

(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
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136358 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001488
- (22) Internationales Anmeldedatum:
4. April 2012 (04.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 016 185.6 5. April 2011 (05.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **IMO HOLDING GMBH** [DE/DE]; Imostrasse 1, 91350 Gremsdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHRÖPPEL, Werner** [DE/DE]; Schulstrasse 28a, 90530 Wendelstein (DE). **FRANK, Hubertus** [DE/DE]; Troppauer Straße 8, 91351 Höchstadt (DE). **HOFMANN, Georg** [DE/DE]; Bayreuther Strasse 4, 95490 Mistelgau (DE).
- (74) Anwalt: **KÜCHLER, Stefan, T.**; Färberstrasse 20, 90402 Nürnberg (DE).

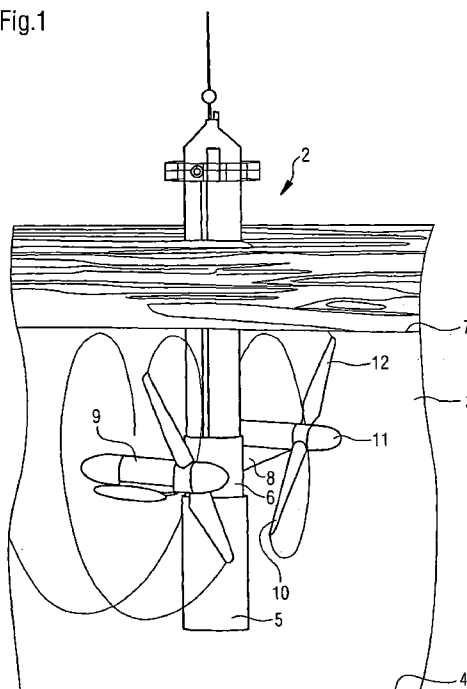
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTARY JOINT FOR UNDERWATER OPERATION AND SYSTEM EQUIPPED THEREWITH FOR GENERATING ENERGY FROM WATERPOWER

(54) Bezeichnung : DREHVERBINDUNG FÜR UNTERWASSERBETRIEB SOWIE DAMIT AUSGERÜSTETE ANLAGE ZUR ENERGIEGEWINNUNG AUS WASSERKRAFT

Fig.1



(57) Abstract: The invention relates to a rotary joint for underwater operation, in particular for use in a system for generating energy from waterpower, comprising a first rotationally symmetrical connecting element and a second likewise rotationally symmetrical connecting element, which is arranged concentrically with respect to the first connecting element and is rotatable relative thereto. The rotary joint further comprises an annular gap arranged between the two connecting elements and at least one row of rolling bodies rolling along a track on each of the first and the second connecting elements. For the sealing of the annular gap, a sealing device is provided, which has at least one sealing ring that is fixed on the first connecting element and has a circumferential sealing lip that runs along on a lead-in surface, wherein the second connecting element is divided into at least one track ring with at least one track and into a lead-in ring with a stop face for at least one sealing ring, wherein the stop ring is removably connected to at least one track ring.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung richtet sich auf eine Drehverbindung für Unterwasserbetrieb, insbesondere zum Einsatz in einer Anlage zur Energiegewinnung aus Wasserkraft, mit einem ersten rotationssymmetrischen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Anschlußelement und mit einem zweiten, ebenfalls rotationssymmetrischen Anschlußelement, welches konzentrisch zu dem ersten Anschlußelement angeordnet und diesem gegenüber verdrehbar ist, ferner mit einem zwischen den beiden Anschlußelementen angeordneten Ringspalt sowie mit wenigstens einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn an dem ersten und an dem zweiten Anschlußelement abrollenden Wälzkörpern, wobei zur Abdichtung des Ringspalts eine Dichtungseinrichtung vorgesehen ist mit wenigstens einem Dichtungsring, der an dem ersten Anschlußelement festgelegt ist und eine rundumlaufende Dichtlippe aufweist, die an einer Anlauffläche entlang läuft, wobei das zweite Anschlußelement unterteilt ist in wenigstens einen Laufbahnring mit wenigstens einer Laufbahn und in einen Anlauffring mit einer Anlauffläche für wenigstens einen Dichtungsring, wobei der Anlauffring lösbar mit wenigstens einem Laufbahnring verbunden ist.

Drehverbindung für Unterwasserbetrieb sowie damit
ausgerüstete Anlage zur Energiegewinnung aus Wasserkraft

- 5 Die Erfindung richtet sich auf eine Drehverbindung für Unterwasserbetrieb, insbesondere zum Einsatz in einer Anlage zur Energiegewinnung aus Wasserkraft, mit zwei rotationssymmetrischen, zueinander konzentrischen und um die gemeinsame Achse gegeneinander verdrehbaren Anschlußelementen, ferner mit einem zwischen den beiden Anschlußelementen angeordneten
10 Ringspalt sowie mit wenigstens einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn an dem ersten und an dem zweiten Anschlußelement abrollenden Wälzkörpern, wobei zur Abdichtung des Ringspalts eine Dichtungseinrichtung vorgesehen ist mit wenigstens einem Dichtungsring, der an dem ersten Anschlußelement festgelegt ist und eine rundum laufende Dichtlippe aufweist,
15 die an einer Anlauffläche entlang läuft.

- Mehr als die Hälfte der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt. Auf und unter dem Wasser liegen daher noch viele ungenutzte Ressourcen, seien dies Bodenschätze, Wasserkraft oder Transportwege. Bei der Nutzung dieser
20 Ressourcen ist High-Tech unerlässlich, sei dies in Form von Bohrinseln, Gezeitenkraftwerken, Schiffen, etc. Sofern hierbei ein Energieaustausch mit dem Wasser stattfindet, bspw. antreibend wie bei Schiffen oder angetrieben wie bei Gezeitenkraftwerken, so erfordert dies im Allgemeinen eine Relativ-Bewegung zwischen verschiedenen Maschinen- oder Anlagenteilen, welche
25 sich im Wasser befinden, bspw. Propeller oder Impeller von Schiffen, Repeller von Gezeitenkraftwerken, etc. Dabei stellt sich stets das Problem, die gegeneinander bewegten Teile aneinander abzudichten.

- Sofern dabei eine möglichst hundertprozentige Dichtung gewünscht wird, so
30 ist dies zumeist nur mit hohen Anpreßkräften möglich. Dies wiederum führt zu einer hohen Reibung und damit zu einem hohen Verschleiß, wodurch die Wartungsintervalle und insbesondere auch die Betriebsdauer verkürzt werden.

Oftmals werden dabei auch die Anlaufflächen der Dichtungen in Mitleidenschaft gezogen, so dass die Wartungsarbeiten nicht auf den Austausch einer Dichtung beschränkt sind, sondern sogar den Austausch ganzer Anlagenteile erfordern.

5

Aus den Nachteilen des beschriebenen Standes der Technik resultiert das die Erfindung initiierende Problem, eine gattungsgemäße Drehverbindung für Unterwasserbetrieb derart weiterzubilden, dass die Wartungsarbeiten möglichst gering sind.

10

Die Lösung dieses Problems gelingt bei einer gattungsgemäßen Drehverbindung mit zwei rotationssymmetrischen, zueinander konzentrischen und um die gemeinsame Symmetrieachse gegeneinander verdrehbaren Anschlußelementen und mit einem zwischen den beiden Anschlußelementen angeordneten Ringspalt sowie mit wenigstens einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn an dem ersten und an dem zweiten Anschlußelement abrollenden Wälzkörpern, wobei zur Abdichtung des Ringspalts eine Dichtungseinrichtung vorgesehen ist mit wenigstens einem Dichtungsring, der an dem ersten Anschlußelement festgelegt ist und eine rundum laufende Dichtlippe aufweist, die an einer Anlauffläche entlang läuft, dadurch, dass das zweite Anschlußelement unterteilt ist in wenigstens einen Laufbahnring mit wenigstens einer Laufbahn und in einen Anlaufring mit einer Anlauffläche für wenigstens einen Dichtungsring, wobei der Anlaufring lösbar mit wenigstens einem Laufbahnring verbunden ist.

25

Durch diese Maßnahme werden die Wartungsarbeiten bei einer verschlissenen Anlauffläche darauf beschränkt, den betreffenden Anlaufring auszutauschen, während der benachbarte Laufbahnring an Ort und Stelle verbleiben kann. Da der Anlaufring keine tragende Funktion erfüllt, kann von einer Demontage der gesamten Drehverbindung abgesehen werden, wenn während des Austauschs der Dichtung das Eindringen von Wasser anderweitig unterbunden wird, bspw. indem das von der Drehverbindung

30

getragene Anlagenteil zu den Wartungsarbeiten aus dem Wasser gehoben wird, bspw. innerhalb eines Trockendocks.

Die Erfindung zeichnet sich weiterhin aus durch eine Anlage zur
5 Energiegewinnung aus Wasserkraft, umfassend wenigstens eine
Drehverbindung für Unterwasserbetrieb mit zwei rotationssymmetrischen,
zueinander konzentrischen und um die gemeinsame Symmetrieachse
gegeneinander verdrehbaren Anschlußelementen und mit einem zwischen
den beiden Anschlußelementen angeordneten Ringspalt sowie mit wenigstens
10 einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn an dem ersten und an dem
zweiten Anschlußelement abrollenden Wälzkörpern, wobei zur Abdichtung des
Ringspalts eine Dichtungseinrichtung vorgesehen ist mit wenigstens einem
Dichtungsring, der an dem ersten Anschlußelement festgelegt ist und eine
rundum laufende Dichtlippe aufweist, die an einer Anlaufläche entlang läuft,
15 wobei das zweite Anschlußelement unterteilt ist in wenigstens einen
Laufbahnring mit wenigstens einer Laufbahn und in einen Anlaufring mit einer
Anlaufläche für wenigstens einen Dichtungsring, wobei der Anlaufring lösbar
mit wenigstens einem Laufbahnring verbunden ist.

20 Es hat sich gezeigt, dass die Erfindung gerade in Wasserkraftwerken mit
Vorteil eingesetzt werden kann, welche vom Wasser angetriebene Repeller
aufweisen, wie bspw. Gezeitenkraftwerke. Andererseits kann die Erfindung
natürlich auch in Verbindung mit antreibenden Propellern von Schiffen
eingesetzt werden, auch im Rahmen von Impellern, d.h., von einem ring- oder
25 röhrenförmigen Gehäuse umgebenen Propellern. Dies betrifft im Grunde
genommen alle Arten von Schiffsantriebs- und/oder -steueranlagen, bspw.
auch Bug- oder Heckquerstrahlruder oder sonstige Schiffs-Jetantriebe.

Es hat sich als günstig erwiesen, dass der Anlaufring aus einem Material mit
30 dem selben Standardpotential bzw. Redoxpotential E° besteht wie der
Laufbahnring, insbesondere aus dem selben Material wie letzterer. Dadurch ist
sichergestellt, dass es keine Kontaktkorrosion gibt, wenn sich die

verschiedenen Ringe berühren. Dies ist gerade wegen der großen Nähe von Feuchtigkeit von besonderer Bedeutung.

Aus anderen technischen Aspekten kann es vorteilhaft sein, Anlaufringe und Laufbahnringe aus unterschiedlichen Materialien zu fertigen, bzw. diese zumindest teilweise damit zu überziehen. In diesem Fall sind die Redoxpotentiale E° im Allgemeinen verschieden. Derartige Ausführungsformen können unter Anderem dann sinnvoll sein, wenn die Dichtungseigenschaften ausreichend sind, um der Ausbildung von Lokalelementen unter Einwirkung von Feuchtigkeit entgegen zu wirken.

Die Erfindung lässt sich insbesondere dahingehend weiterbilden, dass der Anlaufring aus einem anderen, beispielsweise aus einem edleren Material besteht als der Laufbahnring, oder aus einem sonstigen, nichtrostenden Material. Hierunter fallen insbesondere rostfreie oder nichtrostende, insbesondere korrosions- und/oder säurebeständige Stahlsorten. Bspw. erhält Stahl mit einem Massenanteil von wenigstens 10,5 % oder besser 12 % Massenanteil nichtrostende Eigenschaften, insbesondere wenn der Chromanteil im austenitischen oder ferritischen Mischkristall gelöst ist. Durch diesen hohen Chromanteil bildet sich an der Oberfläche des Anlaufrings spontan eine schützende und dichte Passivierungsschicht aus Chromoxid aus, wodurch die weitere Oxidation verhindert wird. Wird diese Oxidschicht beschädigt, gelangt blankes Metall in Kontakt mit der Atmosphäre und es bildet sich automatisch wieder eine neue passivierende Schicht, d. h. die Schicht ist selbstheilend. Weitere Legierungsbestandteile - bspw. Nickel, Molybdän, Mangan und/oder Niob können die Korrosionsbeständigkeit eventuell noch weiter steigern. Bei manchen Metallen ist jedoch die spontane Passivierung weniger stark ausgeprägt, und in diesen Fällen sollte die Passivierungsschicht durch ein definiertes Verfahren aktiv erzeugt werden. Hierunter fällt z. B. die Eloxierung von Aluminium. Rostfreier Edelstahl hat jedoch darüber hinaus eine hohe mechanische Stabilität und ist daher oftmals

für den Anlaufring zu bevorzugen. Aufgrund dessen begrenzten Querschnitts sind ggf. materialbedingte Mehrkosten vertretbar.

5 Gerade der Anlaufring sollte edler sein als der Laufbahnring oder zumindest rostfreie Eigenschaften aufweisen, da ersterer mit eventuell eintretender Feuchtigkeit eher in Kontakt gerät und somit durch die räumliche Nähe zum Wasser stärker korrosionsgefährdet ist. Im Übrigen sollte der Dichtungs-Anlaufring chemisch möglichst stabil sein, um eine hohe Betriebsdauer der Dichtung zu gewährleisten.

10

Bevorzugt weist der Anlaufring einen an dem Laufbahnring flächig anliegenden Oberflächenbereich, insbesondere eine ebene Stirnseite, auf. Durch diesen Kontakt ist eine planparallele Anlage sichergestellt, was sich im Hinblick auf mögliche Unwuchten und davon ausgelöste Vibrationen günstig
15 auswirkt.

15

Einem vergleichbaren Zweck dient ein rundum laufender Zentrierungsbund an dem Anlaufring oder an dem Laufbahnring, der in eine dazu querschnittlich komplementäre, rundum laufende Vertiefung des jeweils anderen Rings
20 eingreift. Damit wird zusätzlich zu der planparallelen Lage auch noch eine konzentrische Relativausrichtung sichergestellt.

Der Anlaufring kann an einem Laufbahnring angeflanscht sein, insbesondere mittels mehrerer Befestigungsschrauben. Durch diese Befestigungstechnik ist
25 eine besonders intensive Verbindung zwischen beiden Ringen gewährleistet.

25

Zum Hindurchstecken von Befestigungsschrauben verfügt der Anlaufring über mehrere, kranzförmig über seinen Umfang verteilte Bohrungen in seiner Anlagefläche an dem Laufbahnring, welche rechtwinklig zu der Anlagefläche
30 verlaufen, insbesondere parallel zu der Rotationsachse angeordnet sind sowie bevorzugt äquidistant über den Umfang verteilt sind; vorzugsweise handelt es sich hierbei um Durchgangsbohrungen.

30

Mit diesen Durchgangsbohrungen des Anlaufrings korrespondieren damit fluchtende Bohrungen in der anliegenden Fläche des Laufbahnringes; vorzugsweise handelt es sich hierbei um mehrere, kranzförmig über den Ringumfang verteilte Sacklochbohrungen mit Innengewinde zum Hineinschrauben von Befestigungsschrauben.

Andererseits mag in besonderen Fällen die Lage von Durchgangsbohrungen und Sacklochbohrungen mit Innengewinde genau vertauscht sein, oder es gibt nur Durchgangsbohrungen, so dass zur Befestigung Schrauben einerseits und Muttern andererseits verwendet werden.

Ferner sollten zwischen dem Anlaufring und wenigstens einem Laufbahnring eine oder mehrere Dichtungen vorgesehen sein, insbesondere Dichtringe. Diesen obliegt die Aufgabe, das Einsickern von Wasser entlang des Berührungsspalts zwischen Anlaufring und Laufbahnring zu verhindern. Ein solcher Ring kann bspw. in einer nutförmigen Vertiefung eines Rings eingelegt werden, insbesondere im Bereich der betreffenden Anlagefläche, wobei die Nut jedoch vorzugsweise einen kleineren Querschnitt aufweist als der darin aufzunehmende Dichtungsring, so dass jener gezwungen ist, sich beim Zusammenschrauben der beiden Ringe zu verformen. Aus dem dabei entstehenden Anpreßdruck folgt die eigentliche Abdichtungswirkung. Diese Abdichtung unterliegt keinem Verschleiß, da die betreffenden Ringe sich nicht gegeneinander bewegen.

25

Um das Einsickern von Wasser zu verhindern, kann vorgesehen sein, dass wenigstens ein Dichtring wenigstens eine Befestigungsbohrung umgibt. Auf diesem Weg können alle Befestigungsbohrungen einzeln abgedichtet werden, indem pro Befestigungsbohrung eine dazu etwa konzentrische Dichtung vorgesehen ist. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, alle Befestigungsbohrungen durch zwei große Dichtringe abzudichten, welche parallel zum Ringumfang verlaufen, und zwar je ein derartiger Dichtungsring

30

an jeder Seite des Kranzes von Befestigungsbohrungen, also einmal radial innerhalb dieses Kranzes und einmal radial außerhalb desselben.

Aneinander fügbare, ebene Stirnflächen an dem Anlauf- und dem Laufbahnring erlauben es, diese Ringe in axialer Richtung hintereinander zu reihen. Dabei sollte der Anlaufring an der dem Wasser zugewandten Außenseite des Lagers angeordnet sein, der Laufbahnring dagegen an der dem Wasser abgewandten Innenseite des Lagers, so dass die Dichtung im Bereich des Anlaufrings die dahinter befindlichen Wälzkörper und Laufbahnen vor Feuchtigkeit schützt.

Insbesondere bei einem Radiallager oder bei einem kombinierten Radial- und Axiallager sollte das erste Anschlußelement den Anlaufring und wenigstens einen Laufbahnring des zweiten Anschlußelements in axialer Richtung im Wesentlichen überdecken. In dem radial dazwischen liegenden Spalt finden dann sowohl die Wälzkörper als auch die Dichtungen Platz.

Mit großem Vorteil ist die Anlauffläche an einem konkav oder konvex gewölbten, insbesondere zylindermantelförmigen Oberflächenbereich des Anlaufrings angeordnet. Dies entspricht der üblichen Spaltgestalt eines Radiallagers oder eines kombinierten Radial- und Axiallagers.

Es hat sich bewährt, dass das erste Anschlußelement den Anlaufring und wenigstens einen Laufbahnring außen umgibt. Dadurch erhält die Anlauffläche eine zylindermantelförmige, konvexe Gestalt. Wie weiter unten ausgeführt wird, ist es konstruktiv einfacher, hohe Anpreßkräfte einer Dichtung gegenüber einer konvexen Anlauffläche zu erzeugen als gegenüber einer konkaven Anlauffläche.

Die Anlauffläche des Anlaufrings sollte gehärtet sein, vorzugsweise oberflächengehärtet. Diese Maßnahme erlaubt es, hohe Anpreßkräfte zu realisieren, ohne dass die Betriebsdauer der Anlauffläche darunter leidet.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass wenigstens ein Dichtungsring in einer Auskehlung des ersten Anschlußelements aufgenommen ist. In einer solchen Auskehlung erfährt ein Dichtungsring eine optimale Führung, bspw. durch
5 Anlage oder gar Anpressen an die Innenflächen der Auskehlung.

Die Erfindung läßt sich dahingehend weiterbilden, dass wenigstens ein Dichtungsring in axialer Richtung durch einen Klemmring in der Auskehlung des ersten Anschlußelements in axialer Richtung festgeklemmt ist. Damit läßt
10 sich eine Dichtung komplett festlegen; sie ist an zwei Längskanten von der Auskehlung des ersten Anschlußelements umgeben, liegt mit ihrer dritten Längskante an der dafür vorgesehenen Anlauffläche an und wird an der verbleibenden, vierten Längskante von dem erfindungsgemäßen Klemmring umgriffen.

15

Die Erfindung bevorzugt, den Klemmring an einer Stirnseite des ersten Anschlußelements festzuschrauben, insbesondere an der die Auskehlung aufweisenden Stirnseite des ersten Anschlußelements. Mit mehreren, derartigen Schraubverbindungen, welche vorzugsweise über den Ringumfang
20 äquidistant verteilt sind, lassen sich hohe Anpreßkräfte erzeugen, so dass die innen liegenden Dichtungsringe unverrückbar festgelegt sind und sich nicht mit dem Anlauffring mitdrehen, sondern an jenem trotz der dortigen, hohen Andruckkräfte entlang laufen.

25 Um eine derartige Verschraubung zu ermöglichen, sollte der Klemmring die Auskehlung des ersten Anschlußelements in radialer Richtung überdecken; in dem Überdeckungsbereich sind können dann die Verschraubungen angeordnet sein.

30 Bevorzugt läßt sich dem Querschnitt eines Dichtungsrings insgesamt etwa ein Viereck umbeschreiben, insbesondere etwa ein Rechteck oder gar ein Quadrat. Dies erlaubt es, eine rechtwinklige Auskehlung in dem ersten

Anschlußelement vorzusehen sowie eine zylindermantelförmige Anlauffläche an dem Anlaufring und einen ebenen Klemmring.

Im Einzelnen sollte der Querschnitt wenigstens eines Dichtungsringes aber
5 zwei Schenkel aufweisen, welche an einem Ende direkt oder über einen Steg
miteinander verbunden sind. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass ein
Dichtungsring mit zwei Anschlußelementen in Kontakt tritt; hierfür dient je ein
Schenkel des erfindungsgemäßen Querschnitts, und die querschnittliche
Einkerbung in dem Bereich dazwischen erhöht die Elastizität zwischen den
10 beiden Kontaktbereichen des Dichtungsringes, begünstigt also den Ausgleich
geringer radialer Relativbewegungen zwischen beiden Anschlußelementen.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass ein erster
Querschnitts-Schenkel wenigstens eines Dichtungsringes eine etwa rechteckige
15 Gestalt aufweist und dessen Verankerung an dem ersten Anschlußelement,
insbesondere in dessen Auskehlung, dient. Die beiden zueinander etwa
parallelen Stirnseiten dieses rückwärtigen, dem Anlaufring abgewandten,
bevorzugt radial außen liegenden Querschnitts-Schenkels können von einer
Stirnseite der Auskehlung einerseits und von dem erfindungsgemäßen
20 Klemmring andererseits her, also etwa in axialer Richtung, Klemmkraft
aufnehmen und erlauben daher einen hohen Reibschluß.

Der andere Querschnitts-Schenkel wenigstens eines Dichtungsringes sollte an
seiner dem ersten Querschnitts-Schenkel abgewandten Seite eine Dichtlippe
25 aufweisen, vorzugsweise an oder in der Nähe seines freien Endes. Dieser
dem Anlaufring zugewandte Querschnitts-Schenkel stellt den drehbeweglichen
Kontakt zu dem Anlaufring her und verfügt zu diesem Zweck über eine
Dichtlippe mit verjüngtem Querschnitt; dieser Querschnittsbereich hat infolge
seiner kontinuierlichen Querschnittsverjüngung eine leichtere Verformbarkeit
30 und kann sich daher insbesondere infolge hoher Anpreßkräfte optimal und
damit in hohem Maße dicht an die betreffende Anlauffläche anschmiegen,

während gleichzeitig die Reibung infolge des verjüngten Kontaktbereichs so weit als möglich reduziert ist.

5 In dem Bereich zwischen den beiden Querschnitts-Schenkeln läßt sich ein rundum laufender Spanndraht anordnen, der die Rückseite des die Dichtlippe aufweisenden Querschnitts-Schenkels umgreift und dessen Dichtlippe fest gegen die Anlauffläche des Anlaufrings preßt. Mit einem solchen Spanndraht kann die Anpreßkraft der Dichtlippe radial nach innen gegen die Anlauffläche erheblich gesteigert werden.

10

Indem wenigstens ein Dichtungsring derart angeordnet ist, dass der Schlitz bzw. die Einkerbung zwischen den beiden Querschnitts-Schenkeln zu der äußeren Seite bzw. dem Wasser hin offen ist, kann der Wasserdruck innerhalb der Einkerbung zwischen beiden Querschnitts-Schenkeln dazu benutzt
15 werden, um diese Schenkel zusätzlich auseinander zu drücken. Damit wird die Dichtwirkung bei zunehmendem Wasserdruck automatisch erhöht, so dass eine solche Dichtung selbst in größeren Wassertiefen verwendet werden kann. Eine solche Anordnung sollte vor allem bei einem äußersten, dem Wasser direkt zugewandten Dichtelement gewählt werden, sowie ggf. bei mehr als
20 zwei Dichtungsringen auch noch bei einem zweiten oder gar dritten Dichtungsring, von außen her gezählt.

Andererseits kann in ähnlicher Form ein innerster Dichtungsring genau umgekehrt eingebaut werden, also derart, dass der Schlitz bzw. die
25 Einkerbung zwischen den beiden Querschnitts-Schenkeln zu den Wälzkörpern bzw. Laufbahnen hin offen ist. Sofern dabei ein dortiges Schmiermittel unter Druck gesetzt wird, kann dieser Druck über die betreffende Einkerbung die beiden Querschnitts-Schenkel auseinander drücken und damit die Dichtwirkung zusätzlich erhöhen, so dass das Schmiermittel nicht entweichen
30 kann.

Erfindungsgemäß lassen sich mehrere Dichtungsringe vorsehen, wobei zwei benachbarte Dichtungsringe durch je ein vorzugsweise ringförmiges, insbesondere scheibenförmiges Abstandselement voneinander getrennt sind. Diese Abstandselemente können den Anpreßdruck eines Klemmrings
5 gleichmäßig über den gesamten Umfang verteilen und dadurch die Lage der einzelnen Dichtringe sowie deren Abdichtwirkung optimieren.

Sofern ein derartiges, vorzugsweise ring- und/oder scheibenförmiges Abstandselement aus einem steifen Material besteht, vorzugsweise aus
10 Metall, Keramik oder Kunststoff, kann es diese Aufgabe, die Klemmkräfte innerhalb der betreffenden Fläche gleichförmig zu verteilen, am besten erfüllen.

Ein solches Abstandselement kann wenigstens einen, etwa in radialer
15 Richtung verlaufenden Kanal aufweisen, bspw. wenigstens eine etwa radial verlaufende Durchgangsbohrung. Durch eine solche Bohrung ist ein Zugang zu einer Kammer zwischen zwei Dichtringe geschaffen, und im Bedarfsfall kann daher mit geringstem Aufwand ein Schmiermittel in die betreffende Kammer gepreßt werden.

20 Der Zuführung von Schmiermittel dient ferner eine Weiterbildung der Erfindung, wonach ein Abstandselement an wenigstens einem gewölbten Umfangsbereich eine rundum laufende Nut aufweist, vorzugsweise an seinem dem ersten Anschlußelement zugekehrten Umfang. Über diese rundum
25 laufende Nut kann ein zugeführtes Schmiermittel mittels Druck zuverlässig zu einem oder mehreren Radialkanälen geführt werden.

Ebenfalls zum Zwecke der Schmierung sollte das erste Anschlußelement wenigstens eine Schmiermittelbohrung aufweisen, insbesondere auf Höhe
30 eines oder mehrerer Abstandselemente je eine Schmiermittelbohrung. Über diese Schmiermittelbohrung(en) gelangt das Schmiermittel sodann in den

Bereich der Radialkanäle und von dort weiter durch das betreffende Abstandselement direkt bis in eine Kammer zwischen zwei Dichtungsringen.

Für eine erfindungsgemäße Abdichtung erscheint im Allgemeinen Fett als
5 Schmiermittel besser geeignet als Schmieröl, da Schmierfett aufgrund seiner dickeren Konsistenz sich nicht mit Wasser mischen kann.

Obzwar - insbesondere bei Radiallagern - auch Ausführungsformen mit nur einer einzigen Reihe von Wälzkörpern, insbesondere Kugeln, denkbar sind,
10 dürfte im Allgemeinen den Ausführungsformen mit mehreren Reihen von Wälzkörpern der Vorzug zu geben sein, weil dadurch die Tragfähigkeit erhöht wird, so dass - gerade bei Großlagern mit einem Durchmesser von 1 Meter oder mehr - größere und vor allem auch schwerere Anlagenteile stabilisiert werden können.

15

Den selben Zweck verfolgt eine Weiterbildung der Erfindung, wonach wenigstens eine Reihe von rollenförmigen, tonnenförmigen, kegelförmigen oder nadelförmigen Wälzkörpern vorgesehen ist. Aufgrund ihres linienhaften Berührungsbereichs mit den betreffenden Laufbahnen haben derartige
20 Wälzkörper im Allgemeinen eine größere Tragkraft als kugelförmige Wälzkörper mit jeweils nahezu punktförmigen Berührungsbereichen mit den betreffenden Laufbahnen.

25

Als besonders tragfähig hat sich eine Ausführungsform erwiesen, bei der wenigstens ein Anschlußelement als sog. Nasenring ausgebildet ist mit einem dem Ringspalt zugekehrten Bund, an welchem eine oder mehrere Laufbahnen für daran entlang rollende Wälzkörper angeordnet sind. Ein solcher Nasenring bietet mit seiner Ober- und Unterseite die Möglichkeit, für beide axialen Belastungsrichtungen - Zug und Druck - jeweils eine axiale Wälzkörperreihe
30 mit rollen-, tonnen-, kegel- oder nadelförmigen Wälzkörpern anzuordnen, so dass sich eine maximale axiale Kraftübertragung in beiden Kraftrichtungen erzielen läßt.

Schließlich entspricht es der Lehre der Erfindung, dass das dem Nasenring gegenüber liegende Anschlußelement unterteilt ist in wenigstens zwei Laufbahnringe, welche gemeinsam den rundum laufenden Bund des Nasenrings umgreifen. Diese Unterteilung erlaubt den Zusammenbau mit dem Nasenring, dessen rundum laufender Bund umgriffen werden sollte. Da das zweite Anschlußelement bereits unterteilt ist in Laufbahnring und Anlaufring, empfiehlt es sich, den dortigen Laufbahnring mit einem rundum laufenden Bund zu versehen und als Nasenring auszubilden und das erste Anschlußelement zu unterteilen, um einen Zusammenbau mit dem Nasenring zu ermöglichen. Bevorzugt sind die beiden aneinander gefügten Laufbahnringe miteinander verschraubt, insbesondere mittels zu der Drehachse parallele Befestigungsbohrungen durchgreifender Schrauben. Das solchermaßen geteilte erste Anschlußelement kann im Bereich der Stoßfuge zwischen seinen beiden Laufbahnringen abgedichtet sein, damit auch im Bereich dieser Stoßfuge kein Wasser durchsickern kann. Diese Dichtung kann vergleichbar ausgebildet sein wie die Dichtung zwischen Laufbahnring und Anlaufring des zweiten Anschlußelements, also mittels die Befestigungsbohrungen umgebender Dichtringe.

20

Weitere Merkmale, Einzelheiten, Vorteile und Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigt:

25 Fig. 1 ein Gezeitenkraftwerk in einer perspektivischen Ansicht; sowie

Fig. 2 einen Schnitt quer durch die Ringe eines Wälzlagers für drehbewegliche Teile des Gezeitenkraftwerks aus Fig. 1, insbesondere für die Lager zur Verstellung des Anstellwinkels der Repellerblätter.

30

Fig. 1 zeigt beispielhaft einen Anwendungsfall für eine erfindungsgemäße Drehverbindung 1 für Unterwasserbetrieb, nämlich ein Gezeitenkraftwerk 2.

Dieses steht in einem ufernahen Bereich eines offenen Gewässers mit Tidenhub, bspw. eines Meeres 3 oder Ozeans. Von dem dortigen Meeresgrund 4 erhebt sich ein Turm 5, der mit seiner Spitze 6 aus dem Meer 3 ragt und dort eine Anlegestelle für Versorgungs- und/oder Wartungsschiffe bildet. Über ein nicht dargestelltes, auf dem Meeresgrund 4 verlaufendes Kabel wird der erzeugte Strom einem Spannungsnetz an Land zugeleitet.

Entlang des Turms 5 ist eine ring- oder manschettenförmige Tragvorrichtung 6 in vertikaler Richtung verstellbar, und zwar von der in Fig. 1 dargestellten Position unter Wasser bis zu einer nicht dargestellten Position oberhalb des Wasserspiegels 7.

Von dieser Tragvorrichtung 6 zweigen etwa diametral zueinander zwei etwa horizontale Streben 8 ab, die zur Reduzierung des Strömungswiderstandes einen langgestreckten Querschnitt ähnlich einem Flügel aufweisen können. An ihren freien Enden tragen diese beiden Streben 8 je eine Gondel 9, woran jeweils mindestens ein Repeller 10 von langgestreckter, etwa zigarrenförmiger Gestalt angeordnet ist.

Jeder Repeller 10 weist eine Nabe 11 auf, welche den vorderen, drehbeweglichen Teil der betreffenden Gondel 9 bildet. Von dieser Nabe aus erstrecken sich mehrere - im dargestellten Fall zwei, einander diametral gegenüber liegende - Repeller-Flügel 12 etwa radial zur Drehachse der Nabe 11 nach außen. Da diese Repeller-Flügel 12 zu der aktuellen Strömungsrichtung schräg angestellt sind, werden sie durch die Kraft des anströmenden Wassers angetrieben und zu einer Drehung um die Drehachse der Nabe veranlasst.

Dabei muß der Anstellwinkel der Repeller-Flügel 12 je nach der Geschwindigkeit des anströmenden Wassers verändert werden, um die Drehgeschwindigkeit der Repeller 10 in einem vorgegebenen Bereich zu halten. Deshalb sind die Flügel 12 mittels je einer Drehverbindung 1 an der Nabe 11 angeschlossen. Diesen Drehverbindungen 1 obliegt es nicht nur, eine Veränderung des Anstellwinkels zu ermöglichen, sondern sie müssen auch die Wasserdruckkraft und auch das von der Strömung verursachte Drehmoment auf die Nabe 11 übertragen; schließlich müssen sie auch dafür Sorge tragen, dass im Bereich der Drehverbindung 1 kein Wasser in die Nabe 11 oder die Gondel 9 eindringen kann.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wird die in Fig. 2 dargestellte Drehverbindung 1 verwendet.

Man erkennt dort eine ringförmige Anordnung, von der allerdings aus Platzgründen nur ein abgebrochener Schnitt quer durch den Ring dargestellt ist, während die Rotationsachse und der diametral gegenüber liegende Ringbereich rechts, weit jenseits des Blattrandes liegen.

Zu sehen sind ein erstes, ringförmiges Anschlußelement 13 und ein zweites ebenfalls ringförmiges Anschlußelement 14. Beide liegen etwa auf gleicher Höhe, radial ineinander, wobei sich in diesem Fall das zweite Anschlußelement 14 radial innerhalb des ersten Anschlußelements 13 befindet. Zwischen beiden Anschlußelementen 13, 14 gibt es einen rundum laufenden Spalt 15, welcher sich von den beiden unteren Stirnseiten 16, 17 der beiden Anschlußelemente 13, 14 bis zwischen dessen beiden oberen Stirnseiten 18, 19 erstreckt.

Im oberen Bereich der in Fig. 2 dargestellten Drehverbindung 1, welcher dem Innenraum der Nabe 11 zugewandt ist, also nahe der Stirnseiten 18, 19, befindet die eigentliche Lagerung 20, während im unteren Bereich, welcher

dem Außenraum bzw. Meerwasser 3 zugewandt ist, also nahe den Stirnseiten 16, 17, eine Dichtung 21 vorgesehen ist.

Diese Dichtung 21 umfaßt eine Anzahl n von Dichtungsringen 22, in der
5 dargestellten Ausführungsform deren drei, d.h. $n = 3$. Diese Dichtungsringe 22 sind in axialer Richtung, also in Richtung der Drehachse der Drehverbindung 1, hintereinander angeordnet.

Diese Dichtungsringe 22 haben vorzugsweise etwa gleiche oder zueinander
10 spiegelsymmetrische Querschnitte, welche sich vorzugsweise jeweils etwa durch ein Quadrat umbeschreiben lassen.

Sie verfügen jeweils über wenigstens eine rundum laufende Dichtlippe 23, der
vorzugsweise der in Fig. 2 rechts außerhalb des Zeichenblattes zu denkenden
15 Drehachse zugewandt ist, also radial nach innen gerichtet ist, sowie über einen dieser Dichtlippe 23 gegenüber liegenden Bereich 24, welcher ihrer Befestigung dient und vorzugsweise der Drehachse abgewandt ist, also den radial außen liegenden Umfang 25 eines Dichtungsringes 22 bildet und dessen Festlegung an einem Anschlußelement, bei der vorliegenden Ausführungsform
20 an dem radial außen liegenden Anschlußelement 13, dient.

Zwecks eben dieser Festlegung weist dieses Anschlußelement 13 im Bereich
des Übergangs von seiner dem Außenraum bzw. dem Meer 3 zugekehrten
Stirnseite 16 zu dem Spalt 15 eine Auskehlung 26 auf. Diese Auskehlung 26
25 hat eine rechteckige, vorzugsweise längliche Gestalt. Im dargestellten Beispiel ist ihre zur Drehachse der Drehverbindung 1 parallele Erstreckung a etwa dreimal so lang oder vorzugsweise mehr als dreimal so lang wie die radiale Erstreckung r lotrecht zu der Drehachse der Drehverbindung. Im Allgemeinen gilt:

$$a \geq n * r,$$

wobei n die Anzahl der in die Auskehlung 26 einzulegenden Dichtungsringe 22 ist.

Ein Klemmring 27 dient zum axialen Festklemmen der Dichtungsringe 22 innerhalb der Auskehlung 26. Dieser Klemmring 27 deckt die Stirnseite der Auskehlung 26 im Bereich der daran angrenzenden Stirnseite 16 des betreffenden Anschlußelements 13 ab sowie einen daran anschließenden Teil 28 der Stirnseite 16 und ist dort mittels mehrere kranzförmig verteilt angeordneter, zur Drehachse der Drehverbindung 1 paralleler Schraubverbindungen 29 festgelegt. Der von dem kreisringförmigen Klemmring 27 abgedeckte, ebenfalls kreisringförmige Teil 28 der Stirnseite 16 ist gegenüber deren übrigem Bereich geringfügig eingesenkt. In dieser Einsenkung kann der Klemmring 27 exakt zentriert werden, so dass ein Auswuchten nicht erforderlich ist. Da die Dichtungsringe 22 elastisch sind, können die Schraubverbindungen 29 so weit fest gezogen werden, bis der Klemmring 27 bündig und reibschlüssig an dem eingesenkten Teil 28 der Stirnseite 16 anliegt. Solchenfalls sind die Dichtungsringe 22 geringfügig elastisch komprimiert und dadurch reibschlüssig und gegenüber dem Anschlußelement 13 unverdrehbar fixiert.

Die Dichtlippen 23 der Dichtungsringe 22 laufen an einer gemeinsamen Anlauffläche 30 des jeweils anderen Anschlußelements, hier des radial inneren Anschlußelements 14, an. Diese Anlauffläche 30 ist vorzugsweise gehärtet, damit der Verschleiß minimiert ist. Dennoch ergibt sich infolge hoher Andruckkräfte der Dichtlippen 23 ein nicht zu vernachlässigender Abrieb.

Um bei einer beschädigten Anlauffläche 30 nicht die gesamte Drehverbindung 1 erneuern zu müssen, ist das Anschlußelement 14 unterteilt in zwei Ringe, und zwar entlang einer von der Drehachse der Drehverbindung 1 etwa lotrecht durchsetzten Fläche, insbesondere Ebene 31. Die Unterteilungsebene 31 befindet sich etwa auf Höhe der inneren, radialen Begrenzungsfläche 32 der Auskehlung 26.

Von den beiden Teilringen trägt der in Fig. 2 untere an seiner dem Spalt 15 zugewandte, gewölbten Oberfläche die eigentliche Anlaufläche 30 für die Dichtlippen 23 der Dichtungsringe 22. Er wird deshalb im Folgenden als Anlaufring 33 bezeichnet.

Der andere Ring des Anschlußelements 14 befindet sich auf Höhe der Lagerung 20 und trägt eine oder - wie bei der dargestellten Ausführungsform - mehrere Laufbahnen 34, 35, 36 für daran entlang rollende Wälzkörper 37, 38, 39 und wird daher im Folgenden als Laufbahnring 40 bezeichnet.

Anlaufring 33 und Laufbahnring 40 liegen entlang der Unterteilungsebene 31 flächig aneinander an. Um die beiden Ringe 33, 40 leicht gegeneinander zentrieren zu können, ist an einem von beiden - hier an dem Anlaufring 33 - eine rundum laufende, bundartige Erhöhung 41 vorgesehen, die mit einem Pendant in Form einer querschnittlich etwa gleichen, rundum laufenden, nut- oder kehlenartigen Vertiefung 42 an dem jeweils anderen Ring - hier an dem Laufbahnring 40 - zusammenwirkt, indem sie darin eingreift und dabei für eine konzentrische Ausrichtung beider Ringe 33, 40 sorgt.

20

Die Vereinigung der beiden Ringe 33, 40 des betreffenden Anschlußelements 14 erfolgt mittels Schrauben, welche jeweils zwei miteinander fluchtende, zu der Drehachse der Drehverbindung 1 etwa parallele Bohrungen 43, 44 in beiden Ringen 33, 40 durchgreift. Vorzugsweise ist dabei eine Bohrung 43 in dem Anlaufring 33 als Durchgangsbohrung ausgebildet, während eine damit fluchtende Bohrung 44 in dem Laufbahnring 40 vorzugsweise als mit Innengewinde versehene Sacklochbohrung ausgebildet ist. Ggf. könnte dies natürlich auch genau umgekehrt sein. Sofern die von Durchgangsbohrungen 43 durchsetzte, freie Stirnseite 17 des betreffenden Rings 33, 40 gleichzeitig als Anschlußfläche zum Anschluß eines Anlagen- oder Maschinenteils oder Fundaments od. dgl. dient, können die Bohrungen 43, 44 gleichzeitig auch zur

30

Verbindung des betreffenden Anschlußelements 14 mit dem betreffenden Anlagen- oder Maschinenteil oder Fundament dienen.

5 Damit entlang der Unterteilungsebene 31 keine Feuchtigkeit in die Drehverbindung 1 oder gar in das Gezeitenkraftwerk 2 eindringen kann, sind die jene Unterteilungsebene 31 durchsetzenden Bohrungen 43, 44 abgedichtet. Hierzu dienen Dichtungsringe 45, welche zwischen den beiden, entlang der Unterteilungsebene 31 zusammen treffenden Stirnflächen verlaufen und bevorzugt in je eine nutzförmige Vertiefung 46 in einer dieser
10 Stirnseiten eingelegt sind. Bevorzugt ist jedes Paar miteinander fluchtender Bohrungen 43, 44 von einer derartigen, ringförmigen Dichtung 45 umgeben. Es wäre allerdings auch möglich, stattdessen nur zwei Dichtungsringe zu verwenden, welche an einem dem betreffenden Kranz von Bohrungen einbeschriebenen Kreis einerseits sowie an einem dem betreffenden Kranz
15 von Bohrungen umbeschriebenen Kreis andererseits entlang laufen.

Die Anordnung gemäß Fig. 2 ist absichtlich derart getroffen, dass sich der Anlauffring 33 radial innerhalb der Dichtungsringe 22 befindet, denn daraus folgen weitere Vorteile:

20

Wie Fig. 2 erkennen läßt, haben die Dichtungsringe 22 jeweils einen etwa U-förmigen oder V-förmigen Querschnitt, mit zwei Schenkeln 24, 47, die entlang eines Stegs 48 miteinander verbunden sind, während die Schenkel 24, 47 in dem Querschnittsbereich jenseits des Stegs 48 durch einen Schlitz 49
25 voneinander getrennt sind. Im Querschnitt weist dieser Schlitz eine Längsrichtung auf, welche zu der Drehachse der Drehlagerung 1 parallel verläuft.

30 Während der der Anlauffläche 30 abgewandte Schenkel 24 der Festlegung des betreffenden Dichtungsringes 22 in der Auskehlung 26 des äußeren Anschlußelements 13 dient, trägt der andere Schenkel an seiner der Anlauffläche 30 zugewandten Außenseite die eigentliche Dichtlippe 23, die

sich etwa auf halber Höhe des betreffenden Dichtungsrings 22 befindet. Die Dichtlippe 23 kann auch als Dichtungsfläche ausgebildet sein, die mit der Anlaufläche 30 anstelle eines linienhaften Berührungsbereichs einen etwa flächenhaften Berührungsbereich ausbildet.

5

An der dem Schlitz 49 zugewandten Innenfläche 50 des die Dichtlippe 23 aufweisenden Schenkels 47 ist eine etwa rillenförmige, umlaufende Vertiefung vorgesehen zur Aufnahme eines rundum laufenden Spanndrahtes 51. Wenn dieser gespannt wird, so wird dadurch der die Dichtlippe 23 aufweisende
10 Schenkel 47 des Dichtungsrings 22 radial nach innen gezogen in Richtung zu der Anlaufläche 30. Damit lassen sich sehr hohe Anpreßdrücke zwischen Dichtlippe 23 oder Dichtungsfläche einerseits und Anlaufläche 30 andererseits erzeugen.

15 Wie man aus der Zeichnung weiter entnehmen kann, liegen die einzelnen Dichtungsringe 22 nicht direkt aneinander bzw. an dem Klemmring 27 an, sondern dazwischen befindet sich jeweils noch ein Abstandsring 52. Da die Dichtungsringe 22 selbst hinreichend elastisch ausgebildet sind, können die Abstandsringe 52 aus einem härteren bzw. inelastischeren Material bestehen,
20 bspw. aus Metall, Keramik oder Kunststoff. Da diese Abstandsringe 52 wie auch die Dichtungsringe 22 unverdrehbar an dem die Auskehlung 26 aufweisenden Anschlußelement 13 festgelegt sind, werden sie bevorzugt auch an jenem zentriert. Zu diesem Zweck entspricht ihr Außendurchmesser möglichst exakt dem Innendurchmesser der Auskehlung 26, während ihr
25 Innendurchmesser bevorzugt etwas größer ist als der Außendurchmesser der Anlaufläche 30, so dass dazwischen keine Reibung erzeugt wird.

Die Abstandsringe 52 haben einen rechteckigen Querschnitt mit liegender Längsachse und haben also eine etwa scheibenförmige Geometrie. Deshalb
30 und wegen ihrer höheren Festigkeit sind sie in der Lage, die Anpreßdrücke zwischen benachbarten Dichtungsringen 22 über die betreffende Berührungsfläche etwa gleichmäßig zu verteilen. Indem sie darüber hinaus

den Abstand zwischen den einzelnen Dichtungsringen 22 erhöhen, schaffen sie im Bereich der Anlauffläche 30 jeweils Kammern 53 zwischen den Dichtlippen 23 oder -bereichen benachbarter Dichtungsringe 22, die bevorzugt mit Schmiermittel befüllt werden, um einen Gegendruck zu dem umgebenden Wasserdruck aufzubauen und dadurch die Gefahr des Eindringens von Wasser weiter zu reduzieren. Als Schmiermittel wird Schmierfett empfohlen, weil sich Schmierfett aufgrund seiner anderen Konsistenz grundsätzlich nicht mit Wasser vermischen kann; allerdings wäre auch Schmieröl denkbar.

Um jede Kammer 53 getrennt mit Schmiermittel versorgen zu können, weist jeder Abstandsring 52 wenigstens einen etwa radial verlaufende Schmierkanal 54 auf. Am Außenumfang des Abstandsringes 52 münden alle Schmierkanäle 54 in einen rundum laufenden Kanal 55. Dieser befindet sich etwa auf Höhe wenigstens je eines Schmierkanals 56 in dem die Auskehlung 26 aufweisenden Anschlußelement 13 und erstrecken sich von der gewölbten Innenseite eben dieser Auskehlung 26 radial bis zu der gegenüber liegenden Mantelfläche 57 des betreffenden Anschlußelements 13. Im Bereich der dortigen Mündungen ist jeweils ein Anschluß 58 für einen Schmiernippel od. dgl. vorgesehen.

Ein weiterer, derartiger Schmierkanal 59 führt direkt bis zum Spalt 15. Zwischen dem dadurch mit Schmiermittel versorgten Bereich des Spalts 15 und der Dichtung 21 kann sich wenigstens eine weitere, innere Dichtung 60 befinden.

Von dieser (-en) Dichtung(en) 21, 60 vor Feuchtigkeit geschützt befindet sich im oberen Bereich der Drehverbindung 1 die eigentliche Lagerung 20. Diese ist im vorliegenden Beispiel als dreireihige Rollenlagerung ausgebildet mit rollenförmigen Wälzkörpern 37, 38, 39.

Deren Laufbahnen 34, 35, 36 des Laufbahnringes 40 befinden sich allesamt an einem in Richtung des Spaltes 15 vorspringenden Bund 61 desselben, der

obgleich seines rechteckigen Querschnitts von Fachleuten üblicherweise als Nase bezeichnet wird und daher dem solchermaßen ausgestalteten Laufbahnring 40 auch den Beinamen Nasenring eingebracht hat. An der Ober- und Unterseite des Bundes 61 bildet je eine Laufbahn 34, 35, die dritte
5 Laufbahn 36 befindet sich an dem Außenumfang des Bundes 61.

Da sich der Bund 61 des Laufbahnringes 40 in den Spalt 15 hinein erstreckt, muß das gegenüber liegende - hier das äußere - Anschlußelement 13 entsprechend zurückweichen, um Platz für Bund 61 und Wälzkörper 37, 38, 39
10 zu schaffen. Da der Bund 61 im fertiggestellten Zustand von dem betreffenden Anschlußelement 13 von beiden Axialrichtungen - also von oben und von unten - umgriffen wird, ist es zur Erleichterung des Zusammenbaus erforderlich, dass das den Bund 61 umgreifende Anschlußelement 13 entlang einer von der Drehachse der Drehlagerung 1 etwa lotrecht durchdrungenen
15 Fläche oder Ebene 62 unterteilt ist.

Demnach besteht bei dieser Ausführungsform auch das die Auskehlung 26 aufweisende Anschlußelement 13 unterteilt in zwei Ringe. Da in diesem Fall jedoch jeder dieser beiden Ringe wenigstens eine Laufbahn 63, 64, 65
20 aufweist, sollen diese beiden im Folgenden als oberer Laufbahnring 66 und als unterer Laufbahnring 67 bezeichnet werden.

Diese beiden Laufbahnringe 66, 67 liegen entlang der Unterteilungsebene 62 flächig aneinander an. Um die beiden Ringe 66, 67 leicht gegeneinander
25 zentrieren zu können, ist an einem von beiden - hier an dem unteren Laufbahnring 67 - eine rundum laufende, bundartige Erhöhung 68 vorgesehen. Diese bildet zusammen mit der der Unterteilungsebene 62 zugewandten Stirnseite des unteren Laufbahnringes 67 eine Kehle, die mit einer rundum laufenden Kante an dem jeweils anderen Ring - hier an dem oberen
30 Laufbahnring 66 - zusammenwirkt, indem sie diese aufnimmt und dabei für eine konzentrische Ausrichtung beider Ringe 66, 67 sorgt.

Die Vereinigung der beiden Ringe 66, 67 des betreffenden Anschlußelements 13 erfolgt mittels Schrauben, welche jeweils zwei miteinander fluchtende, zu der Drehachse der Drehverbindung 1 etwa parallele Bohrungen 69, 70 in beiden Ringen 66, 67 durchgreift. Vorzugsweise sind diese Bohrungen 69, 70 als Durchgangsbohrung ausgebildet, jedoch könnten die Bohrungen 69, 70 in einem Laufbahnring 66, 67 auch als mit Innengewinde versehene Sacklochbohrungen ausgebildet sein. Bevorzugt dienen die durch die Bohrungen 66, 67 hindurch gesteckten Schrauben gleichzeitig auch zur Verbindung des betreffenden Anschlußelements 13 mit dem betreffenden Anlagen- oder Maschinenteil oder Fundament dienen.

Damit entlang der Unterteilungsebene 62 keine Feuchtigkeit in die Drehverbindung 1 oder gar in das Gezeitenkraftwerk 2 eindringen kann, sind die jene Unterteilungsebene 62 durchsetzenden Bohrungen 69, 70 abgedichtet. Hierzu dienen Dichtungsringe 71, welche zwischen den beiden, entlang der Unterteilungsebene 62 zusammen treffenden Stirnflächen verlaufen und bevorzugt in je eine nutförmige Vertiefung 72 in einer dieser Stirnseiten eingelegt sind. Bevorzugt ist jedes Paar miteinander fluchtender Bohrungen 66, 67 von einem derartigen Dichtungsring 71 umgeben. Es wäre allerdings auch möglich, stattdessen nur zwei Dichtungsringe zu verwenden, welche an einem dem betreffenden Kranz von Bohrungen 69, 70 einbeschriebenen Kreis einerseits sowie an einem dem betreffenden Kranz von Bohrungen umbeschriebenen Kreis andererseits entlang laufen.

Auch die Mündungen der Bohrungen 69 in dem oberen Laufbahnring 66 sind von ringförmig verlaufenden, nutförmigen Vertiefungen 73 umgeben, worin Dichtungsringe einlegbar sind. Zu ähnlichen Zwecken können die Befestigungsbohrungen 43 in der Anschlußfläche 17 des zweiten Anschlußelements 14 von ringförmig verlaufenden, nutförmigen Vertiefungen 74 umgeben sein, worin Dichtungsringe einlegbar sind.

Zur Abdichtung gegenüber dem Innenraum der Nabe 11 dient schließlich eine weitere Dichtung 75 im Mündungsbereich des Spaltes 15 jenseits des Lagerbereichs 20.

Bezugszeichenliste

1	Drehverbindung	26	Auskehlung
2	Gezeitenkraftwerk	27	Klemmring
3	Meer	28	Teil
4	Meeresgrund	29	Schraubverbindung
5	Turm	30	Anlauffläche
6	Tragvorrichtung	31	Unterteilungsebene
7	Wasserspiegel	32	Begrenzungsfläche
8	horizontale Strebe	33	Anlaufring
9	Gondel	34	Laufbahn
10	Repeller	35	Laufbahn
11	Nabe	36	Laufbahn
12	Flügel	37	Wälzkörper
13	Anschlußelement	38	Wälzkörper
14	Anschlußelement	39	Wälzkörper
15	Spalt	40	Laufbahnring
16	Stirnseite	41	Erhöhung
17	Stirnseite	42	Vertiefung
18	Stirnseite	43	Bohrung
19	Stirnseite	44	Bohrung
20	Lagerung	45	Dichtungsring
21	Dichtung	46	Vertiefung
22	Dichtungsring	47	Schenkel
23	Dichtlippe	48	Steg
24	Bereich	49	Schlitz
25	Umfang	50	Innenfläche

- 51 Spanndraht
- 52 Abstandsring
- 53 Kammer
- 54 Schmierkanal
- 55 Kanal
- 56 Schmierkanal
- 57 Mantelfläche
- 58 Anschluß
- 59 Schmierkanal
- 60 Dichtung
- 61 Bund
- 62 Unterteilungsebene
- 63 Laufbahn
- 64 Laufbahn
- 65 Laufbahn
- 66 Laufbahnring
- 67 Laufbahnring
- 68 Bund
- 69 Bohrung
- 70 Bohrung
- 71 Dichtungsring
- 72 Vertiefung
- 73 Vertiefung
- 74 Vertiefung
- 75 Dichtung

Patentansprüche

1. Drehverbindung (1) für Unterwasserbetrieb mit einem ersten ringförmigen Anschlußelement (13) und mit einem zweiten, ebenfalls ringförmigen Anschlußelement (14), welches konzentrisch zu dem ersten Anschlußelement (13) angeordnet und diesem gegenüber verdrehbar ist, ferner mit einem zwischen den beiden Anschlußelementen (13,14) angeordneten Ringspalt (15) sowie mit wenigstens einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn (34,35,36;63,64,65) an dem ersten und an dem zweiten Anschlußelement (13,14) abrollenden Wälzkörpern (37,38,39), wobei zur Abdichtung des Ringspalts (15) eine Dichtungseinrichtung (21) vorgesehen ist mit wenigstens einem Dichtungsring (22), der an dem ersten Anschlußelement (13) festgelegt ist und eine rundumlaufende Dichtlippe (23) oder -fläche aufweist, die an einer Anlauffläche (30) entlang läuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Anschlußelement (14) unterteilt ist in wenigstens einen Laufbahnring (40) mit wenigstens einer Laufbahn (34,35,36) und in einen Anlaufring (33) mit einer Anlauffläche (30) für wenigstens einen Dichtungsring (22), wobei der Anlaufring (33) lösbar mit wenigstens einem Laufbahnring (40) verbunden ist.
2. Anlage (2) zur Energiegewinnung aus Wasserkraft, umfassend wenigstens eine Drehverbindung (1) für Unterwasserbetrieb mit einem ersten rotationssymmetrischen Anschlußelement (13) und mit einem zweiten, ebenfalls rotationssymmetrischen Anschlußelement (14), welches konzentrisch zu dem ersten Anschlußelement (13) angeordnet und diesem gegenüber verdrehbar ist, ferner mit einem zwischen den beiden Anschlußelementen (13,14) angeordneten Ringspalt (15) sowie mit wenigstens einer Reihe von entlang von je einer Laufbahn (34,35,36;63,64,65) an dem ersten und an dem zweiten

- 5 Anschlußelement (13,14) abrollenden Wälzkörpern (37,38,39), wobei zur Abdichtung des Ringspalts (15) eine Dichtungseinrichtung (21) vorgesehen ist mit wenigstens einem Dichtungsring (22), der an dem ersten Anschlußelement (13) festgelegt ist und eine rundumlaufende Dichtlippe (23) oder -fläche aufweist, die an einer Anlauffläche (30) entlang läuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Anschlußelement (14) unterteilt ist in wenigstens einen Laufbahnring (40) mit wenigstens einer Laufbahn (34,35,36) und in einen Anlaufring (33) mit einer Anlauffläche (30) für wenigstens einen Dichtungsring (22),
10 wobei der Anlaufring (33) lösbar mit wenigstens einem Laufbahnring (40) verbunden ist.
3. Drehverbindung nach Anspruch 1 oder Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anlaufring (33) aus einem Material mit dem selben Standardpotential bzw. Redoxpotential E° besteht wie der Laufbahnring (40), insbesondere aus dem selben Material wie letzterer.
- 15 4. Drehverbindung nach Anspruch 1 oder Anlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anlaufring (33) aus einem Material besteht, welches ein anderes Standardpotential bzw. Redoxpotential E° aufweist als der Laufbahnring (40), bspw. aus einem edleren Material als der Laufbahnring (40), oder aus einem nichtrostenden, bspw. eine spontane Passivierungsschicht ausbildenden Material, insbesondere
20 aus rostfreiem Edelstahl.
5. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anlaufring (33) einen an dem Laufbahnring (40) flächig anliegenden Oberflächenbereich, insbesondere eine ebene Stirnseite, aufweist.
30

6. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Anlaufring (33) oder an dem Laufbahnring (40) ein rundum laufender Zentrierungsbund (41) vorgesehen ist, der in eine dazu querschnittlich komplementäre, rundum laufende Vertiefung (42) des jeweils anderen Rings (40,33) eingreift.
7. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlaufring (33) an einem Laufbahnring (40) angeflanscht ist.
8. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlaufring (33) mehrere, kranzförmig über seinen Umfang verteilte Durchgangsbohrungen (43) aufweist zum Hindurchstecken von Befestigungsschrauben.
9. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Laufbahnring (40) mehrere, kranzförmig über seinen Umfang verteilte Bohrungen, insbesondere Sacklochbohrungen (44) mit Innengewinde, aufweist zum Hineinstecken oder -schrauben von Befestigungsschrauben.
10. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Anlaufring (33) und wenigstens einem Laufbahnring (40) eine oder mehrere Dichtungen vorgesehen sind, insbesondere Dichtringe (45).
11. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Dichtring (45) wenigstens eine Befestigungsbohrung (43,44) umgibt.

12. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlauffläche (30) des Anlaufrings (33) gehärtet ist, vorzugsweise oberflächengehärtet.
- 5 13. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlauffläche (30) an einem konkav oder konvex gewölbten, insbesondere zylindermantelförmigen Oberflächenbereich des Anlaufrings (33) angeordnet ist.
- 10 14. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anlaufring (33) und der Laufbahnring (40) in axialer Richtung hintereinander angeordnet sind.
- 15 15. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Anschlußelement (13) den Anlaufring (33) und wenigstens einen Laufbahnring (40) in axialer Richtung im Wesentlichen überdeckt.
- 20 16. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Anschlußelement (13) den Anlaufring (33) und wenigstens einen Laufbahnring (40) außen umgibt.
- 25 17. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Dichtungsring (22) in einer Auskehlung (26) des ersten Anschlußelements (13) aufgenommen ist.
- 30 18. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Dichtungsring (22) in axialer

Richtung durch einen Klemmring (27) in der Auskehlung (26) des ersten Anschlußelements (13) in axialer Richtung festgeklemmt ist.

- 5 19. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Klemmring (27) an einer Stirnseite (16) des ersten Anschlußelements (13) festgeschraubt ist, insbesondere an der die Auskehlung (26) aufweisenden Stirnseite (16) des ersten Anschlußelements (13).
- 10 20. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Klemmring (27) die Auskehlung (26) des ersten Anschlußelements (13) in radialer Richtung überdeckt.
- 15 21. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt wenigstens eines Dichtungsrings (22) zwei Schenkel (24,47) aufweist, welche an einem Ende direkt oder über einen Steg (48) miteinander verbunden sind.
- 20 22. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Querschnitts-Schenkel (24) wenigstens eines Dichtungsrings (22) eine etwa rechteckige Gestalt aufweist und dessen Verankerung an dem ersten Anschlußelement (13), insbesondere in dessen Auskehlung (26), dient.
- 25 23. Drehverbindung oder Anlage nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Querschnitts-Schenkel (47) wenigstens eines Dichtungsrings (22) an seiner dem ersten Querschnitts-Schenkel (24) abgewandten Seite eine Dichtlippe (23) oder
- 30 -fläche aufweist, vorzugsweise an oder in der Nähe seines freien Endes.

24. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass in dem schlitzförmigen Bereich (49) zwischen den beiden Querschnitts-Schenkeln (24,47) ein rundum laufender Spanndraht (51) angeordnet ist, der die Rückseite des die Dichtlippe (23) oder -fläche aufweisenden Querschnitts-Schenkels (47) umgreift und dessen Dichtlippe (23) oder -fläche fest gegen die Anlauffläche (30) des Anlauftrings (33) preßt.
25. Drehverbindung oder Anlage nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Dichtungsring (22) derart angeordnet ist, dass der Schlitz (49) bzw. die Einkerbung zwischen den beiden Querschnitts-Schenkeln (24,47) zu der äußeren Seite bzw. dem Wasser (3) hin offen ist.
26. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Dichtungsringe (22) vorgesehen sind, wobei zwei benachbarte Dichtungsringe (22) durch je ein vorzugsweise ringförmiges, insbesondere scheibenförmiges Abstandselement (52) voneinander getrennt sind.
27. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstandselement (52) aus einem steifen Material besteht, vorzugsweise aus Metall, Keramik oder Kunststoff.
28. Drehverbindung oder Anlage nach einem der Ansprüche 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstandselement (52) wenigstens einen, etwa in radialer Richtung verlaufenden Kanal (54) aufweist, bspw. wenigstens eine Radialbohrung.
29. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstandselement (52) an seinem dem ersten

Anschlußelement (13) zugekehrten Umfang einen rundum laufenden Kanal, insbesondere eine rundum laufende Nut, aufweist.

- 5 30. Drehverbindung oder Anlage nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Anschlußelement (13) auf Höhe eines oder mehrerer Abstandselemente (52) je einen Schmierkanal (54) aufweist.
- 10 31. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Fett als Schmiermittel.
- 15 32. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Reihen von Wälzkörpern (37,38,39) vorgesehen sind.
- 20 33. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Reihe von rollenförmigen, tonnenförmigen oder nadelförmigen Wälzkörpern (37,38,39) vorgesehen ist.
- 25 34. Drehverbindung oder Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Anschlußelement (13,14) als sog. Nasenring (40) ausgebildet ist mit einem dem Ringspalt (15) zugekehrten Bund (61), an welchem eine oder mehrere Laufbahnen (34,35,36) für daran entlang rollende Wälzkörper (37,38,39) angeordnet sind.
- 30 35. Drehverbindung oder Anlage nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass das dem Nasenring (40) gegenüber liegende Anschlußelement (13) unterteilt ist in wenigstens zwei Laufbahnringe (66,67), welche gemeinsam den rundum laufenden Bund (61) des Nasenrings (40) umgreifen.

Fig.1

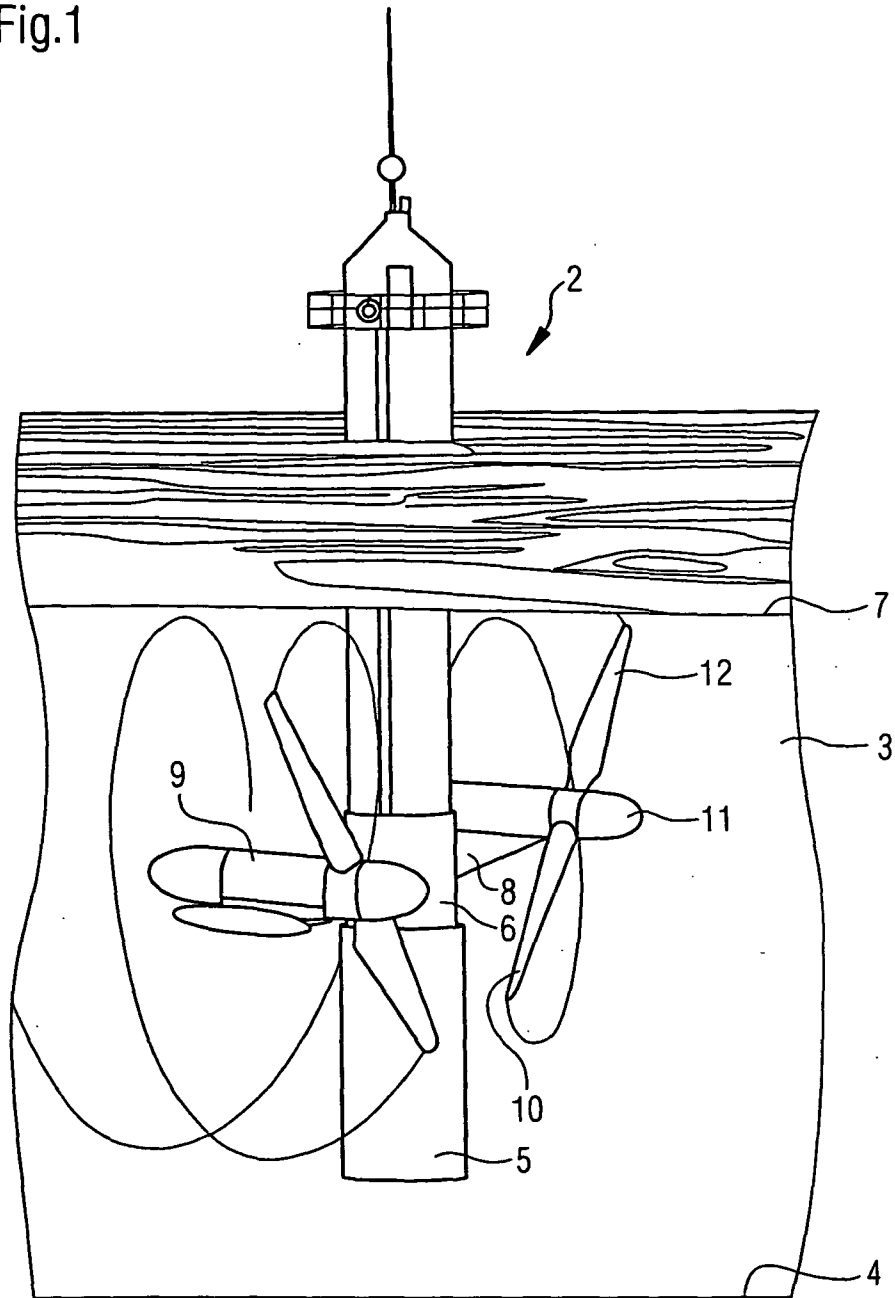


Fig.2

