

(19)



(11)

EP 2 272 750 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.01.2011 Patentblatt 2011/02

(51) Int Cl.:
B63H 23/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10007047.3**

(22) Anmeldetag: **08.07.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder:
• **Müller, Markus**
89522 Heidenheim (DE)
• **Deeg, Markus**
89522 Heidenheim (DE)

(30) Priorität: **10.07.2009 DE 102009032787**

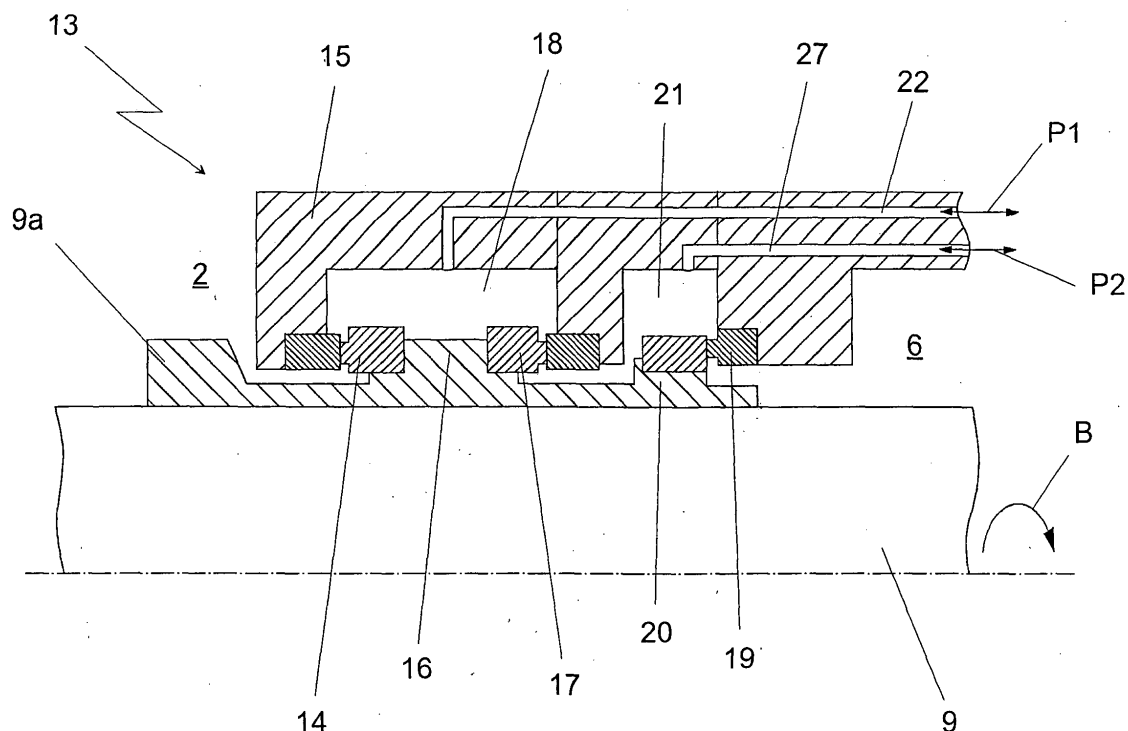
(74) Vertreter: **Dr. Weitzel & Partner**
Patentanwälte
Friedenstrasse 10
89522 Heidenheim (DE)

(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)

(54) Vorrichtung zum Abdichten einer rotierenden Welle

(57) Eine Vorrichtung dient zum Abdichten einer rotierenden Welle für den Einsatz unter Wasser. Sie weist Gleitringdichtungen auf, welche einen Arbeitsbereich gegenüber dem Wasser abdichten. Erfindungsgemäß sind die Gleitringdichtungen in Form von drei Gleitringen ausgebildet, wobei zwischen den drei Gleitringen zwei Be-

reiche angeordnet sind. Einer der Bereiche ist ein dem Wasser benachbarter mit einem ersten Medium gefüllter Dichtbereich und der andere der Bereiche ist ein dem Arbeitsbereich benachbarter Leckagebereich. In dem Dichtbereich wird das erste Medium auf einem Druckniveau gehalten, welches höher als der Druck des benachbarten Wasser ist.

**Fig. 3****EP 2 272 750 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abdichten einer rotierenden Welle für den Einsatz unter Wasser nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

[0002] Vorrichtungen zur Abdichtung von rotierenden Wellen für den Einsatz unter Wasser, beispielsweise für Schiffspropeller oder dergleichen, sind aus dem allgemeinen Stand der Technik an sich bekannt. Prinzipiell gibt es zwei verschiedene Wege, derartige Abdichtungen zu realisieren.

[0003] Die eine Variante besteht darin, Gleitringdichtungen einzusetzen, welche vergleichsweise einfach ausgebildet werden können. Außerdem sind Gleitringdichtungen hinsichtlich der im Bereich der abgedichteten Welle entstehenden Reibung anderen Dichtungskonzepten aufgrund der geringeren Reibung überlegen. Allerdings weisen Gleitringdichtungen den Nachteil auf, dass diese hinsichtlich der Dichtheit häufig etwas problematisch sind, und dadurch gegebenenfalls Schmutzpartikel entlang der gedichteten rotierenden Welle in den abzudichtenden Bereich eindringen können. Dies ist insbesondere beim Einsatz in mit Sedimenten belastetem Wasser problematisch. Außerdem kann ein in dem abgedichteten Bereich befindliches Medium, beispielsweise ein Getriebeöl, aufgrund eventueller Undichtheit der Gleitringdichtungen in das Wasser eingetragen werden, was zu einer Belastung der Umwelt führt.

[0004] Eine Alternative zum Einsatz der Gleitringdichtungen bilden Lippendichtungen, welche aufgrund ihrer Konstruktion im Allgemeinen eine höhere Dichtheit der Abdichtung erlauben. Diese Lippendichtungen haben dabei den Nachteil, dass sie eine geringe Druckbelastbarkeit und eine vergleichsweise hohe Komplexität ihres Systems aufweisen und damit entsprechend teuer und aufwendig in der Herstellung sind. Außerdem sind die einzelnen Lippenbereiche vergleichsweise empfindlich, so dass es bei der Montage oder gegebenenfalls eindringenden Sediment sehr schnell zu einer Beschädigung der Dichtlippen oder einzelner Bereiche der Dichtlippen kommen kann. Damit ist dann auch beim Einsatz von Lippendichtungen die sichere und zuverlässige Abdichtung der rotierenden Welle nicht mehr gewährleistet, mit den oben genannten Nachteilen.

[0005] Beim Einsatz von Lippendichtungen ist es ferner bekannt, zwischen zwei Dichtungseinheiten, welche entlang der rotierenden Welle nacheinander angeordnet werden, einen Dichtraum auszubilden, welcher auf der einen Seite dem Wasser und auf der anderen Seite dem Arbeitsbereich benachbart ist. Durch einen entsprechenden Überdruck in dem Dichtraum kann dann erreicht werden, dass das Eindringen von Sedimenten verhindert wird. Dieser Aufbau hat dabei den Nachteil, dass ein Dichtraum, welcher mit einem unter Überdruck stehenden Medium gefüllt ist, im Falle der Undichtheit dieses Medium in das Wasser einerseits und in das Öl andererseits abgeben wird. Wird nun ein mit dem Öl im Arbeits-

bereich verträgliches Medium eingesetzt, so kann dieses die Umgebung des Wassers entsprechend schädigen. Wird ein mit dem Wasser kompatibles Medium eingesetzt, so kann es beim Eindringen in den Arbeitsbereich zu einer Schädigung führen, da es sich mit dem dort üblicherweise befindlichen Öl vermischt und dessen gewünschte Schmiereigenschaften nachteilig beeinflusst.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Abdichten einer rotierenden Welle für den Einsatz unter Wasser zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile vermeidet, und bei einfachem und kostengünstigem Aufbau mit minimaler Reibung eine Abdichtung gewährleistet, welche im Falle einer eventuellen Undichtheit sowohl für den Betrieb als auch für die Umwelt sicher ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen. Außerdem ergibt sich aus Anspruch 14 eine besonders vorteilhafte Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Günstige Weiterbildungen hiervon sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0008] Der erfindungsgemäße Aufbau, bei dem die Gleitringdichtungen in Form von drei Gleitringpaaren ausgebildet sind, wobei zwischen den drei Gleitringpaaren zwei Bereiche entstehen, welche den Arbeitsbereich gegenüber dem Wasser abdichten, ist besonders effizient, da er anstelle der komplexen und aufwendigen Lippendichtungen mit den einfacheren Gleitringdichtungen auskommt, welche darüber hinaus eine geringere Reibung zwischen den abzudichtenden Bauteilen aufweisen. Damit lässt sich eine einfache, zuverlässige und effiziente Dichtung realisieren. Dabei ist ein erster, dem Wasser benachbarter Dichtbereich mit einem ersten Medium gefüllt, welches einen höheren Druck als das benachbarte Wasser aufweist. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Wasser und keine mit dem Wasser transportierten Sedimente in den Bereich der Dichtung eindringen. Eventuelle Leckagen würden kompensiert, in dem das erste Medium durch eine solche Leckage in den Bereich des Wassers strömt. Damit kann kein Wasser eindringen.

[0009] Durch ein vom sauberen ersten Medium in dem Dichtbereich zum gegebenenfalls mit Sediment verschmutztem Wasser beziehungsweise Seewasser verlaufenden Druckgefälle, welches insbesondere aktiv überwacht und aufrecht erhalten wird, kann ein Eindringen des Seewassers sicher vermieden werden. Zwischen dem Dichtbereich und dem Arbeitsbereich, welcher typischerweise einen Elektromotor aufweist oder als Motor- oder Getriebebereich ausgebildet ist, und mit einem Schmierstoff, beispielsweise einem Öl gefüllt sein kann, liegt ein weiterer Bereich, welcher als Leckagebereich bezeichnet ist. Eventuelle Undichtheiten sowohl des Arbeitsbereichs als auch des Dichtbereichs würden nun allenfalls einen Austrag des Getriebeöls und/oder des ersten Mediums in diesen Leckagebereich verursa-

chen. Damit kann sichergestellt werden, dass ein Eindringen des ersten Mediums in den Arbeitsbereich einerseits und ein Eindringen des im Arbeitsbereich häufig anzutreffenden Öls in den Bereich des ersten Mediums und von dort gegebenenfalls in den Bereich des Wassers sicher verhindert werden kann.

[0010] Der Aufbau ist konstruktiv einfach und lässt sich aufgrund der vergleichsweise einfachen und effizienten Gleitringdichtung entsprechend kostengünstig realisieren. Durch die geeignete Wahl des ersten Mediums, beispielsweise ein Wasser-Glykolgemisch oder ein wasser-
verträgliches Bioöl, kann erreicht werden, dass im Fall einer eventuellen Undichtheit auftretende Kontaminationen des Wassers mit nicht abbaubaren, das Wasser stark belastenden Stoffen, wie beispielsweise mineralischen Ölen, sicher und zuverlässig verhindert wird.

[0011] In einer besonders günstigen und vorteilhaften Weiterbildung ist dabei zumindest das Druckniveau im Dichtbereich erfasst und aktiv in einen vorgegebenen Größenbereich geregelt. Damit kann das Druckniveau für den Dichtbereich, welches für die Funktionalität sehr wichtig ist, aktiv auf einem Niveau gehalten werden, welches immer sicher oberhalb des Druckniveaus des benachbarten Wassers und des Druckniveaus des benachbarten Leckagebereichs liegt.

[0012] Gemäß einer besonders günstigen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es ferner vorgesehen, dass der Leckagebereich ein Druckniveau aufweist, welches kleiner als das Druckniveau des benachbarten Arbeitsbereich und kleiner als das Druckniveau des benachbarten Dichtbereichs ist. Durch diese Ausgestaltung des Leckagebereichs auf einem niedrigen Druckniveau, so dass es über dem Querschnitt der einzelnen Bereiche im Leckagebereich eine Drucksenke gibt, wird das oben beschriebene in besonders günstiger und vorteilhafter Art weitergebildet. Durch diese Anordnung der einzelnen Drücke in den aufeinanderfolgenden Bereichen zwischen den drei Gleitringen wird im Falle einer Leckage das Eindringen des ersten Mediums und des Öls in den Leckagebereich erleichtert und so eine noch größere Sicherheit gegen eine Undichtheit zwischen dem Arbeitsbereich und dem Wasser erzielt.

[0013] Prinzipiell wäre es selbstverständlich denkbar, den Leckagebereich leer zu lassen, so dass dieser lediglich mit Luft gefüllt ist. Über einen entsprechenden Ablauf oder gegebenenfalls auch ein Abpumpen könnten eventuelle Leckagen, welche aus dem Dichtbereich und dem Arbeitsbereich in den Leckagebereich gelangen, aus diesem entfernt werden. Gemäß einer besonders günstigen und vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist es jedoch vorgesehen, dass der Leckagebereich mit einem zweiten Medium, insbesondere einem flüssigen Medium gefüllt ist. Durch diese Füllung des Leckagebereichs mit einem zweiten Medium, insbesondere einem Medium, welches mit dem Medium des Arbeitsbereichs mischbar ist, entsteht ein besonders günstiger Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung, da durch die Flüssigkeit im Leckagebereich eine Schmierung der dem

Leckagebereich benachbarten Bereiche der Gleitringe erzielt wird, so dass die Reibung der rotierenden Welle weiter verringert wird.

[0014] Aufgrund der aktiven Überwachung der Drücke zumindest in dem Dichtbereich, insbesondere jedoch auch im Leckagebereich, stehen die Werte der jeweiligen Drücke ohnehin als Zahlenwert zur Verfügung. Damit kann sehr einfach und ohne weiteren Aufwand ein Mittel zur Darstellung des Druckniveaus in dem Dichtbereich und/oder dem Leckagebereich realisiert werden. Diese besonders günstige und vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung erlaubt es, als Nebeneffekt der Überwachung und Regelung der Drücke in den Bereichen eine Art Warnfunktion zu installieren. Sobald die Drücke oder einer der Drücke einen vorgegebenen Grenzwert unter- oder überschreitet beziehungsweise sich mit einem über oder unter einem Grenzgradienten liegenden Gradient ändert, kann eine Warnung ausgegeben werden, beispielsweise dass die Vorrichtung zu kontrollieren ist, da diese gegebenenfalls eine Undichtheit aufweist. Außerdem ermöglicht die aktive Überwachung und Regelung der Drücke beispielsweise über eine Beaufschlagung mit einem unter Druck stehenden Medium, eine Änderung des Füllstands oder dergleichen, die Möglichkeit, dass der Dichtbereich durch eine Veränderung seiner Drücke an die jeweilige Wassertiefe, in welcher er eingesetzt wird, angepasst werden kann.

[0015] Gemäß einer besonders günstigen und vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist es außerdem vorgesehen, dass die Aufrechterhaltung des Druckniveaus in dem Dichtbereich und/oder des Druckniveaus in dem Leckagebereich über die direkte oder indirekte Beaufschlagung mit Druckluft erfolgt.

[0016] Die Bereiche beziehungsweise die in den Bereichen befindlichen Medien können gemäß dieser besonders günstigen und vorteilhaften Ausgestaltung so ausgebildet sein, dass diese direkt mit Druckluft beaufschlagt werden, um das vorgegebene Druckniveau zu halten. Alternativ oder ergänzend hierzu wäre es selbstverständlich auch denkbar, anstelle einer direkten Beaufschlagung, bei welcher die Druckluft sich gegebenenfalls mit dem Medium mischen könnte, die Beaufschlagung durch eine für die Druckluft und das Medium dichte Membran hindurch zu realisieren, so dass sichergestellt ist, dass die Druckluft sich nicht mit dem Medium mischen kann und somit das Druckniveau sicher und zuverlässig in dem unter normalen Bedingungen nicht kompressiblen flüssigen Medium aufrechterhalten werden kann.

[0017] In einer besonders günstigen und vorteilhaften Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es vorgesehen, dass diese für die Abdichtung einer Welle eines Propellers für den Antrieb einer im Wasser fortbewegten Baueinheit dient. Eine solche Baueinheit kann beispielsweise ein Schiff, ein Schwimmkran, ein Schwimmbagger oder auch eine Bohrinself oder dergleichen sein. Zum Vortrieb wird in an sich bekannter Art und Weise ein Propeller eingesetzt, dessen Welle durch die erfindungsgemäße Vorrichtung in idealer Weise si-

cher und zuverlässig abgedichtet werden kann. Durch den Aufbau mit den zwei zwischen den drei Gleitringen liegenden Bereichen ist dabei sichergestellt, dass ein zuverlässiger und dichter Aufbau realisiert wird, und dass selbst im Falle, dass eine Undichtheit auftritt, durch die Anordnung der einzelnen Bereiche eine Kontamination des Wassers beispielsweise mit einem im Arbeitsbereich befindlichen Öl sicher und zuverlässig verhindert werden kann. Ferner kann das Eindringen von Sedimenten, welche im Wasser gegebenenfalls mitgeführt werden, ebenso sicher und zuverlässig verhindert werden.

[0018] In einer besonders günstigen und vorteilhaften Weiterbildung dieser Verwendung ist der Propeller dabei als azimuthsteuerbarer Antrieb ausgebildet. Ein solcher Propeller wird typischerweise einen außerhalb des Rumpfs der Baueinheit liegenden Arbeitsbereich aufweisen, in welchem eine Getriebeeinheit angeordnet ist, welche eine von dem Rumpf kommende Bewegung beispielsweise in einer Achse senkrecht zur Wasseroberfläche in eine parallel zur Wasseroberfläche verlaufende Achse umsetzt. Eine solche Getriebeeinheit kann in dem dann mit Getriebeöl gefüllten Arbeitsbereich angeordnet sein und über die rotierende Welle die Drehbewegung auf einen Propeller übertragen. Dieser Propeller lässt sich dann in an sich bekannter Art und Weise um die senkrecht zur Wasseroberfläche stehende Achse bewegen, so dass dieser in beliebiger Richtung einen Vorschub erzeugen und damit die Baueinheit lenken oder ein Lenken der Baueinheit unterstützen kann. An Stelle eines solchen Propellers mit einer mechanischen Getriebeeinheit, welcher häufig auch als Ruderpropeller bezeichnet wird, wäre hier selbstverständlich auch die Anwendung eines elektrisch angetriebenen Propellers denkbar, bei dem der zum Antrieb benötigte Elektromotor im Bereich des Propellers und damit typischerweise im Bereich einer Gondel des Antriebs angeordnet ist. Ein solcher Aufbau wird auch als POD-Antrieb bezeichnet.

[0019] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Aufbaus zur Abdichtung einer rotierenden Welle für den Einsatz unter Wasser sowie einer geeigneten Verwendung hierfür ergeben sich außerdem aus den nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispielen, welche anhand der Figuren näher erläutert werden.

[0020] Dabei zeigen:

Figur 1 eine beispielhafte Darstellung einer im Wasser fortbewegten Baueinheit mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt der Gondel gemäß Figur 1;

Figur 3 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Abdichtung einer rotierenden Welle;

Figur 4 eine Druckregelung für die Vorrichtung gemäß Figur 3 in einer ersten Ausführungsform; und

Figur 5 eine Druckregelung für eine Vorrichtung gemäß Figur 3 in einer alternativen Ausführungsform.

[0021] In Figur 1 ist sehr stark schematisiert ein Schiff 1 als eine im Wasser fortbewegte Baueinheit zu erkennen. Wie bereits erwähnt, könnte der Aufbau alternativ hierzu in anderen unter Wasser eingesetzten Antrieben Verwendung finden, beispielsweise zum Antrieb von Schwimmkränen, Schwimmbaggern, Bohrseln oder anderen unter Wasser eingesetzten Baueinheiten mit rotierenden Wellen, welche gegenüber eindringendem Wasser und/oder in das Wasser eindringenden Medien abgedichtet werden müssen.

[0022] Das hier beispielhaft dargestellte Schiff 1 soll im Seewasser 2 betrieben werden, dessen Oberfläche 3 in Figur 1 entsprechend angedeutet ist. Das Schiff 1 selbst weist einen schematisch dargestellten an sich bekannten Propeller 4 auf, welcher in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel als Ruderpropeller ausgebildet sein soll. Dieser Ruderpropeller weist eine Gondel 5 unterhalb der Wasseroberfläche 3 auf, welche einen Arbeitsbereich 6 umschließt. Der Arbeitsbereich 6 ist in der vergrößerten Darstellung der Kanzel 5 in Figur 2 zu erkennen. In dem Arbeitsbereich 6 wird über Getriebeelemente 7 eine um eine Achse 8 senkrecht zur Wasseroberfläche eingetragene Drehbewegung in eine Drehbewegung einer rotierenden Welle 9 in etwa parallel zur Wasseroberfläche 3, für den Antrieb des Propellers 4, umgesetzt. Der Arbeitsbereich 6 ist mit einem Getriebeöl gefüllt, so dass die Getriebeelemente 7, welche hier rein beispielhaft und stark vereinfacht dargestellt sind, während des Betriebs geschmiert werden.

[0023] Der gesamte Aufbau des Ruderpropellers ist so ausgebildet, dass die Kanzel 5 entsprechend dem Pfeil A in Figur 1 um die Achse 8 beweglich ist, so dass der Propeller 4 in verschiedene Richtungen Vorschub erzeugen kann und so zum Lenken des Schiffes 1 alleine oder unterstützend zu einem hier nicht dargestellten Ruder eingesetzt werden kann. Der Aufbau der Kanzel 5 wird im Allgemeinen außerdem einen Aufbau aufweisen, welcher eine Schutzgitter oder eine Düse für den Propeller 4 umfasst. Auch dies ist bekannt und üblich. Auf eine Darstellung wurde jedoch verzichtet, da es für die vorliegende Erfindung nicht weiter relevant ist.

[0024] Der Antrieb der Achse 8 erfolgt in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel in an sich ebenfalls bekannter Art und Weise über ein Antriebsaggregat 10, beispielsweise einen Verbrennungsmotor, und gegebenenfalls ein weiteres Getriebe 11 in einem Arbeitsraum 12, welcher über der rotierenden Welle 9, im Allgemeinen im Inneren des Schiffes 1 angeordnet ist. Dieser bis hierher gezeigte Aufbau entspricht dabei dem aus dem Stand der Technik bekannten Aufbau. Um die rotierende Welle 9, welche den Propeller 4 im Betrieb in den durch den Pfeil B dargestellten Richtung antreibt, entsprechend abzudichten, so dass eine Abdichtung zwischen dem Wasser 2 und dem Arbeitsbereich 6 realisiert werden kann,

ist eine entsprechende Vorrichtung 13 zum Abdichten vorgesehen. Im Nachfolgenden soll auf diese Vorrichtung 13 nun im Detail eingegangen werden.

[0025] Alternativ zu dem hier beispielhaft beschriebenen Aufbau eines sogenannten Ruderpropellers, bei dem die Leistung mechanisch in den Bereich der Gondel 5 und damit zum Propeller 4 übertragen wird, wäre selbstverständlich auch ein sogenannter POD-Antrieb denkbar. Bei diesem Aufbau würde im Bereich der Gondel 5 zum Antrieb der Welle 9 dann unmittelbar ein Elektromotor angeordnet, sodass diese lediglich über eine elektrische Leistungsquelle im Inneren des Schiffs 1 und in die Gondel 5 führende elektrische Leitungen betrieben werden kann. Auch für einen solchen Antrieb gilt das in den nachfolgenden Figuren dargestellte, welches weiterhin am Beispiel eines Ruderpropellers beschrieben wird, analog.

[0026] In der Darstellung der Figur 3 ist nun der für die Abdichtung relevante Teil der Vorrichtung 13 nochmals detailliert dargestellt. Dabei ist eine Hälfte der rotierenden Welle 9 in einem Abschnitt zu erkennen. Auf der rechten Seite der rotierenden Welle 9 ist in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der Arbeitsbereich 6 angeordnet. Auf der linken Seite des hier dargestellten Abschnitts der rotierenden Welle 9 findet sich das Wasser beziehungsweise Seewasser 2, in welchem der in Figur 3 nicht nochmals dargestellte Propeller 4 entsprechend rotiert. Die Vorrichtung zur Abdichtung 13 umfasst nun benachbart zum Wasser einen ersten Gleitring beziehungsweise ein erstes Gleitringpaar 14, welcher ein mit der Kanzel 5 verbundenes Gehäuseelement 15 gegenüber der rotierenden Welle 9 beziehungsweise einem an ihr ausgebildeten rotationssymmetrischen Aufsatz 9a abdichtet. Der Gleitring 14 ist dazu mit seinem mit ihm korrespondierenden Gegenelement auf einem ersten Vorsprung 16 des Aufsatzes 9a angeordnet. Ein zweiter Gleitring beziehungsweise ein zweites Gleitringpaar 17 dichtet den ersten Vorsprung 16 auf seiner dem Wasser 2 abgewandten Seite ebenfalls gegenüber dem Gehäuse 15 ab, so dass sich zwischen den beiden Gleitringen 14 und 17 ein im Nachfolgenden als Dichtbereich 18 bezeichneter Bereich ausbildet. Ein dritter Gleitring beziehungsweise ein drittes Gleitringpaar 19 dichtet den Arbeitsbereich 6 gegenüber der rotierenden Welle 9 beziehungsweise einem zweiten Vorsprung 20 an dem Aufsatz 9a ab. Auch hier ist die Ausgestaltung der Gleitringe 17, 19 beziehungsweise des Gehäuses 15 so ausgebildet, dass sich zwischen den beiden Gleitringen 17, 19 und der rotierenden Welle 9 ein nachfolgend als Leckagebereich 21 bezeichneter Bereich ausbildet.

[0027] Der Aufbau der Vorrichtung 13 zum Abdichten der rotierenden Welle 9 nutzt also drei Gleitringe 14, 17, 19, welche zwischen sich und der rotierenden Welle 9 beziehungsweise dem sie umgebenden Gehäuse 15 den Dichtbereich 18 und unabhängig von diesen den Leckagebereich 21 ausbilden. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Lage der einzelnen Gleitringe 14, 17 und 19 dabei so gewählt, dass diese eine Dichtfläche

ausbilden, welche in einer Ebene senkrecht zur rotierenden Welle 9 angeordnet ist. Alternativ hierzu wäre es prinzipiell auch denkbar, die Gleitringe in einer in Umfangsrichtung zur Welle 9 ausgebildeten Fläche dichtend an diese anzulegen.

[0028] Der in Figur 3 dargestellte Aufbau ist nun so gewählt, dass in dem Dichtbereich 18 ein höherer Druck herrscht, als in dem die Vorrichtung 13 umgebenden Wasser und als in dem, dem Dichtbereich 18 ebenfalls benachbarten Leckagebereich 21. Dieser Druck wird über ein Leitungselement 22 und einen hier über das Bezugszeichen P1 sowie den hiermit bezeichneten Pfeil angedeuteten Druckregelung aufrechterhalten. Wie es in der nachfolgenden Figur 4 beispielhaft dargestellt ist, kann die Druckregelung P1 beispielsweise mittels eines im Arbeitsraum 12 angeordneten Vorratstanks 23 realisiert sein. Der Vorratstank 23 kann dafür beispielsweise mit einer ersten Druckluftquelle 24 verbunden werden. In dem ersten Leitungselement 22 und dem ersten Vorratstank 23 sowie in dem Dichtbereich 18 ist dabei ein Medium, insbesondere ein flüssiges Medium, eingebracht. Dieses flüssige Medium dient einerseits zur Benetzung und Schmierung der entsprechenden Bereiche der beiden Gleitringe 14, 17 und kann andererseits den Druck in dem Dichtbereich 18 aufrechterhalten. Der Druck kann aufgrund des unter normalen Bedingungen nicht kompressiblen flüssigen ersten Mediums beispielsweise im Bereich des ersten Vorratstanks 23 oder des ersten Leitungselements 22 erfasst werden, wofür hier ein Sensor 25 angedeutet ist. Der erfasste Druckwert kann in einer Elektronik 26 ausgewertet werden und wird gemäß dem gestrichelt dargestellten Pfeil zur Beeinflussung der Druckluftquelle 24 genutzt, um ein vorgegebenes Druckniveau in dem Vorratstank 23 und damit in dem ersten Medium in dem Vorratstank 23, dem Leitungselement 22 und dem Dichtbereich 18 aufrecht zu erhalten.

[0029] Prinzipiell wäre für den Leckagebereich 21 auch eine reine Anbindung an ein Steigrohr denkbar, so dass sich im Leckagebereich 21 der über der Wasseroberfläche herrschende Umgebungsdruck einstellt. Im dem in der Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch ein Aufbau gewählt, welcher über ein Leitungselement 27, einen Vorratstank 28, eine weitere Druckluftquelle 29 sowie einen Sensor 30 mit zugehöriger Elektronik 31 im Wesentlichen vergleichbar zu dem Aufbau für den Dichtbereich 18 ausgeführt ist. In der Darstellung der Figur 3 ist auch diese Druckregelung als Druckregelung P2 durch einen Pfeil symbolisch angedeutet. Anstelle der beiden in Figur 4 dargestellten Druckluftquellen 24, 29 wäre selbstverständlich auch eine Druckluftquelle denkbar, welche über geeignete Ventileinrichtungen oder dergleichen zwei verschiedene Drücke in dem ersten Vorratstank 23 und dem zweiten Vorratstank 28 bereitstellen kann.

[0030] Der Aufbau der Vorrichtung 13 zum Abdichten der rotierenden Welle 9 kann nun in verschiedenen Wassertiefen eingesetzt werden, je nachdem, ob ein Schiff, ein Kran, eine Bohrinne oder dergleichen über den Pro-

peller 4 angetrieben werden soll. Bei typischen Wassertiefen zwischen 8 m und 30 m unterhalb der Wasseroberfläche 3 wird im Wasser 2 ein Druck von ca. 0,8 bis 3 bar vorliegen. Das Druckniveau in dem Dichtbereich 18 wird nun entsprechend diesem vorgegebenen Druck des die Vorrichtung 13 umgebenden Wassers 2 angepasst. Das Druckniveau in dem Dichtbereich 18 ist dabei um 0,5 bis 3 bar, bevorzugt um 1,5 bar höher als der Druck im benachbarten Wasser 2. Geht man von dem eben genannten Beispiel eines Wasserdrucks von 0,8 bis 3 bar aus, so wird sich im Dichtbereich 18 ein Druckniveau in der Größenordnung von 2,3 bis 4,5 bar in der bevorzugten Ausführungsform einstellen. Dieses entsprechend der Wassertiefe des Propellers 4 vorgegebene Druckniveau wird dann über eine entsprechende Überwachung über den Sensor 25 sowie die Elektronik 26 und eine geeignete Regelung des Drucks über die Druckluftquelle 24 aufrechterhalten. In dem benachbarten Leckagebereich 21 herrscht nun ein niedrigeres Druckniveau als in dem Dichtbereich 18. Das Druckniveau im Leckagebereich 21 wird dabei um mindestens 0,5 bar, bevorzugt mindestens 1,5 bar unter dem Druck des benachbarten Dichtbereichs 18 liegen. Mit den zuvor genannten Zahlenbeispielen bedeutet dies, dass das Druckniveau in etwa zwischen 0,8 und 3 bar liegen wird. Bevorzugt ist dabei ein eher geringer Wert, so dass hier beispielhaft von einem Druckniveau von ca. 0,8 bar ausgegangen werden soll. Dieses Druckniveau wird im Aufbau gemäß Figur 4 analog dem Druckniveau im Dichtbereich 18 auch im Leckagebereich 21 über den Aufbau mit Drucksensor 30 und Elektronik 31 entsprechend überwacht und durch die geeignete Beeinflussung der Druckluftquelle 29 geregelt aufrechterhalten.

[0031] Nun ist der Aufbau so, dass in dem Arbeitsbereich 6 ein Getriebeöl vorhanden ist. Dieses Getriebeöl wird dabei auf einem Druckniveau in dem Arbeitsbereich 6 sein, welches um mindestens 0,1 bar, bevorzugt um mindestens 0,3 bar über dem Druckniveau des Wassers 2 liegt. Geht man wieder auf die zuvor genannten Zahlenbeispiele zurück, so würde dies bedeuten, dass das Getriebeöl unter einem Druck von ca. 1,1 bis 3,3 bar vorliegt.

[0032] Im regulären Betrieb der Vorrichtung 13 ist durch diese gezielte Anordnung der Druckniveaus nun sichergestellt, dass der Bereich des höchsten Druckniveaus der Dichtbereich 18 ist, während der Bereich des geringsten Druckniveaus der Leckagebereich 21 ist. Sollte es nun zu einer Undichtheit beispielsweise zwischen dem Dichtbereich 18 und dem Wasser 2, also im Bereich des ersten Gleitrings 14, kommen, so wird aufgrund des Überdrucks in dem Dichtbereich 18 kein Wasser in die Vorrichtung eindringen, sondern lediglich das erste im Dichtbereich 18 vorhandene Medium in einer geringen Menge in das Wasser ausgetragen. Das erste Medium in dem Dichtbereich 18 ist daher ein Medium mit guter Verträglichkeit zu dem Wasser zu wählen, so dass bei einem eventuellen Eindringen in das Wasser keine Kontamination auftritt. Beispiele wären hier entsprechen-

de Bioöle, welche problemlos abbaubar sind, oder auch ein geeignetes Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel. Sollte es auf der anderen Seite im Bereich des zweiten Gleitrings 17 zu entsprechenden Leckagen kommen, so wird dieses erste Medium ebenfalls nicht nach außen strömen, sondern in den Leckagebereich 21 eindringen und sich dort mit dem dort befindlichen zweiten Medium mischen. Dieses Medium kann beispielsweise ein mineralisches Öl sein, welches insbesondere mit dem Getriebeöl verträglich ist, so dass bei eventuellen Undichtheiten im Bereich des dritten Gleitrings, bei welchem Getriebeöl in den Leckagebereich 21 einströmen könnte, eine entsprechende Vermischung der Medien erfolgen kann. Durch die während des Betriebs immer vorhandene Drucksinke im Leckagebereich 21 werden eventuelle Undichtheiten immer in Richtung des Leckagebereichs erfolgen, so dass auch bei Undichtheiten, zumindest für einen gewissen Zeitraum, auch weiterhin ein sicherer und zuverlässiger Betrieb der Vorrichtung 13 garantiert ist.

[0033] Die Vorrichtung 13 ist jedoch nicht nur bei geringfügigen Undichtheiten der Gleitringe 14, 17, 19 entsprechend sicher, sondern auch dann, wenn einer der Gleitringe vollständig versagen würde. Würde beispielsweise der Gleitring 14 vollkommen versagen, so würde das Seewasser 2 in den Dichtbereich 18 eindringen. Dann wäre das entsprechende Druckniveau im Dichtbereich 18 nicht mehr aufrechtzuerhalten. Dies würde durch die Elektronik 26 erkannt, beispielsweise indem ein vorgegebener Druckwert unter- oder überschritten wird beziehungsweise indem der Druck durch das Ausströmen des Mediums in das Seewasser mit einem so großen Gradienten abfällt, dass dieser über einem definierten Gradient der geregelten Änderung des Drucks liegen würde. In diesem Fall könnte über geeignete Mittel zur Darstellung der Situation ein Alarm ausgelöst werden, welcher anzeigt, dass der Gleitring 14 versagt hat. In der Folge würde sich dann der Dichtbereich 18 mit dem Seewasser 2 füllen und auf dem gleichen Druckniveau liegen, wie das Wasser 2 in der Umgebung der Vorrichtung 13. Bezieht man sich auf die zuvor dargestellten Zahlenbeispiele, so wäre dies ein Druck von ca. 0,8 bis 3 bar. Da in der nun benachbarten Leckagekammer 21 nach wie vor maximal derselbe, typischerweise aber eher ein geringerer Druck von 0,8 bar herrscht, würde eine eventuelle Leckage sowohl von Öl aus dem Arbeitsbereich 6 als auch von nunmehr in dem Dichtbereich 18 befindlichem Seewasser 2 immer in den auf gleichem oder niedrigerem Druckniveau liegenden Leckagebereich 21 strömen. Eine direkte Kontamination beziehungsweise ein direkter Kontakt zwischen dem Getriebeöl im Arbeitsbereich 6 und dem Seewasser 2 kann also auch dann noch sicher und zuverlässig vermieden werden. Aufgrund der Möglichkeit, diese Leckage über eine Elektronik zu erkennen, kann dann in einer Art Notbetrieb der Propeller 4 weiter betrieben werden, bis schnellstmöglich eine Wartung der Vorrichtung 13 erfolgt. Sollte es in dieser Situation dennoch zu einem Versagen auch des zweiten

Gleittrings 17 kommen, so wäre immer noch über den Gleitring 19 eine Basisabdichtung des Arbeitsbereichs 6 gegenüber dem Wasser 2 gewährleistet.

[0034] Eine zweite denkbare Versagensvariante wäre das Versagen des zweiten Gleittrings 17. In diesem Fall würde das unter einem höheren Druck stehende erste Medium aus dem Dichtbereich 18 in den Leckagebereich 21 eindringen und im Bereich des Sensors 30 beziehungsweise der Elektronik 31 eine vergleichbare Warnung wie zuvor für den Dichtbereich 18 beschrieben auslösen. Im Endstadium einer solchen Leckage würde dann das erste Medium aus dem Dichtbereich 18 nicht nur im Dichtbereich, sondern auch im Leckagebereich 21 vorliegen und zwar, bezogen auf das oben genannte Zahlenbeispiel, auf einem Druckniveau von ca. 2,3 bis 4,5 bar. In diesem Fall würden die nun verbundenen Dichtbereiche 18 und Leckagebereiche 21 eine Art Dichtkammer darstellen, welche durch den Überdruck weiterhin eine Abdichtung und das Abhalten von Sedimenten gegenüber dem Seewasser 2 realisiert und andererseits durch den hier vorliegenden Überdruck ein Austreten von Öl aus dem Arbeitsbereich 6 verhindert. Im schlimmsten Fall würde Flüssigkeit aus diesen gemeinsamen Bereichen in den Bereich des Öls eindringen und diese gegebenenfalls unbrauchbar machen. Da dieses jedoch über einen längeren Zeitraum erfolgt, wäre aufgrund der möglichen Warnung auch hier eine schnelle Wartung der Vorrichtung 13 möglich. In jedem Fall wird jedoch eine Kontamination des Wassers 2 mit dem Getriebeöl aus dem Arbeitsbereich 6 verhindert.

[0035] Der dritte denkbare Fall einer Fehlfunktion liegt in einem Versagen des dritten Gleittrings 19. In diesem Fall würde aufgrund des niedrigeren Druckniveaus im Leckagebereich 21 das Getriebeöl den Leckagebereich 21 fluten und durch einen entsprechenden Druckanstieg am Sensor 30 könnte wiederum eine Warnung beziehungsweise ein Erkennen dieses Zustands erfolgen. Der Leckagebereich 21 und der Arbeitsbereich 6 wären dann in dem oben dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem Druck von 1,1 bis 3,3 bar und zwar mit einem Gemisch des Getriebeöls sowie des mit dem Getriebeöl verträglichen zweiten Mediums aus dem Leckagebereich 21 gefüllt. Gegenüber diesem würde der Dichtbereich 18, welcher nach wie vor auf einem Druckniveau von 2,3 bis 4,5 bar liegt, in jedem Fall eine Dichtwirkung ausüben, da eventuelle Leckagen nicht in Richtung vom Arbeitsbereich 6 zum Wasser 2, sondern allenfalls vom Dichtbereich 18 in Richtung des mit dem Arbeitsbereich 6 dann verbundenen Leckagebereich 21 erfolgen würden. Auch so ist weiterhin eine sichere Abdichtung zwischen dem im Arbeitsbereich 6 befindlichen Öl und dem die Vorrichtung 13 umgebenden Wasser 2 gewährleistet.

[0036] In der Darstellung der Figur 5 ist nun ein Aufbau gezeigt, für den im Wesentlichen dasselbe gilt, wie für den in Figur 4 beschriebenen Aufbau. Der einzige Unterschied zwischen den Figuren liegt nun darin, dass anstelle der Druckregelung des ersten Mediums im Druckbereich 18 und des zweiten Mediums im Leckagebereich

21 über Druckluft eine entsprechende Anordnung mit Steigrohren 32 beziehungsweise 33 realisiert ist. Die beiden Vorratstanks 23 und 28 sind in diesem Fall über Ventileinrichtungen 34 und 35 mit den jeweiligen Steigrohren 32 und 33 verbunden. Über eine weitere Leitung sowie eine darin befindliche Fördereinrichtung 36 und 37 entsteht eine weitere Verbindung zu den Steigrohren 32 und 33. Bei geschlossenem Ventil und betriebener Fördereinrichtung kann so Medium in den Bereich der Steigrohre 32 beziehungsweise 33 gepumpt werden, während durch ein Öffnen der Ventile 34, 35 Medium aus den Steigrohren entnommen werden kann. Die Höhe des Mediums in den Steigrohren bestimmt dabei den Druck des Mediums und damit auch den Druck in dem jeweiligen Bereich 18 beziehungsweise 21. Der Aufbau erlaubt also als Alternative zu der vorher dargestellten Aufrechterhaltung des Drucks über Druckluft die Aufrechterhaltung ausschließlich aufgrund der geodätischen Höhe der Flüssigkeit in den Steigrohren 32 beziehungsweise 33. Eine Visualisierung der Druckniveaus könnte über entsprechende Schaugläser im Bereiche der Steigrohre 32 beziehungsweise 33 erfolgen. Ansonsten gilt für den in Figur 5 dargestellten Aufbau das oben bereits ausgeführte.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Abdichten einer rotierenden Welle für den Einsatz unter Wasser,
 - 1.1 mit Gleitringdichtungen, welche einen Arbeitsbereich gegenüber dem Wasser abdichten,
 - dadurch gekennzeichnet dass**
 - 1.2 die Gleitringdichtungen in Form von drei Gleitringpaaren (14, 17, 19) ausgebildet sind, wobei
 - 1.3 zwischen den drei Gleitringpaare (14, 17, 19) zwei Bereiche (18, 21) ausgebildet sind,
 - 1.4 ein dem Wasser (2) benachbarter mit einem ersten Medium gefüllter Dichtbereich (18), und
 - 1.5 ein dem Arbeitsbereich (6) benachbarter Leckagebereich (21), wobei
 - 1.6 im Dichtbereich (18) das erste Medium auf einem Druckniveau gehalten ist, welches höher als der Druck des benachbarten Wassers (2) ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leckagebereich (21) ein Druckniveau aufweist, welches kleiner als das Druckniveau des benachbarten Arbeitsbereichs (6) und kleiner als das Druckniveau des benachbarten Dichtbereichs (18) ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau im Dichtbereich (6) erfasst und aktiv in einem vorgege-

ben Größenbereich geregelt ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau im Leckagebereich (21) erfasst und aktiv in einem vorgegeben Größenbereich geregelt ist. 5
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau mittels einer direkten oder indirekten Beaufschlagung mit Druckluft geregelt ist. 10
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leckagebereich (21) mit einem zweiten Medium gefüllt ist. 15
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leckagebereich (21) und/oder der Dichtbereich (18) über Leitungselemente (22, 27) mit einem über der rotierenden Welle (9) liegenden Arbeitsraum (12) verbunden sind. 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau in dem Dichtbereich (18) um 0,5 bis 3 bar, bevorzugt 1,5 bar über dem Druck des benachbarten Wassers (2) liegt. 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau in dem Leckagebereich (21), um mindestens 0,5 bar, bevorzugt mindestens 1,5 bar, unter dem Druck in dem benachbarten Dichtbereich (18) liegt. 30
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau in dem Arbeitsbereich (6), um mindestens 0,1 bar, bevorzugt mindestens 0,3 bar über dem Druckniveau im benachbarten Leckagebereich (21) liegt. 35
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleitringpaare (14, 17, 19) so ausgebildet sind, dass die Dichtfläche zumindest bei einer der Gleitringdichtungen so angeordnet ist, dass diese in einer Ebene senkrecht zur rotierenden Welle (9) ausgebildet ist. 40
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel zur Darstellung des Druckniveaus in dem Dichtbereich (18) und/oder Leckagebereich (21) vorhanden sind. 45
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel das Über- oder Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwerts und/oder das Abfallen oder Ansteigen mit einem über einem Grenzgradienten liegenden Gradient des/der vorge-

gebenen Druckniveau(s) darstellbar ist.

14. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 für die Abdichtung einer Welle (9) eines Propellers (4) für einen Antrieb einer im Wasser fortbewegten Baueinheit (1). 5
15. Verwendung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller (4) als azimuthsteuerbarer Antrieb ausgebildet ist. 10
16. Verwendung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Propeller (4) in seiner Tiefe unter Wasser (2) einstellbar ausgebildet ist, wobei zumindest der Druck im Dichtbereich (18), insbesondere die Drücke im Dichtbereich (18) und im Leckagebereich (21), entsprechend der eingestellten Tiefe nachgesteuert oder nachgeregelt werden. 15

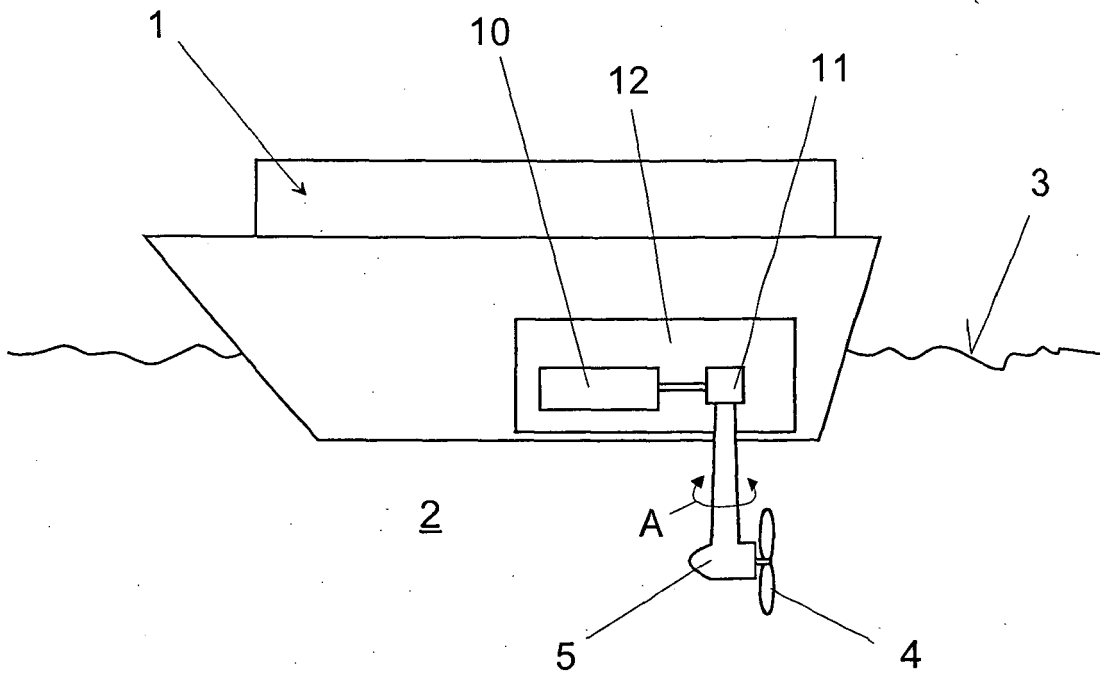


Fig. 1

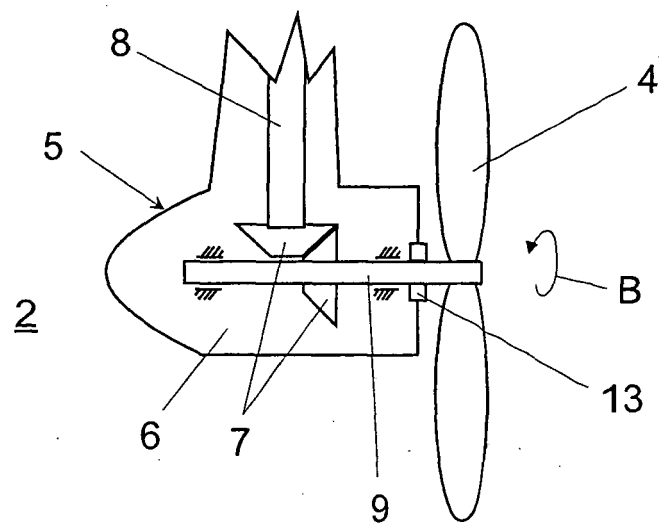


Fig. 2

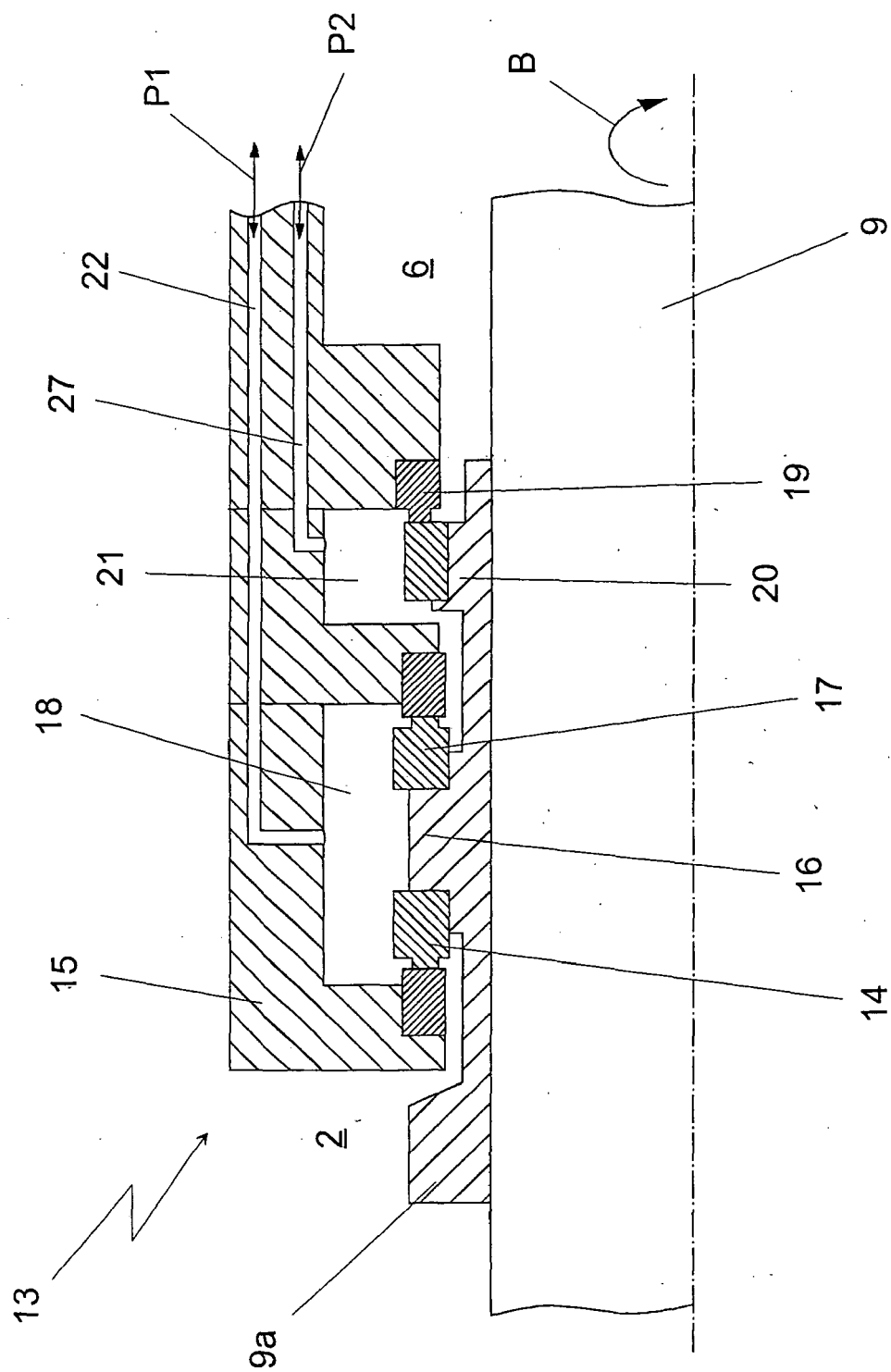


Fig. 3

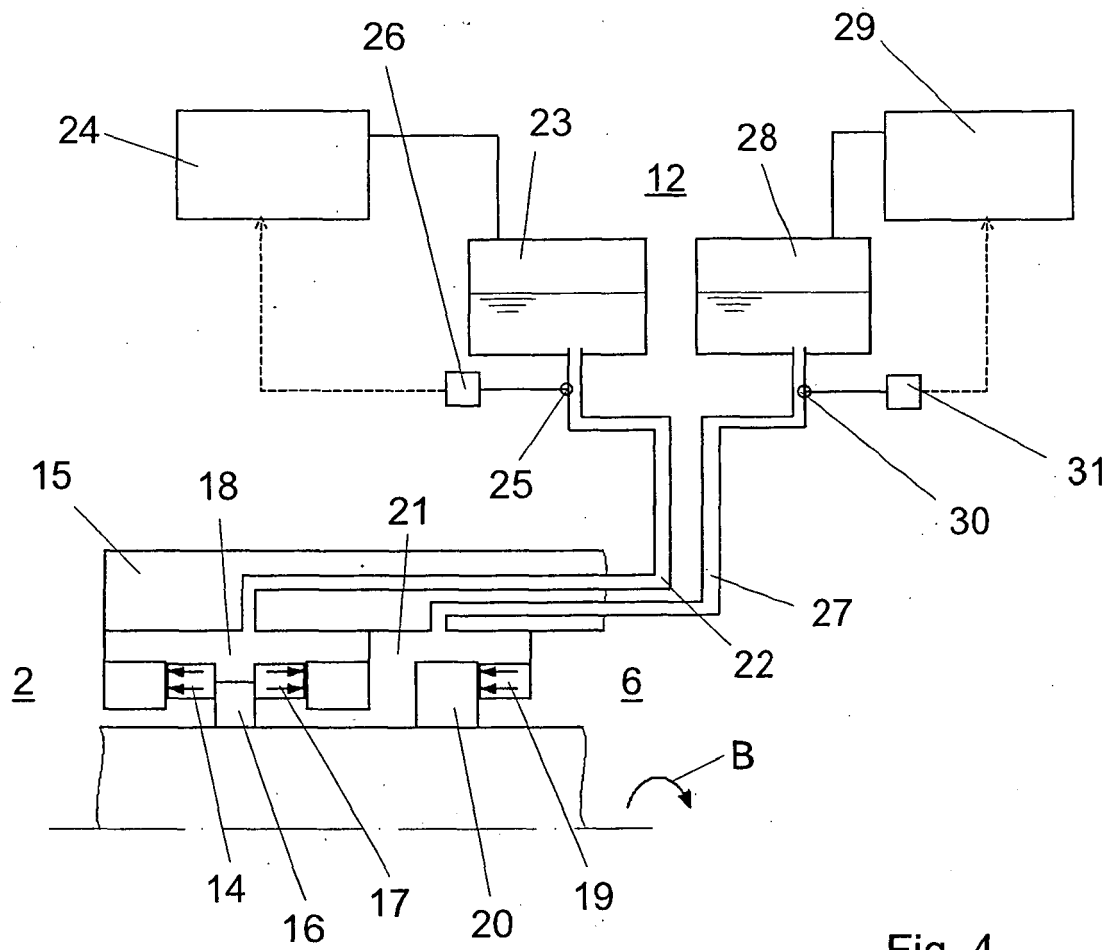


Fig. 4

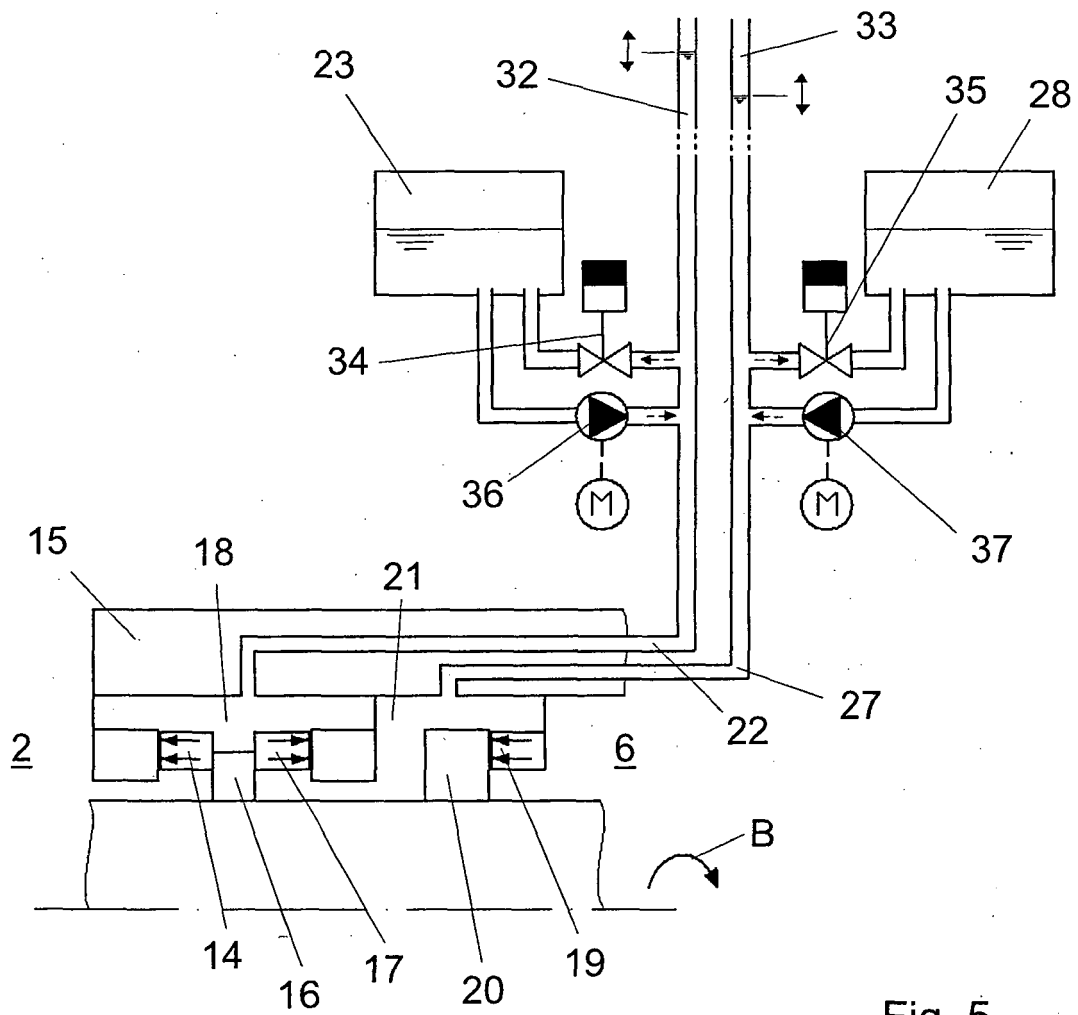


Fig. 5