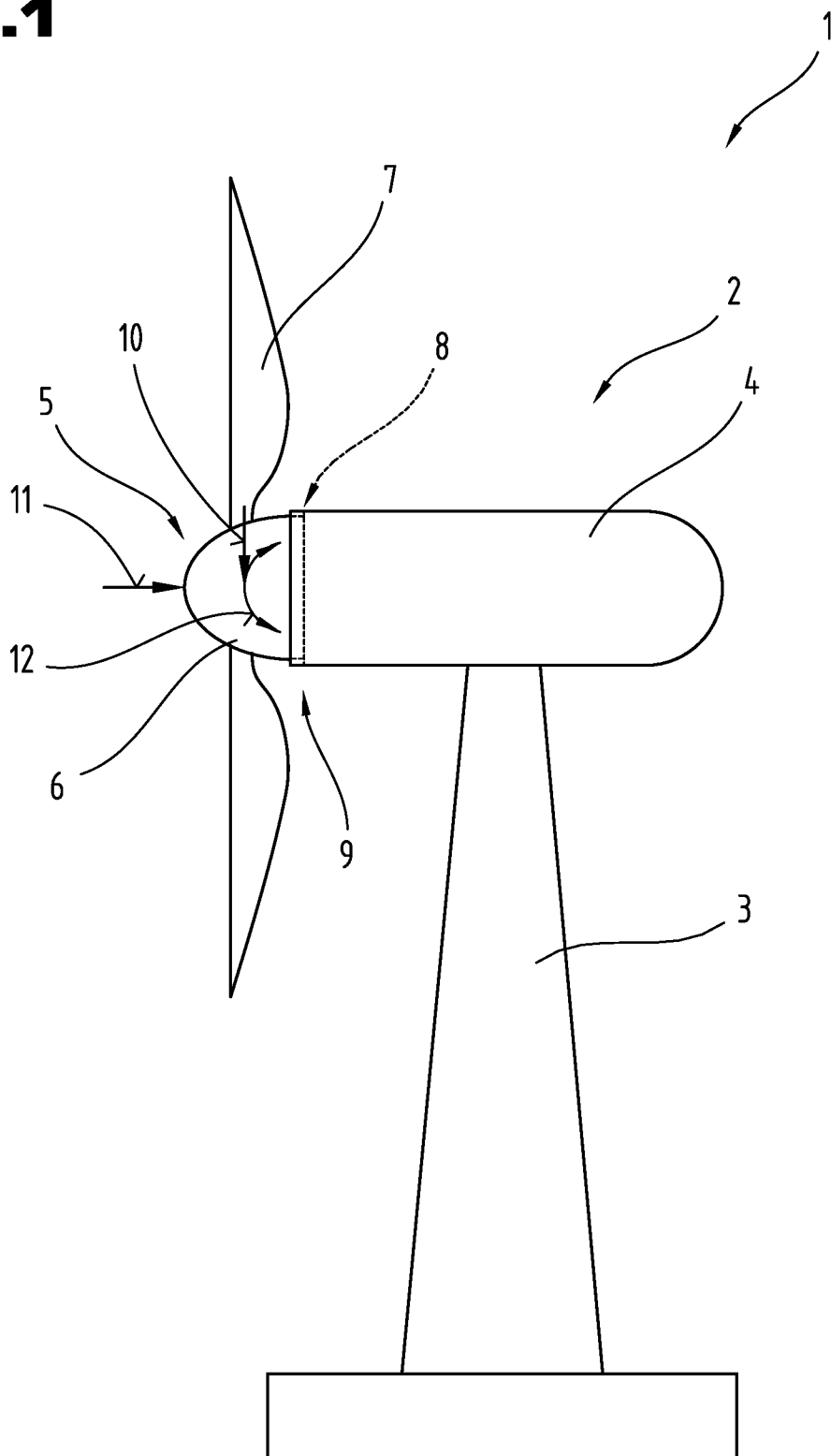


Fig.2

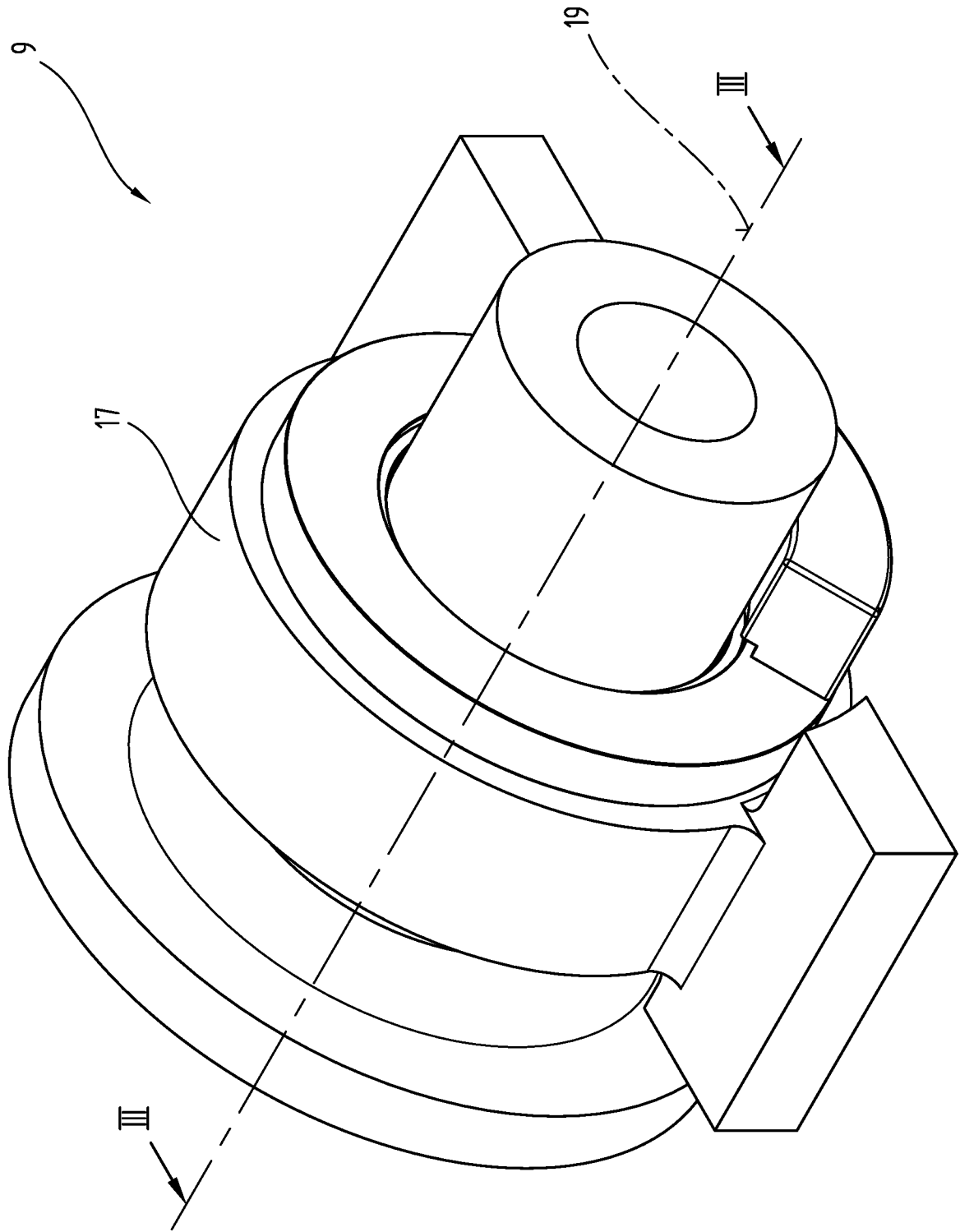


Fig.4

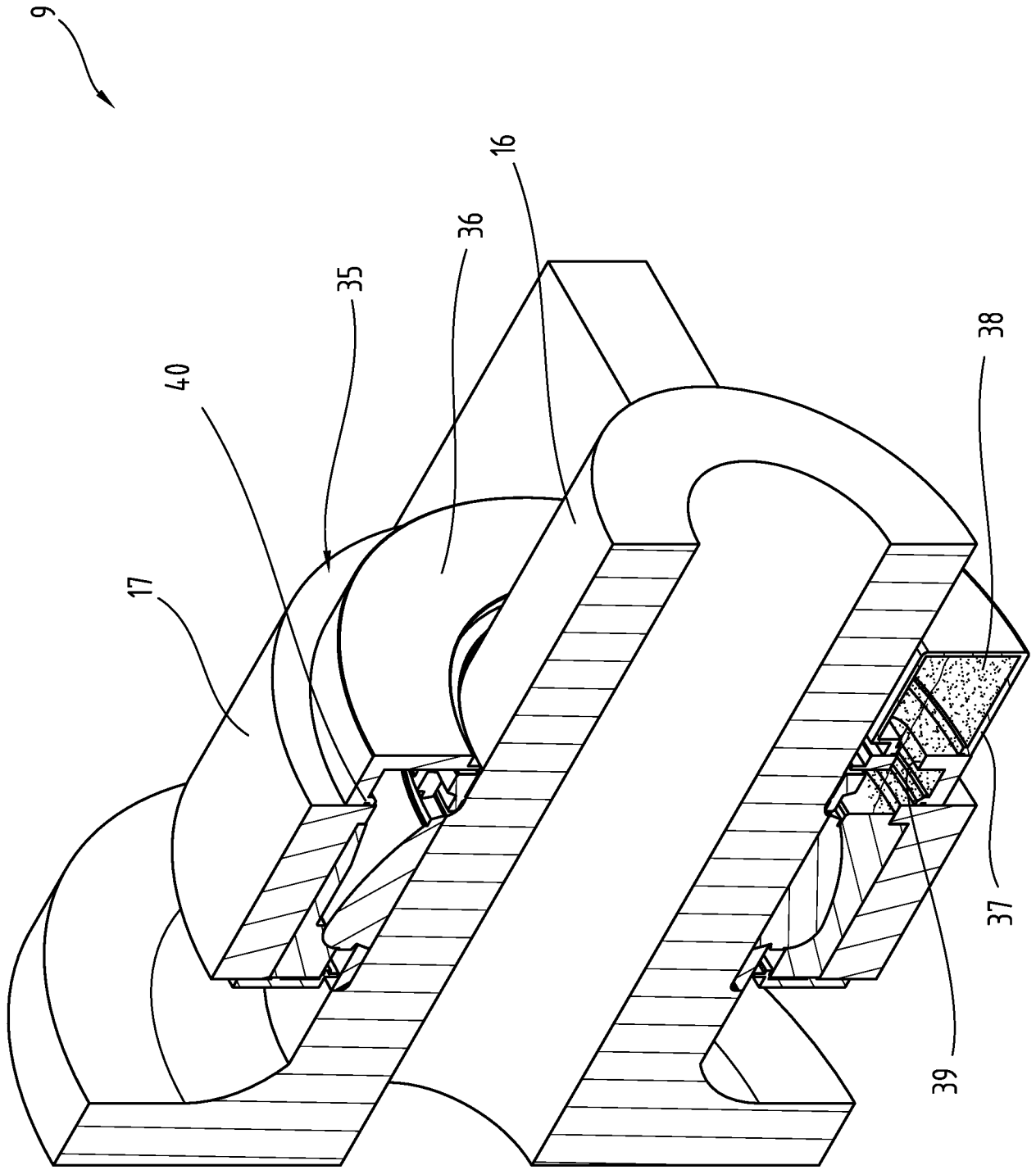


Fig. 5

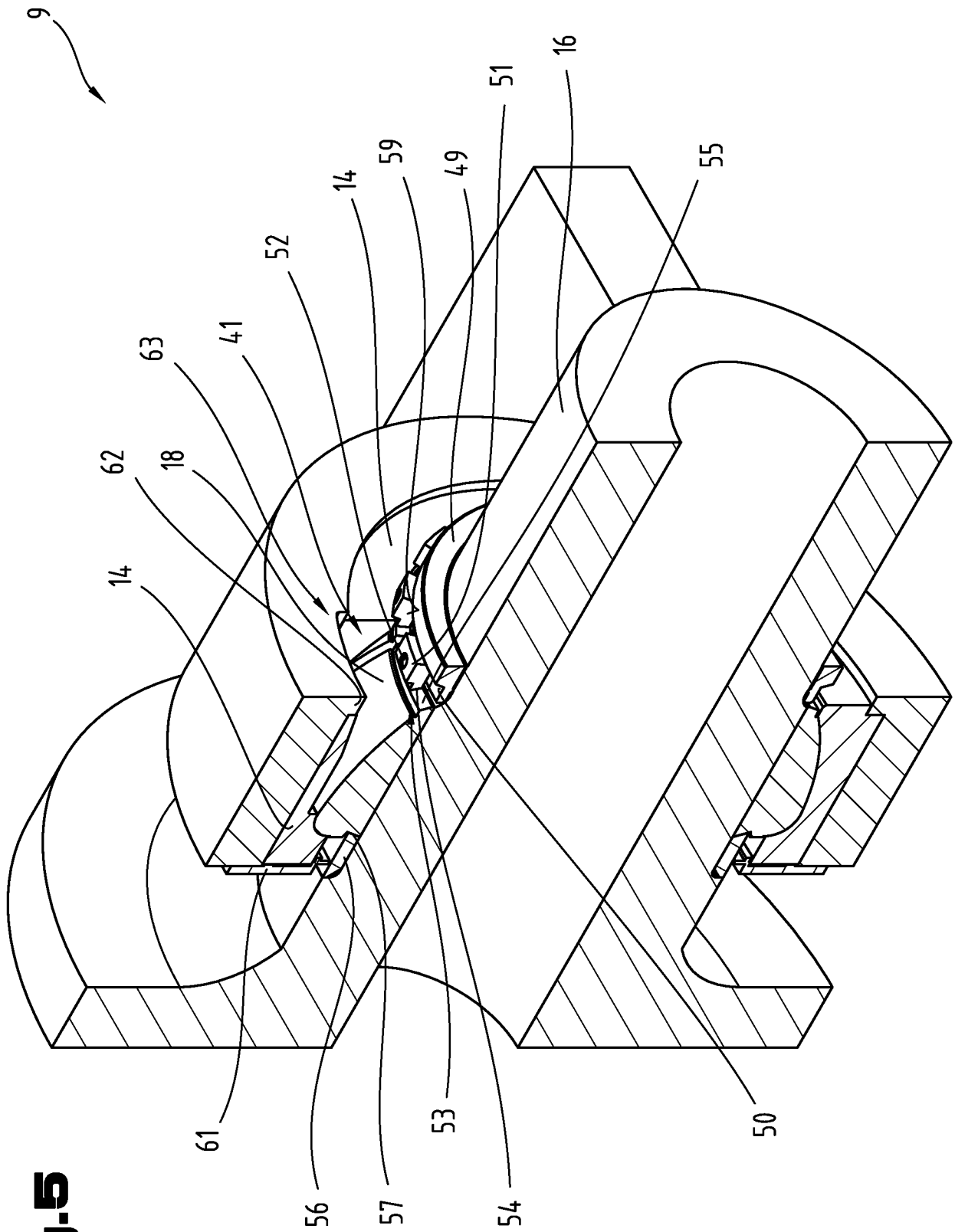


Fig. 6

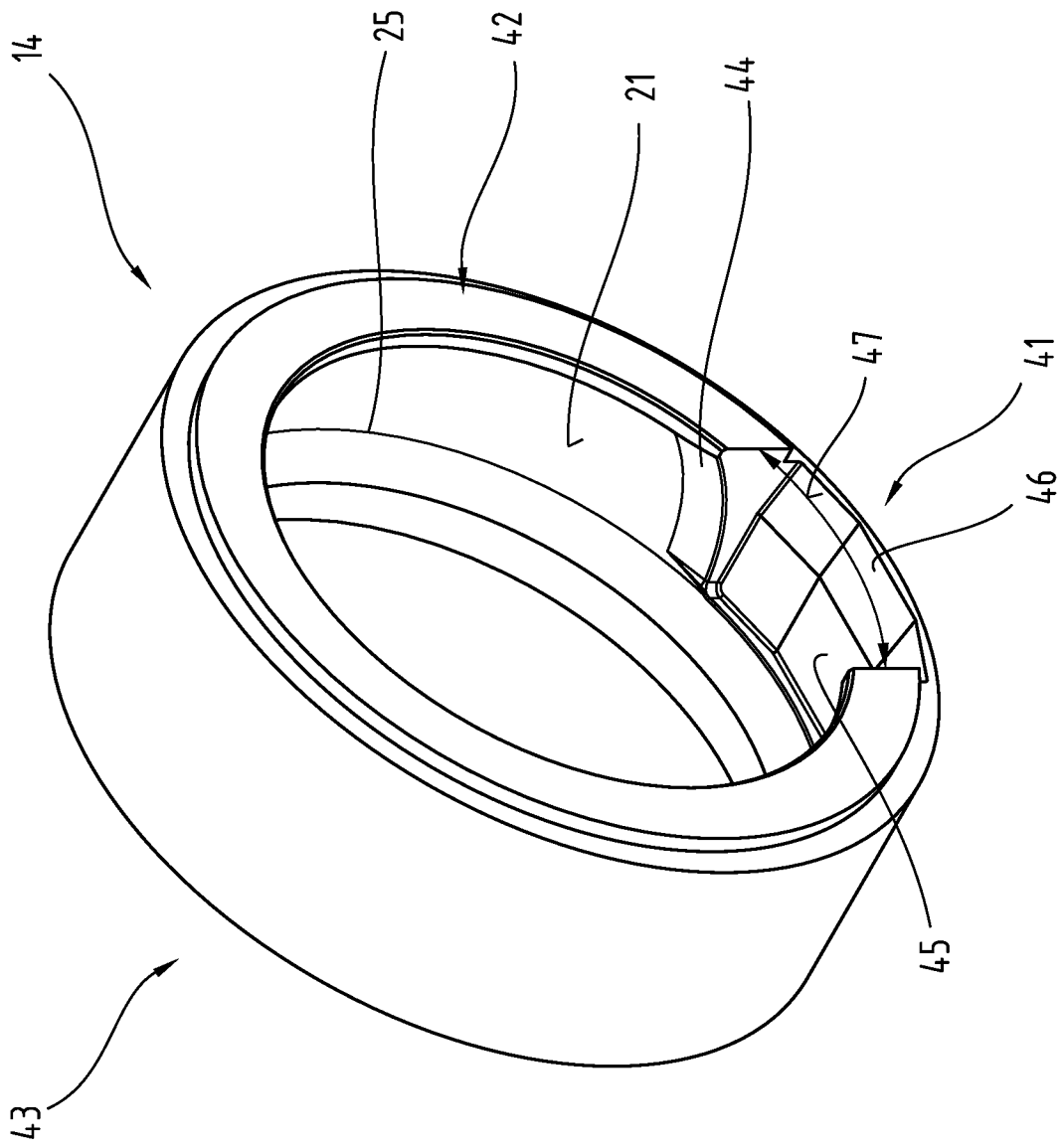
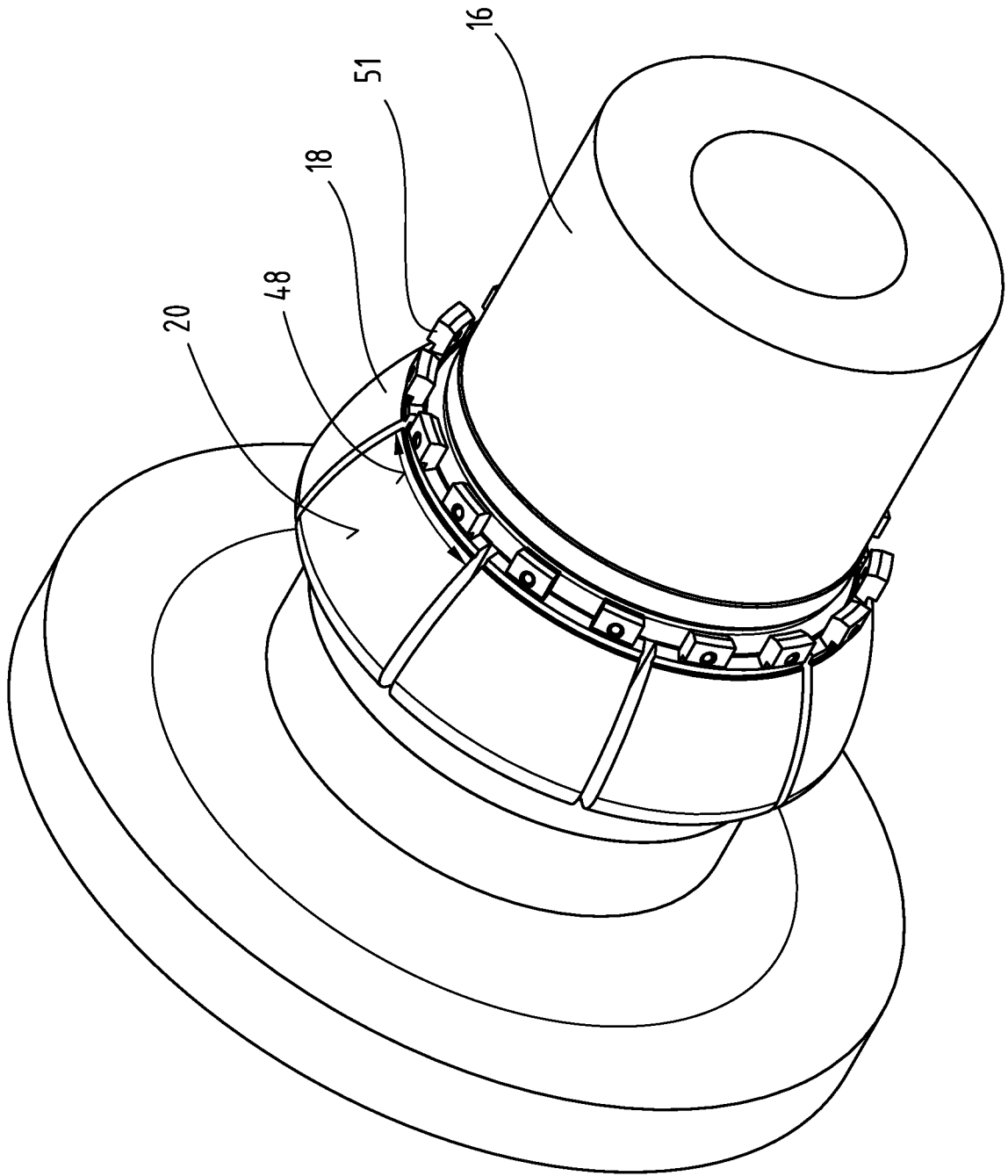


Fig. 7



Patentansprüche

1. Gleitlagerung (9) umfassend:
 - ein inneres Ringelement (13), insbesondere in Form einer Rotorwelle (16);
 - ein äußeres Ringelement (14);
 - zumindest ein Gleitlagerelement (15), welches zwischen dem inneren Ringelement (13) und dem äußeren Ringelement (14) angeordnet ist, wobei eine Lagerfläche (20) des Gleitlagerelementes (15) und eine Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) aneinander anliegen, wobei das Gleitlagerelement (15) zumindest zwei Gleitlagerpads (18) umfasst, wobei die einzelnen Gleitlagerpads (18) jeweils zumindest in einem Teilbereich eine in Axialrichtung gesehen nach außen gewölbte Lagerfläche (20) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass im äußeren Ringelement (14) eine Entnahmeöffnung (41) ausgebildet ist, welche zur axialen Entnahme von einzelnen der Gleitlagerpads (18) dient, wobei die Entnahmeöffnung (41) ausgehend von einer ersten Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) die Gegenfläche (21) des äußeren Ringelements (14) unterbricht.

2. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Gleitlagerpads (18) in einem Kugelkalottenabschnitt (29) die Grundform einer Kugelkalotte mit einem Kugelkalottenradius (30) aufweisen und in einem Übergangsabschnitt (31) einen Übergangsradius (32) aufweisen, wobei der Übergangsradius (32) kleiner ist, als der Kugelkalottenradius (30).

3. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der Kugelkalottenabschnitt (29) bis zu einem Scheitelpunkt (25) erstreckt und der Übergangsabschnitt (31) im Scheitelpunkt (25) an den Kugelkalottenabschnitt (29) anschließt.

4. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangsabschnitt (31) tangential in den Kugelkalottenabschnitt (29) überläuft.
5. Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Scheitelpunkt (25) in einem Abstand (33) von einer zweiten Stirnseite (27) des Gleitlagerpads (18) angeordnet ist, wobei der Abstand (33) zwischen 1% und 49%, insbesondere zwischen 5% und 35%, bevorzugt zwischen 10% und 25% der Axialerstreckung (34) des Gleitlagerpads (18) beträgt.
6. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (41) eine Umfangserstreckung (47) aufweist und dass die Gleitlagerpads (18) jeweils eine Umfangserstreckung (48) aufweisen, wobei die Umfangserstreckung (48) der Gleitlagerpads (18) zwischen 60% und 99,9%, insbesondere zwischen 80% und 99%, bevorzugt zwischen 90% und 98% der Umfangserstreckung (47) der Entnahmeöffnung (41) beträgt.
7. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entnahmeöffnung (41) sich zur ersten Stirnseite (42) hin radial aufweitend ausgebildet ist.
8. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wellenmutter (49) ausgebildet ist, welche eine Axialsicherungselementaufnahme (50) aufweist, wobei in der Axialsicherungselementaufnahme (50) je Gleitlagerpad (18) zumindest ein Axialsicherungselement (51) aufgenommen ist, welches zur axialen Fixierung des Gleitlagerpads (18) an der Rotorwelle (16) dient.

9. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenmutter (49) an deren Außenseite eine Lauffläche (59) für einen Wellendicht-ring aufweist.

10. Gleitlagerung (9) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lagerbock (17) ausgebildet ist, in welchem das äußere Ringelement (14) aufgenommen ist, wobei zumindest an einer Axialstirn-seite (35) des Lagerbockes (17) ein Deckel (36) ausgebildet ist, wobei im Deckel (36) integriert oder an den Deckel (36) angeschlossen ein Schmierölreservoir (37) ausgebildet ist.

11. Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch ge-
kennzeichnet, dass ein Axialanschlagring (56) ausgebildet ist, welcher zusammen
mit dem Axialsicherungselement (51) zum Klemmen des Gleitlagerpads (18) dient,
wobei der Axialanschlagring (56) an der Rotorwelle (16) befestigt ist, wobei zumin-
dest ein Verdrehsicherungselement (58) ausgebildet ist, welches zwischen dem
Axialanschlagring (56) und zumindest einem der Gleitlagerpads (18) wirkt.

12. Gleitlagerung (9) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass
der Axialanschlagring (56) an dessen Außenseite eine Lauffläche (60) für einen
Wellendichtring aufweist.

13. Verfahren zum Wechseln eines Gleitlagerpads (18) einer Gleitlage-
rung (9) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das
Verfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Bewegen des zu wechselnden Gleitlagerpads (18) zu der im äußeren Ringele-
ment (14) ausgebildeten Entnahmeöffnung (41);
- Lösen des Axialsicherungselementes (51) des zu wechselnden Gleitlagerpads
(18);
- Axiales Entfernen des zu wechselnden Gleitlagerpads (18) durch die Entnahme-
öffnung (41);
- Axiales Einsetzen eines neuen Gleitlagerpads (18) durch die Entnahmeöffnung

(41);

- Fixieren des neuen Gleitlagerpads (18) mittels des Axialsicherungselementes (51).

14. Gondel (2) für eine Windkraftanlage (1), die Gondel (2) umfassend:

- ein Gondelgehäuse (4);

- eine Rotorwelle (16);

- eine Rotornabe (6), welche an der Rotorwelle (16) angeordnet ist;

- eine Rotorlagerung (8) zur Lagerung der Rotorwelle (16) am Gondelgehäuse (4), dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorlagerung (8) eine Gleitlagerung (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst, wobei die Rotorwelle (16) das innere Ringelement (13) der Gleitlagerung (9) bildet.

15. Gondel (2) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorlagerung (8) einen Lagerbock (17) umfasst, in welchem das äußere Ringelement (14) aufgenommen ist, wobei der Lagerbock (17) einen Axialanschlag (62) für das äußere Ringelement (14) aufweist, wobei der Axialanschlag (62) an einer der Rotornabe (6) abgewandten Axialstirnseite (35) des Lagerbockes (17) ausgebildet ist.

16. Gondel (2) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im äußeren Ringelement (14) eine Entnahmeöffnung (41) ausgebildet ist, welche zur axialen Entnahme von einzelnen der Gleitlagerpads (18) dient, wobei die Entnahmeöffnung (41) ausgehend von einer ersten Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) die Gegenfläche (21) des äußeren Ringelementes (14) unterbricht, wobei die erste Stirnseite (42) des äußeren Ringelementes (14) an der von der Rotornabe (6) abgewandten Seite des äußeren Ringelementes (14) ausgebildet ist.

17. Gondel (2) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Axialanschlag (62) im Bereich der Entnahmeöffnung (41) des äußeren Ringelementes (14) eine Ausnehmung (63) aufweist, welche mit der Entnahmeöffnung (41) korrespondiert.