

010563

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Nabenwellen-Gleitlager (9) für eine, Rotorblätter (6) tragende Nabenwelle (8) einer Windkraftanlage (1), umfassend einen Gleitlagerkörper mit einer der Nabenwelle (8) gegenüberliegend anordenbaren Laufschiene (11) und einem unterhalb dieser angeordnetem Stützelement (12). Das Stützelement (12) weist an einer Oberfläche und/oder zumindest teilweise innerhalb zumindest ein Tragelement (15) bzw. eine Tragkonstruktion auf.

Fig. 2

NACHGEREICHT

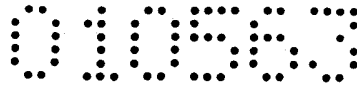
Die Erfindung betrifft ein Nabenwellen-Gleitlager für eine, Rotorblätter tragende Nabenwelle einer Windkraftanlage, umfassend einen Gleitlagerkörper mit einer der Nabenwelle gegenüberliegend anordenbaren Laufschiene und einem unterhalb dieser angeordneten Stützelement, sowie eine Windkraftanlage mit einem Turm zur bodenbeabstandeten Anordnung einer Nabenwelle, an der ein Rotor mit Rotorblättern angeordnet ist, einem Generator, der mit der Nabenwelle in Wirkverbindung steht, insbesondere getriebelos, wobei die Nabenwelle von zumindest einem Lager gelagert ist.

Nicht zuletzt aufgrund gestiegener Rohstoffpreise erfreuen sich Windkraftanlagen zur Erzeugung elektrischer Energie immer größerer Beliebtheit. Windkraftanlagen werden aber auch aus Umweltgründen vermehrt eingesetzt, da der damit erzeugte elektrische Strom als so genannter „sauberer Strom“ gilt.

Windkraftanlagen weisen in der Regel einen Rotor auf, an dem zumeist drei Rotorblätter angeordnet sind. Der Rotor dreht sich dabei um eine im Wesentlichen horizontale Drehachse und treibt eine Nabenwelle, an deren einen Ende der Rotor angeordnet ist, einen Generator an, wobei der Läufer des Generators dem anderen Ende der Nabenwelle zugeordnet ist. Es gibt dabei grundsätzlich zwei verschiedene Konzepte. Am häufigsten werden Windkraftanlagen unter Zwischenschaltung eines Übersetzungsgetriebes zwischen der Nabenwelle und dem Generator betrieben. Der Generator läuft dabei mit vergleichsweise höherer Drehzahl und kann somit kleiner und leichter gebaut werden. Es ist dabei allerdings ein komplexerer Aufbau aufgrund des Übersetzungsgetriebes erforderlich. Beispiele hierfür beschreiben z.B. die DE 10 2004 036 005 A1 oder die DE 199 17 605 B4.

Das andere Konzept kommt ohne dieses Übersetzungsgetriebe aus, sodass der Generator, d.h. dessen Läufer, mit dem Rotor über die Nabenwelle drehfest verbunden ist.

NACHGEREICHT



Insbesondere letzteres Konzept erfordert in der Regel sehr große, schwere Wellen. Dabei stellt die Lagerung dieser Wellen ein derzeit unbefriedigend gelöstes Problem dar. Aufgrund der hohen mechanischen Belastungen einerseits durch unter Umständen enorme Windgeschwindigkeiten, andererseits durch Wechselwindgeschwindigkeiten, die auftreten können, und nicht zuletzt auch während der Anlauf- und Abschaltphase der Windkraftanlage, kommt es häufig zum Ausfall der Lagerungen, sodass die Betriebsintervalle und die erforderlichen Wartungsintervalle deutlich kürzer sind, als dies allein aufgrund der weiteren Bauteile der Windkraftanlage der Fall wäre.

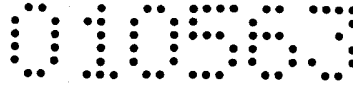
Für die Lagerung der Nabenwelle, werden am häufigsten Lagerelemente mit Wälzkörpern, wie z.B. Kugellager, eingesetzt, vereinzelt wurden jedoch auch Gleitlagerungen im Stand der Technik beschrieben, wie bspw. der DE 10 2007 008 758 A1 oder der DE 834 078 A1. Während erstgenannte DE-A1 die Möglichkeit der Gleitlagerung nur pauschal erwähnt, wird in der zweitgenannten DE-A1 darauf hingewiesen, dass gewöhnliche Gleitlager verwendet werden können.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die aus dem Stand der Technik bekannten herkömmlichen Gleitlager ebenfalls nur bedingt zur Aufnahme der enormen Lasten und Biegemomente geeignet sind.

Es ist daher Aufgabe vorliegender Erfindung, ein Nabenwellen-Gleitlager zu schaffen, mit dem die in das Lager eingeleitenden Kräfte und Momente besser beherrscht werden können.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch das eingangs genannte Nabenwellen-Gleitlager gelöst, bei dem das Stützelement an einer Oberfläche und/oder zumindest teilweise innerhalb zumindest ein Tragelement bzw. eine Tragkonstruktion aufweist, sowie unabhängig hiervon durch die Windkraftanlage, die ein erfindungsgemäßes Nabenwellen-Gleitlager zur drehbeweglichen Lagerung der Nabenwelle aufweist.

Durch das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion kann eine Steifigkeitserhöhung, insbesondere im Bereich der Fixierung des Gleitlagers erreicht werden. Zudem ermöglicht es eine bessere Anpassung an die erforderliche Geometrie, sodass eine Erhöhung der Toleranzen möglich wird, wodurch insgesamt, nachdem derartig große Gleitlager für Windkraftanlagen durch die notwendigen Wandstärken, bedingt durch die mechanische Last die von diesen Lagern aufgenommen werden muss, größere Probleme in der Produktion bestehen, die Produktion deutlich einfacher erfolgen kann. Es wird also durch das erfin-



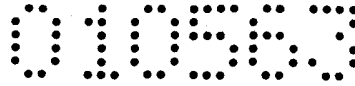
dungsgemäße Nabenwellen-Gleitlager nicht nur die übliche Lagerfunktion, d.h. die Gleitfunktion, erfüllt, sondern darüber hinaus auch noch eine Tragefunktion, die über die normale Tragefunktion von Gleitlagern hinausgeht, sowie eine Fixierfunktion des Gleitlagers in der entsprechenden Lageranordnung.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante ist das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion über einen Zusatzwerkstoff mit dem Stützelement verbunden. Insbesondere ist das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion mit dem Stützelement z.B. verschweißt, es kann jedoch auch ein anderer Zusatzwerkstoff verwendet werden, bspw. kann das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion mit dem Stützelement mit einem entsprechenden Kleber verklebt sein. Es wird damit erreicht, dass die Laufschrift nach herkömmlichen Verfahren auf das Stützelement aufgebracht werden kann, danach eine massive Umformung zum Lagerelement durchgeführt werden kann und erst danach das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion an dem Stützelement angeordnet, d.h. mit diesem verbunden wird, womit der Vorteil erreicht wird, dass für das Gleitlager an sich bekannte Produktionslinien zur Herstellung verwendet werden können, sodass der Automatisierungsgrad zur Herstellung eines derartigen Nabenwellen-Gleitlagers sehr groß sein kann.

Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass das Tragelement über einen Presssitz mit dem Stützelement verbunden ist, wodurch die Herstellung des Nabenwellen-Gleitlagers vereinfacht werden kann.

Gemäß einer anderen Ausführungsvariante ist das Tragelement in das Stützelement eingeschraubt oder mit diesem zumindest annähernd formschlüssig verbunden. Es wird damit möglich, das Nabenwellen-Gleitlager besser in der Lageranordnung für die Nabenwelle auszurichten, sodass Toleranzen besser ausgeglichen werden können. Darüber hinaus ist damit im gewissen Umfang auch eine Einstellung des Schmierpaltes möglich. Die formschlüssige Verbindung kann z.B. durch Ausbildung eines Schwalbenschwanzes oder einer sog. Tannenbaumverbindung hergestellt werden. Es ist damit möglich, das Tragelement bei Bedarf auszutauschen.

Das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion kann aber auch einstückig mit dem Stützelement ausgebildet sein, sodass die Ausfallwahrscheinlichkeit, bspw. verursacht durch fehlerhafte Schweißstellen bzw. Materialermüdung im Bereich der Schweißstelle, reduziert werden kann. Darüber hinaus ist durch das Vermeiden einer Schweißung und damit des lokalen Wärmeeintrags in das Nabenwellen-Gleitlager möglich, dass unerwünschte Pha-



senumlagerungen bzw. Phasenbildungen in der Laufschrift durch bspw. Rekristallisationserscheinungen, etc. vermieden werden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion zumindest ein Befestigungselement bildet oder umfasst, sodass über das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion nicht nur die Tragfunktion an sich sondern auch die Fixierfunktion des Nabenwellen-Gleitlagers in der Lageranordnung erfüllt werden kann.

Zur besseren Ausrichtung des Nabenwellen-Gleitlagers, d.h. des relativen Abstandes zwischen Laufschrift und zu lagernde Nabenwelle, ist es von Vorteil, wenn das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion zumindest Höhenverstellelement bzw. Nivellierelement aufweist.

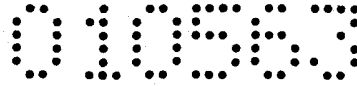
Das oder die Tragelement(e) bzw. die Tragkonstruktion können bzw. kann nur partiell an dem Stützelement angeordnet sein. Es ist damit eine weitere Erhöhung der verträglichen Toleranzen für das Nabenwellen-Gleitlager möglich.

Eine Verbesserung der Tragfunktion bei gleichzeitig hoher verträglicher Toleranz ist erreichbar, wenn das oder die Tragelement(e) bzw. die Tragkonstruktion einen sich in Richtung von der Gleitschicht weg verjüngenden Bereich aufweist bzw. aufweisen.

Die Herstellung bzw. der Transport des Nabenwellen-Gleitlagers kann vereinfacht werden, wenn der Gleitlagerkörper in mehrere getrennte Segmente mit zumindest annähernd teilzylindrischer Lauffläche unterteilt ist, wobei hier auch von Vorteil ist, dass durch kleinere Segmente eine Fixierung dieser Segmente in der Lageranordnung selbst besser erfolgen kann.

Herstellungsbedingt bevorzugt wird, wenn die Gleitschicht auf das Stützelement durch Walzplattieren aufgebracht wird, ggf. nach Anordnung einer Zwischenschicht zwischen der Gleitschicht und dem Stützelement. Gerade bei derart großen Gleitlagern mit im Vergleich zu herkömmlichen bekannten Gleitlagern relativ dicken Laufschriften, ist es möglich, durch das Walzplattieren im Vergleich zu anderen Herstellungsverfahren mit geringeren Kosten derartige Lager auszubilden, wobei die Laufschrift selbst relativ regelmäßig aufgebracht werden kann.

Für ein besseres Laufverhalten insbesondere auch ein gesteuertes Einlaufverhalten bzw. zur Reduzierung der Geräuschentwicklung während des Betriebes des Nabenwellen-



Gleitlagers ist es von Vorteil, wenn die Laufschrift eine über die Länge des Gleitlagerkörpers in Umfangsrichtung ungleichmäßige Schichtdicke aufweist, wodurch die Hydrodynamik durch entsprechende Schmierspaltgeometriegestaltung positiv beeinflusst werden kann.

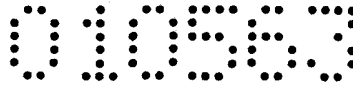
Bevorzugt wird das Stützelement durch das Tragelement bzw. die Tragkonstruktion gebildet, wodurch nicht nur eine Reduzierung der Bauteile erreicht werden kann, sondern darüber hinaus auch das direkte Aufbringen der Laufschrift auf das Tragelement ein weitere Fehlerquelle im Bereich der Haftfestigkeiten zwischen den Schichten vermieden werden kann.

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

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- Fig. 1 eine Windkraftanlage in Seitenansicht;
- Fig. 2 einen Schnitt durch ein Nabenwellen-Gleitlager;
- Fig. 3 ein Segment einer Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlagers,
- Fig. 4 ein Segment einer weiteren Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlagers;
- Fig. 5 einen Schnitt durch ein Segment einer anderen Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlagers;
- Fig. 6 einen Schnitt durch ein Segment einer weiteren Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlagers;

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 bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus



- 6 -

den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

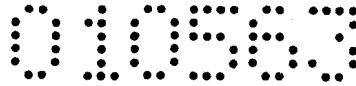
Fig. 1 zeigt eine Windkraftanlage 1. Diese Windkraftanlage 1 entspricht prinzipiell dem Stand der Technik, d.h. sie umfasst einen Turm 2 auf dem unter Zwischenanordnung einer Windrichtungsnachführeinrichtung 3 eine Gondel 4 angeordnet ist, an deren vorderen Ende ein Rotor 5 mit Rotorblättern 6 und an deren hinterem Ende ein Generator 7 angeordnet ist. Zwischen dem Rotor 5 und dem Generator 7, d.h. einem nicht weiter dargestellten Läufer des Generators, ist eine Nabenwelle 8 angeordnet, die einerseits dem Rotor 5 an einem Endbereich und andererseits den Läufer des Generators 7 am anderen Endbereich trägt und somit die Drehbewegung des Rotors 5 zur Stromerzeugung als Drehbewegung in den Generator 7 überträgt. Zur besseren Darstellung der Erfindung ist die Gondel 4 im oberhalb des Turms 2 gelegenen Bereich geschnitten dargestellt, sodass aus Fig. 1 die über ein Nabenwellen-Gleitlager 9 gelagerte Nabenwelle 8 besser ersichtlicher ist. Am unteren Teil des Turms 2 ist schließlich noch ein Netzanschluss 10 vorhanden.

Da diese Bestandteile mit Ausnahme des Nabenwellen-Gleitlagers 9 prinzipiell aus dem Stand der Technik für Windkraftanlagen 1 bekannt sind, sei an dieser Stelle auf die einschlägige Literatur hierzu verwiesen, um unnötige Wiederholungen zu vermeiden. Es sei jedoch erwähnt, dass die Windkraftanlage 1 nicht zwingend auf den in Fig. 1 dargestellten Typ beschränkt ist, da sich die Erfindung primär auf die Lagerung der Nabenwelle 8 mittels dem Nabenwellen-Gleitlager 9 bezieht. Insbesondere ist diese Windkraftanlage 1 allerdings getriebelos ausgeführt d.h., dass zwischen dem Rotor 5 und dem Läufer des Generators 7 keine Übersetzungsgetriebe zur Erhöhung der Drehzahl des Läufers im Vergleich zur Nabenwelle 8 bzw. Rotor 5 angeordnet ist.

Fig. 2 zeigt nun eine erste Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlagers 9 im Querschnitt. Um die primäre Lagerfunktion besser erfüllen zu können, kann dieses Nabenwellen-Gleitlager mehrschichtig ausgeführt sein, mit einer Laufschrift 11 die auf einem schichtförmigen Stützelement 12 angeordnet ist. Die Laufschrift 11 dient primär der Abstützung der Nabenwelle 8 während des Betriebes der Windkraftanlage 1 und soll die Reibpaarung Laufschrift 11/ Nabenwelle 8 einen möglichst geringen Reibungskoeffizienten aufweisen. Die Stützschrift 12 hingegen sorgt für die Strukturfestigkeit der Laufschrift 11, d.h. sie weist eine größere Härte auf als die Laufschrift 11.

NACHGEREICHT

N2008/23400



Als Laufschrift 11 kommen verschiedenste Legierungen in Frage, wie bspw. Legierungen auf Zinn-, Wismut-, Indium- oder Aluminiumbasis sowie gegebenenfalls auf Bleibasis bzw. hochbleihaltige CuPb-Basislegierungen. Insbesondere sind höherzinnhaltige Zinn- oder Aluminiumbasislegierungen von Vorteil.

Das Stützelement 12 kann aus Stahl oder einem damit hinsichtlich der Festigkeit vergleichbaren Werkstoff, wie bspw. einer Bronze, etc. gebildet sein.

Gegebenenfalls kann, obwohl dies nicht dargestellt ist, zwischen dem Stützelement 12 und der Laufschrift 11 zumindest eine weitere Schicht ausgebildet sein, bspw. eine Lagermetallschicht die wiederum aus einer Legierung bestehen kann, bspw. Aluminiumbasislegierungen, Zinnbasislegierungen, Bleibasislegierungen, Kupferbasislegierungen, CuPb-Basislegierungen, AlSn-Basislegierungen, Legierungen auf AlZn-, AlSi-, AlSnSi-, CuAl-, CuSn-, CuZn-, CuSnZn-, CuZnSn-, CuBi- sowie AlBi-Basis.

Weiters besteht die Möglichkeit zwischen den einzelnen Schichten Diffusionssperrschichten, zur Vermeidung der Diffusion einzelner Legierungsbestandteile von einer Schicht in eine benachbarte Schicht, oder Bindschichten zur Erhöhung der Bindefestigkeit anzuordnen. Weiters besteht die Möglichkeit, dass auf einer Lauffläche 13, welche der Nabenwelle 8 gegenüberliegend angeordnet ist, eine so genannte Einlaufschrift, bspw. aus Zinn bzw. einer Zinnlegierung oder einem Gleitlack, angeordnet wird, um damit während des Erstbetriebes für die Ausbildung des optimalen Schmierpaltes bzw. für die Anpassung der beiden Gleitpartner Laufschrift 11 und Nabenwelle 8 zu sorgen.

Um die Tragfähigkeit des Nabenwellen-Gleitlagers 9 zu erhöhen – nachdem die Nabenwellen 8 durchaus sehr große Durchmesser aufweisen, ist es von Vorteil, wenn in der Laufschrift 11 Hartpartikel angeordnet sind, wie bspw. Aluminide, keramische Partikel, wie Nitride, beispielsweise BN, Carbide, beispielsweise SiC, WC, B₄C, Oxide, beispielsweise Al₂O₃, wobei gemäß einer Ausführungsvariante vorgesehen ist, dass der Anteil dieser Hartpartikel ausgehend von der Lauffläche 13 in Richtung auf das Stützelement 12 zunimmt, sodass also die Laufschrift 11 im Bereich des Stützelementes 12 eine größere Härte aufweist als im Bereich der Lauffläche 13. Ebenso ist es möglich, dass ausgehend von dem Stützelement 12 zumindest ein Weichphasenelement, wie bspw. Zinn, Bismut, Blei, Indium, hinsichtlich seines Anteils in Richtung auf die Lauffläche 13 zunimmt, sodass also an der Lauffläche 13 der höchste Anteil an diesen Weichphasenelement, welches unter anderem auch für die Einbettung von aus dem Abrieb stammenden Partikeln angeordnet wird, vorhanden ist.

NACHGEREICHT

Das Nabenwellen-Gleitlager 9 kann ein gebautes Gleitlager mit oder ohne Axiallager sein.

An einer Rückseite 14 des Stützelementes 12 ist bei dieser Ausführungsvariante der Erfindung ein schichtförmiges Tragelement 15 bzw. eine Tragkonstruktion angeordnet, dass bspw. aus Stahl oder einer anderen Eisenlegierung hergestellt sein kann, und mit dem Stützelement 12 verbunden. Beispielsweise kann das Tragelement 15 bzw. die Tragkonstruktion auf die Rückseite 14 des Stützelements 12 aufgeschweißt sein.

Prinzipiell kann die Verbindung des Tragelementes 15 mit dem Stützelement axial und/oder radial erfolgen bzw. kann die Nabenwelle 8 axial und/oder radial abgestützt sein.

In dem Tragelement 15 ist zumindest eine Ausnehmung 16 in Form einer Bohrung vorgesehen, die ein Innengewinde aufweist, um einen Schraubbolzen 17 darin anzuordnen, um das Nabenwellen-Gleitlager 9 in einer Lageranordnung 18 bspw. über Muttern 19 zu fixieren.

Da bei dieser Ausführungsvariante des Nabenwellen-Gleitlager 9 dieses in zumindest annähernd mit teilzylindrischer Lauffläche 13 ausgebildete Segmente 20 unterteilt ist, ist pro Segment 20 zumindest ein Befestigungselement 21 – also in diesem Fall zumindest ein Schraubbolzen 17 angeordnet. Dabei sind diese Befestigungselemente 21 ca. mittig in den Segmenten 20 angeordnet, wie dies aus Fig. 2 ersichtlich ist, um damit in einem Mittbereich 22 über die Schraubbolzen 17 die teilzylindrische Lauffläche 13 durch mehr oder weniger starkes Spannen der Schraubbolzen 17, d.h. durch das Nivellieren bzw. die Höhenverstellung der Laufsicht 11, besser an die zylinderförmige Oberfläche der Nabenwelle 8 anpassen zu können, insbesondere auch die Schmierspaltgeometrie zwischen der Lauffläche 13 und der Oberflächen der Nabenwelle 8 optimieren zu können. Es ist dabei von Vorteil, wenn die einzelnen Segmente 20 mit geringer Abweichung von der Teilzylinderförmigkeit hergestellt werden, um diese Nivellierung, d.h. das Einstellen der Lauffläche 13 auf die Oberfläche der Nabenwelle 8 besser vornehmen zu können. Mit dieser Ausführung liegen die beiden Endbereiche der Segmente 20 die jeweils an die benachbarten Segmente 20 anstoßen automatisch an der Lageranordnung 18 an.

Es sei bemerkt, dass, obwohl in Fig. 2 das Nabenwellen-Gleitlager 9 auf vier Segmente 20 aufgeteilt ist, es im Rahmen der Erfindung selbstverständlich auch möglich ist, eine davon verschiedene Anzahl an Segmenten 20 zu wählen, bspw. zwei oder drei oder aber auch mehr als vier, wie z.B. fünf, sechs, sieben, acht etc.

In Fig. 3 ist eine andere Ausführungsvariante eines Segmentes 20 für das Nabenwellen-Gleitlager 9 dargestellt. Dabei erfüllt das Tragelement 15 sowohl die Tragfunktion als auch die Fixierfunktion für die Laufschrift 11, sodass auf das Stützelement 12 verzichtet werden kann und somit die Laufschrift 11 direkt auf das Tragelement 15 aufgebracht werden kann. Insbesondere wird die Laufschrift 11 durch Walzplattieren auf dem Tragelement 15 angeordnet, das ebenfalls als Stahlstreifen ausgebildet sein kann, wobei in einem nachfolgenden Schritt eine entsprechende Umformung zur Teilzylinderförmigkeit erfolgen kann.

Obwohl herstellungsbedingt bei den sehr großen Nabenwellen-Gleitlagern 9, und bei den hohen Schichtdicken, bspw. weist die Laufschrift 11 eine Schichtdicke von bis zu 50 mm auf, die Walzplattierung die bevorzugte Herstellungsmethode ist, bestehen im Rahmen der Erfindung selbstverständlich auch andere Möglichkeiten, wie bspw. die galvanische Abscheidung der Laufschrift 11, wobei hier für die gleichmäßige Abscheidung, insbesondere im Hinblick auf die Schichtdicke der Laufschrift 11, es von Vorteil ist, wenn das Nabenwellen-Gleitlager 9 auf mehrere Segmente 20 aufgeteilt ist.

Auch PVD-Verfahren sind einsetzbar, bspw. die Abscheidung der Laufschrift 11 mittels Kathodenzerstäubung.

In Fig. 3 ist weiters gezeigt, dass gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung die Laufschrift 11 eine über eine Länge des Gleitlagerkörpers in Umfangsrichtung unterschiedliche Schichtdicke 23 aufweisen kann, wobei im Fall der Ausführung nach Fig. 3 die Schichtdicke 23 in einander gegenüberliegenden Endbereichen 24, 25 größer ist als im Mittenbereich 22.

Durch diese Schichtdickenvarianz über den Umfang des Nabenwellen-Gleitlagers 9 kann wiederum die Schmierspaltgeometrie optimiert werden, wobei die Darstellung in Fig. 3 lediglich beispielhaft zu verstehen ist und je nach Anzahl der Segmente 20 auch davon unterschiedliche Schichtdickenverläufe ausgebildet werden können.

Weiters besteht die Möglichkeit in der Laufschrift 11 Nuten zur Ölführung anzuordnen, bspw. mehrere nebeneinander angeordnete Rillen.

Bei der Ausführungsvariante des Segmentes 20 nach Fig. 3 sind zwei Befestigungselemente 21 vorgesehen, wofür in dem Tragelement 15 entsprechend zwei Ausnehmungen 16 ausgebildet sind. Es ist damit eine feinere Abstimmung der Schmierspaltgeometrie und

eine bessere Anpassung an die Oberfläche der Nabenwelle 8 zur wie eine bessere Fixierung des Nabenwellen-Gleitlagers 9 an der Lageranordnung 18 möglich.

Es sei auch hierzu darauf hingewiesen, dass selbstverständlich mehr als zwei derartige Befestigungselemente 21 über den Umfang des Segmentes 20 verteilt angeordnet werden können.

Bevorzugt werden als Befestigungselemente 21 wiederum die in Fig. 2 gezeigten Schraubbolzen 17 verwendet. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, andere Befestigungselemente 21 zu verwenden, bspw. Bolzen, die mittels Presssitz mit dem Tragelement 15 verbunden werden. Andererseits besteht auch die Möglichkeit diese Befestigungselemente 21 mit dem Tragelement 15 zu verkleben, wofür entsprechende Hochleistungskleber aus dem Stand der Technik bekannt sind.

Weiters ist in Fig. 3 strichliert dargestellt, dass das Tragelement 15 über die gesamte Oberfläche der Laufschrift 11 nicht mit gleicher Schichtdicke angeordnet werden muss, sondern bspw. in den Endbereichen 24, 25 Stege 26 ausgebildet sind und die Schichtdicke zwischen diesen beiden Stegen 26 im Vergleich zur mit vollen Linien dargestellten Ausführungsvarianten der Fig. 3 reduziert wird. In diesem Fall übernehmen die Befestigungselemente 21 nicht nur die Befestigungsfunktion des Segmentes 20 sondern können auch eine Tragfunktion übernehmen, diese also auch als Tragelemente 15 bezeichnet werden können.

Die Reduzierung der Schichtdicke des Tragelementes 15 kann so weiter geführt werden, dass nur mehr das Stützelement 12 mit darauf angeordneter Laufschrift 11 (Ausführungsvariante nach Fig. 2) vorhanden ist und die Tragfunktion ausschließlich über diese Befestigungselemente 21 die in diesem Fall teilweise innerhalb des Stützelementes 12 oder an der Oberfläche des Stützelementes 12 d.h. dessen Rückseite 14 angeordnet sind, bspw. mit dieser Oberfläche 14 verschweißt sind. Auch in diesem Fall werden die Befestigungselemente 21 also zusätzlich zu Tragelementen 15.

Bei der Ausführungsvariante nach Fig. 4 des Segmentes 20 ist wiederum die Laufschrift 11 direkt auf dem Tragelement 15, insbesondere durch Walzenplattieren angeordnet. Das Tragelement 15 weist dabei ebenfalls über die Umfangslänge betrachtet eine unterschiedliche Schichtdicke auf, wobei in den beiden Endbereichen 24, 25 die Stege 26 ausgebildet sind und im Mittenbereich 22 ebenfalls ein Steg 27 über eine Basisschicht 28 des Tragelementes 15 vorspringend angeordnet ist. Die Breitenverteilung in Umfangsrichtung des

Segmentes 20 kann dabei auch unterschiedlich zu der in Fig. 4 dargestellten sein. Aufeinander zuweisende Seitenflanken 29, 30 der Stege 26, 27 sind dabei mit sich in Richtung von der Laufschrift 11 weg verjüngend ausgebildet. Durch diese Ausführungsvariante wird eine bessere Umformbarkeit des Segmentes 20 zur Herstellung der Teilzylinderförmigkeit erreicht, ohne dass das Material für das Tragelement 15 zu sehr beansprucht wird.

Weiters sind bei dieser Ausführungsvariante der Erfindung drei Befestigungselemente 21 vorgesehen und zwar pro Steg 26, 27 eines hiervon.

Das Segment 20 nach Fig. 5 weist wiederum die Laufschrift 11 auf, die direkt auf dem Tragelement 15 angeordnet ist. Im Tragelement 15 sind drei Ausnehmungen 16 angeordnet (es können auch eine davon unterschiedliche Anzahl an Ausnehmungen 16 vorhanden sein), die in den beiden Endbereichen 24, 25 des Tragelementes 15 mit L-förmigen Querschnitt und im Mittenbereich 22 mit T-förmigen Querschnitt ausgebildet sind. Beispielsweise kann das Tragelement 15 als Gussteil oder auch als Extrusionsprofil hergestellt von einem Streifenmaterial, wie in den Ausführungen nach Fig. 2 oder 3, abgelängt sein. In diesen Ausnehmungen 16 werden vor der Anordnung des Tragelementes 5 an der Lageranordnung 18 hakenförmige dem Querschnitt der Ausnehmungen 16 folgende Befestigungselemente 21 eingeführt, die in weiterer Folge durch eine Ausnehmung in der Lageranordnung 18 nach außen ragen und bspw. wiederum verschraubt werden können. Es wird damit das Tragelement 15 mit der Lageranordnung 18 über diese entsprechend geformten Befestigungselemente 21 verspannt. Zur Höhennivellierung bzw. zur Einstellung der Schmierspaltgeometrie können diese Befestigungselemente 21 in ihrem Endbereich wiederum ein Schraubgewinde aufweisen, um damit auch das Verspannen über die nicht dargestellten Muttern 19 in der Lageranordnung 18 durchzuführen.

Fig. 6 zeigt schließlich noch eine Ausführungsvariante der Erfindung, bei der das Segment 20 die Laufschrift 11 auf dem Stützelement 12 aufweist. An der Rückseite 14 des Stützelementes 12 sind - wie dies bereits voranstehend angedeutet wurde - mehrere Tragelemente 15 vorgesehen, die insbesondere mit der Rückseite 14 des Stützelementes 12 verschweißt sind. Einerseits können dies die Stege 26 in den Endbereichen 23, 24 sein, andererseits sind im Mittenbereich 22 zwei Befestigungselemente 21, die zusätzlich die Tragfunktion übernehmen, also als Tragelemente 15 ausgebildet sind, in Form von Schraubbolzen 17 über Basisplatten 31 mit der Rückseite 14 des Stützelementes 12 ver-

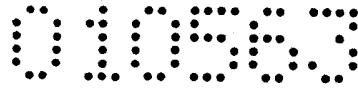
schweißt. Strichliert ist angedeutet, dass zur Erhöhung der Festigkeit die beiden Befestigungselemente 21 mit einem Verbindungselement 32 verbunden sein können.

Des weiteren ist es möglich, wie dies ebenfalls strichliert angedeutet ist, dass auch die beiden Stege 26 über ein weiteres, wandförmiges Verbindungselement 33 miteinander verbunden werden können, sodass also bspw. das Tragelement 15, d.h. die gesamte Tragkonstruktion, wannenförmig ausgebildet ist.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Nabenwellen-Gleitlagers 9, 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 Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Nabenwellen-Gleitlagers 9 dieses bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

NACHGEREICHT



Bezugszeichenaufstellung

- 1 Windkraftanlage
- 2 Turm
- 3 Windnachführungseinrichtung
- 4 Gondel
- 5 Rotor

- 6 Rotorblatt
- 7 Generator
- 8 Nabenwelle
- 9 Nabenwellen-Gleitlager
- 10 Netzanschluss

- 11 Laufschrift
- 12 Stützelement
- 13 Lauffläche
- 14 Rückseite
- 15 Tragelement

- 16 Ausnehmung
- 17 Schraubbolzen
- 18 Lageranordnung
- 19 Mutter
- 20 Segment

- 21 Befestigungselement
- 22 Schichtdicke
- 23 Mittenbereich
- 24 Endbereich
- 25 Endbereich

- 26 Steg
- 27 Steg
- 28 Basisschicht
- 29 Seitenflanke
- 30 Seitenflanke

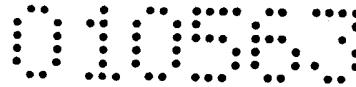
- 31 Basisplatte
- 32 Verbindungselement
- 33 Verbindungselement
- 34
- 35

NACHGEREICHT

Patentansprüche

1. Nabenwellen-Gleitlager (9) für eine, Rotorblätter (6) tragende Nabenwelle (8) einer Windkraftanlage (1), umfassend einen Gleitlagerkörper mit einer der Nabenwelle (8) gegenüberliegend anordenbaren Laufschrift (11) und einem unterhalb dieser angeordnetem Stützelement (12), dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (12) an einer Oberfläche und/oder zumindest teilweise innerhalb zumindest ein Tragelement (15) bzw. eine Tragkonstruktion aufweist.
2. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) bzw. die Tragkonstruktion über einen Zusatzwerkstoff mit dem Stützelement (12) verbunden ist.
3. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) über einen Presssitz mit dem Stützelement (12) verbunden ist.
4. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) in das Stützelement (12) eingeschraubt oder mit diesem zumindest annähernd formschlüssig verbunden ist.
5. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) bzw. die Tragkonstruktion einstückig mit dem Stützelement (12) ausgebildet ist.
6. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) bzw. die Tragkonstruktion zumindest ein Befestigungselement (21) bildet oder umfasst.

NACHGEREICHT




7. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragelement (15) bzw. die Tragkonstruktion zumindest ein Höhenverstellelement bzw. Nivellierelement aufweist.
8. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Tragelement(e) (15) nur partiell an dem Stützelement (12) angeordnet ist bzw. sind.
9. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das oder die Tragelement(e) (15) einen sich in Richtung von der Laufschrift (11) weg verjüngenden Bereich aufweist bzw. aufweisen.
10. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitlagerkörper in mehrere getrennte Segmente (20) mit zumindest annähernd teilzylindrischer Lauffläche (13) unterteilt ist.
11. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufschrift (11) auf dem Stützelement (12) durch Walzplattieren aufgebracht ist, gegebenenfalls nach Anordnung einer Zwischenschicht zwischen der Laufschrift (11) und dem Stützelement (12).
12. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufschrift (11) eine über die Länge des Gleitlagerkörpers in Umfangsrichtung ungleichmäßige Schichtdicke (23) aufweist.
13. Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (12) durch das Tragelement (15) gebildet ist.

NACHGEREICHT

14. Windkraftanlage (1), mit einem Turm (2) zur bodenbeabstandeten Anordnung einer Nabenwelle (8), an der ein Rotor (5) mit Rotorblättern (6) angeordnet ist, einem Generator (7), der mit der Nabenwelle (8) in Wirkverbindung steht, insbesondere getriebeelos, wobei die Nabenwelle (8) von zumindest einem Lager gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager zumindest ein Nabenwellen-Gleitlager (9) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.

Miba Gleitlager GmbH

durch


Dr. Clemens Ofner

NACHGEREICHT

010563

Fig.1

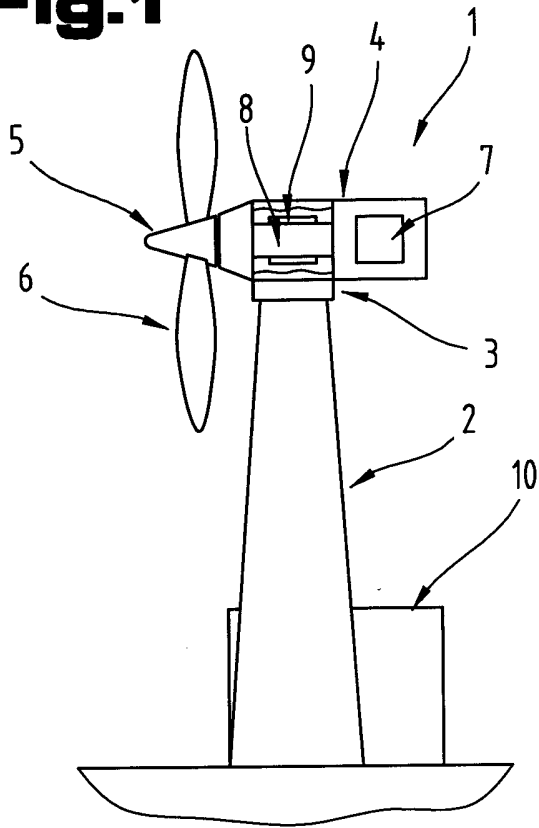


Fig.2

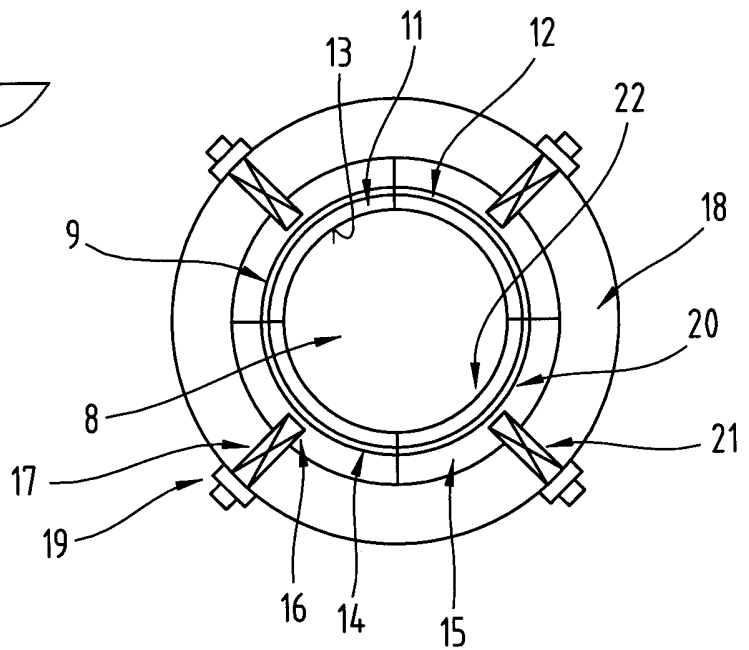
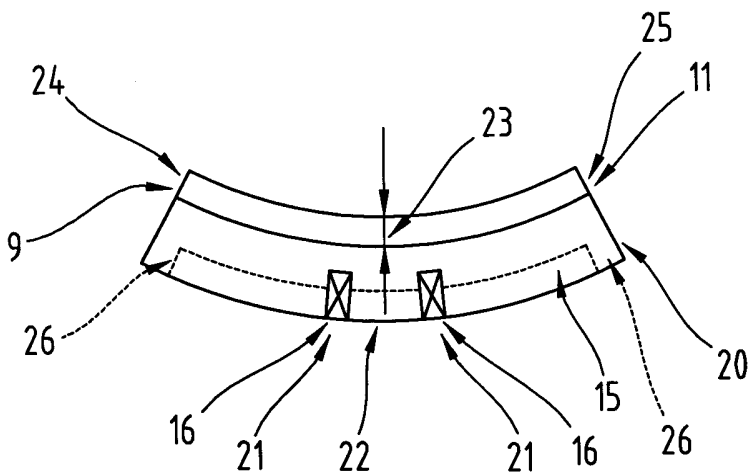


Fig.3



Miba Gleitlager GmbH

NACHGEREICHT

010583

Fig.4

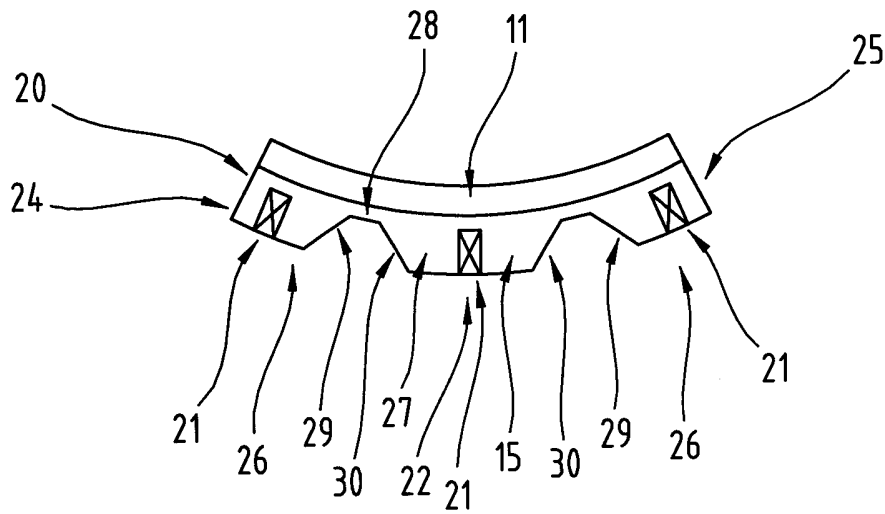


Fig.5

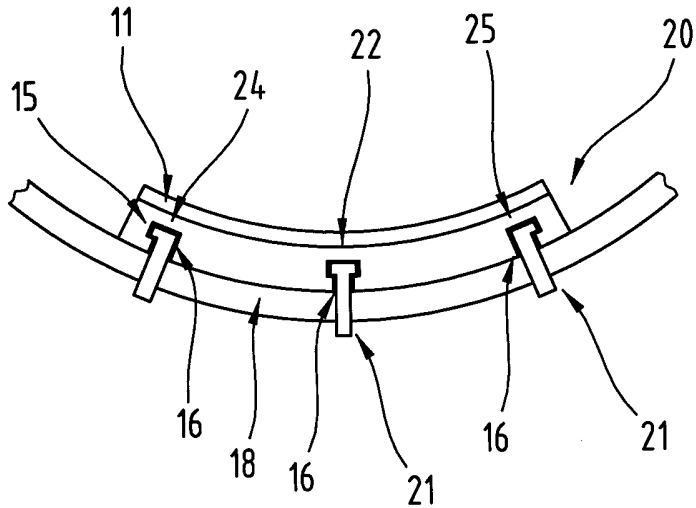
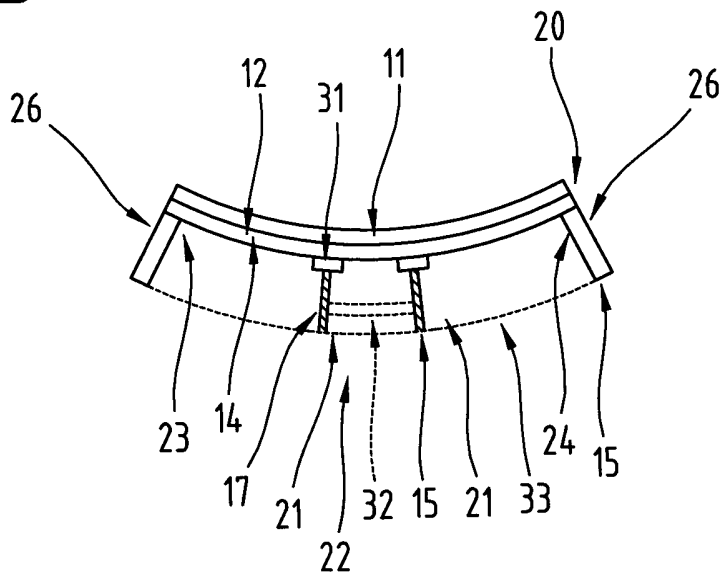


Fig.6



Miba Gleitlager GmbH

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : F03D 11/02 (2006.01); F16C 33/08 (2006.01); F16C 17/03 (2006.01); F16C 25/02 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: F03D 11/02B , F16C 33/08 , F16C 17/03 , F16C 25/02
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): F03D , F16C
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC , WPI , FULLTEXT
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 29. September 2008 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	CN 1 904 400 A (DALIAN) 31. Jänner 2007 (31.01.2007) <i>Fig. 1, 2, EPODOC-Abstract</i>	1, 8, 11, 14
	--	
X	DE 102 55 745 A1 (JOERCK, KICKERT) 17. Juni 2004 (17.06.2004) <i>Fig. 2, 3, Absätze [0021], [0023], [0037]-[0039]</i>	1-14
	--	
X	EP 1 544 504 A2 (WINERGY AG) 22. Juni 2005 (22.06.2005) <i>Fig. 1, Absatz [0013]</i>	1-14
	--	
A	EP 1 860 322 A2 (GENERAL ELECTRIC) 28. November 2007 (28.11.2007) <i>Fig. 3, 5, Zusammenfassung</i>	1, 4, 6, 9
	--	
A	GB1278592 A (GLACIER) 21. Juni 1972 (21.06.1972) <i>Fig. 1, Seite 2 Zeilen 1-13, Anspruch 1</i>	7, 10
	--	
A	DE 21 03 239 A1 (KRAFTWERK UNION AG) 10. August 1972 (10.08.1972) <i>Fig. 1</i>	7

Datum der Beendigung der Recherche: 4. Dezember 2009	<input checked="" type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dr. EHRENDORFER
--	--	---------------------------------------

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:	
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
	E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
	& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 37 19 789 A1 (GLYCO) 22. Dezember 1988 (22.12.1988) <i>Fig. 1, Zusammenfassung</i> ----	12