

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 909 703 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

21.04.1999 Patentblatt 1999/16

(51) Int. Cl.⁶: **B63H 25/38**

(21) Anmeldenummer: **98250358.3**

(22) Anmeldetag: **13.10.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **16.10.1997 DE 19746711**

(71) Anmelder:

**BARKEMEYER-Schiffstechnik GmbH
D-21465 Reinbek (DE)**

(72) Erfinder: **Barkemeyer, Wolfgang**

21465 Reinbeck (DE)

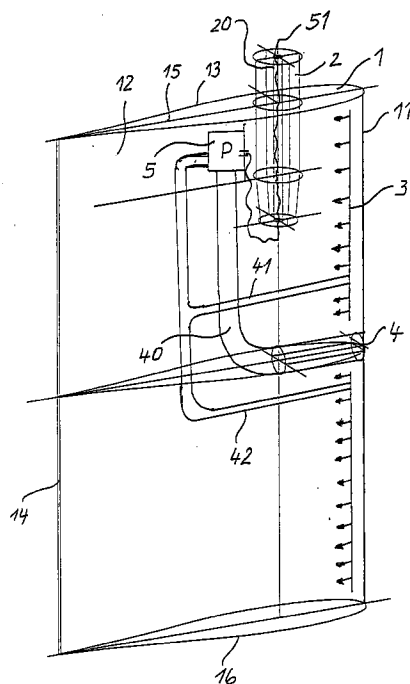
(74) Vertreter:

**Ninnemann, Detlef, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte Maikowski & Ninnemann,
Xantener Strasse 10
10707 Berlin (DE)**

(54) **Steuerruder für Wasserfahrzeuge**

(57) Bei einem Steuerruder für Wasserfahrzeuge mit einem Ruderblatt (1), das eine Vorkante oder Ruderkopf (11) und daran anschließende, voneinander beabstandete Seitenflächen (12,13) aufweist, sind in den Seitenflächen des Ruderblattes Austrittsöffnungen (3) für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet. Damit wird ein als Strahlruder ausgebildetes Hochleistungs-Steuerruder für Wasserfahrzeuge geschaffen, bei dem auch bei großen Ruderlagen ein Saugseitenabriß verhindert und damit eine maximale Ruderkraft aufgebaut wird, und dessen gegen die Fahrtrichtung gerichtete Widerstandskomponente sowohl in der neutralen Mittenlage als auch bei allen Ruderausschlägen minimal ist. Diese Wirkung wird ohne zusätzliche Anbauteile oder bewegliche Teile außerhalb des Ruderblattes erzielt, so daß die Festigkeitswerte des Steuerruders nicht beeinträchtigt werden und keine aufwendigen Konstruktionen erforderlich sind.

Fig. 2



EP 0 909 703 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Steuerruder für Wasserfahrzeuge gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Steuerruder für Wasserfahrzeuge sind üblicherweise um eine senkrechte Achse, dem das Steuer- ruder mit dem Ruderhaus verbindenden und durch einen rumpffesten Koker geführten Ruderschaft, nach jeder Seite schwenkbare Durch die Anströmung des mit einem Stromlinienprofil versehenen Querruders infolge des Schrauben- oder Fahrtstroms des Wasserfahr- zeugs wird ein Ruderdruck bewirkt, der sich in eine gegen die Fahrtrichtung gerichtete Widerstandskompo- nente und bei einer Auslenkung des Steuerruders aus der Mittel- oder Normalstellung in eine quer zur Fahrtrichtung gerichtete, die Steuerung des Wasserfahr- zeugs bewirkende Steuer- oder Ruderquerkraft aufteilt.

[0003] Infolge des Profilkörpers des Steuerruders wird die Ruderkraft durch die der Anströmung zugewandte Ruderdruckseite und die der Anströmung abgewandte Rudersaugseite aufgebracht, wobei die Ruderdruck- seite ca. ein Drittel der Ruderquerkraft und die Ruder- saugseite ca. zwei Drittel der Ruderquerkraft erbringt.

[0004] Ein wirbelfreies Anströmen des Steuerruders erfolgt nur dann, wenn die Anströmung mit der Profil- längsachse gleichgerichtet ist bzw. senkrecht zum Ruderschaft verläuft oder mit dieser einen verhältnis- mäßig kleinen Winkel bildet. Bei größeren Ausschlägen des stromlinienförmigen Ruderkörpers erfolgt ein Abrei- ßen der Strömung auf der Rudersaugseite dicht hinter dem Profilkopf des stromlinienförmigen Steuerruders und es tritt auf der Rudersaugseite eine starke Wirbel- bildung ein. Diese hat eine erhebliche Verminderung der der Steuerung des Wasserfahrzeuges dienenden Ruderquerkraft und eine beträchtliche Vergrößerung des Strömungswiderstandes des Steuerruders zur Folge. Aus diesem Grunde arbeiten derartige Profilru- der nur bis zu einer Auslenkung von ca. 25° bis 30° Ruderlage zufriedenstellend. Bei größeren Winkeln bricht die Ruderquerkraft ein, da die Rudersaugseite aufgrund des Saugseitenabrisses nicht mehr umströmt wird.

[0005] Diese unerwünschten Erscheinungen können weitgehend dadurch unterdrückt werden, daß an der Stelle, wo die Strömung zum Abreißen neigt, durch einen sich düsenartig verengenden Spalt kräftig strö- mende Flüssigkeit tangential zur Wandung zugeführt wird. Dadurch wird verglichen mit der Anströmung des Profilkörpers ohne zusätzliche Spaltströmung bei grö- ßeren seitlichen Ruderlagen eine größere Querkraft erzielt und zudem wird der Strömungswiderstand des Ruderkörpers infolge der Unterdrückung der Wirbelbil- dung verringert.

[0006] Eine derartige Anordnung ist aus der DE-PS 665 716 bekannt, bei der zu beiden Seiten des Ruder- kopfes eines stromlinienförmigen Steuerruders symme- trisch zu dessen Mittelebene zwei tragflächenartig

gekrümmte Vorprofile mittels Rippen oder dergleichen befestigt und so angeordnet sind, daß zwischen deren Eintrittskanten eine weite Öffnung verbleibt, die sich in zwei düsenartig enger werdende, am Ruderkopf ent- lang geführte Kanäle gabelt.

[0007] Ebenfalls zur Vermeidung eines Saugseitenab- risses ist aus der GB 2 021 062 A ein als sogenanntes Rotorruder ausgebildetes Hochleistungsru- der bekannt, das aus einem Hauptruderblatt und einem an diesem angelenkten Flossenruderblatt besteht, das unabhän- gig vom Hauptruderblatt ausgelenkt werden kann. Anstelle eines gekrümmten Ruderkopfes ist an der Vor- derkante des Ruders ein zylindrischer oder walzenför- miger Rotor angeordnet, der saugseitig in Richtung der Anströmung umlaufend antreibbar ist. Mittels des Rotors wird auch bei großen Ruderlagen Energie zur Rudersaugseite geführt und dadurch der Saugseiten- abriß vermieden. Auch bei Ruderlagen bis 50° führt dies zu einer großen Rudergesamtquerkraft und damit zu einer wirksamen Steuerung des Wasserfahrzeuges.

[0008] Nachteilig bei dieser Art eines Hochleistungs- ruders ist die Notwendigkeit, an der Vorderkante des Ruders, die eine extrem beanspruchte Stelle darstellt, einen konstruktiv aufwendigen Rotor mit dazugehöri- gem Antrieb zu installieren, der je nach Ruderlage und Schubbelastung des Schiffspropellers mit großen Dreh- zahlen in nur kurzen Zeitintervallen umgesteuert wer- den muß, um jeweils der Rudersaugseite Energie zuzuführen.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einem Steuerruder für Wasserfahrzeuge ohne zusätzli- che Anbauteile oder bewegliche Teile außerhalb des Ruderblattes sowohl die gegen die Fahrtrichtung gerichtete Widerstandskomponente des Steuerruders zu verringern als auch bei einem Ruderausschlag die Wirksamkeit der Rudersaugseite aufrechtzuerhalten.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Die erfindungsgemäße Lösung schafft ein als Strahlruder ausgebildetes Hochleistungs-Steuerruder für Wasserfahrzeuge, bei dem auch bei großen Ruder- lagen ein Saugseitenabriß verhindert und damit eine maximale Ruderkraft aufgebaut wird, und dessen gegen die Fahrtrichtung gerichtete Widerstandskompo- nente sowohl in der neutralen Mittenlage als auch bei allen Ruderausschlägen minimal ist. Diese Wirkung wird ohne zusätzliche Anbauteile oder bewegliche Teile außerhalb des Ruderblattes erzielt, so daß die Festig- keitswerte des Steuerruders nicht beeinträchtigt werden und keine aufwendigen Konstruktionen erforderlich sind.

[0012] Dabei ist die Wirkung des Strahlruders ver- gleichbar mit der Wirkung eines Rohrkrümmers, der die auf das Ruderblatt einwirkende Anströmung auf beide Seiten umlenkt und damit bei einem Ruderausschlag einen Saugseitenabriß verhindert bzw. bei Normallage des Ruders den Oberflächenwiderstand herabsetzt.

[0013] Zwar ist es aus der Flugzeugtechnik grund-

sätzlich bekannt, bei Flugzeugtragflügeln energiereiche Luft in die Grenzschicht einzublasen, um auf diese Weise eine Ablösung der Grenzschicht zu verhindern, jedoch wird dieses Prinzip entweder zur Erhöhung des Auftriebs oder zur Erzeugung von Verstellkräften für ein Pendelruder genutzt. Eine derartige Anordnung ist aus der DE 15 06 567 A1 bekannt, bei der wahlweise in die auf der Oberseite oder Unterseite eines Pendelruders verlaufende Strömung ein etwa quer zur Strömung stehender Schleier eines flüssigen, gas- oder pulverförmigen Steuermediums ausgeblasen wird. Das ausgeblasene Medium wird dazu verwendet, die freie Strömung um das Steuerruder zu beeinflussen und auf diese Weise die Verstellkräfte für das Ruder zu erzeugen.

[0014] Aus der DE 30 10 431 A1 ist es bekannt, die Grenzschicht eines eingetauchten Strömungskörpers durch ein gasförmiges oder flüssiges Medium zu beschleunigen oder abzulösen, um den Oberflächenreibungswiderstand zu verringern. Zu diesem Zweck wird über düsenartige Bohrungen in der äußeren Schiffswand eines Wasserfahrzeuges Druckgas in das Fahrwasser geleitet, so daß das durch die Düsen ausströmende Druckgas auf die den Oberflächenreibungswiderstand verursachende Grenzschicht stößt und diese zur Beschleunigung und Ablösung bringt.

[0015] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsöffnungen am in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Drittel des Ruderblattes angeordnet sind. Da der Saugseitenabriß bei wachsenden Ruderlagen an dieser Seite auftritt, ist ein Einbringen von Energie in diesen Bereich des Ruderblattes auf der jeweiligen Rudersaugseite am wirkungsvollsten, um eine große Rudergesamtquerkraft zu erzielen und die Rudersaugseite fortlaufend zu umströmen.

[0016] Die Anordnung weiterer Austrittsöffnungen verteilt über die gesamten Seitenflächen des Ruderblattes dient dazu, Kavitationserscheinungen durch Ausblasen an den gefährdeten Stellen am Ruderblatt zu verringern bzw. zu verhindern. Neben der Kavitationssicherheit kann damit auch eine Propulsionsverbesserung erzielt werden, indem beispielsweise an beiden Seiten des Ruderblattes ausgeblasen wird und damit Dampfblasen vermieden werden.

[0017] Vorteilhafterweise werden mehrere Austrittsöffnungen in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hintereinander und/oder versetzt zueinander angeordnet, wobei die Austrittsöffnungen zumindest über einen Teil der Höhe des Ruderblattes verteilt angeordnet werden können.

[0018] Vorzugsweise bestehen die Austrittsöffnungen aus senkrecht zur Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs verlaufenden Schlitzfenstern.

[0019] Durch Veränderung des Querschnitts der Austrittsöffnungen kann bei gleichbleibendem Druck des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums verändert werden, um

den unterschiedlichen Bedingungen, wie Ruderlage, Fahrtgeschwindigkeit, Profil des Ruderblattes und dergleichen, Rechnung zu tragen. Alternativ hierzu kann die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums durch Veränderung der Fördermenge bzw. des Mediumdrucks variiert werden.

[0020] Durch individuelle Verbindung der über den Ruderkopf verteilt angeordneten Austrittsöffnungen mit einer Fördereinrichtung für das Medium sowie durch individuelle oder gruppenweise Steuerung der Querschnitte der Austrittsöffnungen kann die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums auf beiden Seitenflächen des Ruderblattes vorzugsweise unabhängig voneinander gesteuert werden. Insbesondere ist der Austritt des Mediums über die Höhe des Ruderblattes unterschiedlich steuerbar.

[0021] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist der Austritt des Mediums an beiden Seitenflächen des Ruderblattes in Bezug auf die Hochachse des Ruderblattes asymmetrisch steuerbar, wodurch unter Berücksichtigung des Propellerdralls das asymmetrische Ausblasen zu einer weiteren Verbesserung der Propulsion und der Vermeidung bzw. Verringerung von Kavitationserscheinungen führt.

[0022] Die Fördereinrichtung für das Medium kann wahlweise im Ruderblatt oder im Wasserfahrzeug angeordnet werden, wobei bei einer Anordnung der Fördereinrichtung im Wasserfahrzeug das Medium über eine Leitung geführt wird, die über den das Ruderblatt mit dem Rumpf des Wasserfahrzeugs verbindenden Ruderschaft und/oder den zur Führung des Ruderschaftes durch die Schiffswand dienenden Koker geführt ist.

[0023] Bei einer Anordnung der Fördereinrichtung im Ruderblatt wird vorzugsweise die Ansaugöffnung für das flüssige Medium im Ruderblatt selbst angeordnet, insbesondere an der Vorkante des Ruderblattes in Höhe der Propellerwelle.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Vorkante des Ruderblattes aus einem Ankerkopf besteht, der mit dem durch die Seitenflächen des Ruderblattes begrenzten Ruderkörper verbindbar ist und daß die Austrittsöffnungen zwischen den Stirnseiten der Seitenflächen und den Seitenkanten des Ankerkopfes ausgebildet sind. Durch Verändern des Abstandes des Ankerkopfes zum Ruderkörper kann die Größe der Austrittsöffnungen in einfacher und reproduzierbarer Weise eingestellt werden.

[0025] Besteht das Ruderblatt aus einem profilierten Ruderkörper und einem gewölbten Ruderkopf sowie vom Ruderkopf zu einer Hinterkante des Ruderblattes zusammenlaufenden Seitenflächen, so werden die Austrittsöffnungen bevorzugt in dem an dem Ruderkopf angrenzenden Bereich der Seitenflächen angeordnet.

[0026] Bei einem als Hochleistungs-Flossenruder ausgebildeten Steuerruder mit einem an der Hinterkante eines Hauptruderblattes angelenkten Flossenruderblatt können im in Fahrtrichtung des

Wasserfahrzeugs vorderen Drittel des Hauptruderblattes Austrittsöffnungen für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet werden. Zusätzlich können in dem an die Anlenkung des Flossenruderblattes am Hauptruderblatt anschließenden vorderen Drittel des Flossenruderblattes Austrittsöffnungen für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet werden.

[0027] Anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen soll der der Erfindung zugrundeliegende Gedanke weiter erläutert werden. Es zeigen:

- Figur 1 - eine schematische Darstellung mehrerer konventioneller Steuerruder sowie des erfindungsgemäßen Strahlruders bei unterschiedlichen Ruderlagen sowie die dazugehörigen Strömungsverhältnisse und Ruderquerkräfte;
- Figur 2 - eine schematisch-perspektivische Seitenansicht eines Steuerruders mit Austrittsöffnungen für ein flüssiges Medium;
- Figur 3 - eine schematisch-perspektivische Frontansicht des Steuerruders gemäß Figur 2;
- Figur 4 - eine schematisch-perspektivische Seitenansicht eines Steuerruders mit Austrittsöffnungen für ein gasförmiges Medium;
- Figur 5 - einen Querschnitt durch den Ruderkopf gemäß den Figuren 2 bis 4 mit fest einstellbaren Austrittsöffnungen;
- Figur 6 - einen Querschnitt durch den Ruderkopf gemäß Figur 5 mit verstellbaren Austrittsöffnungen;
- Figur 7 - einen Querschnitt durch den vorderen Teil eines Steuerruders mit einem Ankerkopf zur Einstellung der Größe der Austrittsöffnungen und
- Figur 8 - ein Diagramm mit dem Verlauf der Ruderquerkraft und des Ruderwiderstandes in Abhängigkeit von der Ruderlage bei einem Normalruder, einem Hochleistungs-Flossenruder, einem Rotorruder und einem erfindungsgemäßen Strahlruder.

[0028] Der in den Figuren 1a bis 1d dargestellte Strömungsverlauf bei unterschiedlichen Rudertypen und unterschiedlichen Ruderlagen sowie den daraus resultierenden Ruderquerkräften auf der Rudersaugseite und der Ruderdruckseite verdeutlicht die Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Strahlruders, insbesondere bei großen Winkeln gegenüber der Normallage. Bei Ruderlagen unter 25° wird gemäß Figur 1a das Normal-

ruder NR sowohl auf der Ruderdruckseite als auch auf der Rudersaugseite gleichmäßig umströmt, so daß eine wirksame Ruderquerkraft aufgebaut wird, die sich zu einem Drittel aus der Ruderquerkraft RKD auf der Ruderdruckseite und zu zwei Dritteln aus der Ruderquerkraft RKS auf der Rudersaugseite zusammensetzt.

[0029] Bei einer in Figur 1b dargestellten Ruderlage von mehr als 25° bricht die Ruderquerkraft auf der Rudersaugseite ein, da die Rudersaugseite infolge des Saugseitenabrisses nicht mehr umströmt wird.

[0030] Gemäß Figur 1c treten die gleichen Verhältnisse auch bei einem Hochleistungs-Flossenruder auf, wenn Ruderlagen mit einem Winkel von mehr als 25° eingestellt werden. Auch in diesem Fall reißt die Saugseitenströmung beim Flossenruder FR ab und die Ruderquerkraft wird ausschließlich durch die auf der Ruderdruckseite erbrachte Ruderquerkraft RKD aufgebracht, die aber gemäß der schematischen Darstellung in Figur 1a nur ca. ein Drittel der für die Steuerung wirksamen Ruderquerkraft ausmacht.

[0031] In Figur 1d sind die Strömungsverhältnisse bei einem erfindungsgemäßen Strahlruder und einem Ruderausschlag von mehr als 25° dargestellt. Infolge der Ausströmung eines flüssigen und/oder gasförmigen Mediums auf der Rudersaugseite wird ein Saugseitenabrisß vermieden und die wirksame Ruderquerkraft setzt sich wie bei kleinen Ruderlagen von weniger als 25° zu einem Drittel aus der auf der Ruderdruckseite erbrachten Ruderquerkraft und zu zwei Dritteln aus der auf der Rudersaugseite erbrachten Ruderquerkraft zusammen.

[0032] Figur 2 zeigt in einer Seitenansicht und Figur 3 in einer Frontansicht in schematisch-perspektivischer Darstellung ein Ruderblatt 1 eines erfindungsgemäßen Strahlruders. Das Ruderblatt 1 besteht aus einem Profilkörper mit einer Vorkante 11, die in Profilierte und voneinander beabstandete Seitenflächen 12, 13 übergeht, die wiederum zur Hinterkante 14 des Ruderblattes 1 zusammenlaufen. Das Ruderblatt 1 ist mit einem Ruderschaft 2 verbunden, der durch einen nicht näher dargestellten, mit dem Rumpf des Wasserfahrzeugs fest verbundenen Koker geführt ist und in einem Ruderaushaus endet, das mit entsprechenden Steuereinrichtungen zur Veränderung der Ruderlage versehen ist.

[0033] In den an die Vorkante 11 angrenzenden Bereichen der Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 sind Austrittsöffnungen 3 für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium vorgesehen. Diese Austrittsöffnungen 3 sind vorzugsweise so gestaltet, daß das Medium in Fahrtrichtung, das heißt von der Vorkante 11 zur Hinterkante 14 gerichtet, aus den Austrittsöffnungen 3 ausströmt.

[0034] Die Austrittsöffnungen 3 können unterschiedlich gestaltet sowie in unterschiedlicher Konfiguration angeordnet werden. So ist beispielsweise ein von der Oberkante 15 des Ruderblattes 1 bis zu dessen Unterkante 16 durchgehender Spalt in beiden Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 im gleichen Abstand von der Vorkante 11 möglich. Eine andere Ausgestaltung kann

darin bestehen, daß gemäß Figur 2 Austrittsspalte in jeder Seitenfläche 12, 13 in der oberen und unteren Ruderhälfte angeordnet und über jeweils eine Mediumleitung 41, 42 mit einer Fördereinrichtung 5 verbunden sind.

[0035] Die vorzugsweise aus einer Pumpe bestehende Fördereinrichtung 5 ist über eine Medium-Zufuhrleitung 40 mit einem Einlaß 4 verbunden, durch den das in diesem Falle flüssige Medium angesaugt und über die Mediumleitung 41, 42 zu den Austrittsöffnungen 3 befördert wird, wo es mit vorgegebener Austrittsgeschwindigkeit aus den Austrittsöffnungen 3 austritt. Die Stromversorgung der Fördereinrichtung 5 erfolgt über ein Kabel 51, das vorzugsweise durch eine Bohrung 20 im Ruderschaft 2 bzw. durch den Koker geführt ist.

[0036] Alternativ zur Anordnung einer Ansaugöffnung 4 in Höhe der Propellerwelle an der Vorkante 11 des Ruderblattes 1 ist eine Zufuhr eines flüssigen Mediums auf der Oberkante 15, der Unterkante 16 oder an beiden Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 möglich.

[0037] Anstelle durchgehender Spalte sind auch mehrere einzelne, hintereinander und/oder versetzt zueinander angeordnete Spalte vorsehbar. Die hintereinander und/oder versetzt zueinander angeordneten Spalte 31, 32, 33, 34 sind analog zu der Anordnung gemäß Figur 2 gruppenweise in der oberen und unteren Ruderhälfte zu beiden Seiten der Vorkante 11 zusammengefaßt und ermöglichen somit eine individuelle Steuerung des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums.

[0038] Der Abstand der Austrittsöffnungen 3 von der Vorkante 11 des Ruderblattes 1 variiert je nach Abhängigkeit der Schubbelastung des Propellers. In diesem Sinne können auch mehrere Austrittsöffnungen in unterschiedlichen Abständen zur Vorkante 11 des Ruderblattes 1 angeordnet und jeweils über getrennte Rohrleitungen mit der Fördereinrichtung 5 verbunden werden. Durch die Anordnung von Drosselklappen in den einzelnen Mediumleitungen 41, 42 können die Druckverhältnisse und damit die Austrittsgeschwindigkeit des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums in den verschiedenen Austrittsöffnungen 31 bis 34 fest oder variabel eingestellt werden.

[0039] Weiterhin besteht die Möglichkeit, die in unterschiedlichen Abständen zur Vorkante 11 des Ruderblattes 1 angeordneten Austrittsöffnungen 3 durch einzelne Fördereinrichtungen anzusteuern, deren Druckseite individuell steuerbar ist. Damit kann in Abhängigkeit von der Ruderlage und des Ruderausschlags zur Backbordseite oder Steuerbordseite in die jeweilige Saugseite des Ruderblattes 1 über die Austrittsöffnungen 3 das flüssige und/oder gasförmige Medium mit einer vorgebbaren oder variablen Austrittsgeschwindigkeit ausgeblasen werden, um auf diese Weise wirksam einen Saugseitenabriß zu vermeiden.

[0040] In der Normallage des Steuerruders können durch Ausblasen des flüssigen und/oder gasförmigen

Mediums Kavitationserscheinungen vermieden bzw. verringert werden, das heißt durch Bildung eines gasförmigen oder flüssigen Schleiers in der Außenhaut des Steuerruders wird der Oberflächenwiderstand vermindert und damit die Widerstandskomponente des Ruders herabgesetzt. In gleicher Weise kann eine Propulsionsverbesserung durch Ausblasen an beiden Seiten des Steuerruders erzielt werden.

[0041] Durch asymmetrisches Ausblasen des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums auf der oberen und unteren Hälfte des Steuerruders, beispielsweise durch Ausblasen des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums auf der oberen Steuerbordseite und der unteren Backbordseite des Steuerruders kann unter Berücksichtigung des Propellerdralls eine weitere Verbesserung der Propulsion und der Kavitationssicherheit bei Verringerung des Widerstandswerts des Steuerruders erzielt werden.

[0042] Figur 4 zeigt in schematisch-perspektivischer Seitenansicht eine alternative Anordnung des erfindungsgemäßen Strahlruders, bei der die Fördereinrichtung nicht im Ruderblatt 1, sondern außerhalb des Ruderblattes, beispielsweise im Rudermaschinenraum, angeordnet ist. Die Zufuhr des gasförmigen oder flüssigen Mediums erfolgt beispielsweise über eine Bohrung 20 im Ruderschaft 2 zu einer Mediumleitung 43, die sich in mehrere Mediumleitungen 44, 45 aufteilt, die zu den Austrittsöffnungen 31 bis 34 auf den beiden Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 führen und beispielsweise gruppenweise in Austrittsöffnungen 31 bis 34 in der oberen und unteren Ruderhälfte zusammengefaßt sind. Figur 4 zeigt die beiden zu den Austrittsöffnungsgruppen 31, 33 in der Ruderfläche 12 oberhalb und unterhalb der Ruderblattmitte angeordneten Austrittsöffnungen 31 und 33 führenden Mediumleitungen 44, 45.

[0043] Bei Verwendung eines gasförmigen Mediums, beispielsweise Luft, kann in der Anordnung gemäß Figur 4 die Luftzuführung von außerhalb des Ruderblattes, beispielsweise aus dem Rudermaschinenraum, erfolgen. Die Zufuhr der notwendigen Luft zu den Austrittsöffnungen kann ebenfalls durch den Ruderschaft 2 bzw. den Koker zu den Mediumleitungen 44, 45 erfolgen.

[0044] Neben einer Veränderung der Austrittsgeschwindigkeit des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums durch Veränderung der Fördermenge ist eine veränderbare Einstellung der Austrittsöffnungen möglich. Figur 5 zeigt in einem Querschnitt durch den vorderen Teil eines Ruderblattes 1 einen Anker- oder Ruderkopf 10, an den sich die Ruderseitenflächen 12, 13 anschließen. In dem Übergangsbereich vom Ruderkopf 10 zu den Seitenflächen 12, 13 werden Austrittsöffnungen 35, 36 dadurch gebildet, daß Öffnungszyylinder 61, 62 in über eine Verbindungseinrichtung 6 in vorgegebenem Abstand zueinander angeordnet werden.

[0045] Infolge der an die Austrittsöffnungen 35, 36 angrenzenden Profilierung des Ruderkopfes 10 in Ver-

bindung mit der Zylinderoberfläche kann das Medium in der durch Pfeile angedeuteten Richtung in den Öffnungsbereich eintreten und aus den Austrittsöffnungen 35, 36 in der Weise austreten, daß die Strömung sich an die Seitenflächen 12, 13 anlegt. Im einfachsten Fall besteht die Verbindungseinrichtung 6 aus einem Schott bzw. einem oder mehreren Distanzstücken, die der Einstellung der Austrittsspalte 35, 36 in beiden Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 dienen.

[0046] Figur 6 zeigt demgegenüber eine Variante, bei der mittels einer Einstellvorrichtung 7 der Abstand der Zylinder 61, 62 zueinander durch eine längenveränderliche Verbindungseinrichtung 60 eingestellt werden kann. Auf diese Weise kann der Querschnitt der Austrittsöffnungen 35, 36 variiert und den jeweiligen Betriebsbedingungen angepaßt werden. Je nach Ruderausschlag können die Backbord- oder Steuerbordseite Austrittsöffnungen 35, 36 geöffnet bzw. geschlossen werden und in der Normallage des Ruderblattes 1 können beide Austrittsöffnungen 35, 36 geöffnet werden, um zur Propulsionsverbesserung und Kavitationsvermeidung beizutragen.

[0047] Figur 7 zeigt eine Variante, bei der die Austrittsspalte 35, 36 und die beiden Seitenflächen 12, 13 des Ruderblattes 1 mittels einer speziellen Einstellvorrichtung fest eingestellt werden können. In dieser Ausführungsform sind ebenfalls Austrittszylinder 61, 62 vorgesehen, die über ein Distanzelement 60 miteinander verbunden sind. Ein Ankerkopf 100 weist eine Bohrung 101 zur Aufnahme eines Bolzens 8 auf, der mit einer Bolzenaufnahme 102 verbindbar ist. Der Spalt S zwischen dem Ankerkopf 100 und der Bolzenaufnahme 102 kann mittels des Bolzens 8 so variiert werden, daß eine unterschiedliche Spaltgröße für die Austrittsspalte 35, 36 einstellbar ist. Die Öffnung 101 im Ankerkopf 100 kann nach der festen Einstellung des Spaltes S, das heißt nach der Montage des Ankerkopfes verspachtelt werden, so daß eine ununterbrochene, glatte Vorkante des Ruderblattes 1 gegeben ist.

[0048] Neben den vorstehend beschriebenen Möglichkeiten zur Veränderung bzw. Einstellung der Austrittsgeschwindigkeit des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums sowie zur Einstellung und Veränderung des Austrittsquerschnitts sind weitere Varianten möglich. So können beispielsweise mehrere Austrittsspalte in Längsrichtung des Ruders hintereinander mit Einrichtungen gemäß den Figuren 5 bis 7 vorgesehen werden. Auch eine Kombination der Veränderung der Austrittsgeschwindigkeit des flüssigen und/oder gasförmigen Mediums durch Veränderung des Pumpendruckes und eine Veränderung des Austrittsquerschnitts liegt im Rahmen der vorliegenden Erfindung. Dabei kann durch die Verwendung verschiedener Pumpen für die gruppenweise zusammengefaßten Austrittsöffnungen eine individuelle Steuerung über die gesamte Oberfläche der Ruderseitenflächen 12, 13 vorgesehen werden. Durch eine verteilte Anordnung von Austrittsöffnungen über die Ruderseitenflächen ist insbesondere eine Ver-

ringerung bzw. Vermeidung von Kavitationserscheinungen am Ruderblatt durch Ausblasen an den gefährdeten Stellen am Steuerruder möglich.

[0049] Figur 8 verdeutlicht in einem Diagramm die mit der erfindungsgemäßen Lösung gegenüber konventionellen Rudern bzw. Hochleistungsrudern erzielbaren Vorteile.

[0050] Figur 8 zeigt den Verlauf der Koeffizienten c_l der Ruderquerkraft (LIFT) sowie des Widerstandskoeffizienten c_d der Ruderlängskraft (DRAG) in Abhängigkeit vom Ruderausschlag für verschiedene Rudertypen. Die Ruderquerkraft ergibt sich zu:

$$\text{LIFT} = c_l \cdot \rho / 2 \cdot v^2 \cdot A_R$$

und die Ruderlängskraft zu:

$$\text{DRAG} = c_d \cdot \rho / 2 \cdot v^2 \cdot A_R$$

wobei c_l und c_d die Koeffizienten der Ruderquerkraft bzw. Ruderlängskraft sind, ρ die Ruderhöhe, v die Anströmgeschwindigkeit, A_R die wirksame Ruderfläche ist und das Produkt $v^2 \cdot A_R$ den Staudruck repräsentiert.

[0051] Die dargestellten Koeffizienten c_l und c_d für ein Normalruder NR, ein Hochleistungs-Flossenruder FR, ein Rotorruder RR und ein Strahlruder SRA verdeutlichen die Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Lösung. Während der Ruderquerkraftkoeffizient c_l für ein Normalruder NR und ein Hochleistungs-Flossenruder FR einen Maximalwert von 1,0 bzw. 1,6 bei einem Ruderausschlag von 25° bzw. 28° erzielt und dann infolge des Saugseitenabrisses exponentiell abfällt, zeigt der Ruderquerkraftkoeffizient c_l für ein Rotorruder RR einen Anstieg bis zu einem Maximum von 1,6 bei einem Ruderausschlag von ca. 50° und daran anschließend einen linearen Abfall.

[0052] Demgegenüber steigt der Ruderquerkraftkoeffizient c_l bei einem Strahlruder SRA auf einen ersten Maximalwert von ca. 2,0 bei einem Ruderausschlag von ca. 30° mit weiterem Anstieg bis zu einem zweiten Maximum von ca. 2,2 bei einem Ruderausschlag von ca. 45° an, um dann linear auf einen Wert von 1,0 bei einem Ruderausschlag von 70° abzufallen. Diese Kurvendarstellung verdeutlicht, daß in dem hauptsächlichen Arbeitsbereich eines Steuerruders von 45° Ruderlage das Strahlruder SRA eine maximale Querkraftkomponente erzeugt, die deutlich über den Maximalwerten der konventionellen Ruder liegt.

[0053] Im Vergleich hierzu ist der Ruderlängskraftkoeffizient c_d für ein Normalruder NR und ein Rotorruder RR eingetragen, wobei sich der Ruderlängskraftkoeffizient mit steigender Ruderlage ansteigt.

Patentansprüche

1. Steuerruder für Wasserfahrzeuge mit einem Ruderblatt, das eine Vorkante oder Ruderkopf und daran

- anschließende, voneinander beabstandete Seitenflächen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Seitenflächen (12, 13) des Ruderblattes (1) Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet sind. 5
2. Steuerruder nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) am in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Drittel des Ruderblattes (1) angeordnet sind. 10
3. Steuerruder nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß weitere Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) über die Seitenflächen (12, 13) des Ruderblattes (1) verteilt angeordnet sind. 15
4. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs hintereinander und/oder versetzt zueinander angeordnet sind. 20
5. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) zumindest über einen Teil der Höhe des Ruderblattes (1) verteilt angeordnet sind. 25
6. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) aus senkrecht zur Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs verlaufenden Schlitzen bestehen. 30
7. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Querschnitt der Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) veränderbar ist. 35
8. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums veränderbar ist. 40
9. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Querschnitte der Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) und/oder die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums auf beiden Seitenflächen (12, 13) des Ruderblattes (1) unabhängig voneinander steuerbar sind. 45
10. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Austritt des Mediums über die Höhe des Ruderblattes (1) unterschiedlich steuerbar ist. 50
11. Steuerruder nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Austritt des Mediums an beiden Seitenflächen (12, 13) des Ruderblattes (1) in bezug auf die Hochachse des Ruderblattes (1) asymmetrisch steuerbar ist. 55
12. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Austrittsgeschwindigkeit des Mediums mittels einer Fördereinrichtung (5) veränderbar ist.
13. Steuerruder nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fördereinrichtung (5) im Ruderblatt (1) angeordnet ist.
14. Steuerruder nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fördereinrichtung (5) im Wasserfahrzeug angeordnet ist und das Medium über eine Leitung (20) geführt ist, die über den das Ruderblatt (1) mit dem Rumpf des Wasserfahrzeugs verbindenden Ruderschaft (2) und/oder Koker geführt ist.
15. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansaugöffnung (4) für ein flüssiges Medium im Ruderblatt (1) angeordnet ist.
16. Steuerruder nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansaugöffnung (4) an der Vorkante (11) des Ruderblattes (1), vorzugsweise in Höhe der Propellerwelle angeordnet ist.
17. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansaugöffnung für ein gasförmiges Medium im oder am Rumpf des Wasserfahrzeugs angeordnet ist.
18. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorkante (11) des Ruderblattes (1) aus einem Ankerkopf (10, 100) besteht, der mit dem durch die Seitenflächen (12, 13) des Ruderblattes (1) begrenzten Ruderkörper verbindbar ist und daß die Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) zwischen den Stirnseiten der Seitenflächen (12, 13) und den Seitenkanten des Ankerkopfes (10, 100) ausgebildet sind.
19. Steuerruder nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Größe der Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) durch Verändern des Abstandes des Ankerkopfes (10, 100) zum Ruderkörper einstellbar ist.
20. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Ruderblatt (1) aus einem profilierten

Ruderkörper und einem gewölbten Ruderkopf sowie vom Ruderkopf zu einer Hinterkante (14) des Ruderblattes (1) zusammenlaufenden Seitenflächen (12, 13) besteht und daß die Austrittsöffnungen (3; 31 bis 36) in dem an dem Ruderkopf angrenzenden Bereich der Seitenflächen (12, 13) vorgesehen sind. 5

21. Steuerruder nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, 10 daß das Steuerruder aus einem Hochleistungs-Flossenruder mit einem an der Hinterkante eines Hauptruderblattes angelenkten Flossenruderblatt besteht und daß im in Fahrtrichtung des Wasserfahrzeugs vorderen Drittel des Hauptruderblattes 15 Austrittsöffnungen für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet sind.

22. Steuerruder nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem an die Anlenkung des Flossenruderblattes am Hauptruderblatt anschließenden vorderen Drittel des Flossenruderblattes Aus- 20 trittsöffnungen für ein flüssiges und/oder gasförmiges Medium angeordnet sind.

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1 a

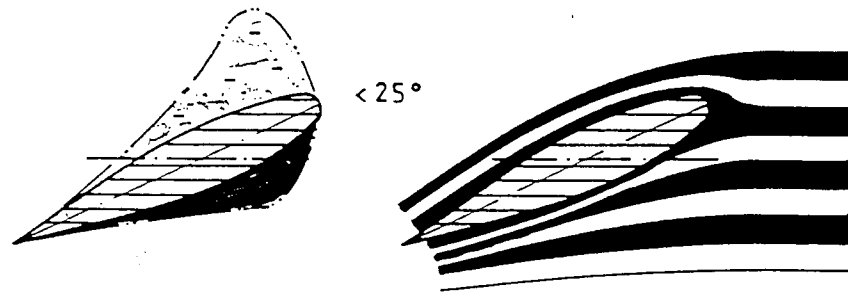


Fig. 1 b

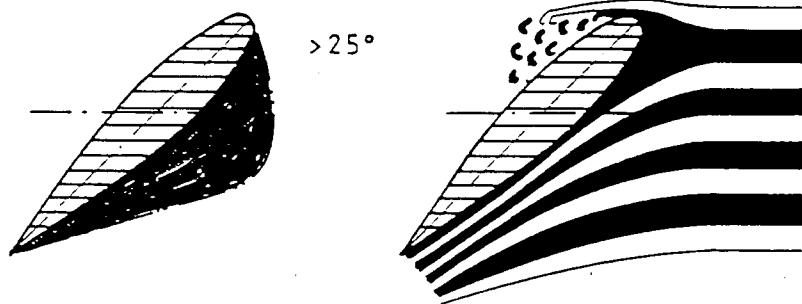


Fig. 1 c

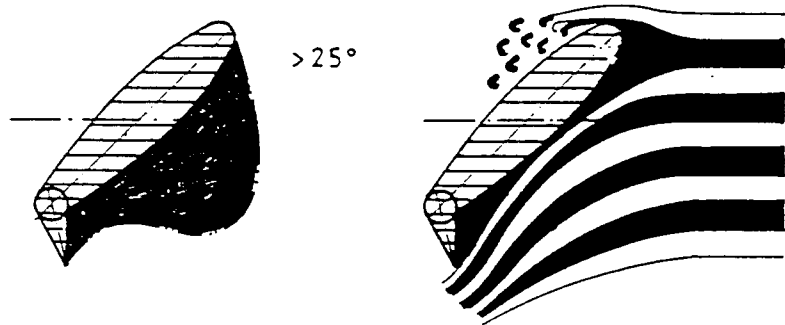


Fig. 1 d

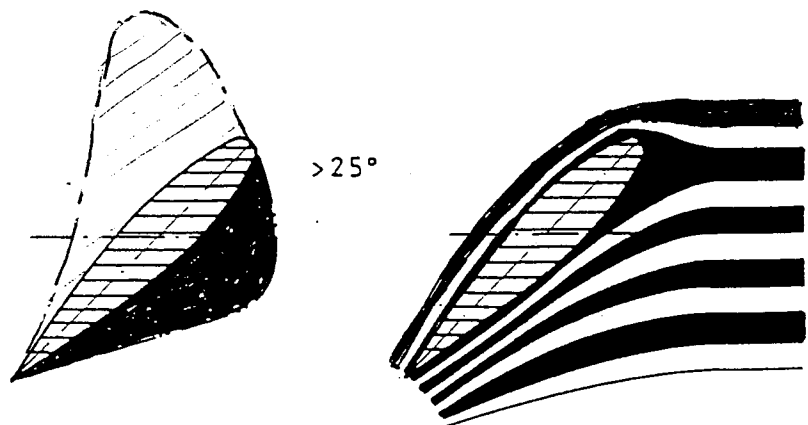


Fig. 2

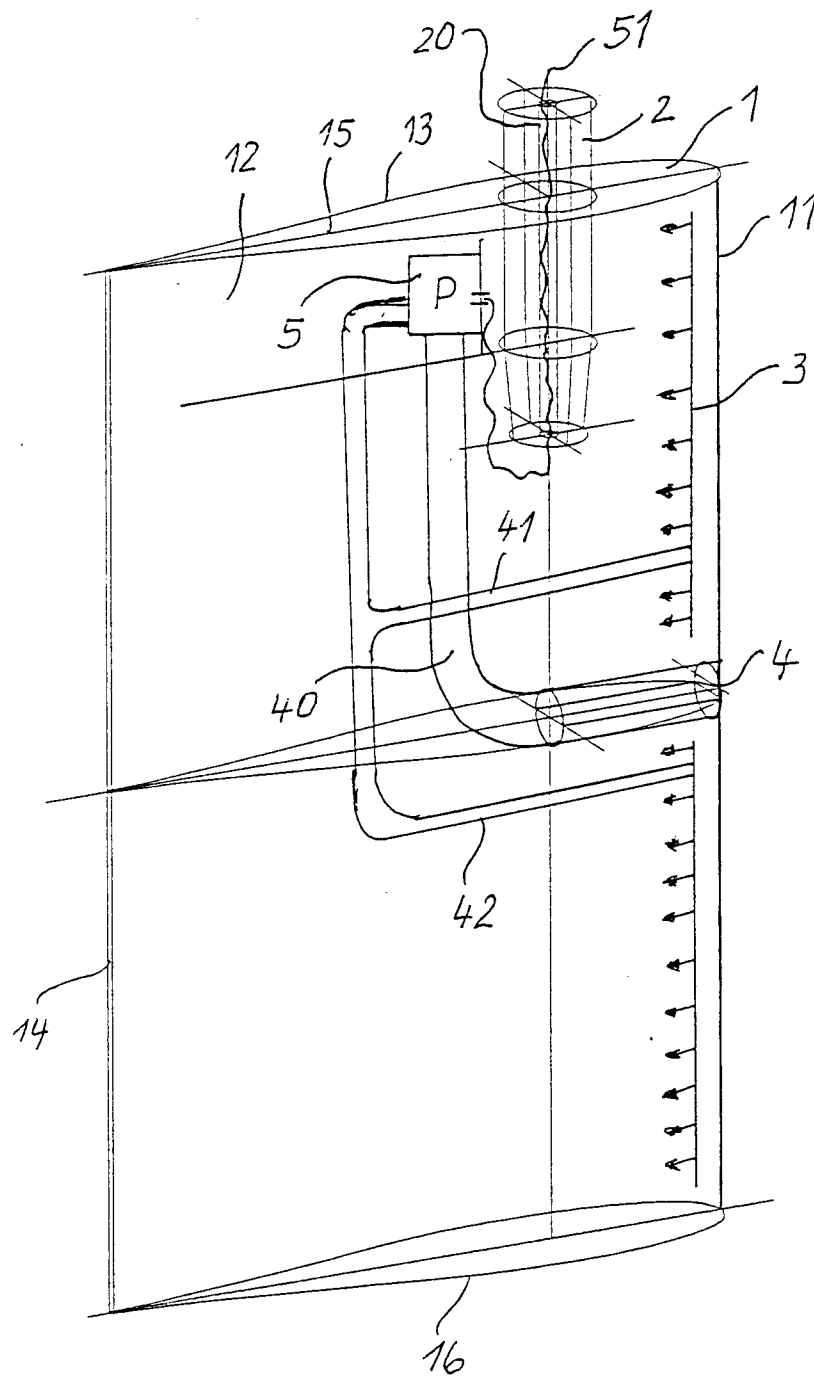


Fig. 3

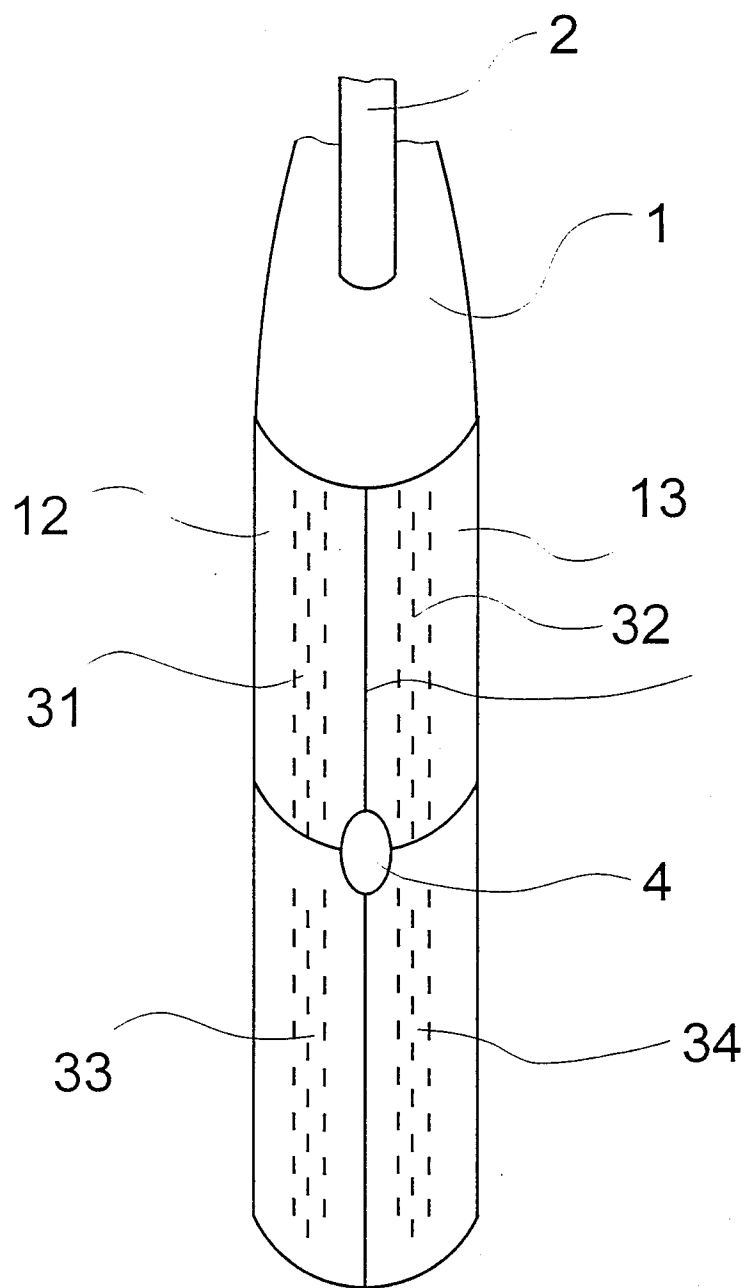


Fig. 4

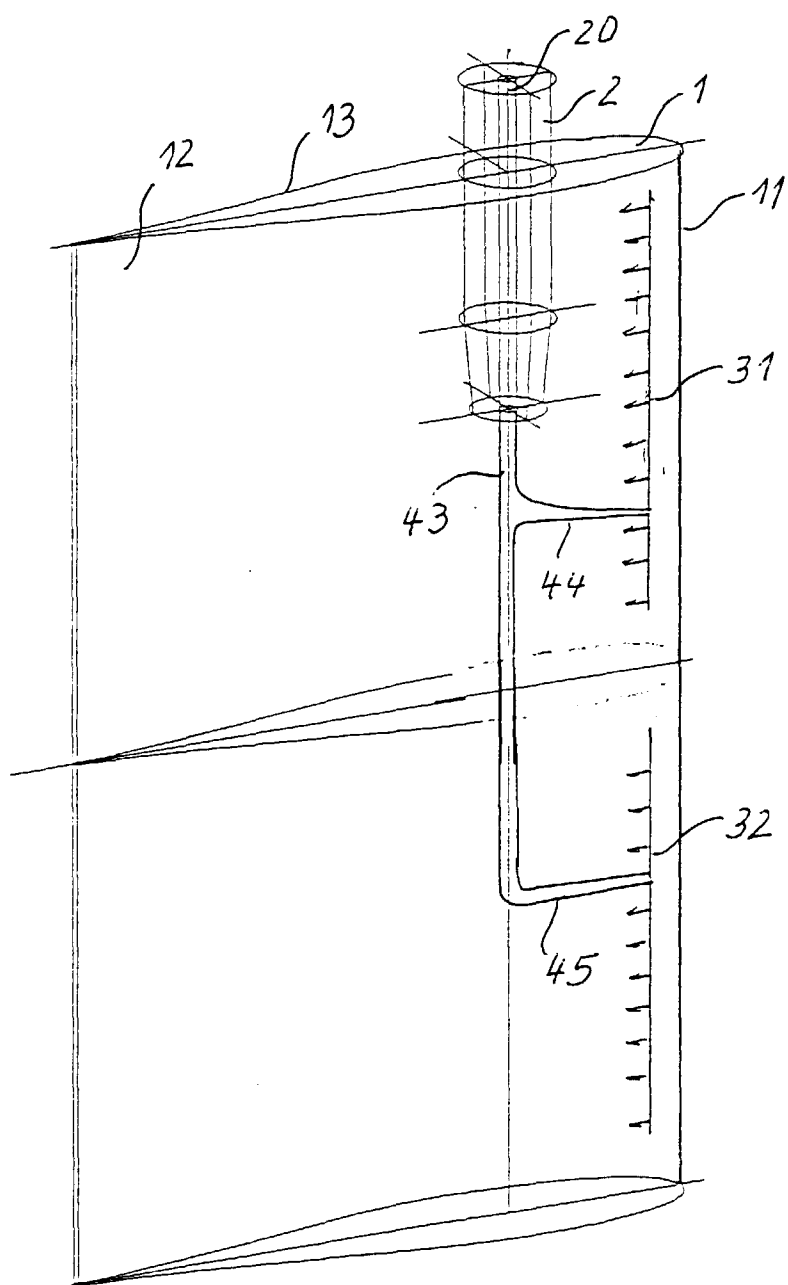


Fig. 5

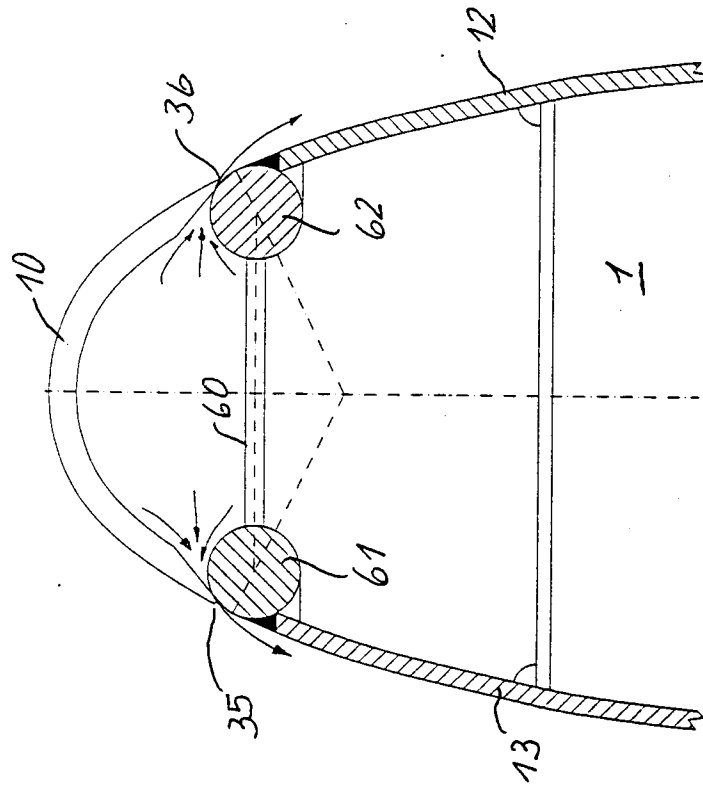
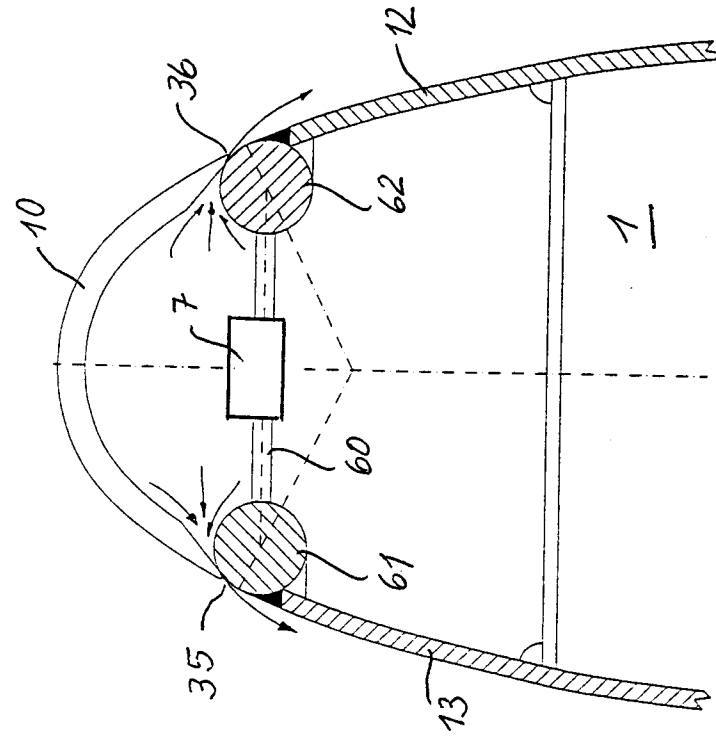


Fig. 6



F i g. 7

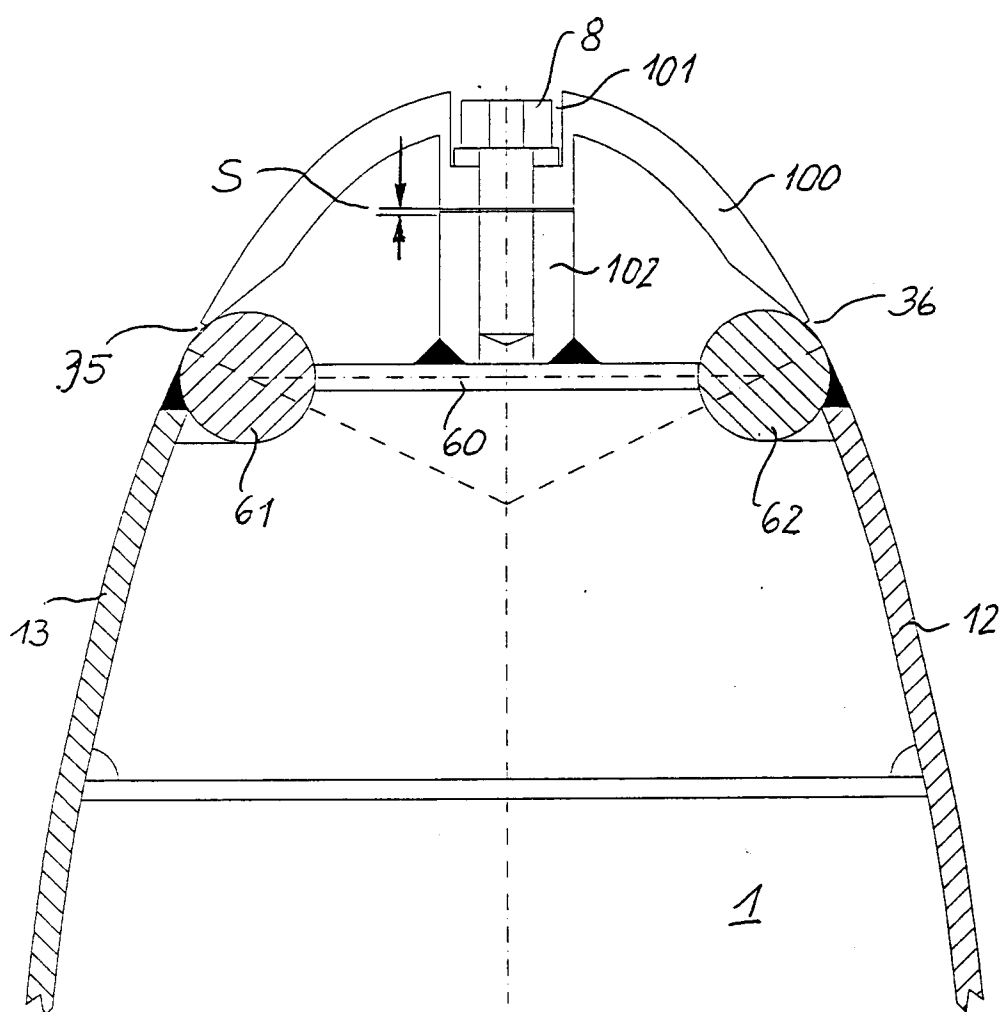


Fig. 8

