

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. April 2010 (08.04.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/037371 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation**  
F16C 19/38 (2006 01) F16C 19/49 (2006 01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen** PCT/DE2009/001364
- (22) **Internationales Anmeldedatum**  
29 September 2009 (29 09 2009)
- (25) **Einreichungssprache** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität**  
10 2008 049 812 2  
30 September 2008 (30 09 2008) DE
- (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US) **SCHAEFFLER KG** [DE/DE], Industriestrasse 1 - 3, 91074 Herzogenaurach (DE)
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US) **ZEIDLHACK, Rudolf** [DE/DE], Schleifweg 7, 97440 Werneck (DE)
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart) AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart) ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)
- Veröffentlicht**  
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V)

(54) **Title** ROTATIONAL CONNECTION FOR A WIND TURBINE, IN PARTICULAR A DOUBLE, MULTI-ROW ROLLING BEARING WITH THREE CONCENTRIC BEARING RINGS

(54) **Bezeichnung** DREVHVERBINDUNG FÜR EINE WINDKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE DOPPELTES, MEHRREIHHIGES WALZLAGER MIT DREI KONZENTRISCHEN LAGERRINGEN

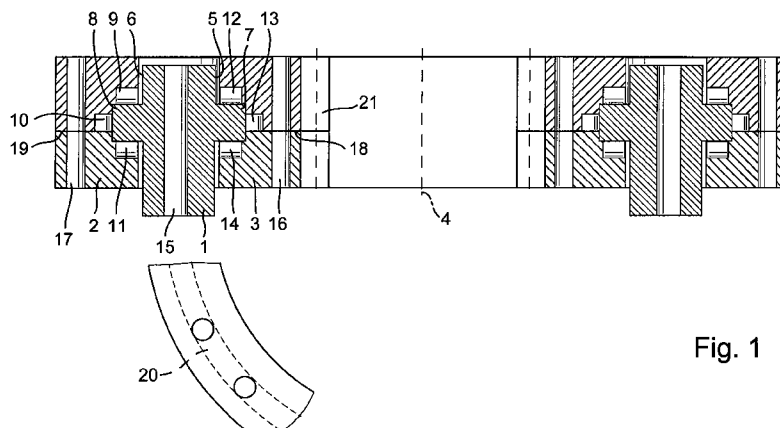


Fig. 1

(57) **Abstract** The invention relates to a rotational connection comprising two connecting elements that can be reciprocally rotated, with rolling bodies being located between said two elements and a first connecting element being designed as a first bearing ring (1). Said connection is characterized in that the first bearing ring has an annular fixing region (20), into which forces can be introduced, and in that rolling bodies are located radially inside and radially outside the fixing region, where at least one rolling body row (9, 10, 11, 12, 13, 14), formed by the rolling bodies, exclusively transmits either axial forces or radial forces

(57) **Zusammenfassung** Die Erfindung betrifft eine Drehverbindung mit zwei gegeneinander drehbaren Anschlusselementen, zwischen denen Walzkörper angeordnet

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/037371 A1

---

sind, wobei ein erstes Anschlusselement als erster Lagerring (1) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lagerring einen ringförmigen Befestigungsbereich (20) aufweist, in dem Kräfte in ihn eingeleitet werden und dass sowohl radial innerhalb als auch radial außerhalb des Befestigungsbereichs Wälzkörper angeordnet sind, wobei zumindest eine durch die Wälzkörper gebildete Wälzkörperreihe (9, 10, 11, 12, 13, 14) entweder nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte überträgt.

5

10

**Bezeichnung der Erfindung**

DREHVERBINDUNG FÜR EINE WINDKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE DOPPELTES, MEHRREIHIGES WÄLZLAGER MIT DREI KONZENTRISCHEN LAGERRINGEN

15

**Beschreibung****Gebiet der Erfindung**

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Lagertechnik, insbesondere dem Gebiet hochbelastbarer Drehverbindungen mit Wälzlagern.

20

Solche Lagersysteme finden bei schwerbelasteten Drehverbindungen, beispielsweise in Windkraftmaschinen, bei Kränen oder ähnlichem und bei Dreh- bzw. Schwenkdurchführungen Anwendung. Für die Aufnahme besonders hoher Lasten sind besondere Arten oder Kombinationen von Wälzlagern entwickelt worden, wie beispielsweise ein Vierpunktlager oder ein Kreuzrollenlager. Grundsätzlich können auch mehrere Wälzkörperreihen parallel geschaltet, das heißt nebeneinander zur gemeinsamen Lastaufnahme angeordnet werden. Probleme ergeben sich außer bei der Frage der Lastaufnahme auch durch die Konstruktion des entsprechenden Lagers, insbesondere dann, wenn wenig Platz zur Verfügung steht oder die Baugröße des Lagers aus anderen Gründen begrenzt ist. Auch die Einleitung der Kräfte

25

30

von den gegeneinander drehbar zu lagernden Teilen kann bei Schwerlastlagern problematisch sein. Es müssen entsprechend stabile Lagerringe eingesetzt werden, deren Materialstärke das Einbringen entsprechend ausreichender Gewindebohrungen oder anderer Befestigungselemente erlaubt.

5

Dabei hängt die Belastbarkeit von Lagern außer von der absoluten Gewichtslast auch von Kippmomenten und nicht zuletzt von dynamischen Aspekten wie beispielsweise der Drehzahl oder dem Auftreten von Vibrationen ab.

10

### **Aufgabe der Erfindung**

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Drehverbindung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die in der Lage ist, außerordentlich hohe Lasten aufzunehmen, wobei die Baugröße möglichst klein gehalten werden soll.

20

### **Zusammenfassung der Erfindung**

Die Lösung der Aufgabe gelingt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Ein erster Lagerring ist mit mehreren Wälzkörperreihen gelagert, die teils innerhalb, teils radial außerhalb des Befestigungsbereichs angeordnet sind, so dass die Last, die auf den ersten Lagerring wirkt, wenigstens teilweise symmetrisch abgeführt werden kann. Es ergibt sich damit eine gleichmäßige Belastung des ersten Lagerrings ohne dass Verdrehungsmomente entstehen. Dadurch, dass zumindest eine durch die Wälzkörper gebildete Wälzkörperreihe entweder nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte überträgt, d.h. dazu ausgebildet ist nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte übertragen zu können, wird eine kontrollierte Krafteinleitung in die Lagerringe gewährleistet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass jede der durch die Wälzkörper gebildeten Wälzkörperreihen entweder nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte überträgt. Es liegt also eine definierte Aufteilung der Axial- und Radialkräfte auf unterschiedliche Wälzkörperreihen vor. Dies hat den

5 Vorteil, dass axiale und radiale Spielverhältnisse separat eingestellt werden können, was wiederum zu einer genaueren radialen bzw. axialen Führung bzw. zu geringeren Verkippungen führt. Mit einer minimalen Vorspannung der einzelnen Wälzkörperreihen kann diese Führungsgenauigkeit weiter verbessert werden, ohne einen wesentlichen Anstieg des Reibmoments zu er-

10 halten.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine erste Wälzkörperreihe radial innerhalb und eine zweite Wälzkörperreihe radial außerhalb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings angeordnet sind

15 und jeweils zur Abstützung des ersten Lagerrings in einer ersten Axialrichtung dienen. Damit ist zumindest bei der Abstützung in axialer Richtung eine Symmetrie gegeben und auch sichergestellt, dass die Lager ein Kippmoment des ersten Lagerrings aufnehmen können.

20 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine dritte Wälzkörperreihe radial innerhalb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings angeordnet ist und zur Abstützung des ersten Lagerrings in einer zweiten Axialrichtung dient. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Er-

25 findung sieht vor, dass eine vierte Wälzkörperreihe radial außerhalb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings angeordnet ist und zur Abstützung des ersten Lagerrings in einer zweiten Axialrichtung dient.

Damit kann der Lagerring auch in der anderen Axialrichtung abgestützt werden beziehungsweise gegen Kippmomente stabilisiert werden, die anson-

30 sten ein Abheben des Lagerrings von dem zweiten Anschlusselement zur Folge hätten.

Es kann außerdem vorteilhaft vorgesehen sein, dass eine fünfte Wälzkörperreihe radial innerhalb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings angeordnet ist und der Radiallagerung des ersten Lagerrings dient.

5

Damit ist der erste Lagerring auch radial zumindest einfach festgelegt.

Es kann zudem vorgesehen sein, dass eine sechste Wälzkörperreihe radial außerhalb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings angeordnet ist  
10 und der Radiallagerung des ersten Lagerrings dient.

Damit ist eine mögliche Radiallagerung innerhalb und außerhalb des ersten Lagerrings gegeben.

15 Dabei kann einerseits vorgesehen sein, dass wenigstens eine Wälzkörperreihe aus Kugeln besteht. Das entsprechende Lager ist wegen der hohen Punktbelastung und der Elastizität der Kugeln besonders gut vorspannbar.

20 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine der Wälzkörperreihen aus Rollen besteht.

Rollenlager zeichnen sich durch sehr hohe Belastbarkeit und geringe Nachgiebigkeit aus. Damit ist ein Rollenlager zwar schwieriger vorzuspannen  
25 als das entsprechende Kugellager aber Rollenlager können gegebenenfalls zur Aufnahme der Hauptlast dienen.

Besonders vorteilhaft erscheint es, wenn sowohl Rollen enthaltende Wälzkörperreihen als auch Kugeln enthaltende Wälzkörperreihen vorgesehen  
30 sind.

Damit können die positiven Eigenschaften von Rollenlagern und Kugellagern miteinander verbunden werden.

5 Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Laufflächen, die einander bezüglich des Befestigungsbereichs gegenüberliegenden Wälzkörperreihen zugeordnet sind, jeweils koplanar zueinander sind.

10 Dadurch ist sichergestellt, dass bei der Lagerbelastung keinen asymmetrischen Abtriebskräfte entstehen.

Die Erfindung kann außerdem vorteilhaft dadurch ausgestaltet werden, dass die den Wälzkörperreihen zugeordneten Laufflächen ausschließlich parallel oder senkrecht zur Drehachse der Drehverbindung ausgerichtet sind.

15 Somit ergeben sich ausschließlich Kraftwirkungen parallel oder senkrecht zur Drehachse der Drehverbindung, die besonders gut aufgenommen werden können. Auch Kippmomente, die auf die Drehverbindung wirken, können so gut aufgenommen werden.

20 Es kann auch vorteilhaft vorgesehen sein, dass der erste Lagerring wenigstens einen im Querschnitt rechteckigen Steg aufweist, der an einer inneren oder äußeren Mantelfläche umlaufend angeordnet ist und jeweils wenigstens eine Lauffläche für Wälzkörper aufweist.

25 Damit kann der erste Lagerring über einen oder mehrere Stege und an diesem laufende Wälzkörper die entsprechenden Kräfte aufnehmen.

30 Wenn in einer Ausgestaltungsform der Erfindung vorgesehen ist, dass der erste Lagerring einen ersten, an seiner inneren Mantelfläche umlaufenden Steg und einen zweiten, an seiner äußeren Mantelfläche umlaufenden Steg aufweist, die jeweils Laufflächen für Wälzkörper aufweisen, dann ist eine

symmetrische Kraftverteilung bei der Lastaufnahme durch das Lager gewährleistet.

Besonders vorteilhaft ist die Ausgestaltung, wenn jeder der Stege  
5 wenigstens zwei parallele einander gegenüberliegende koplanare Lauf-  
flächen für Wälzkörper für die Axiallagerung aufweist.

Vorteilhaft kann außerdem vorgesehen sein, dass das zweite Anschluss-  
element einen zweiten und einen dritten Lagerring aufweist, wobei dem  
10 zweiten Lagerring die radial außen an dem ersten Lagerring angeordneten  
Wälzkörper und dem dritten Lagerring die radial innen am ersten Lagerring  
angeordneten Wälzkörper zugeordnet sind.

Damit weist das zweite Anschlusselement sowohl Teile auf, die radial inner-  
15 halb des Befestigungsbereichs des ersten Lagerrings als auch Teile, die au-  
ßerhalb des ersten Lagerrings liegen. Der zweite Anschlusskörper kann in  
radialer Richtung geteilt sein und wenigstens zwei Lagerringe, nämlich einen  
inneren und einen äußeren Lagerring aufweisen, die radial beiderseits des  
ersten Lagerrings angeordnet sind. Das zweite Anschlusselement kann  
20 jedoch auch aus einem Basisring bestehen, auf den radial innen einerseits  
und andererseits radial außen bezüglich des ersten Lagerrings jeweils Ringe  
zur Vervollständigung der Drehverbindung aufgelegt werden können.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist mindestens einer der  
25 Lagerringe aus einem Vergütungsstahl gefertigt und/oder weist beispiels-  
weise randschichtgehärtete, insbesondere induktiv gehärtete Laufbahnen  
auf.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung umfasst eine Windkraftma-  
30 schine mit einem Turm und einem Maschinenhaus, in dem ein Rotor gela-  
gert ist, wobei das Maschinenhaus und/oder ein Rotorblatt am Rotor mittels  
einer erfindungsgemäßen Drehverbindung gelagert ist.



### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispielen in einer Zeichnung gezeigt und anschließend beschrieben.

5

Dabei zeigen:

- Figur 1 eine Drehverbindung gemäß der Erfindung mit einem ersten, mittleren Lagerring, der radial innen und außen an zwei weiteren Lagerringen gelagert ist;
- 10
- Figur 2 eine Lageranordnung wie in Figur 1, wobei die Art des mechanischen Lastanschlusses variiert ist;
- 15
- Figur 3 eine Ausgestaltung der Drehverbindung mit teilweise durch Kugellager ersetzten Rollenlagern;
- Figur 4 eine weitere Ausgestaltung der Drehverbindung mit sowohl Kugeln als auch Rollen als Wälzkörper und
- 20
- Figur 5 schematisch eine Anwendung der erfindungsgemäßen Drehverbindung an einem Windkraftwerk.

25

### Detaillierte Beschreibung der Zeichnung

Die Figur 1 zeigt schematisch in einem Schnitt eine Drehverbindung mit zwei Anschlusselementen, von denen eines als erster Lagerring 1 und das zweite Anschlusselement aus einer Kombination von zwei Lagerringen 2, 3 ausgebildet ist. In der Figur ist die Drehachse der Drehverbindung mit 4 bezeichnet.

30

Der erste Lagerring 1 ist als Mittelring ausgebildet, der sowohl an seinem inneren Umfang 5 als auch an seinem äußeren Umfang 6 jeweils einen umlaufenden, im Querschnitt rechteckigen Steg 7, 8 mit Laufflächen für Wälzkörperreihen 9, 10, 11, 12, 13, 14 aufweist.

**5**

Dabei nehmen die Axialwälzkörperreihen 9, 11, 12, 14 eine axiale Belastung der Drehverbindung in beiden Axialrichtungen auf, während die Wälzkörperreihen 10, 13 eine radiale Last aufnehmen.

**10** Die jeweiligen Laufflächen der radialen Wälzkörperreihen liegen parallel zur Drehmittelachse 4, die Laufflächen der axialen Wälzkörperreihen 9, 11, 12, 14 senkrecht dazu. Hierdurch ergibt sich eine optimierte Krafteinleitung in die Stege 7, 8 ohne dass Abtriebskräfte entstehen.

**15** Die jeweiligen Wälzkörperreihen sind jeweils gegenüber dem zweiten und dritten Lagerring 2, 3 des zweiten Anschlusselementes gelagert, wo ebenfalls entsprechende, zu den jeweils gegenüberliegenden Laufflächen der Stege 7, 8 parallele Laufflächen bereitgestellt sind. Die entsprechenden Laufflächen sind typischerweise oberflächengehärtet oder weisen eine entsprechend harte Oberfläche auf, die durch Verwendung eines entsprechend harten Lagerstahls oder eine Oberflächenveredelung erzeugt sein kann. Dabei sind insbesondere bei den hohen zu übertragenden Lasten ausgeprägte Überrollstabilitäten erforderlich.

**20**

**25** Die Wälzkörper selbst bestehen typischerweise aus Wälzkörperstahl und sind vorteilhaft durchgehärtet. Es können in den einzelnen Lagern Käfige oder Käfigsegmente beispielsweise aus Stahl, Messing, Leichtmetall oder Kunststoff vorgesehen sein.

**30** Die Lagerringe können zueinander und/oder insgesamt nach außen hin mittels Dichtungen abgedichtet sein.

Im Einsatzfall wird der erste Lagerring 1 an ein erstes Element angeschraubt sein, während der zweite und der dritte Lagerring 2, 3 an ein hiergegen drehbares Element angeschraubt sind. Andere Arten der Verbindung sind ebenfalls denkbar. In der Figur sind für den Fall einer Verschraubung entsprechende Schraubenbohrungen 15 im ersten Lagerring, 16 im zweiten La-  
5 gerring sowie 17 im dritten Lagerring dargestellt.

Der zweite und der dritte Lagerring können gegebenenfalls auch miteinander fest verbunden sein.

10

Wenigstens einer der Lagerringe 2, 3 ist in axialer Richtung geteilt. Die jeweilige Teilungsebene ist in der Figur durch die Linien 18, 19 angedeutet. Durch die Teilung wird das Einbringen der Stege und der Wälzkörperreihen in die entsprechend hierfür vorgesehenen Ausnehmungen möglich.

15

Es ist auch denkbar, dass bei einer derartigen Konfiguration nur eine einzige Radialwälzkörperreihe vorgesehen ist.

Einer der Vorteile der Anordnung ist die hohe Tragfähigkeit in Axialrichtung, dadurch, dass der mittlere Lagerring 1 zu seinen beiden Seiten in Axiallagern abgestützt ist. Dies ergibt insgesamt auch eine hohe Stabilität gegenüber Kippmomenten auf die Drehverbindung. Der mittlere Lagerring selbst ist gegen Verkippung durch seine symmetrische Belastung auf der Innen- und Außenseite gut gestützt. Dies lässt sich optimal dann realisieren, wenn die  
20 jeweiligen Axialwälzkörperreihen jeweils auf der Innen- und Außenseite des ersten Lagerrings möglichst auf gleicher Höhe angeordnet sind. Dabei kön-  
25 nen die Durchmesser der jeweiligen Teilkreise, auf denen die Wälzkörperreihen liegen, jeweils bei den Paaren auf der Außen- beziehungsweise Innen-  
seite etwas unterschiedlich sein.

30

Die Axiallager zwischen dem ersten und dem dritten Lagerring beziehungsweise zwischen dem ersten und dem zweiten Lagerring können für sich spielfrei eingestellt sein oder auch eine leichte Vorspannung besitzen.

- 5 Für die Radiallager 10, 13 gilt, dass diese vorteilhaft spielfrei eingestellt sind.

Ausschlaggebend für eine optimierte Kraftverteilung insbesondere in dem mittleren, ersten Lagerring ist die gleichmäßige Lagerung auf der radial innen liegenden Seite gegenüber der radial außen liegenden Seite, gesehen vom

10 Befestigungsbereich des ersten Lagerrings.

Der Befestigungsbereich des ersten Lagerrings ist durch einen hohlzylindrischen Bereich im Zentrum des ersten Lagerrings gegeben, der zwischen der radial innen liegenden Seite der Bohrungen 15 und der radial außen liegenden Seite derselben Bohrungen umlaufend angeordnet ist, wie dies im unteren Teil der Figur 1 angedeutet ist. Der Befestigungsbereich ist mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet.

15

Sind in dem ersten Lagerring Bohrungen oder andere Befestigungseinrichtungen auf mehreren Teilkreisen vorgesehen, so umfasst der Befestigungsbereich den gesamten hohlzylindrischen Bereich, in dem sich die entsprechenden Bohrungen oder Befestigungseinrichtungen befinden.

20

In der Figur 1 ist eine Innenverzahnung 21 am dritten Lagerring 3 dargestellt, die über dort eingreifende Ritzel und ein entsprechendes Getriebe die Relativdrehung des ersten Lagerrings gegenüber dem zweiten und dritten Lagerring und damit die Einstellung der Drehverbindung erlaubt.

25

Bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Drehverbindung bei einer Windkraftmaschine kann beispielsweise der Mittelring als erster Lagerring mit einem Rotorkopf verbunden sein während der zweite und der dritte Lagerring mit einem Rotorblatt verbunden ist.

30

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass ein Teil der Verbindung mit dem Turm und der zweite Teil gegenüber diesem drehbar fest mit dem Maschinenhaus verbunden ist.

- 5 In der Figur 2 ist im wesentlichen die Konfiguration der Figur 1 dargestellt, wobei die Verbindungen ohne die Andeutung von Gewindebohrungen schematisch dargestellt sind.

- Vorteile des dargestellten zweimal dreireihigen Rollenlagers ist die hohe
- 10 Tragfähigkeit gegenüber einer Konstruktion mit nur zwei Lagerringen sowie eine günstige symmetrische Lasteinleitung über den mittleren Lagerring und günstigere Anschlussmöglichkeiten dadurch dass der mittlere Lagerring radial dicker ausgeführt sein kann und sowohl an dem zweiten als auch an dem dritten Lagerring jeweils Befestigungsmöglichkeiten durch Schrauben
- 15 bestehen.

- In der Figur 3 ist eine Variante der erfindungsgemäßen Drehverbindung dargestellt, bei der der erste Lagerring 1 gegenüber dem äußeren zweiten Lagerring 2 mittels einer Dreirollenlagerung axial und radial gelagert ist, inso-
- 20 fern ähnlich der Konfiguration in den Figuren 1 und 2, wobei gemäß der Figur 3 jedoch im radial inneren Bereich des mittleren Lagerrings 1 das doppelte Axiallager durch zwei Wälzkörperreihen in Form eines ersten und zweiten Kugellagers 12a, 14a realisiert ist. Das entsprechende Radiallager ist als Rollenlager 13 ausgebildet.

25

Durch die Kombination von Rollenlagern und Kugellagern können bestimmte Eigenschaften der gesamten Drehverbindung ausbalanciert werden, beispielsweise kann die Vorspannung aufgrund der stärkeren Verformbarkeit der Wälzkörper in Form von Kugeln besser eingestellt werden.

30

Grundsätzlich sind verschiedene Konstellationen denkbar, in denen beispielsweise auch die radial äußeren Axiallager durch Kugellager realisiert sind oder jeweils die unteren Axiallager sowohl radial außen als auch innen am mittleren Lagerring 1.

5

Diese Variante ist in der Figur 4 beispielhaft dargestellt.

Denkbar ist auch, ein Radiallager als ein Kugellager auszubilden. Vorteilhaft ist wiederum, dass die in diesem Fall radiale Vorspannung aufgrund der stärkeren Verformbarkeit der Wälzkörper in Form von Kugeln besser eingestellt werden.

10

Die Figur 5 zeigt in einem Längsschnitt eine Windkraftmaschine mit einem Rotor 22, der Rotorblätter 23 trägt und in dem Maschinenhaus 24 gelagert ist.

15

Das Maschinenhaus 24 ist gegenüber dem Turm 25 mittels einer hier nur schematisch dargestellten erfindungsgemäßen Drehverbindung 1, 2, 3 drehbar gelagert, wobei die Drehverbindung mittels entsprechender Verzahnungen einstellbar ist, das heißt, das Maschinenhaus kann wunschgemäß ausgerichtet und auch in einer gewünschten Winkelposition festgesetzt werden.

20

**Bezugszeichenliste**

	1	erster Lagerring
	2	zweiter Lagerring
<b>5</b>	3	dritter Lagerring
	4	Drehachse
	5	innerer Umfang des Mittelrings
	6	äußerer Umfang des Mittelrings
	7, 8	Stege
<b>10</b>	9, 10, 11, 12, 12a, 13, 14, 14a	Wälzkörperreihen
	15, 16, 17	Schraubenöffnungen
	18, 19	Teilungsebene
	20	Befestigungsbereich
<b>15</b>	21	Innenverzahnung
	22	Rotor
	23	Rotorblätter
	24	Maschinenhaus
	25	Turm

5

10

### Patentansprüche

1. Drehverbindung mit zwei gegeneinander drehbaren Anschlusselementen, zwischen denen Wälzkörper angeordnet sind, wobei ein erstes Anschlusselement als erster Lagerring (1) ausgebildet ist,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste Lagerring (1) einen ringförmigen Befestigungsbereich (20) aufweist, in dem Kräfte in ihn eingeleitet werden und dass sowohl radial innerhalb als auch radial außerhalb des Befestigungsbereichs  
20 Wälzkörper angeordnet sind, wobei zumindest eine durch die Wälzkörper gebildete Wälzkörperreihe (9,12,12a,11,11a,14,14a) entweder nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte überträgt.
2. Drehverbindung nach Anspruch 1,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass jede der durch die Wälzkörper gebildeten Wälzkörperreihen (9,12,123,11,113,14,143) entweder nur Axialkräfte oder nur Radialkräfte überträgt.
- 30 3. Drehverbindung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,



dass eine erste Wälzkörperreihe (12,12a) radial innerhalb und eine zweite Wälzkörperreihe (9) radial außerhalb des Befestigungsbereichs (20) des ersten Lagerrings angeordnet sind und jeweils zur Abstützung des ersten Lagerrings in einer ersten Axialrichtung dienen.

5

4. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine dritte Wälzkörperreihe (14,14a) radial innerhalb des Befestigungsbereichs (20) des ersten Lagerrings (1) angeordnet ist und zur

10

Abstützung des ersten Lagerrings in einer zweiten Axialrichtung dient.

5. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine vierte Wälzkörperreihe (11,11a) radial außerhalb des Befestigungsbereichs (20) des ersten Lagerrings (1) angeordnet ist und zur Abstützung des ersten Lagerrings in einer zweiten Axialrichtung

15

dient.

6. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine fünfte Wälzkörperreihe (13) radial innerhalb des Befestigungsbereichs (20) des ersten Lagerrings angeordnet ist und der Radiallagerung des ersten Lagerrings dient.

20

7. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine sechste Wälzkörperreihe (10) radial außerhalb des Befestigungsbereichs (20) des ersten Lagerrings angeordnet ist und der Radiallagerung des ersten Lagerrings dient.

25

30

8. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens eine der Wälzkörperreihen aus Kugeln und/oder wenigstens eine der Wälzkörperreihen aus Rollen besteht.

9. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
5 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Laufflächen, die einander bezüglich des Befestigungsbereichs gegenüberliegenden Wälzkörperreihen (9,12,10,13) zugeordnet sind, jeweils koplanar zueinander sind.
- 10 10. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die den Wälzkörperreihen zugeordneten Laufflächen ausschließlich parallel oder senkrecht zur Drehachse (4) der Drehverbindung ausgerichtet sind.
- 15
11. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der erste Lagerring wenigstens einen im Querschnitt rechteckigen Steg (7,8) aufweist, der an einer inneren oder äußeren Mantelfläche (5,6) umlaufend angeordnet ist und jeweils wenigstens eine Lauf-  
20 fläche für Wälzkörper aufweist.
12. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass der erste Lagerring einen ersten, an seiner inneren Mantelfläche (5) umlaufenden Steg (7) und einen zweiten, an seiner äußeren Mantelfläche (6) umlaufenden Steg (8) aufweist, die jeweils Laufflächen für Wälzkörper aufweisen.
- 30 13. Drehverbindung nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,

dass jeder der Stege (7,8) wenigstens zwei parallele einander gegenüberliegende koplanare Laufflächen für Wälzkörper für die Axiallagerung aufweist.

- 5 14. Drehverbindung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
dass das zweite Anschlusselement einen zweiten und einen dritten Lagerring (2,3) aufweist, wobei dem zweiten Lagerring (2) die radial außen an dem ersten Lagerring (1) angeordneten Wälzkörper und dem dritten Lagerring (3) die radial innen am ersten Lagerring angeordneten Wälzkörper zugeordnet sind.
- 10
15. Windkraftmaschine mit einem Turm (25) und einem Maschinenhaus (24), in dem ein Rotor (22) gelagert ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Maschinenhaus (24) und/oder ein Rotorblatt (23) am Rotor (22) mittels einer Drehverbindung nach einem der vorangehenden Patentansprüche gelagert ist.
- 15

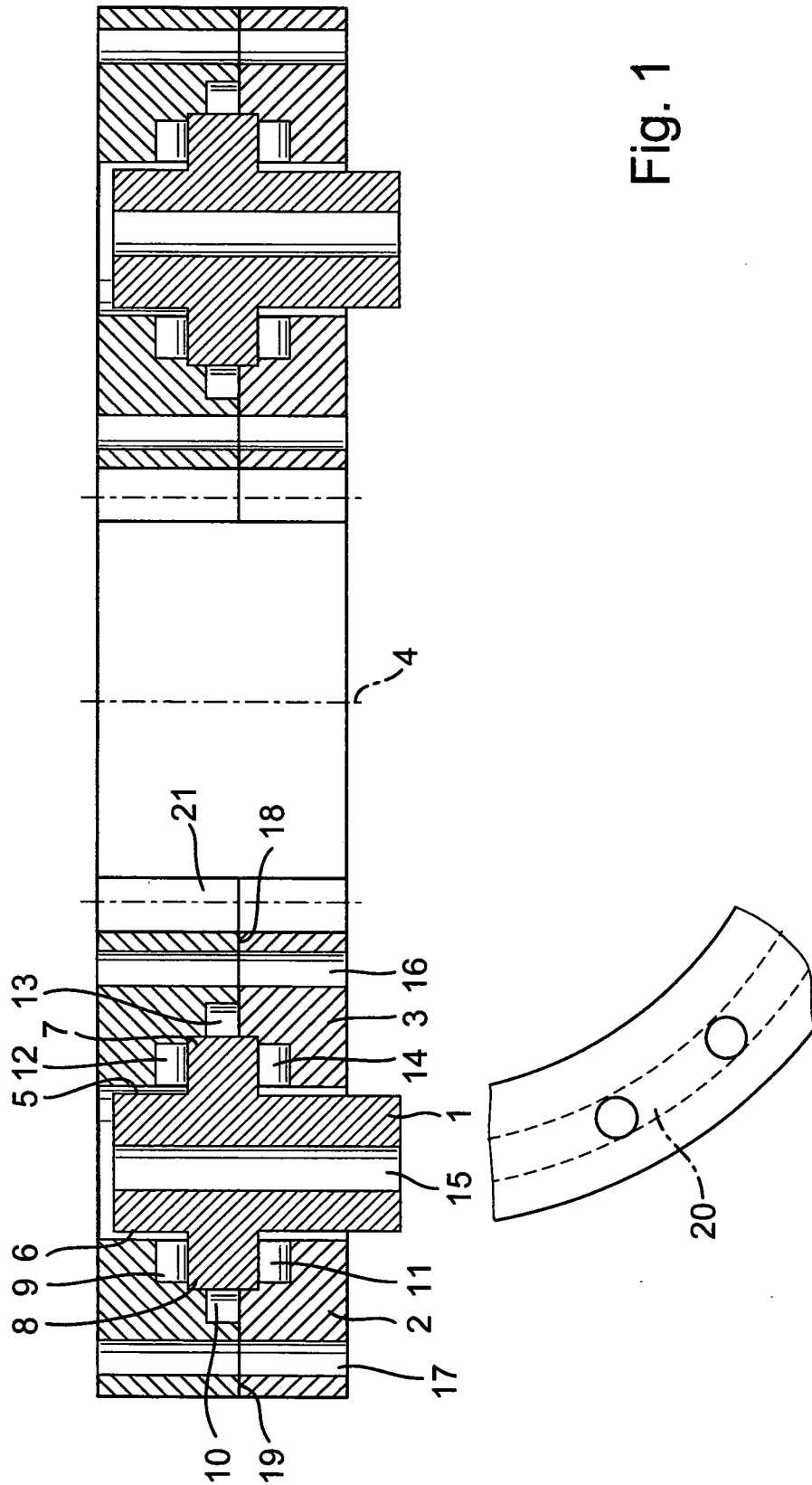


Fig. 1

2/5

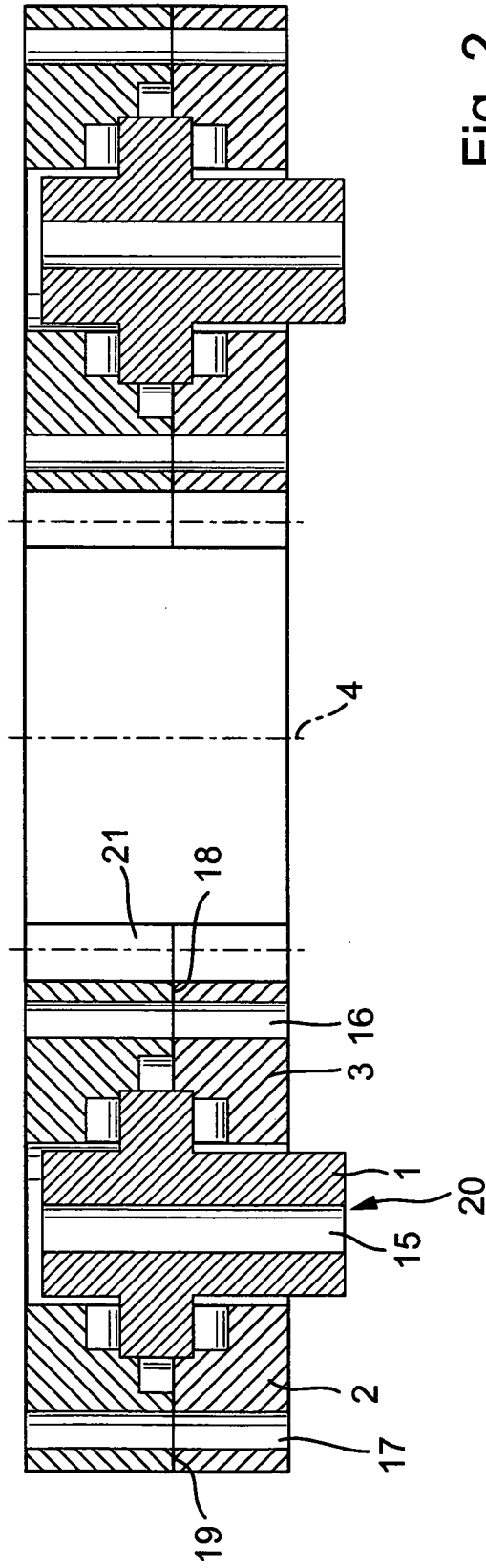


Fig. 2

3/5

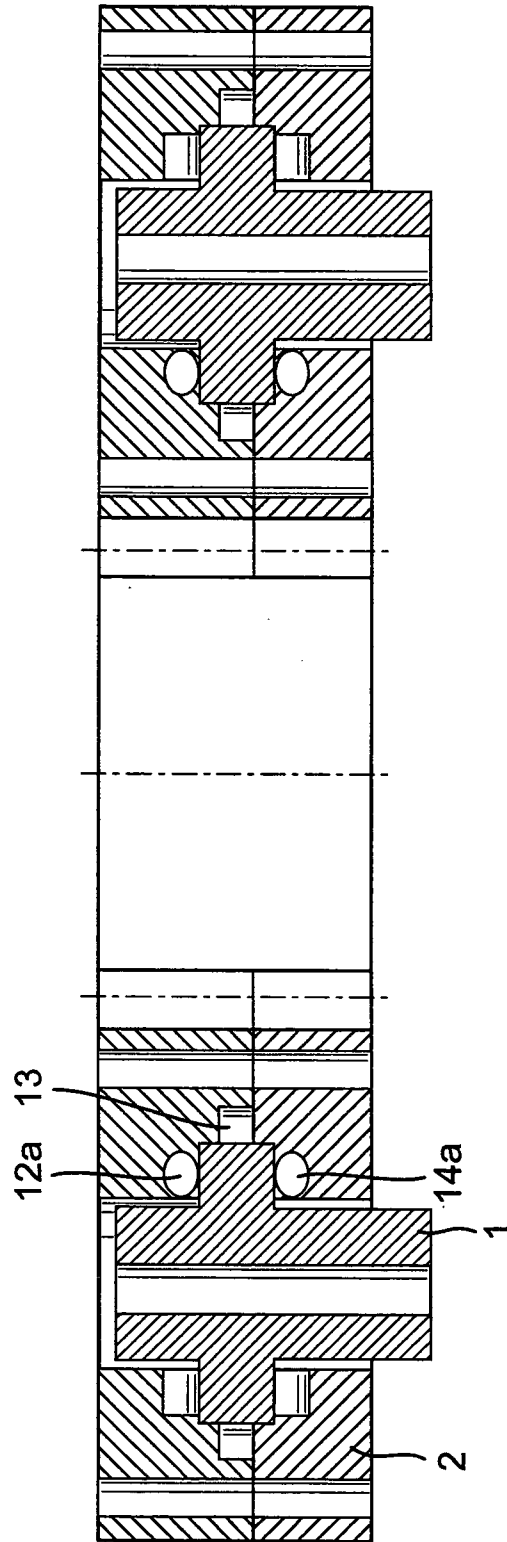


Fig. 3

4/5

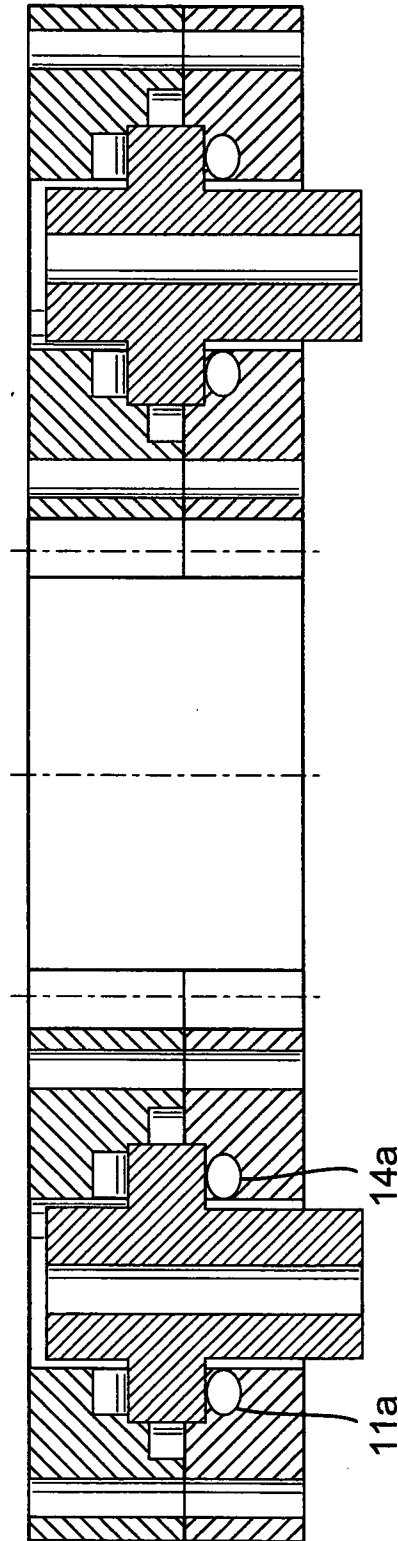


Fig. 4

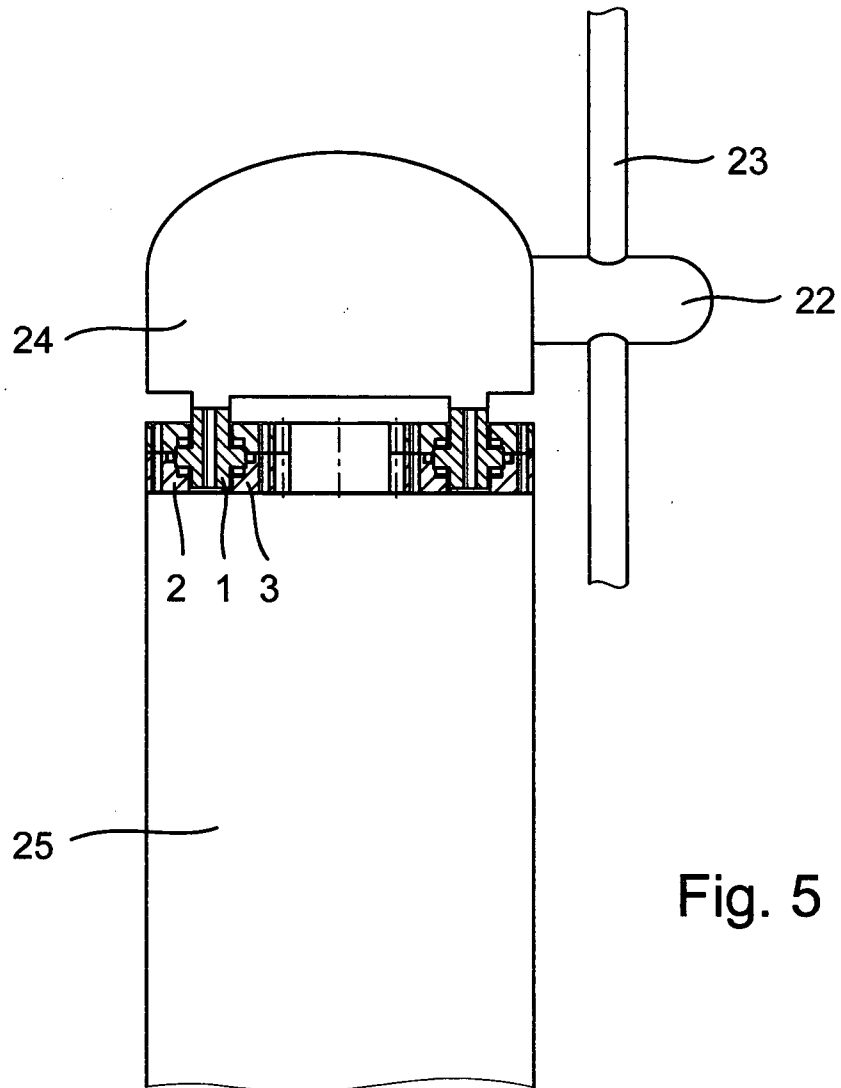


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/DE2009/001364

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

INV. F16C19/38 F16C19/49

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. HELD(S) SEARCHED**

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification symbols)  
F16C F03D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 100 39 573 C1 (ATECS MANNESMANN AG CDE)] 3 January 2002 (2002-01-03)	1-14
A	Paragraph [0015] - paragraph [0019]; figures 3,4	15
X	DE 26 34 776 A1 (KUGELFISCHER G SCHAEFER & CO) 9 February 1978 (1978-02-09)	1-14
A	page 6 - page 8; figures 1,3	15
X	US 2008/213095- A1 (BECH ANTON [DK] ET AL) 4 September 2008 (2008-09-04)	1-12, 14-15
	Paragraph [0104]; figure 11	
X	DE 20 2007 011577 U1 (IMO HOLDING GMBH [DE]) 25 October 2007 (2007-10-25)	1-6,8, 11-12, 14-15
	Paragraph [0060] - paragraph [0068]; figure 3	
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2009

Date of mailing of the international search report

28/12/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 581 8 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Jongh, Cornelis

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 10 2006 054453 A1 (ROTHERDE GMBH [DE]) 29 May 2008 (2008-05-29)  the whole document -----	1-2, 4, 6-8, 10-11, 14
A	DE 26 47 588 A1 (HOESCH WERKE AG) 27 April 1978 (1978-04-27) the whole document -----	1-14
A	US 2 488 825 A (VINCENT PALUMBO) 22 November 1949 (1949-11-22) figure 4 -----	1-2, 5-8, 10-11, 14

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/001364

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10039573.	CI	03-01-2002	AT 257458 T EP 1179503 AI JP 2002096989 A US 2002020685 AI	15-01-2004 13-02-2002 02-04-2002 21-02-2002
DE 2634776	AI	09-02-1978	NONE	
US 2008213095	AI	04-09-2008	EP 1907692 AI WO 2007003866 AI JP 2008545089 T	09-04-2008 11-01-2007 11-12-2008
DE 202007011577	UI	25-10-2007	EP 2087249 AI WO 2008052778 AI	12-08-2009 08-05-2008
DE 102006054453	AI	29-05-2008	DE 202006020464 UI EP 2092204 AI WO 2008058729 AI	18-09-2008 26-08-2009 22-05-2008
DE 2647588	AI	27-04-1978	AT 372503 B BE 859931 AI BR 7706917 A CA 1066750 AI CH 621609- A5 DD 132366 A5 ES 462664 AI FR 2368634 AI GB 1530889 A JP 1002554 C JP 53051353 A JP 54038250 B NL 7711124 A NO 773607 A PL 201134 AI SE 432471 B -SE 7711808 A SU 698548 A3 US 4126361 A YU 251477 AI ZA 7706281 A	- 25-10-1983 20-04-1978 27-06-1978 20-11-1979 13-02-1981 20-09-1978 16-06-1978 19-05-1978 01-11-1978 27-06-1980 10-05-1978 20-11-1979 25-04-1978 24-04-1978 24-04-1978 02-04-1984 22-04-1978 15-11-1979 21-11-1978 30-06-1982 26-07-1978
US 2488825	A	22-11-1949	NONE	

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. F16C19/38 F16C19/49

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 F16C F03D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl verwendete Suchbegriffe)  
 EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommender Teile	Betr Anspruch Nr
X	DE 100 39 573 C1 (ATECS MANNESMANN AG [DE]) 3. Januar 2002 (2002-01-03)	1-14
A	Absatz [0015] - Absatz [0019]; Abbildungen 3,4	15
X	DE 26 34 776 A1 (KUGELFISCHER G SCHAEFER & CO) 9. Februar 1978 (1978-02-09)	1-14
A	Seite 6 - Seite 8; Abbildungen 1,3	15
X	US 2008/213095 A1 (BECH ANTON [DK] ET AL) 4. September 2008 (2008-09-04)	1-12, 14-15
X	Absatz [0104]; Abbildung 11	
X	DE 20 2007 011577 U1 (INO HOLDING GMBH [DE]) 25. Oktober 2007 (2007-10-25)	1-6,8, 11-12, 14-15
	Absatz [0060] - Absatz [0068]; Abbildung 3	
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

'Ä' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vordem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allem aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

'&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Dezember 2009	28/12/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P B 581 8 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  De Jongh, Cornelis
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 054453 A1 (ROTHE ERDE GMBH [DE]) 29. Mai 2008 (2008-05-29)  das ganze Dokument -----	1-2,4, 6-8, 10-11,14
A	DE 26 47 588 A1 (HOESCH WERKE AG) 27. April 1978 (1978-04-27) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 2 488 825 A (VINCENT PALUMBO) 22. November 1949 (1949-11-22) Abbildung 4 -----	1-2,5-8, 10-11,14

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/001364

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10039573	CI	03-01-2002	AT 257458 T 15-01-2004 EP 1179503 AI 13-02-2002 JP 2002096989 A 02-04-2002 US 2002020685 AI 21-02-2002
DE 2634776	AI	09-02-1978	KEINE
US 2008213095	AI	04-09-2008	EP 1907692 AI 09-04-2008 WO 2007003866 AI 11-01-2007 JP 2008545089 T 11-12-2008
DE 202007011577	UI	25-10-2007	EP 2087249 AI 12-08-2009 WO 2008052778 AI 08-05-2008
DE 102006054453	AI	29-05-2008	DE 102006020464 UI 18-09-2008 EP -2092204 AI 26-08-2009 WO 2008058729 AI 22-05-2008
DE 2647B88	AI	27-04-1978	AT 372503 B 25-10-1983 BE 859931 AI 20-04-1978 BR 7706917 A 27-06-1978 CA 1066750 AI 20-11-1979 CH 621609 A5 13-02-1981 DD 132366 A5 20-09-1978 ES 462664 AI 16-06-1978 FR 2368634 AI 19-05-1978 GB 1530889 A 01-11-1978 JP 1002554 C 27-06-1980 JP 53051353 A 10-05-1978 JP 54038250 B 20-11-1979 NL 7711124 A 25-04-1978 NO 773607 A 24-04-1978 PL 201134 AI 24-04-1978 SE 432471 B 02-04-1984 SE 7711808 A 22-04-1978 SU - 698548 A3 15-11-1979 US 4126361 A 21-11-1978 YU 251477 AI 30-06-1982 ZA 7706281 A 26-07-1978
US 2488825	A	22-11-1949	KEINE