



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 315 653 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.04.2005 Patentblatt 2005/15

(51) Int Cl.7: **B63H 11/10**, B63H 21/17,
B63H 5/07, B63H 5/125

(21) Anmeldenummer: **01984587.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/010356

(22) Anmeldetag: **07.09.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/020347 (14.03.2002 Gazette 2002/11)

(54) **ANTRIEB FÜR SCHNELLE SCHIFFE**

DRIVING MECHANISM FOR FAST WATERCRAFT

DISPOSITIF DE PROPULSION POUR BATEAUX RAPIDES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(74) Vertreter: **Walter, Helmut**
Patentanwälte
Walter, Eggers, Lindner
Göllheimer Strasse 5
81241 München (DE)

(30) Priorität: **07.09.2000 DE 10044101**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.2003 Patentblatt 2003/23

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-98/19907 DE-A- 3 942 673
GB-A- 1 119 687 US-A- 3 214 903
US-A- 3 279 704 US-A- 5 545 063
US-A- 5 722 866 US-A- 5 964 626

(73) Patentinhaber: **Schottel GmbH & Co KG.**
D-56322 Spay am Rhein (DE)

(72) Erfinder:
• **REUTER, Reinhold**
56281 Schwall (DE)
• **HEER, Manfred**
56761 Duengenheim (DE)
• **KAUL, Stefan**
56307 Harschbach (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no.**
491 (M-1190), 12. Dezember 1991 (1991-12-12) &
JP 03 213495 A (TOSHIBA CORP), 18. September
1991 (1991-09-18)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 315 653 B1

Beschreibung

[0001] Schiffsantriebe mit einem Motor, vorzugsweise einem Elektromotor, in einer Gondel unterhalb des Schiffes und mindestens einem von diesem Motor angetriebenen Propeller außerhalb des einen Gondelendes sind vorzugsweise für Schiffsgeschwindigkeiten ab 20 Knoten mit wirtschaftlichem Vorteil einzusetzen; sie werden allgemein als PoD-Antriebe bezeichnet. In dem Geschwindigkeitsbereich Ober 20 Knoten ist jedoch mit Propellerantrieben nur ein nicht optimaler Wirkungsgrad zu erzielen.

[0002] Häufig verwendete Schiffsantriebe mit mindestens einem Wasserstrahl, der aus dem das Schiff umgebenden Wasser gebildet wird, im Schiff mit Energie angereichert wird und als energiereicher Wasserstrahl das Schiff verläßt, um dieses anzutreiben, sind in Geschwindigkeitsbereichen über 35 Knoten effizient einzusetzen.

[0003] Ein Schiffsantrieb mit einer außerhalb des Rumpfes eines anzutreibenden Wasserfahrzeuges angeordneten Gondel, die mit dem Wasserfahrzeugrumpf verbunden ist und einen Elektromotor aufnimmt, der dem Antrieb von außerhalb der Gondel angeordneten Propellern dient, ist beispielsweise aus WO 98/19907 bekannt. Aus US 5,722,866 sind Schiffsantriebe bekannt, die ein düsenartiges Gehäuse außerhalb des Schiffsrumpfes einschließen, in dem sich ein motorgetriebener Propeller dreht, vor und hinter dem innerhalb des Gehäuses je eine aus schwenkbaren Leitschaufeln bestehende Leiteinrichtung angeordnet ist, wobei sich der Strömungskanal im Gehäuse vor dem Propeller zu diesem hin verengt, um die Zuströmung zum Propeller zu beschleunigen und sich der Strömungskanal hinter dem Propeller erweitert, um die Abströmung vom Propeller zum Strömungskanalauslaß hin zu verlangsamen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Schiffsantrieb aufzuzeigen, der besonders im Geschwindigkeitsbereich von etwa 25 bis etwa 30 Knoten vorteilhaft einsetzbar ist.

[0005] Der Antrieb gemäß der vorliegenden Erfindung ist durch die Ansprüche gekennzeichnet. Der erfindungsgemäße Antrieb kann als Staumanteltriebwerk bezeichnet werden. Bei dieser erfindungsgemäßen Antriebsform ist eine ummantelte Strömungsmaschine mit zumindest einem axial oder diagonal durchströmten Rotor außerhalb des Schiffes angeordnet und mit dem Schiff in geeigneter Weise fest verbunden. Sie zeichnet sich durch kompakte Bauweise und einen hohen Wirkungsgrad bei höheren Geschwindigkeiten aus. Die Bauart der Strömungsmaschine eignet sich besonders auch für die Umsetzung als steuerbarer Antrieb.

[0006] Es handelt sich um eine Axial- oder Diagonalschlepppumpe bestehend aus Laufrad (auch Impeller genannt) und Leitrad. Diese Pumpe ist mit einem als Düse ausgestalteten Gehäuse ummantelt. Das Problem bei hohen Geschwindigkeiten und niedrigen Tauchtiefen ist

die extreme Kavitationsgefährdung von hochbelasteten Propellern. Beim erfindungsgemäßen Triebwerk wird im Düseneintritt Strömung aufgestaut, praktisch das Druckniveau extrem erhöht, um die Unterschreitung des Dampfdrucks weitestgehend zu unterbinden.

[0007] Das bedeutet, dass die Strömung vorteilhafterweise durch die Formgebung der Ummantelung (Wölbung) und/oder die Querschnittsverteilung bis zum Laufrad hin verzögert wird. Es kann von einem Eintrittsdiffusor gesprochen werden. Das anschließende Leitrad lenkt die tangentialen Geschwindigkeitsanteile des Laufradstrahles um (Entdrallung). Im weiteren Düsenverlauf wird die Strömung auf die Austrittsgeschwindigkeit beschleunigt, die u.a. die Höhe der Einsatzgeschwindigkeit des Systems bestimmt.

[0008] Für die Dimensionierung des Systems wird die Laufradgröße von den geforderten Leistungsdaten und den Kavitationsbedingungen bestimmt. Bei gleichem Schub muß ein kleineres Laufrad eine größere Drehzahl haben, welche jedoch durch den gegebenen Zulaufdruck begrenzt ist. Dadurch wird auch der Minimaldurchmesser des Laufrades gegeben. Der Laufraddurchmesser bestimmt die Hauptabmessungen des Triebwerkes und diese wiederum sind neben der Form bestimmend für den Widerstand des Antriebes, um den die Vortriebskraft vermindert wird.

[0009] Das notwendige Nabenverhältnis (das ist das Verhältnis des Laufraddurchmessers zum Nabendurchmesser) von etwa 0,5 führt dazu, dass in der Nabe ein Elektromotor verwendet werden kann. Dieser sollte dabei eine große Leistungsdichte besitzen, was insbesondere durch einen permanenterregten Synchronmotor in Longitudinalflußbauweise verwirklicht werden kann. Die im Motor entstehende Verlustwärme kann direkt über die Nabenoberfläche ins Wasser abgegeben werden, wobei eine Bauweise mit eingeschrumpftem Motor sehr vorteilhaft ist.

[0010] Von besonderer Problematik ist die Kennlinie unter Berücksichtigung folgender Kriterien.

Schmales Gebiet optimalen Wirkungsgrades, starker Abfall des Wirkungsgrades außerhalb des Betriebspunktes;

Anfahren ist bei großen Einheiten praktisch nicht möglich, weil der erforderliche Staudruck und/oder der Schub fehlt. Bei konventionellen Waterjets wird das Problem dadurch gelöst, dass die eigentlichen Antriebe durch kleinere Antriebe zum Anfahren ergänzt werden.

[0011] Bei Anwendungen mit variablem Fahrregime, wie unterschiedliche Beladungszustände und/oder unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten, kommt es beim Propeller zu anderen Anströmwinkeln am Blatt und zu Verschiebungen im Freifahrt-Diagramm in der Regel zu ungünstigeren Wirkungsgraden. Bei der Pumpe führt das zu Verschiebungen des Arbeitspunktes. Die sogenannte Drosselkurve ist die Kennlinie der Pumpe. Mit zunehmendem Volumenstrom (Durchsatz) sinkt die spezifische Stutzenarbeit (Förderhöhe). Mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit nimmt der Widerstand des an-

zutreibenden Schiffes zu. Die Austrittsgeschwindigkeit muß ebenfalls zunehmen. Die Verschiebung des Pumpenarbeitspunktes wirkt damit dem Bedarf entgegen.

[0012] Wichtig ist in der Betrachtung des Problems die Umsetzung der gesamten spezifischen Stutzenarbeit in Vortriebsschub. Die Fahrgeschwindigkeit liefert dabei eine zusätzliche Druckhöhe, die sich mit der Förderhöhe der Pumpe superpositioniert. Durch entsprechende Gestaltung des Eintritts (Ansaugbereich) soll ein möglichst hoher Anteil dieser "Geschwindigkeitsdruckhöhe" ausgenutzt werden.

[0013] Um über den gesamten Geschwindigkeits- und Belastungsbereich eines Schiffes einen optimalen Wirkungsgrad zu erhalten, ist es erforderlich, die Kennlinie der Pumpe anzupassen, indem der Austrittsquerschnitt jeweils den geschwindigkeitsabhängig unterschiedlichen Druckhöhen angepaßt wird.

[0014] Die Gestaltung des Einlaufs bei konventionellen Wasserstrahlantrieben (im Rumpf integriert) führt zu Problemen hinsichtlich der Umlenkungen und dem Vorhandensein einer Antriebswelle im Saugkanal. Ablösungen und Kavitation sind die Folgen, die insbesondere beim Anfahren und Beschleunigen zu Vibrationen, Geräuschen und Schubabfall führen. Es ist üblich, diese beim Anfahren wichtigen Bereiche der Kennlinie zu sperren.

[0015] Im Falle des erfindungsgemäßen Antriebes ist eine weitgehend freie Zuströmung realisiert, weil der Antrieb außerhalb des Schiffsrumpfes ohne die Strömung störende Teile auskommt.

[0016] Die konventionellen Waterjets saugen aus der Grenzschicht an. Der erfindungsgemäße Antrieb kann grundsätzlich tiefer positioniert werden, um eine höhere Geschwindigkeitshöhe verarbeiten zu können. Mehr Bauteile und größere Oberflächen bedeuten allerdings auch einen höheren Widerstand, was insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten zu Buche schlägt.

[0017] Durch verstellbare Schaufeln des Laufrades und/oder Leitrades sowie einer Vordralleinrichtung mit verstellbaren Schaufeln kann die Kennlinie des Systems verändert werden. Eine Vordralleinrichtung macht insbesondere Sinn, wenn gleichzeitig eine verstellbare Düsenaustrittsfläche vorgesehen wird.

[0018] Durch mehrstufige Systeme mit gegenläufigen Laufrädern wird die spezifische Stutzenarbeit und damit die Belastung auf mehrere Stufen aufgeteilt. Damit erhöht sich die Kavitationssicherheit, weil die einzelne Stufe weniger belastet ist. Der Restdrall wird bereits in der zweiten Stufe durch Gegenlauf nahezu vollständig abgebaut sein. Das verlustbehaftete Leitrad wird in diesem Fall nicht benötigt.

[0019] Es bieten sich verschiedene Konzepte an, den Elektromotor zu integrieren. Er kann derart gestaltet sein, dass das Außenteil des E-Motors hier den umlaufenden Rotor darstellt, der mit einem Laufrad verbunden ist. Das Innenteil des E-Motors steht fest (Stator des E-Motors) und ist die Achse, auf dem der Rotor gelagert ist (Wälzlager, Gleitlager). Diese Achse kann vor und

nach dem Rotor mit der Düse (dem Düseninnenmantel) über strömungsgünstig geformte Streben verbunden werden. Besonders vorteilhaft ist es dabei, diese Streben als Leiteinrichtungen (Vorleit- und Leitrad) zu gestalten, um Strömungsverluste zu minimieren.

[0020] Der Elektromotor kann aber auch so integriert sein, dass sein Außenteil steht (Stator, wie üblich) und das Innenteil (Rotor) sich dreht. Der Stator wird wieder über Streben mit dem Antrieb verbunden, die vorteilhafterweise das Leitrad darstellen. Das Laufrad ist mit dem Rotor verbunden und kann sich über den Stator erstrecken, so dass der Motor länger bauen kann. Die Lagerung kann derart gestaltet sein, dass sie sich vollständig hinter oder vor dem Laufrad befindet (fliegende Lagerung) oder dass das Laufrad vor und hinter dem Laufrad gelagert ist (Gabellagerung).

[0021] Die elektrische Energie, Signale und Kühlmedien können in den Flügeln (hohl) eines Leitrades zugeführt werden.

[0022] Die Verstelleinrichtung der Leitflügel kann derart sein, dass der Leitflügel mehrteilig ist mit feststehenden Teilen und einem oder mehreren beweglichen Teilen. Die Kraftübertragung (Schub, Torsionsmoment) würde dann über die feststehenden Teile erfolgen und die Lagerung der zu verstellenden Teile nicht belasten.

[0023] Da der Düsenaußenmantel zur Minimierung des Widerstandes mit möglichst geringem Durchmesser ausgeführt werden sollte, kann die Verstelleinrichtung der Leitflügel in die Nabe verlegt werden, wo ausreichend Platz besteht. Die Verstellung kann über Hebel hydraulisch, pneumatisch oder elektrisch erfolgen. Die Zuführung der notwendigen Energie kann innerhalb der Leitflügel erfolgen.

[0024] Die Verstellung der Düse kann vorteilhaft derart gelöst werden, dass aus der Nabenkontur ein Profilkörper axial in seiner Position derart verstellt wird, dass sich der Düsenaustrittsquerschnitt verändert. Eine Teleskopverkleidung verhindert dabei eine Ablösung oder Wirbel der Strömung.

[0025] Eine Steuerung durch Ablenkung des Schubes an einer Platte im Düsenaustritt ist einfach aber bei kleinen Relativgeschwindigkeiten nicht sehr wirkungsvoll. Das Schwenken des Düsenaustritts ist nahezu gleichbedeutend mit dem Richten des Gesamtschubes. Das Schwenken des gesamten Antriebes ist für niedrige Geschwindigkeiten die beste Lösung. Zum Kurshalten bei höheren Geschwindigkeiten ist eine eingeschränkte Schwenkbarkeit des Gesamtantriebes, kombiniert mit Zusatzflaps (die am Antrieb befestigt sind und durch ihre Schwenkbarkeit ein Steuern bei kleinen Winkeln ermöglichen, ohne den Antrieb zu schwenken), einseitig kontrolliertem Strömungsabriß (Einbringung von Luft oder elektromagnetischer Energie) oder einfacher Düsenklappe eine Lösung.

[0026] Zur Reduzierung des Zusatzwiderstandes des Antriebes selbst muß eine Formoptimierung erfolgen. Weiterhin ist das Einbringen von Luft zur Reduzierung der Oberflächenreibung am Außenmantel eine Möglich-

keit.

[0027] Zusammenfassend kann insoweit ausgeführt werden, dass der erfindungsgemäße Schiffsantrieb aus einer außerhalb des Rumpfes angeordneten Antriebseinheit besteht, die sich aus einer Gondel mit integrier-
tem Elektromotor bildet, der ein bzw. mehrere nachein-
ander geschaltete Laufräder (Pumpenlaufräder) in
gleich- oder gegenläufiger Drehrichtung direkt antreibt,
wobei nach, vor oder zwischen dem Laufrad oder den
Laufrädern ein Leitrad angeordnet ist sowie Laufrad und
Leiträder durch ein Gehäuse ummantelt sind, dessen
Querschnitt sich vom Eintritt bis zur Ebene des ersten
Laufrades stetig erweitert und sich anschließend auf ei-
nen einstellbaren Querschnitt verändert, die zusammen
mit einem einstellbaren Vorleitrad im Ansaugteil eine dy-
namische Kennlinie ermöglicht, die eine Anpassung an
die unterschiedlichsten Betriebsbedingungen ermög-
licht.

[0028] Die wesentlichen Vorteile der Erfindung sind

- höherer Wirkungsgrad als herkömmliche Propulso-
ren,
- Leistungsdichte, da die strömungsgeometrisch er-
forderliche große Nabe einen Motor großen Dreh-
momentes ermöglicht,
- niedrigere Druckimpulse als ein Propellersystem,
da der Impulserzeuger durch die Düse gekapselt
ist,
- kompakte Bauweise, geringer Durchmesser,
- eingeschränkte Steuerung und Vollsteuerung mög-
lich,
- dynamische Kennlinie ermöglicht Anpassung an
unterschiedliche Betriebsbedingungen.

[0029] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung ist Fig. 1 ein erfindungsgemäßer Wasserstrahlantrieb als Mittellängsschnitt dargestellt, Fig. 2 ist ein Ausschnitt aus Figur 1 in größerer Darstellung und Fig. 3 ist die Erläuterung einer gegenüber Fig. 1 anderen Ausführungsform.

[0030] Der gesamte Antrieb ist in einem Gehäuse 1 angeordnet, an dessen durch eine Leiteinrichtung 2 gekennzeichneten Einlaß sich ein Abschnitt 3 anschließt, dessen Querschnitt sich bis zum Laufrad 4, das gegebenenfalls das erste von mehreren Laufrädern ist, stetig erweitert. An diesen Abschnitt 3 des Gehäuses 1 schließt sich ein Abschnitt 5 an, dessen Querschnitt veränderbar ist, grundsätzlich jedoch zum Auslaß 6 hin kleiner wird. Zwischen den Abschnitten 3 und 5 ist ein Befestigungsflansch 7 dem Gehäuse 1 fest zugeordnet, mit dem der gesamte Antrieb außen am Schiffsrumpf 100 zu befestigen ist. Gegebenenfalls kann die Befestigung am Schiffsrumpf derart sein, dass der gesamte Antrieb um die vertikale Längsachse 8 des Befestigungsflansches 7 um bis zu 360° schwenkbar ist, so dass er nicht nur dem Vortrieb, sondern auch der Steuerung (Bestimmung der Fahrtrichtung) des Schiffes die-

nen kann. Die Längsachse 8 des Flansches 7 ist senkrecht zur Längsachse 9 des Gehäuses 1 gerichtet. Um die Gehäuselängsachse 9 drehbar ist das gegebenenfalls einzige Laufrad 4 im Gehäuse 1 angeordnet. Der Antrieb des Laufrades 4 erfolgt mit einem Elektromotor, dessen Stator 11 innen, dessen Rotor 12 außen liegt. Vor und hinter dem Laufrad 4 bzw. dem Motor 11, 12 ist der Rotor 12 in Lagern 13, 14 um seine Längsachse 9 drehbar gelagert. Dem Laufrad 4 vorgeschaltet ist die Leitvorrichtung 2, die mittels einer Verstelleinrichtung 15 verstellbar ist. Vor der Leitvorrichtung 2 ist die strömungsgünstig ausgebildete Nabenkappe 16 angeordnet. Ein mit einer Verstelleinrichtung 17 verstellbar zweiter Leitapparat 18 ist dem Laufrad 4 nachgeschaltet. Im abströmseitigen Bereich des Gehäuses 1 ist eine Verstelleinrichtung 19 für die Veränderung des als Abströmdüse ausgebildeten Teiles des Gehäuses 1 bezüglich ihres Querschnitts angeordnet und sie schließt vorzugsweise eine Kolben-Zylinder-Einrichtung ein.

[0031] Ist der Motor, wie dargestellt, so ausgebildet, dass das Aussenteil der Rotor 12 und das Innenteil der Stator 11 ist, so wirkt der Rotor 11 auf das zumindest eine Laufrad 4 ein und der Stator 12 ist mit strömungsgünstig ausgebildeten Streben vor und hinter den Laufrädern am Gehäuse 1 befestigt.

[0032] Die Leiteinrichtung 2 besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Teilen 2a, 2b, von denen der vordere Teil 2a zwischen Gehäuse 1 und bestehender Kappe 16 fest angeordnet ist. Dieser vordere Teil 2a der Leiteinrichtung 2 ist ein Leitgitter mit feststehenden Schaufeln, die so eingestellt sind, dass eine Grobausrichtung der den Antrieb anströmenden Strömung über den gesamten Betriebsbereich erreicht wird. Er dient der Stabilisierung des Gehäuses 1 im Anströmbereich 3. Auf das feste Leitgitter 2a folgt als zweiter Teil der Leiteinrichtung 2b, mit um ihre Längsachsen 21 schwenkbaren Verstell-schaufeln. Mit dem zweiten Teil 2b der Leiteinrichtung 2 erfolgt die betriebszustandsbedingte Feinausrichtung der den Antrieb anströmenden Strömung. Die Verstell-schaufeln 10 sind mit ihren zapfenartigen Schaufelfü-
ßen 20 um ihre Längsachsen 21 schwenkbar durch die Nabenkappe 16 hindurchgeführt und der Verstelleinrichtung 15 zugeordnet, die von an sich bekannter Art sein kann.

[0033] Die Änderung des Querschnittes des als sich verengende Auslaßdüse ausgebildeten, an den sich erweiternden Gehäuseeinlaßteil 3 des Gehäuses 1 anschließenden Endteils 5 des Gehäuses 1 erfolgt mit einem in der Richtung der Längsachse 9 des Antriebes translatorisch verstellbaren, symmetrisch zur Achse 9 ausgebildeten Kegel 25 mit konvex gewölbter Umfangsfläche. Der größere Querschnitt dieses als "Abströmkappe" zu bezeichnenden Bauteiles ist dem einlaßseitigen Ende des vom Gehäuse 1 umschlossenen Strömungskanal 26 zugewandt, während die Kegelspitze dem auslaßseitigen Ende des Strömungskanal 26 und der Auslaßebene 6 zugewandt ist. Der axialen Verstellung der Abströmkappe 25 dient die Verstelleinrichtung

19, deren eines seiner wesentlichen Teile ein symmetrisch zur Achse 9 im Gehäuse 1 mit geeigneten Mitteln gehaltener Zylinder 23 ist, aus dessen dem Gehäuseauslaß zugewandten Ende ein im Zylinder 23 durch hydraulisches Druckmittel translatorisch verstellbarer Verstellkolben 24 als ein anderes der wesentlichen Teile der Verstelleinrichtung herausgeführt ist und dessen freies Ende mit der Abströmkappe 25 fest verbunden ist. Um die Wirbelbildung im Strömungskanal 20 im Bereich der Verstelleinrichtung 19 zu minimieren, ist eine symmetrisch zum Verstellkolben 24 bzw. zur Antriebslängsachse 9 angeordnete Teleskopverkleidung 28 vorgesehen, deren eines Ende dem fest im Gehäuse 1 angeordneten Verstellzylinder 23 und deren anderes Ende fest der gegenüber dem Gehäuse 1 verstellbaren Abströmkappe 25 zugeordnet ist.

[0034] In der Zeichnung ist die Abströmkappe 25 in ihren beiden Endstellungen dargestellt. Im unteren Teil der Fig. 1 ist die Abströmkappe in ihrer äußeren Endstellung dargestellt, in der sie sich mit ihrem inneren Ende mit dem größeren Durchmesser in der Düsen- bzw. Gehäuseendebene 6, im übrigen im wesentlichen außerhalb des Gehäuses 1 befindet, sodass der kleinste ringförmige Auslaßquerschnitt des Strömungskanals 26 bestimmt ist. Im oberen Teil der Fig. 1 ist die Abströmkappe 25 in ihrer inneren Endstellung dargestellt, in der sie sich mit ihrem äußeren spitzen Ende in der Düsen- bzw. Gehäuseendebene 6 und im wesentlichen innerhalb des Gehäuses befindet, sodass der größte ringförmige Auslaßquerschnitt des Strömungskanals 26 bestimmt ist.

[0035] Durch sinnvolles Verstellen des Einlaßleitkranztes 2b und der Abströmkappe 25 kann dafür gesorgt werden, dass für das den Strömungskanal 26 des Antriebes durchströmende Wasser optimale Strömungsverhältnisse in jedem Betriebszustand gewährleistet werden können, insbesondere unter Berücksichtigung der Drehzahl des Laufrades 4.

[0036] So wie die Ausbildung der Verstelleinrichtung 15 und der Einlaßleiteinrichtung 2 für die Bestimmung des Einlaßdüsenquerschnittes beispielhaft ist, ist auch die Ausbildung der Verstelleinrichtung 19 mit dem verstellbaren Kegel 25 für die Bestimmung des Auslaßdüsenquerschnittes nur beispielhaft, was der Fachmann auf dem einschlägigen Gebiet leicht erkennen kann. An die Stelle des starren Auslaßdüsenaußenteiles und der ihm gegenüber verstellbaren Abströmkappe können beispielsweise Düsentile schwenkbar am Gehäuse 1 gelagert sein, die sich zur Verringerung des Düsenquerschnitts mehr, zur Vergrößerung des Düsenquerschnitts, weniger aber immer noch zur Gewährleistung der Führung der Fluidströmung ausreichend überdecken; Fig. 3 zeigt eine von mehreren Düsenklappen 25a, die in Gelenken 29 am Gehäuse 1 angelenkt und diesem gegenüber in Richtung des Doppelpfeiles 30 zu verschwenken sind.

[0037] Eine beispielsweise Verstellvorrichtung für den zweiten Teil 2b der Einlaßleiteinrichtung 2 ergibt

sich aus Fig. 2. Es ist der erste Leitschaufelkranz 2a mit seinen festen Leitschaufeln zu erkennen, durch dessen hohle Schaufeln Leitungen 31 für die Zuführung von hydraulischem Arbeitsmittel zu Zuleitungen 32 und weiter zum symmetrisch zur Antriebslängsachse 9 angeordneten Verstellzylinder 33 für die Verstellung des im Verstellzylinder 33 angeordneten Verstellkolbens 34 hindurchgeführt sind. Der Verstellkolben 34 wirkt entgegen der Wirkung einer vorgespannten Wickelfeder 35 auf eine Zahnstange 36, die wiederum mit einem Zahnrad 37 auf dem zapfenartigen Fuß 20 der jeweiligen Leitschaufel des Schaufelkranzes 2b einwirkt, dessen Schaufeln um ihre Längsachsen 21 verstellt bzw. geschwenkt werden sollen. In die als Ansichten dargestellten Schaufeln der Schaufelkränze 2a, 2b sind deren beispielsweise Querschnitte eingezeichnet. An ihren oberen Enden sind die Leitschaufeln 10 des zweiten, einstellbaren Leitschaufelkranzes 2b mit Zapfen 2c im Gehäuse 1 gelagert (Schwenkbewegung gemäß Doppelpfeil 101).

[0038] Der Strömungskanal 26 hat vorzugsweise einen zumindest im wesentlichen kreisringförmigen Querschnitt, obwohl seine Ovalform nicht ausgeschlossen werden soll. Insbesondere kann der Einlauf zur Vermeidung des Ansaugens von Fremdkörpern durch Bildung eines Ansaugwirbels bei ansonsten kreisringförmigem Strömungskanal 26 abgeflacht bzw. oval ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Außerhalb des Rumpfes eines Wasserfahrzeugs angeordneter Antrieb für dieses Wasserfahrzeug zum Erreichen einer hohen Fahrgeschwindigkeit mit einem vom Umgebungswasser umströmten Gehäuse, mit einem in dem Gehäuse (1) angeordneten Elektromotor (11, 12), mit zumindest einem den Antrieb des Wasserfahrzeugs bewirkenden Laufrad (4), das mit dem drehbaren Teil des aus drehbarem Teil und feststehendem Teil bestehenden Elektromotors verbunden ist, dessen feststehender Teil mit Streben mit dem Gehäuse verbunden ist und mit einer verstellbaren Leiteinrichtung (2) vor und einer verstellbaren Leiteinrichtung (25, 25a) hinter dem zumindest einen Laufrad (4),

dadurch gekennzeichnet,

dass die verstellbare Leiteinrichtung (2) vor dem Laufrad (4) in dem zum Laufrad (4) hin im Querschnitt stetig größer werdenden Strömungskanalabschnitt (3) angeordnet ist und von Leitschaufeln (2b) gebildet wird, die um zu der Drehachse (9) des Laufrades (4) senkrecht gerichtete Achsen (21) schwenkbar sind, während die Leiteinrichtung hinter dem Laufrad (4) der Regelung des Strömungskanales derart dient, dass dieser veränderbar ist, grundsätzlich zum Strömungskanalauslaß hin jedoch stetig kleiner wird.

2. Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Elektromotor (11, 12) das oder die Laufräder (4) antreibt, dessen Außenteil den Rotor (12) darstellt, an dem das oder die Laufräder befestigt sind, und dessen Innenteil den Stator (11) darstellt, der mit strömungsgünstig geformten Streben vor und hinter dem oder den Laufrädern am Düseninnenmantel befestigt ist. 5
3. Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Elektromotor das oder die Laufräder (4) antreibt, dessen Innenteil den Rotor darstellt, der das Laufrad bzw. die Laufräder antreibt und dessen Außenteil den Stator darstellt, der mit strömungsgünstig geformten Streben am Düseninnenmantel befestigt ist. 10
4. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Elektromotoren (11, 12) Asynchronmotoren sind. 20
5. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Elektromotoren permanenterregte Synchronmotoren sind. 25
6. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 3, 4, 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Streben Teile des Leitapparates darstellen. 30
7. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 4, 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Streben Teile eines Vorleit- und eines eigentlichen Leitapparates darstellen. 35
8. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** Kombination von zwei kontrarotierenden Laufrädern. 40
9. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** Kombination von zwei gleichsinnig rotierenden Laufrädern mit einem dazwischen liegenden Leitrad. 45
10. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** verstellbare Laufschaufeln mindestens eines Laufrades.
11. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** verstellbare Laufschaufeln mindestens eines Leitrades. 50
12. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Laufschaufeln mehrteilig sind und die Laufschaufelverstellung nur einen Teil der Laufschaufel verstellt. 55
13. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse (1) um eine im wesentlichen vertikale Achse um 360° schwenkbar ist.
14. Antrieb nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** an der Düse oder am Schaft befestigte Flaps.
15. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** an der Düse (1) oder am Schaft (7) angeordnete Flaps, die um eine im wesentlichen vertikale Achse verstellbar sind.
16. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, **gekennzeichnet durch** die Einbringung eines gasförmigen Mediums, um eine Widerstandsminimierung der Düse zu erreichen.
17. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, **gekennzeichnet durch** die Einbringung eines gasförmigen Mediums um den Schaft zum Erhalt einer Steuerwirkung.
18. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17 **gekennzeichnet durch** Klappen zur Steuerung des veränderbaren Düsenaustrittsquerschnittes.
19. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, **gekennzeichnet durch** Elastikelemente zur Steuerung des veränderbaren Düsenaustrittsquerschnittes.
20. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, **gekennzeichnet durch** einen **durch** in ihrer Überlappung einstellbare Düsenabbschnitte veränderbaren Düsenaustrittsquerschnitt.
21. Antrieb nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, **gekennzeichnet durch** einen **durch** axiale Verschiebung des Innenteils veränderbaren Düsenaustrittsquerschnitt.
22. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitapparat (2) ein Leitrad mit einstellbarer Beschaufelung ist.

Claims

1. A drive intended for, and disposed outside the hull of, a vessel in order to achieve a high speed of travel, comprising a housing around which the ambient water flows, an electric motor (11, 12) disposed in the housing (1) and having at least one impeller (4) effecting the propulsion of the vessel and connected to the rotatable part of the electric motor consisting of a rotatable part and a stationary part, the electric

motor stationary part being connected to the housing by struts, and with an adjustable diffuser (2) disposed upstream and an adjustable diffuser (25, 25a) disposed downstream of the at least one impeller (4), **characterised in that** the adjustable diffuser (2) upstream of the impeller (4) is disposed in the flow duct portion (3) which increases continuously in cross-section towards the impeller (4), and is formed by guide blades (2b) which are pivotable about axes (21) directed perpendicularly to the rotational axis (9) of the impeller (4), while the diffuser downstream of the impeller (4) serves to regulate the flow duct in such manner that it is variable, basically, however, becomes increasingly smaller towards the flow duct outlet.

2. A drive according to claim 1, **characterised in that** at least one electric motor (11, 12) drives the impeller or impellers (4), the outer part of which motor constitutes the rotor (12) on which the impeller or impellers are fixed, and the inner part of which motor constitutes the stator (11) which is fixed on the nozzle inner casing by streamlined struts upstream of and downstream of the impeller or impellers.
3. A drive according to claim 1, **characterised in that** at least one electric motor drives the impeller or impellers (4), the inner part of which motor constitutes the rotor which drives the impeller or impellers and the outer part of which motor constitutes the stator which is fixed on the nozzle inner casing by streamlined struts.
4. A drive according to any one or more of claims 1 to 3, **characterised in that** the electric motor or motors (11, 12) are asynchronous motors.
5. A drive according to any one or more of claims 1 to 3, **characterised in that** the electric motor or motors are permanently energised synchronous motors.
6. A drive according to any one or more of claims 1, 3, 4, 5, **characterised in that** the struts constitute part of the diffuser device.
7. A drive according to any one or more of claims 1, 2, 4, 5, **characterised in that** the struts constitute parts of a pre-diffuser device and an actual diffuser device.
8. A drive according to any one or more of claims 1 to 7, **characterised by** a combination of two contra-rotating impellers.
9. A drive according to any one or more of claims 1 to 7, **characterised by** a combination of two codirectionally rotating impellers with a guide wheel dis-

posed therebetween.

10. A drive according to any one or more of claims 1 to 9, **characterised by** adjustable rotor blades of at least one impeller.
11. A drive according to any one or more of claims 1 to 10, **characterised by** adjustable guide blades of at least one guide wheel.
12. A drive according to anyone or more of claims 1 to 11, **characterised in that** the guide blades are multi-part and the guide blade adjustment adjusts only some of the guide blade.
13. A drive according to any one or more of claims 1 to 12, **characterised in that** the nozzle (1) is pivotable through 360° about a substantially vertical axis.
14. A drive according to claim 11, **characterised by** flaps fixed on the nozzle or on the strut.
15. A drive according to any one or more of claims 1 to 14, **characterised by** flaps which are disposed on the nozzle (1) or on the strut (7) and which are adjustable about a substantially vertical axis.
16. A drive according to any one or more of claims 1 to 15, **characterised by** the introduction of a gaseous medium in order to minimise the nozzle resistance.
17. A drive according to any one or more of claims 1 to 16, **characterised by** the introduction of a gaseous medium around the strut in order to obtain a control action.
18. A drive according to any one or more of claims 1 to 17, **characterised by** valves to control the variable nozzle outlet cross-section.
19. A drive according to any one or more of claims 1 to 17, **characterised by** elastic elements to control the variable nozzle outlet cross-section.
20. A drive according to any one or more of claims 1 to 17, **characterised by** a nozzle outlet cross-section which is variable by nozzle portions which are adjustable in respect of their overlap.
21. A drive according to any one or more of claims 1 to 17, **characterised by** a nozzle outlet cross-section which is variable by axial displacement of the inner part.
22. A drive according to any one of claims 1 to 21, **characterised in that** the diffuser (2) is a guide wheel with adjustable blades.

Revendications

1. Dispositif de propulsion agencé à l'extérieur de la coque d'un véhicule nautique pour ce véhicule nautique afin d'atteindre une haute vitesse de déplacement comprenant :

- un carter autour duquel s'écoule l'eau environnante ;
- un électromoteur (11, 12) agencé dans le carter (1) ;
- au moins une roue (4) qui provoque la propulsion du véhicule nautique et qui est reliée à la partie rotative de l'électromoteur constitué d'une partie rotative et d'une partie stationnaire, et dont la partie stationnaire est reliée au carter par des entretoises ; et
- un dispositif directeur réglable (2) devant et un dispositif directeur réglable (25, 25a) derrière ladite au moins une roue (4),

caractérisé en ce que le dispositif directeur réglable (2) devant la roue (4) est agencé dans le tronçon du canal d'écoulement (3) dont la section transversale s'agrandit continuellement vers la roue (4) et est formé par des pales directrices (2b) qui peuvent être pivotées autour d'axes (21) orientés perpendiculairement à l'axe de rotation (9) de la roue (4), tandis que le dispositif directeur derrière la roue (4) sert à la régulation du canal d'écoulement de sorte que celui-ci est modifiable, mais qu'il diminue fondamentalement en continu vers la sortie du canal d'écoulement.

2. Dispositif de propulsion selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un électromoteur (11, 12) entraîne la ou les roue(s) (4), électromoteur dont la partie extérieure représente le rotor (12) sur lequel est (sont) fixée(s) la ou les roue(s) et dont la partie intérieure représente le stator (11) qui est fixé sur l'enveloppe intérieure de la tuyère devant et derrière la ou les roue(s) par des entretoises de forme favorable à l'écoulement.

3. Dispositif de propulsion selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un électromoteur (11, 12) entraîne la ou les roue(s) (4), électromoteur dont la partie intérieure représente le rotor qui entraîne la ou les roue(s) et dont la partie extérieure représente le stator qui est fixé sur l'enveloppe intérieure de la tuyère par des entretoises de forme favorable à l'écoulement.

4. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'élec-

tromoteur ou les électromoteurs (11, 12) est (sont) un (des) moteur(s) asynchrone(s).

5. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'électromoteur ou les électromoteurs est (sont) un (des) moteur(s) à excitation permanente.

6. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1, 3, 4, 5, **caractérisé en ce que** les entretoises représentent des parties de l'appareil directeur.

7. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1, 2, 4, 5, **caractérisé en ce que** les entretoises représentent des parties d'un appareil pré-directeur et d'un appareil directeur proprement dit.

8. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 7, **caractérisé par** la combinaison de deux roues en contra-rotation.

9. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 7, **caractérisé par** la combinaison de deux roues tournant dans le même sens avec une roue directrice disposée entre elles.

10. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 9, **caractérisé par** des pales réglables sur au moins une roue.

11. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 10, **caractérisé par** des pales directrices réglables sur au moins une roue directrice.

12. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les pales directrices sont en plusieurs parties et **en ce que** le réglage des pales directrices ajuste seulement une partie des pales directrices.

13. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la tuyère (1) peut être pivotée de 360° autour d'un axe essentiellement vertical.

14. Dispositif de propulsion selon la revendication 11, **caractérisé par** des volets fixés sur la tuyère ou sur l'arbre.

15. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 14, **caractérisé par** des volets agencés sur la tuyère (1) ou sur l'arbre (7) et réglables autour d'un axe essentiellement vertical.

16. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des

revendications 1 à 15, **caractérisé par** l'introduction d'un milieu gazeux pour obtenir une minimisation de la résistance de la tuyère.

17. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 16, **caractérisé par** l'introduction d'un milieu gazeux autour de l'arbre pour obtenir un effet de commande. 5
18. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 17, **caractérisé par** des clapets pour commander la section transversale modifiable de la sortie de tuyère. 10
19. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 17, **caractérisé par** des éléments élastiques pour commander la section transversale modifiable de la sortie de tuyère. 15
20. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 17, **caractérisé par** une section transversale de la sortie de tuyère, modifiable via des tronçons de tuyère pouvant être ajustés dans leur chevauchement. 20
21. Dispositif de propulsion selon l'une ou plusieurs des revendications 1 à 17, **caractérisé par** une section transversale de la sortie de tuyère, modifiable via une translation axiale de la partie intérieure. 25
22. Dispositif de propulsion selon l'une des revendications 1 à 21, **caractérisé en ce que** l'appareil directeur (2) est une roue directrice comportant un système réglable de pales. 30

35

40

45

50

55

Fig.1

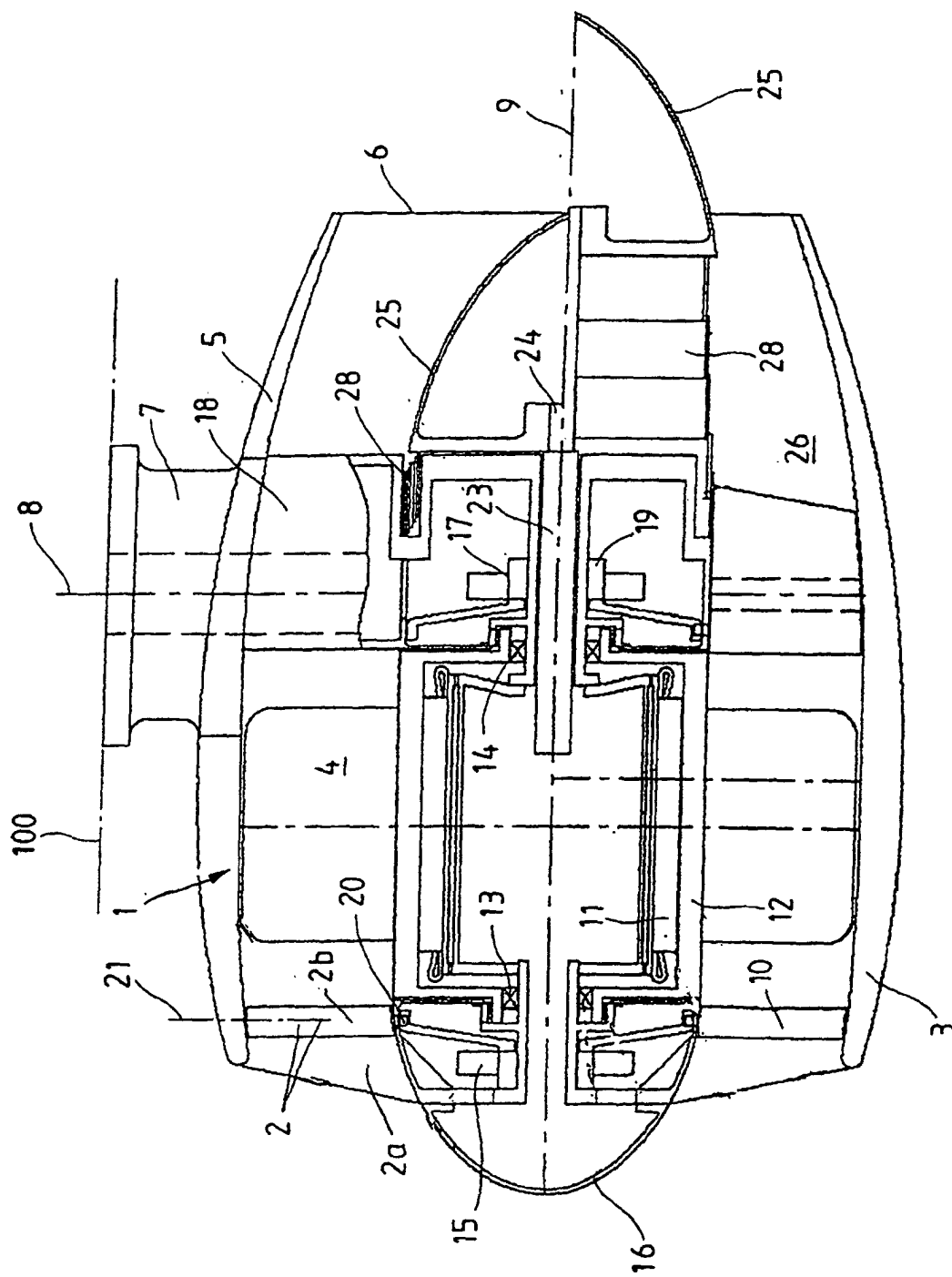


Fig. 2

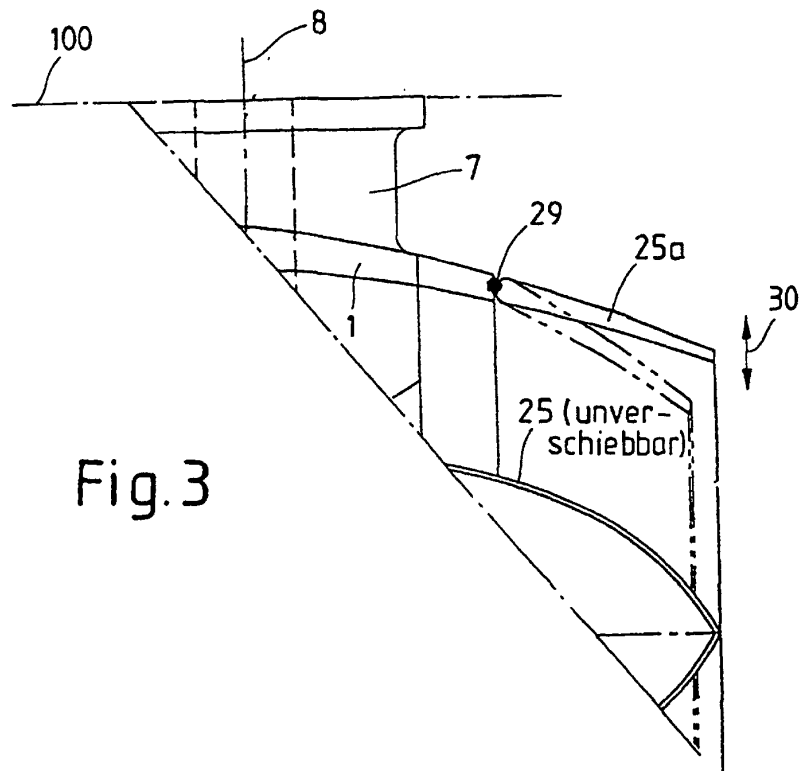
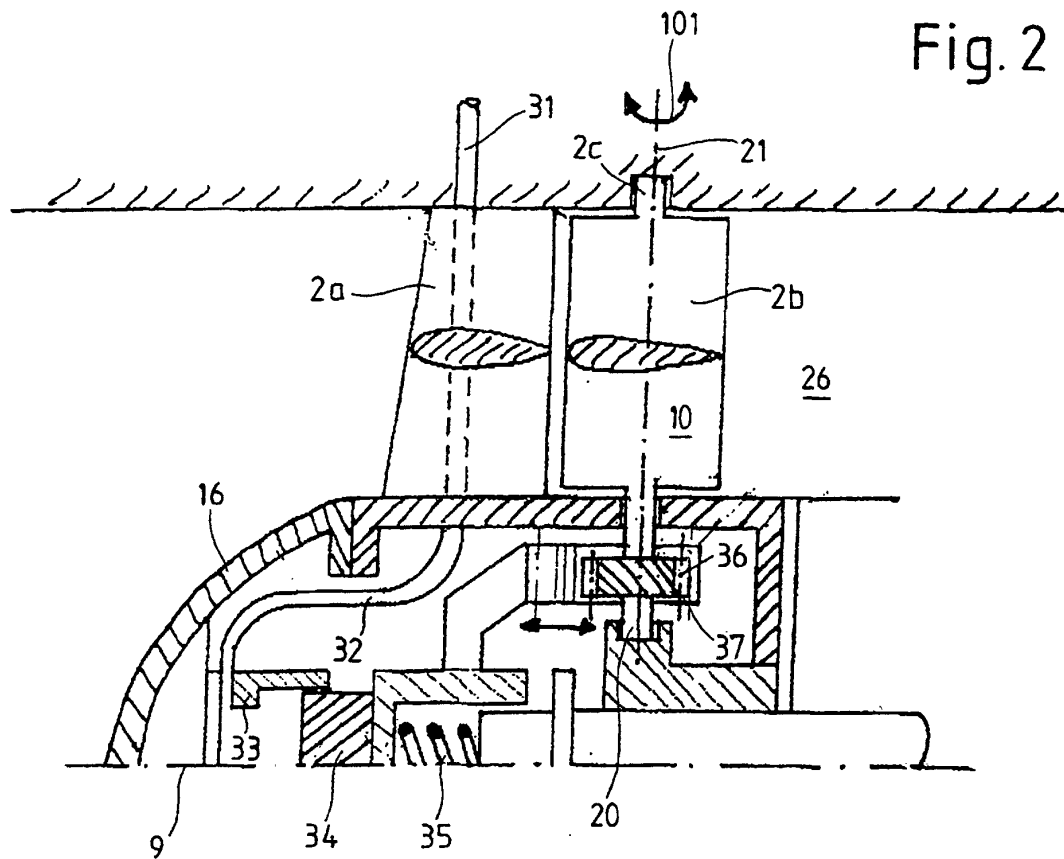


Fig. 3