(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 07 970 T2** 2004.11.11

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 159 187 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 07 970.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB00/00868**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 907 866.8**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/53487**
(86) PCT-Anmeldetag: **09.03.2000**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **14.09.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.12.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **28.01.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.11.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B63B 1/16**

(30) Unionspriorität:
9905427 09.03.1999 GB

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

(73) Patentinhaber:
Futuretech Technologies Ltd., Southampton, Hampshire, GB

(72) Erfinder:
DUNCAN, Ian James, Blackburn, GB

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **SCHWIMMKÖRPER FÜR SCHNELLE WASSERFAHRZEUGE**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Hochgeschwindigkeits-Gleitboote und besonders auf Schiffsrümpfe, die in solchen Booten den hydrodynamischen Fahrtwiderstand verringern und die hydrodynamische Stabilität verbessern.

[0002] Gleitboote nach dem Stand der Technik leiden unter einer Anzahl von Nachteilen, wie:

1. Der Auftriebsmittelpunkt, der für einen minimalen Fahrtwiderstand erforderlich ist, verändert sich z.B. stark mit der Geschwindigkeit. Es ist eine Anzahl von Möglichkeiten eingeführt mit diesem Problem umzugehen, die das Anbringen variabler Trimmungsklappen am Heckspiegel und das Abgleichen der Schiffsschrauben zum Verschalten eines Ausgleichsmomentes einschließt. Diese Verfahren besitzen einen negativen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit.
2. Rümpfe von Hochgeschwindigkeitsschiffen nach dem Stand der Technik neigen zu Instabilität in Längsrichtung. Bei hohen Einfallswinkeln neigen die meisten solcher Rumpftypen zum Tauchstampfen, wohingegen andere Schiffsrümpfe, insbesondere diejenigen, wo ein konvexer Vorderteil in einen gewöhnlich flachen Hinterteil übergeht, bei geringen Einfallswinkeln zu Instabilität neigen.
3. V-Rümpfe nach dem Stand der Technik weisen Auftriebsflächen auf, die aus einer Reihe von Gründen bei niedrigen Verhältnissen von Auftrieb zu Fahrtwiderstand arbeiten. Solche Rümpfe neigen dazu, im Wesentlichen eine Deltaform von geringem Streckungsverhältnis, Spannweite^2/Fläche, zu besitzen, worin die Spannweite die Breite der Auftriebsfläche in Querrichtung und die Fläche die Auftriebsfläche bedeutet. Dies führt zu beträchtlichen Neigungsverlusten. Zusätzlich ist die Froude-Zahl (Vs/(g × L)), worin L die Länge der Fläche in Längsrichtung ist, wegen des hohen Wertes von L gering, was einen hohen Spritzwiderstand und Wellen erzeugenden Widerstand zur Folge hat. Ferner wird die Spritzwasserschicht wegen des V-förmigen Eintrittswinkels so zur Seite hin geschleudert, dass sie gewöhnlich nicht unter die Auftriebsfläche verbracht wird.
4. Bei hohen Geschwindigkeiten ist der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt optimal nahe am Heckspiegel angeordnet, wohingegen der aerodynamische Auftriebsmittelpunkt gewöhnlich nahe bei der Wasserfahrzeugmitte und in einem beträchtlichen Anstand von dem hydrodynamischen Auftriebmittelpunkt nach vorn liegt. Dies führt zu aerodynamischer Instabilität mit der wohl bekannten Folge, dass ein derartiges Wasserfahrzeug eine merkliche Tendenz aufweist, in Wellen oder beim Rennen unter einem übermäßigen Trimmungswinkel nach hinten umzukippen.
5. Viele Schiffsrümpfe nach dem Stand der Technik besitzen eine Tendenz sich „einzugraben", während sie bei hohen Geschwindigkeiten wenden – insbesondere unter Bedingungen mit Wellen. Dies kann dazu führen, dass der Auftriebskraftvektor unter den Schwerpunkt gerät und dadurch ein seitliches Überschlagen des Wasserfahrzeugs auslöst. Das ist besonders bei tiefen V-Rümpfen der Fall, die allbekannt unter solchen Bedingungen schwer zu steuern sind.
6. Bei einer sicheren Wende muss die Zentripetalkraft zusammen mit der durch die Antriebseinheit oder das Steuerruder ausgeübte Seitenkraft, die das Wasserfahrzeug wenden soll, durch eine vom Rumpf erzeugte Gegenkraft ausgeglichen werden. Gleitrümpfe vom V-Typ sind nicht gut angepasst, um eine solche Seitenkraft herzustellen und können tatsächlich einen beträchtlichen Fahrwiderstand verursachen, und die daraus folgende Überströmung des Rumpfes kann zu gestörten Eingangsbedingungen für die Antriebseinheit führen, die in Schubverlust münden.

[0003] In den letzten Jahren sind eine Anzahl von Verbesserungen für Gleitbootrümpfe vorgeschlagen worden, um Veränderungen in der Position des Auftriebsmittelpunktes bei Geschwindigkeit zu verringern und die hydrodynamische Stabilität zu verbessern. Beispiele dieser Verbesserungen sind US 4.903.626 (Haines), US 5.111.767 (Haines) und US 5.685.253 (Alexander), die alle einen der freien Luft ausgesetzten Ausschnitt im hinteren Heckspiegel zeigen, so dass der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt der entworfenen Auftriebsfläche nach vorn verschoben wird. Dies hat zur Wirkung, dass der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt vertikal auf den Schwerpunkt bei Auslegungsgeschwindigkeit ausgerichtet werden kann, so dass die Anforderung nach einer abwärts gerichteten Trimmungskraft bei Auslegungsgeschwindigkeit entfällt. Ferner fördert die resultierende, sich in Längsrichtung erstreckende Auftriebsfläche die Längsstabilität und hilft das Auftreten von Tauchstampfen zu verringern. Rümpfe dieser Art benötigen noch eine positive (aufwärts gerichtete) Trimmungskraft, die bei Abhebgeschwindigkeit (manchmal als Gleitgeschwindigkeit bezeichnet) am Heck aufgebracht wird, um das Moment zu überwinden, das entsteht, weil der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt vor dem Schwerpunkt liegt, was zu einer Auftriebsfläche beim Abheben führt, die zwei schmale rückwärts gerichtete Beine aufweist, und in einem beträchtlichen hydrodynamischen Widerstand resultiert.

[0004] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen oder mehrere der vorgenannten Nachteile zu vermeiden oder zu minimieren.

[0005] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Rumpf für ein Wasserfahrzeug zur Verfügung gestellt, bei dem der Schwerpunkt des Rumpfes

sowohl bei Abhebgeschwindigkeit als auch bei Auslegungsgeschwindigkeit im Wesentlichen mit dem Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs einer Rumpfauftriebsfläche vertikal ausgerichtet ist; dadurch gekennzeichnet, dass das Streckungsverhältnis des benetzten Rumpfes bei Auslegungsgeschwindigkeit im Bereich von 2,5 bis 5,0 liegt.

[0006] Der Schwerpunkt und der Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs sind bevorzugt bei allen Rumpfgeschwindigkeiten zwischen Abhebe- und Auslegungsgeschwindigkeit und darüber im Wesentlichen ausgerichtet, und können auch bei Rumpfgeschwindigkeiten unterhalb des Abhebens (d.h. Verdrängungsgeschwindigkeiten) im Wesentlichen vertikal ausgerichtet sein.

[0007] Ein solcher Rumpf besitzt den Vorteil einer verbesserten hydrodynamischen Stabilität und benötigt üblicherweise keine Trimmungseinrichtung. Das Streckungsverhältnis des Rumpfes bei Abhebgeschwindigkeit liegt bevorzugt zwischen 1,5 und 2,5.

[0008] Eine Vorderkante der benetzten Rumpffläche bei Auslegungsgeschwindigkeit verläuft bevorzugt grundsätzlich quer zur Richtung der Vorwärtsbewegung des Rumpfes, zumindest entlang eines Teils, bevorzugt eines wesentlichen Teils ihrer Länge, wobei eine Spritzwasserschicht, die vom Rumpf beim Einsatz desselben erzeugt werden kann, gewöhnlich nach vorn geschleudert wird, so dass das Wasserfahrzeug über die Spritzwasserschicht gleitet. Das hat den Vorteil, dass die im Spritzwasser mitgeführte Luft tendenziell die Oberflächenreibung verringert, wenn das Wasserfahrzeug nach vorn über das Spritzwasser gleitet.

[0009] Der Rumpf ist bevorzugt so ausgebildet und angeordnet, dass sich der hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt (C_p), wenn ein Boot mit dem Rumpf sich so aufstellt, dass sich der Bug hebt, stark nach hinten verschiebt, da das Heck des Wasserfahrzeugs eingetaucht wird. Da der Schwerpunkt (C_g) des Rumpfes vor dem hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt (C_p) liegt, bringt das Gewicht des Wasserfahrzeugs ein wiederherstellendes Moment auf das Wasserfahrzeug auf, welches das Wasserfahrzeug stabilisiert. Vorteilhafterweise kann der Rumpf auch so ausgebildet und angeordnet sein, dass, wenn ein Wasserfahrzeug mit dem Rumpf sich so neigt, dass sich der Bug des Wasserfahrzeugs senkt, sich der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt (C_p) stark nach vorne verschiebt. Da der Schwerpunkt (C_g) dann hinter dem hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt (C_p) ist, übt das Gewicht des Wasserfahrzeugs ein wiederherstellendes Moment auf das Wasserfahrzeug aus. Diese Merkmale tendieren dazu, die Längsinstabilität und das Tauchstampfen des Rumpfes zu verringern.

[0010] Der Rumpf weist im Grundriss bevorzugt grundsätzlich eine Deltaform auf, und umfasst einen Mittelteil und zwei seitliche Flügelteile. Jeder seitliche Flügelteil erstreckt sich vorteilhafter Weise vom Mittelteil des Wasserfahrzeugs so zur Seite und nach hinten, dass dazwischen eine offene Fläche definiert wird, die am Heckspiegel des Rumpfmittelteils angrenzt. Der Rumpf kann zusätzlich ein Abdeckungsteil enthalten, der bei Bedarf diese offene Fläche unter der Bedingung abdeckt, dass der Bereich unter dem Abdeckungsteil gut belüftet ist.

[0011] Der Rumpf ist bevorzugt mit zwei Schiffsschrauben versehen, die am Heckspiegel des Rumpfmittelteils angebracht sind. Die Schiffsschrauben sind bevorzugt von dem Typ, der in der internationalen Patentanmeldung Nr. PCT/GB/00388 beschrieben und beansprucht wird.

[0012] Der Rumpf kann ein scharf abgeschrägtes Hinterkantenteil enthalten. Das Hinterkantenteil kann integral im Rumpf ausgebildet sein oder herkömmlich in Gestalt einer hinteren Schürzeneinrichtung vorhanden sein, die am hinteren Rumpfende angebracht ist, wobei die Schürzeneinrichtung grundsätzlich vom Rumpf in einem Winkel größer als 45 Grad, bevorzugt in einem Winkel von im Wesentlichen 90 Grad, nach unten zur freien Wasserfläche (unter Auslegungsbedingungen) absteht. Eine derartige Schürzeneinrichtung ist im Detail in WO 00/53486 beschrieben. Die Schürzeneinrichtung erstreckt sich bevorzugt über die volle Breite des Heckspiegels vom Rumpfmittelteil und erstreckt sich auch bevorzugt über die volle Länge der inneren Hinterkanten jedes Seitenflügelteils, welche den offenen Bereich am Ende des Rumpfes definieren. Die Profilsehne der Schürzeneinrichtung ist bevorzugt variabel. Die Profilsehne der Schürzeneinrichtung am Heckspiegel des Rumpfmittelteils kann vorteilhafter Weise unabhängig von der Profilsehne an den inneren und hinteren Kanten der Flügelteile sein.

[0013] Der Rumpfmittelteil kann ein Nasenteil enthalten, das vorteilhafter Weise eine vordere Fläche umfasst, die sich von einer Nase des Rumpfes rückwärts und nach unten zu einem hinteren Endabschnitt des Rumpfmittelteils erstreckt, und im Längsschnitt leicht so gewölbt ist, dass der Winkel der vorderen Fläche relativ zur Wasserfläche beim Einsatz des Rumpfes über die Länge des Nasenteils zum hinteren Endabschnitt des Rumpfes fortschreitend abnimmt. Dieses Merkmal ist auch detailliert in WO 00/53486 beschrieben.

[0014] Jedes Seitenflügelteil ist bevorzugt im Querschnitt leicht so gewölbt, dass der Winkel einer Unterseite jedes seitlichen Flügelteils relativ zur Wasserfläche von einer Spitze des Flügelteils über die quer verlaufende Breite des Flügelteils zum Rumpfmittelteil fortschreitend abnimmt. Jeder Seitenflügelteil

ist gleichfalls auch bevorzugt in seinem Längsschnitt leicht gewölbt.

[0015] Die gewölbten Rumpfflächen der Erfindung führen zu erheblich verringertem Längswiderstand und somit zu geringerer Neigung des Rumpfes sich beim Wenden „einzugraben".

[0016] Der Rumpf kann ferner eine Stabilisierungsflosse oder einen Kiel enthalten, die so ausgebildet und angeordnet sein können, dass ihr Mittelpunkt des Seitenwiderstands im Wesentlichen vertikal zum Rumpfschwerpunkt ausgerichtet ist. Die Stabilisierungsflosse kann zur Verringerung des Widerstandes eingezogen werden, wenn sie nicht benötigt wird.

[0017] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun lediglich beispielhaft und mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen gilt:

[0018] **Fig.** 1 ist eine Seitenansicht von einem Gleitrumpf, der sich unterhalb der Gleitgeschwindigkeit bewegt;

[0019] **Fig.** 2 zeigt den Rumpf von **Fig.** 1, der sich mit seiner Auslegungsgeschwindigkeit und in seiner Auslegungslage bewegt;

[0020] **Fig.** 3 ist ein Grundriss eines verbesserten Rumpfes nach dem Stand der Technik;

[0021] **Fig.** 4 ist eine Seitenansicht des Rumpfes von **Fig.** 3;

[0022] **Fig.** 5 ist eine isometrische Ansicht eines Rumpfes nach der vorliegenden Erfindung von oben;

[0023] **Fig.** 6 ist eine Seitenansicht des Rumpfes von **Fig.** 5;

[0024] **Fig.** 6A ist eine schematische Seitenansicht eines Teils des Rumpfes von **Fig.** 6, die eine durch den Rumpf erzeugte Spritzwasserschicht zeigt;

[0025] **Fig.** 7 ist ein Grundriss des Rumpfes von **Fig.** 5 und 6, der dessen Auftriebsflächen zeigt und dessen hintere Schürze und Schiffsschrauben zur Verdeutlichung weggelassen wurden;

[0026] **Fig.** 8 zeigt den Rumpf von **Fig.** 6 in der Draufsicht;

[0027] **Fig.** 9 zeigt den Rumpf von **Fig.** 6 in einer Ansicht von hinten;

[0028] **Fig.** 10 ist eine isometrische Ansicht der Unterseite des Rumpfes von **Fig.** 6;

[0029] **Fig.** 11 ist eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform der Erfindung mit einem Rumpf mit Kimme und hochklappbaren Flügeln;

[0030] **Fig.** 12(a) ist ein Querschnitt des Rumpfes von **Fig.** 11 entlang der Linie B-B, der die hochklappbaren Flügel in ihren herunter gelassenen Positionen zeigt; und

[0031] **Fig.** 12(b) ist ein Querschnitt des Wasserfahrzeugs von **Fig.** 11 entlang der Linie A-A.

Beschreibung von Rumpfformen nach dem Stand der Technik

[0032] **Fig.** 1 zeigt einen Rumpf **1**, der bei einer Geschwindigkeit unterhalb des Abhebens fährt. (Es ist einzusehen, dass das Abheben der Zeitpunkt ist, zu dem ein Wasserfahrzeug seine minimale Geschwindigkeit erreicht, bei der es das Gleiten aufrechterhält.) Die freie Wasseroberfläche **2** wird wegen der durch den Rumpf erzeugten Bugwelle verformt. Der Rumpf weist an seinem Eintrittspunkt **3** relativ zur freien Wasseroberfläche **2** einen positiven Einfallswinkel α_1 auf. Der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p (auch als die „Auftriebsmitte" oder der „Druckmittelpunkt" bekannt) liegt vor dem Schwerpunkt C_g und das resultierende Moment im Uhrzeigersinn wird dadurch ausgeglichen, dass die Richtung der von der Schiffsschraube **4** erzeugten Schubkraft T ein gleichwertiges, linksdrehendes Moment um C_p erzeugt. Alternativ können Heckspiegelklappen angebracht werden, um den Auftriebsmittelpunkt C_p so nach achtern zu verschieben, dass er auf den Schwerpunkt C_g vertikal ausgerichtet ist.

[0033] **Fig.** 2 zeigt denselben Rumpf **1** bei Auslegungsgeschwindigkeit. Die freie Wasseroberfläche **2** wird nun durch den Rumpf viel weniger verformt. Der Rumpf weist an seinem Eintrittspunkt **3** relativ zur freien Wasseroberfläche **2** einen positiven Einfallswinkel α_1 auf. Der Auftriebsmittelpunkt C_p liegt nun achtern vom Schwerpunkt C_g und das resultierende linksdrehende Moment wird dadurch ausgeglichen, dass die Richtung der von der Schiffsschraube **4** erzeugten Schubkraft T ein gleichwertiges rechtsdrehendes Moment um C_p erzeugt. Alternativ können Heckspiegelklappen zur Herstellung eines negativen Auftriebs so eingestellt werden, dass der Auftriebsmittelpunkt C_p so nach vorne verschoben wird, dass er mit dem Schwerpunkt Cg vertikal ausgerichtet ist.

[0034] **Fig.** 3 zeigt einen Grundriss eines Rumpfes **1** des in US 5.685.253 vorgeschlagenen Typs, der den halben Auftriebsflächenbereich des Rumpfes bei Abhebgeschwindigkeit und bei Auslegungsgeschwindigkeit des Rumpfes zeigt. **Fig.** 4 ist eine Seitenansicht derselben Flächen. Suffix 1 bezieht sich auf Werte bei Auslegungsgeschwindigkeit und Suffix 2 auf Werte bei Gleitgeschwindigkeit (d.h. bei Abhebgeschwindigkeit). Bei Auslegungsgeschwindigkeit

scheidet der Rumpf **1** die freie Wasserfläche 2_1 unter einem Einfallswinkel α_{11}, wobei der Auftriebsmittelpunkt bei C_p, liegt und der Bereich der Wasserebene (d.h. der Bereich der Schnittebene der ungestörten Wasseroberfläche mit dem Rumpf) ist A_1 und hat eine Spannweite S_1. Der Schwerpunkt C_g ist mit dem Auftriebsmittelpunkt C_{p1} vertikal ausgerichtet. Bei Abhebgeschwindigkeit ist der Abhebflächenbereich A_2 viel größer, aber die Spannweite S_2 vergrößert sich nur marginal. In diesem Fall liegt der Auftriebsmittelpunkt C_{p2} signifikant vor dem Schwerpunkt Cg, so dass der Rumpf durch irgendeine Einrichtung getrimmt werden muss. Der Einfallswinkel α_{12} beim Abheben wird gewöhnlich deutlich größer sein als der Auslegungseinfallswinkel α_{11}, um einen erhöhten Auftriebskoeffizienten zu erhalten.

Genaue Beschreibung einer Ausführungsform nach der Erfindung

[0035] **Fig.** 5 ist eine isometrische Ansicht eines Rumpfes nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung von oben. **Fig.** 6 ist eine Seitenansicht des Rumpfes. Wie aus **Fig.** 5 zu sehen ist, ist der Rumpf grundsätzlich deltaförmig und besitzt einen Mittelteil **1a** und zwei Seitenflügelteile **1b**, **1c**, die sich mit Mittelteil **1a** nach der Seite und nach hinten erstrecken. Jeder Seitenflügelteil **1b**, **1c** enthält einen hinteren Endabschnitt **2b**, **2c**, welcher hinter einem Heckspiegel **3** des Rumpfmittelteils **1a** nach hinten vorsteht, wobei die hinteren Endabschnitte der Flügelabschnitte **1b**, **1c** am hinteren Rumpf eine offene Fläche **5** definieren, die am Heckspiegel **3** des Rumpfmittelteils **1a** angrenzt. Die grundsätzliche Delta-Form des Rumpfes liefert durch die Verschiebung des aerodynamischen Auftriebsmittelpunktes C_a viel weiter nach achtern als beim bekannten Stand der Technik eine gute aerodynamische Stabilität. Beim Vergleich zwischen dem Rumpf von **Fig.** 5 und dem herkömmlichen Rumpf von **Fig.** 3 ist zu sehen, dass die offene Fläche oder der „Ausschnitt" **5** des Rumpfes der vorliegenden Erfindung bzgl. Länge und Breite relativ zur Gesamtlänge und -breite des Rumpfes grundsätzlich tiefer und breiter als die offene Fläche in einem herkömmlichen Rumpf ist. Der aerodynamische Auftriebsmittelpunkt C_a liegt, wie in den Zeichnungen gezeigt wird, im Rumpf von **Fig.** 5 viel weiter achtern als im Rumpf von **Fig.** 3. Darüber hinaus ist die Nase **1d** des Mittelteils **1c** des Rumpfes von **Fig.** 5 viel breiter und plumper als die spitz zulaufende, V-förmige Nase des Rumpfes von **Fig.** 3.

[0036] In der in **Fig.** 6 gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist ein vorderer Abschnitt der Unterseite des Mittelteils **1a** des Rumpfes leicht gewölbt, wie in meiner zuvor erwähnten anderen Anmeldung beschrieben, die mit der vorliegenden Erfindung gleichzeitig eingereicht wird, so dass sich der Winkel der vorderen Fläche beim Einsatz des Rumpfes relativ zur Wasseroberfläche entlang der Länge des Nasenteils zum hinteren Endabschnitt des Rumpfes fortschreitend verringert.

[0037] In dieser bevorzugten Ausführungsform wird auch eine hintere Schürze **20** so am Rumpf angebracht, dass sie in einem Winkel von 90 Grad zur Auslegungsebene des Wassers 2_1 liegt. Die Schürze **20** bildet den Heckspiegel **3** des Mittelteils **1a** des Rumpfes aus und erstreckt sich über die gesamte Länge der Innenkanten **6b**, **6c** der beiden vorstehenden Abschnitte **2b**, **2c** des Seitenflügelteils **1b**, **1c** und über deren Hinterkanten **7b**, **7c**. Schiffsschrauben mit verstellbaren Flügeln **22**, **22a**, wie sie in der Anmeldung Nr. PTC/GB99/00388 beschrieben sind, werden durch Elektromotoren **24**, **24a** mit veränderlicher Geschwindigkeit über Reduziergetriebe **23**, **23a** angetrieben, die an der Schürze **20** befestigt sind. (Es sind auch andere Ausführungsformen möglich, bei denen die in **Fig.** 5 gezeigte Schürze nicht enthalten ist. In solchen Fällen ist es verständlich, dass die Getriebe **23**, **23a** stattdessen am hinteren Ende des Rumpfmittelteils **1a** befestigt sind.) Es ist einzusehen, dass der Rumpf wenig Seitenschubkraft ausüben kann, um eine von der (den) Schiffsschraube(n) während des Wendens des Rumpfes ausgeübte Seitenkraft auszugleichen, und dass eine Stabilisierungsflosse oder ein Kiel **50**, wie er in **Fig.** 6 in gestrichelten Linien gezeigt wird (wo er sich von einer Unterseite des Rumpfes nach unten erstreckt), erforderlich sein kann, um eine solche Seitenschubkraft auszuüben. In der Praxis gestatten es die Antriebsschiffsschrauben mit verstellbaren Flügeln **22**, **22a**, dass das Moment beim Wenden durch Schuberhöhung einer Schiffsschraube und gleichzeitiger Verringerung des Schubs der anderen zur Verfügung gestellt wird, und in diesem Fall durch die Propeller eine sehr kleine oder gar keine Seitenkraft auf den Rumpf ausgeübt wird. Die Unterseite **50b**, **50c** jedes Seitenflügels ist sowohl in ihrem Quer- als auch in ihrem Längsschnitt leicht gewölbt, so dass der Winkel, den die Unterseite jedes Seitenflügels mit der Wasseroberfläche bildet, über die Quer- und Längsrichtung des Seitenflügels jeweils von der Spitze **10b**, **10c** jedes Flügels zum Mittelteil des Rumpfes zu und von der Hinterkante **7b**, **7c** jedes Flügels auf das vordere Ende jedes Flügels zu, fortschreitend verringert wird.

[0038] **Fig.** 7 zeigt einen schematischen Grundriss der Unterseite des Rumpfes **1**, der die Rumpfauftriebsflächen bei Gleit- und Auslegungsgeschwindigkeit des Rumpfes **1** darstellt. Zur Vermeidung von Unklarheiten wurden in **Fig.** 7 die hintere Schürze **20** und die Schiffsschrauben weggelassen. Auch hier bezieht sich Suffix **1** auf Werte bei Auslegungsgeschwindigkeit und Suffix **2** auf Werte bei Abhebgeschwindigkeit. Wie in **Fig.** 6 zu sehen schneidet der Rumpf **1** bei Auslegungsgeschwindigkeit die freie Wasseroberfläche **2**, bei Punkt 3_1 unter einem Winkel α_{11}, und der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p des Rumpfes liegt etwa auf halben Weg der Profil-

sehne C_1 der Auslegungsauftriebsfläche A_1 und ist mit dem Schwerpunkt C_g des Rumpfes vertikal ausgerichtet. Der aerodynamische Auftriebsmittelpunkt C_a befindet sich vor dem hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p und liegt tatsächlich oberhalb des Rumpfes **1**. In **Fig.** 6 wird die vertikale Lage von C_a relativ zum Rumpf gezeigt. Der Bereich der Wasserebene ist bei Auslegungsgeschwindigkeit A, und besitzt eine Spannweite S_1. Bezug nehmend auf **Fig.** 3 und 7 wird klar, dass das Streckungsverhältnis (S^2/A) bei Auslegungsgeschwindigkeit für den Rumpf von **Fig.** 7 viel größer ist als für den Rumpf nach dem Stand der Technik aus **Fig.** 3 und 4. Es ist auch festzustellen, dass bei Auslegungsgeschwindigkeit der Auftriebsbereich grundsätzlich die Gestalt eines schmalen Rechtecks aufweist, ohne irgendwelche rückwärts gerichteten Beinabschnitte wie jene der Auslegungsauftriebsfläche am Rumpf von **Fig.** 3.

[0039] Bei Abhebgeschwindigkeit schneidet der Rumpf **1** die freie Wasserfläche $\mathbf{2_2}$ bei Punkt $\mathbf{3_2}$ nach einem Teilstück entlang der Länge des Rumpfes unter einem Winkel α_{12}. Es ist folglich zu bemerken, dass nach dem Abheben ein weiter vorn gelegener Abschnitt des Rumpfes nicht in Kontakt mit der Wasseroberfläche kommt. Der Abhebflächenbereich A_2 und die Spannweite S_2 sind beide größer als A_1 und S_1 (Abhebflächenbereich und Spannweite jeweils bei Auslegungsgeschwindigkeit, d.h. bei der Geschwindigkeit für deren Betrieb das Wasserfahrzeug entworfen ist). Obwohl jedoch das Streckungsverhältnis (S^2/A,) beim Abheben geringer als das Streckungsverhältnis (S^2/A_2) unter Auslegungsbedingungen ist, ist es immer noch hoch im Vergleich mit dem Streckungsverhältnis des herkömmlichen Rumpfes von **Fig.** 3 und 4. Die Formen der Abhebe- und Auslegungsauftriebsflächen A_2, A_1 besitzen, wie in **Fig.** 7 zu sehen ist, sich überdeckende Mittelpunkte. Demzufolge ist der Auftriebsmittelpunkt C_{P2} beim Abheben deckungsgleich mit dem Auftriebsmittelpunkt C_{p1} bei Auslegungsgeschwindigkeit. Es ist festzustellen, dass die Auftriebsfläche A_2 beim Abheben des Rumpfes von **Fig.** 7 grundsätzlich mehr U-förmig als V-förmig ist und einen breiten vorderen Abschnitt P und zwei sich nach hinten ausdehnende Beinabschnitte Q, R aufweist. Beim Rumpf **1** von **Fig.** 5, 6 und 7 bleibt sowohl unter Abheb- wie auch unter Auslegungsbedingungen der Auftriebsmittelpunkt C_p vertikal auf den Schwerpunkt C_g ausgerichtet. Der Einfallswinkel α_{12} ist größer als α_{11}, so dass sich der Auftriebskoeffizient erhöht, aber die Lage des Rumpfes **1** sich nicht merklich verändert. Die Schubkraft T ist virtuell auf den Druckmittelpunkt C_p ausgerichtet, um den sie ein kleines Moment erzeugt.

[0040] Die Querlinie **12** in **Fig.** 7 ist der vordere Abschnitt der Vorderkante **28**, bei der die Wasserebene den Rumpf unter Auslegungsbedingungen trifft, was dem Punkt 3_1 in **Fig.** 6 entspricht. In **Fig.** 7 ist diese Linie **12** senkrecht zu der Längsachse X des Rumpfes gezeigt, jedoch kann in anderen möglichen Ausführungsformen die Vorderkante **28** einem anderen Weg folgen, der grundsätzlich über den Großteil seiner Länge quer verläuft, wie etwa der in gestrichelten Linien in **Fig.** 5 gezeigte krummlinige Pfad **12a**. Aus **Fig.** 5 ist ersichtlich, dass die Spannweite S_1 der Auftriebsfläche am Auslegungspunkt relativ breit gegenüber deren Profilsehne C1 (d.h. der benetzten Länge des Rumpfes in Längsrichtung) ist und dass die sich grundsätzlich in einer Querrichtung befindende Linie **12** die in **Fig.** 6A gezeigte Spritzwasserschicht **26** veranlasst, sich grundsätzlich so nach vorne auszudehnen, dass das Wasserfahrzeug über sie gleitet. Wenn in der Praxis der Winkel α_{11} klein ist, ist die Menge des erzeugten Spritzwassers minimal, reicht aber immer noch aus, dass die erzeugte, eingebundene Luft den Reibungswiderstand spürbar verringert, wenn der Rumpf darüber gleitet. Ein weiterer Vorteil des großen Streckungsverhältnisses ist es, dass die an der Vorderkante des benetzten Abschnittes (und auch an der Hinterkante des benetzten Abschnittes in der bevorzugten Ausführungsform des Rumpfes, wie sie unten mit Bezug zu **Fig.** 7 beschrieben wird) erzeugten Druckspitzen über den größten Teil der Spannweite spürbar bei ihren theoretischen, zweidimensionalen Werten bleiben. Wegen der Anwesenheit des Abschnitts **27** des Abhebauftriebsbereiches A_2, der den Auslegungsauftriebsbereich A_1 umschließt, werden die Neigungsverluste, die sich aus der Druckverringerung an der Vorderkante **28** des Auslegungsauftriebsbereichs A_1 ergeben, im Vergleich mit jenen von Flugzeugflügeln desselben Streckungsverhältnisses merklich reduziert.

[0041] Bei Abhebgeschwindigkeit ist ein vorgerückter Abschnitt **11b** der Vorderkante **11** des benetzten Abschnitts (dieser vorgerückte Abschnitt entspricht dem Punkt $\mathbf{3_2}$ in **Fig.** 6) bevorzugt so angeordnet, dass er über einen langen Teil der benetzten Spannweite S_2 quer verläuft, so dass das Wasserfahrzeug wie zuvor über die nach vorn vorstehende Spritzwasserschicht gleitet. In diesem Fall krümmt sich ein hinterer Abschnitt **11a** der Vorderkante **11** scharf nach achtern und geht in den Spitzenabschnitt **11c** über. Die genaue Gestalt der Linie **11** kann festgelegt werden, um den Kräfteausgleich des Bootes zu optimieren und die benetzte Fläche zu minimieren. Sie könnte sich z.B. bei einem steileren Winkel rückwärts hinziehen und sich dann nach außen kehren, um wie durch Linie **11d** in **Fig.** 7 gezeigt ein Flügelchen am Heck auszubilden.

Längsstabilität

[0042] Mit Bezug zu **Fig.** 5, 6 und 7 wird offensichtlich, dass wenn sich das Wasserfahrzeug so neigt, dass sich sein Bug **32** anhebt, sich der hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt C_p scharf nach hinten verschieben wird, da das Heck des Wasserfahrzeugs eingetaucht wird. Der Schwerpunkt C_g liegt nun ziem-

lich vor dem hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt C_p und das Gewicht des Wasserfahrzeugs wird ein starkes wiederherstellendes Moment ausüben, um das Wasserfahrzeug zu stabilisieren. Diese rückwärts gerichtete Bewegung des Auftriebsmittelpunktes hat auch die Wirkung, den Neigungswinkel zu verringern.

[0043] Im Fall, wo sich der Bug **32** senkt, wird sich die Vorderkante der benetzten Fläche **12** schnell nach vorn verschieben und in dem Fall, wo der Rumpf **1** einen Längsschnitt besitzt, in dem die vordere Fläche des Mittelteils **1a** des Rumpfes von grundsätzlich leicht gewölbter Gestalt (wie zuvor beschrieben) ist, neigt der Rumpf dazu, sich so nach vorn zu rollen, dass sich der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p schnell nach vorn verschiebt, während der Einfallswinkel α_{11} spürbar konstant bleibt. Die grundsätzliche Deltaform des Rumpfes und das dadurch hohe Streckungsverhältnis ist so entworfen, dass der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p sich typischer Weise von 60 % bis 100 % der Wasserfahrzeuglänge verschieben kann, wenn sich der Einfallswinkel um 3 oder 4 Grad ändert. Die betonte Bewegung des hydrodynamischen Auftriebsmittelpunktes nach vorn oder achtern bei kleinen Änderungen des Neigungswinkels verleiht dem Wasserfahrzeug äußerste Neigungsstabilität.

Aerodynamische Stabilität

[0044] Während der Heckausschnitt (offene Fläche **5**) des Rumpfs von **Fig.** 5 und 6 offen dargestellt wird, kann er auch herkömmlich überdeckt oder auf andere Weise abgedeckt werden, vorausgesetzt der geschaffene Raum bleibt gut belüftet. Das Abdecken des Ausschnittes hat die Wirkung, den aerodynamischen Auftriebsmittelpunkt C_a weiter nach achtern zu verschieben. Zu diesem Zweck kann auch eine hintere Stabilisierungsflosse oder ein Kiel vorgesehen werden. In dem Fall, wo sich der Rumpf beginnt so aufzustellen, dass sich der aerodynamische Auftrieb vergrößern würde (d.h. unter schweren Wind- und/oder Wellenbedingungen, die das Wasserfahrzeug veranlassen einen großen Anstellwinkel einzunehmen), verschiebt sich der hydrodynamische Auftriebsmittelpunkt C_p scharf nach hinten, da das Heck **31** des Wasserfahrzeugs eingetaucht wird. Da der Schwerpunkt C_g nun ziemlich vor dem hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt liegt, wird das Gewicht des Wasserfahrzeugs ein starkes Wiederherstellungsmoment erzeugen, um das Wasserfahrzeug zu stabilisieren und sein Umkippen nach hinten zu verhindern.

Wenden

[0045] Die Stabilisierungsflosse **50** ist so gestaltet, dass ihr eigener Schwerpunkt auf ihren hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt vertikal ausgerichtet ist. Die Stabilisierungsflosse **50** arbeitet unter einem geringen Arbeitswinkel und erzeugt bei Wendemanövern sehr wenig Widerstand. Die Stabilisierungsflosse arbeitet auch bei kleinen Kreuzungswinkeln und wird die Strömung zu den Schiffsschrauben nur minimal beeinflussen. Die Stabilisierungsflosse **50** ist einziehbar und kann, wenn sie nicht benötigt wird, eingeholt werden.

[0046] Die Stellung der Schürzen **20** kann gegenüber dem Rumpf **1** eingestellt werden, um eine veränderliche Schürzenprofilsehne vorzusehen, wie sie in meiner zuvor erwähnten anderen UK-Patentanmeldung, die am selben Tag wie die vorliegende Erfindung eingereicht wurde, vorgeschlagen wird. Vier hydraulische Niederdruck-Stellglieder **21** sorgen für eine Differentialeinstellung an der Vorder- und Hinterseite der Schürze. Eine Einstellungseinrichtung (nicht gezeigt) kann nützlicher Weise vorgesehen werden, um die Höhen der Getriebe **23**, **23a** gegenüber der Schürze **20** einzustellen.

[0047] **Fig.** 8 ist ein Grundriss der Ausführungsform von **Fig.** 7, und **Fig.** 9 ist eine Rückansicht derselben Ausführungsform, in der zu sehen ist, dass die beiden Seitenflügelteile **2b**, **2c** beide unter einem Winkel Δ zur Unterseite **36** des Rumpfmittelteils **1a** aufwärts geneigt sind. Der Winkel Δ ist so ausgewählt, dass er typischer Weise im Bereich von 2 bis 10 Grad liegt. Dies sorgt für eine geeignete Spannweite beim Abheberei und am Auslegungspunkt und liefert auch bei Wendemanövern weiche Eintrittsbedingungen für den Rumpf.

[0048] **Fig.** 10 ist eine isometrische Ansicht von der Unterseite der Ausführungsform von **Fig.** 6, aus der die Stromlinien und das Fehlen von Widerstand erzeugenden Anhängsel deutlich werden.

[0049] Es ist zu bemerken, dass die Rumpfbreite in der oben beschriebenen Ausführungsform von **Fig.** 5 grundsätzlich größer ist als bei bekannten Rümpfen nach dem Stand der Technik, welche größere Streckungsverhältnisse des Rumpfes der vorliegenden Erfindung zulässt, auch die Froude-Zahl des Rumpfes erhöht und verbesserte Auftrieb/Widerstand-Werte liefert. Der breite Rumpf hilft auch für vorteilhafte Eintrittsbedingungen bei Wendemanövern zu sorgen. Typischer Weise liegt das Verhältnis Rumpflänge zu Rumpfbreite des Rumpfes nach der vorliegenden Erfindung im Bereich zwischen 1,75 für kleine Freizeitboote und 3,0 oder mehr bei großen Schiffen.

[0050] Es ist verständlich, dass bei Rümpfen nach der oben beschriebenen Erfindung die Gestaltung des Rumpfes von der Art ist, dass Auftrieb und Widerstand im Wesentlichen unabhängig von dem Steuerkurs ε des Wasserfahrzeugs, d.h. dem Winkel zwischen tatsächlicher Fahrtrichtung und der Längsachse des Wasserfahrzeugs wie in **Fig.** 8 gezeigt,

sind. In Wirklichkeit ändern kleine Steuerwinkel (von wenigen Grad) irgendeinen signifikanten Übergang im Längsschnitt des Rumpfes. Dies ist hauptsächlich so wegen der abgerundeten und stumpfnasigen Gestalt des Nasenteils des Rumpfes, der so konstruiert ist, dass ein Schnitt durch den Rumpf an irgendeinem Punkt dem Rumpflängsschnitt sehr ähnlich ist. Als Ergebnis wird für einen weichen Eintritt gesorgt, ohne negative Werte des Druckkoeffizienten bei allen vorwärts gerichteten Steuerkursen des Wasserfahrzeuges. Dies hat den Vorteil sicherzustellen, dass bei einer Wende keine Geschwindigkeit verloren geht.

[0051] Die Ausführungsform des in den Zeichnungen gezeigten Rumpfes ist grundsätzlich für ein kleines, elektrisch angetriebenes, auf Wasser gleitendes Freizeitboot gedacht, wenngleich der Rumpf der Erfindung auch bei anderen Wasserfahrzeugtypen eingesetzt werden kann. Wo mehr Platz für Lebensraum oder Lagerraum für Fracht usw. erforderlich ist, können Rümpfe mit Kimme an der Spitze der Rumpfform, wie in den Zeichnungen gezeigt, ineinander übergehen. **Fig.** 11 stellt schematisch einen solchen Rumpf **40** dar, der einen niedrigen Rumpfteil **41** und einen Rumpf mit Kimme **42** besitzt, der darin übergeht. Rümpfe mit hochklappbaren Flügeln **1b**, **1c**, Ausladungen oder mit hochklappbaren Heckverlängerungen sind ebenfalls möglich, damit die größte Breite oder die Länge des Rumpfes verringert werden kann, um die Anforderungen an den Ankerplatz zu befriedigen (PANAMAX, zulässige Breiten zum Durchfahren des Panamakanals) usw. Der Rumpf von **Fig.** 11 weist ein Paar solcher hochklappbarer Flügel **43b**, **43c** und eine Heckerweiterung **46** auf. **Fig.** 12 stellt das Wasserfahrzeug mit Flügeln in herabgelassenen Stellungen **44b**, **44c** dar. Jeder Flügel kann in seine hochgeklappte Stellung **45b**, **45c** angehoben werden, wenn eine Verringerung der Rumpfbreite und/oder -länge erforderlich ist.

[0052] Es ist ferner zu erkennen, dass beim praktischen Betrieb des Wasserfahrzeugs mit dem Rumpf geringe Abweichungen der vertikalen Ausrichtung von C_g und C_p zugelassen werden und in manchen Fällen unvermeidbar sein können, obgleich der Rumpf der Erfindung so entworfen worden ist, dass sein Schwerpunkt C_g und sein hydrodynamischer Auftriebsmittelpunkt C_p bei Abheb- wie auch bei Auslegungsgeschwindigkeit im Wesentlichen vertikal ausgerichtet sind. Während zum Beispiel ein Teil einer veränderlichen Ladung (wie bei Treibstofftanks) des Rumpfes nahe dem Schwerpunkt positioniert sein kann, kann der Rest der veränderlichen Ladung anderweitig untergebracht sein, was bedeutet, dass sich beim Gebrauch des Rumpfes in der Praxis oft die genaue Lage des Schwerpunktes wenigstens in gewissem Ausmaß verändern wird. Grundsätzlich können die Schürzenprofilsehne, die Rumpfprofilsehne und die Rumpflage (Trimmungswinkel) in solchen Fällen verändert werden, um das Verhältnis Auftrieb zu Widerstand zu optimieren, indem die Stabilitätskriterien aufrechterhalten werden (zu diesem Zweck kann eine „intelligente" Steuerung vorgesehen werden).

[0053] Als ein Beispiel für eine annehmbare Lageabweichung zischen Schwerpunkt C_g und C_p bei einem Freizeitboot schlagen wir vor, dass diese Lageabweichung zwischen C_g und C_p (horizontal) bis zu 3 % der Länge des Wasserfahrzeugs (bei Abheb- oder Auslegungsgeschwindigkeit) nur eine Veränderung in der Lage des Wasserfahrzeugs (Trimmungswinkel) von etwa 0,3 Grad ergibt.

[0054] Es ist ferner verständlich, dass die genaue relative Lage des Auftriebsmittelpunktes C_p zum Schwerpunkt C_g zumindest in gewissem Ausmaß von Momenten abhängt, die durch Kräfte verursacht werden wie: Schubkräfte der Antriebseinheit, Trägheitskräfte und aerodynamische Auftriebs- und Widerstandskräfte, die zu irgendeiner Zeit auf das Wasserfahrzeug einwirken. Für alle außer Hochgeschwindigkeitsboote oder Leichtgewichtsboote, die bei sehr hohen Einfallswinkeln betrieben werden, sind die auf das Wasserfahrzeug einwirkenden aerodynamischen Momente klein. Das Schubmoment ist also idealer Weise ziemlich klein und die Trägheitsmomente sind mit Ausnahme für Leichtgewichtsboote bei schneller Beschleunigung recht klein. Nichts desto Trotz kann in den meisten Fällen Verschiebungen im Druckmittelpunkt auf Wunsch durch kleine Veränderungen in der Rumpflage (hauptsächliche beim Trimmungswinkel) begegnet werden, indem die Form der Auftriebsfläche und demzufolge der Auftriebsmittelpunkt C_p modifiziert wird. Wo ein intelligentes Steuerungssystem vorgesehen ist, kann die Einstellung durch Verändern der Schürzenstellung so durchgeführt werden, um den Auftriebskoeffizienten und den Auftriebsmittelpunkt C_p zu variieren. Alternativ kann die Einstellung durch eine Kombination beider Verfahren ausgeführt werden.

[0055] Ähnlich können Lageveränderungen des Schwerpunktes bei Auslegungsgeschwindigkeit zugelassen werden, indem entweder dem Wasserfahrzeug gestattet wird, sich leicht nach vorn zu neigen, um den hydrodynamischen Auftriebsmittelpunkt C_p nach vorn zu verschieben, oder dass das Wasserfahrzeug sich leicht nach hinten neigen darf, um den Auftriebsmittelpunkt nach achtern zu verschieben. Alternativ kann die Schürzenprofilsehne leicht verringert werden, was den Auftriebskoeffizienten herabsetzt, dadurch die Profilsehne erhöht und den Auftriebsmittelpunkt nach vorn verschiebt, oder die Schürzenprofilsehne wird vergrößert, was den Auftriebsmittelpunkt nach achtern bewegt.

[0056] Für jedes beliebige Wasserfahrzeug kann der Auftriebsmittelpunkt bei Geschwindigkeiten unter der Auslegungsgeschwindigkeit variiert werden, in-

dem die Schürzenprofilsehne am vorderen Ende des Ausschnitts **5** und am hinteren Ende des Wasserfahrzeugs erhöht oder verringert wird. Ein Vergrößern der Schürzenprofilsehne steigert den Auftrieb, sodass, beim Vergrößern der Schürzenprofilsehne für den Mittelteil **1a** und bei deren Verkleinern für die Flügel, durch den vorderen Mittelteil mehr Auftrieb und durch die Flügelteile **2b**, **2c**, die weiter achtern liegen, weniger Auftrieb erzeugt wird. Die Wirkungsweise würde den Auftriebsmittelpunkt nach vorn verschieben (oder das Wasserfahrzeug hinten ausstellen). Ein Vergrößern der Schürzenprofilsehne für die Flügelteile und ein Verringern der Vergrößern der Schürzenprofilsehne für die Flügelteile und ein Verringern der Schürzenprofilsehne für den Mittelteil des Rumpfes wird die entgegengesetzte Wirkung haben.

Patentansprüche

1. Rumpf (**1**) für ein Wasserfahrzeug, wobei der Schwerpunkt (C_g) des Rumpfes im Wesentlichen vertikal auf den Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs (C_p) einer Auftriebsfläche des Rumpfes ausgerichtet ist, und zwar sowohl bei Abhebegeschwindigkeit als auch bei Auslegungsgeschwindigkeit, dadurch gekennzeichnet, dass das Streckungsverhältnis (S^2/A) des benetzten Rumpfes (**1**) bei Auslegungsgeschwindigkeit im Bereich zwischen 2,5 und 5,0 liegt.

2. Rumpf nach Anspruch 1, wobei der Schwerpunkt (C_g) und der Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs (C_p) bei Rumpfgeschwindigkeiten zwischen Abhebe- und Auslegungsgeschwindigkeit und darüber im Wesentlichen vertikal ausgerichtet sind.

3. Rumpf nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei der Schwerpunkt (C_g) und der Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs auch bei Rumpfgeschwindigkeiten unterhalb des Abhebens im Wesentlichen vertikal ausgerichtet sind.

4. Rumpf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Streckungsverhältnis (S^2/A) des Rumpfes (**1**) bei Abhebegeschwindigkeit im Bereich zwischen 1,5 und 2,5 liegt.

5. Rumpf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Vorderkante (**28**) der benetzten Fläche des Rumpfes (**1**) bei Auslegungsgeschwindigkeit im Wesentlichen quer zur Richtung der Vorwärtsbewegung des Rumpfes entlang wenigstens eines Teils (**12**) seiner Länge ist, so dass eine Spritzwasserfläche (**26**), die durch den Rumpf beim Einsatz desselben erzeugt werden kann, im Allgemeinen nach vorn geschleudert wird, so dass das Fahrzeug über der Spritzwasserfläche gleitet.

6. Rumpf nach Anspruch 5, wobei die Vorderkante (**28**) der benetzten Fläche des Rumpfes bei Auslegungsgeschwindigkeit im Allgemeinen quer zur Richtung der Vorwärtsbewegung des Rumpfes über wenigstens einen erheblichen Teil (**12**) seiner Länge ist.

7. Rumpf nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Rumpf (**1**) in Draufsicht im Allgemeinen deltaförmig ist und einen Mittelteil (**1a**) sowie zwei seitliche Flügelteile (**1b**, **1c**) umfasst, wobei sich jeder seitliche Flügelteil (**1b**, **1c**) seitlich und nach hinten von dem Mittelteil (**1a**) erstreckt, so dass eine offene Fläche (**5**) dazwischen an einen Heckspiegel (**3**) des Mittelteils des Rumpfes angrenzend entsteht.

8. Rumpf nach Anspruch 7, wobei der Rumpf (**1**) des Weiteren einen Abdeckteil zum Abdecken dieses offenen Bereiches enthält.

9. Rumpf nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei der Rumpf mit zwei Propellern (**22**, **22a**) versehen ist, die am Heckspiegel (**3**) des Mittelteils des Rumpfes angebracht sind.

10. Rumpf nach einem der Ansprüche 7 bis 9, der des Weiteren einen schart nach unten abgeschrägten Hinterkantenteil enthält.

11. Rumpf nach Anspruch 10, wobei der Hinterkantenteil integral in dem Rumpf ausgebildet ist.

12. Rumpf nach Anspruch 10, wobei der Hinterkantenteil in Form einer hinteren Schürzeneinrichtung (**20**) vorhanden ist, die am hinteren Ende des Rumpfes befestigt ist, und die Schürzeneinrichtung bei Auslegungsbedingungen im Allgemeinen von dem Rumpf in einem Winkel von mehr als 45 Grad zur freien Wasserfläche (**2**) nach unten vorsteht.

13. Rumpf nach Anspruch 12, wobei die Schürzeneinrichtung im Allgemeinen in einem Winkel von im Wesentlichen 90 Grad von dem Rumpf nach unten vorsteht.

14. Rumpf nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, wobei sich die Schürzeneinrichtung über die gesamte Breite des Heckspiegels des Mittelteils des Rumpfes erstreckt und sich auch über die volle Länge innerer (6b, 6c) und hinterer (7b, 7c) Kanten jedes seitlichen Flügelteils (**1b**, **1c**) erstreckt, die die offene Fläche (**5**) am hinteren Teil des Rumpfes (**1**) bilden.

15. Rumpf nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Sehne der Schürzeneinrichtung variabel ist.

16. Rumpf nach Anspruch 15, wobei die Sehne der Schürzeneinrichtung am Heckspiegel (**3**) des Mittelteils (**1a**) des Rumpfes unabhängig von der Sehne der Schürzeneinrichtung an den inneren und hinteren Kanten der Flügelteile variabel ist.

17. Rumpf nach einem der Ansprüche 7 bis 16, wobei der Mittelteil (**1a**) des Rumpfes einen Nasenteil (**1d**) enthält, der eine vordere Fläche umfasst, die sich von einer Nase des Rumpfes nach hinten und nach unten auf einen hinteren Endteil des Mittelteils des Rumpfes zu erstreckt und im Längsschnitt leicht gewölbt ist, so dass der Winkel der vorderen Fläche relativ zu der Wasserfläche beim Einsatz des Rumpfes über die Länge des Nasenteils zum hinteren Endteil des Rumpfes hin allmählich abnimmt.

18. Rumpf nach einem der Ansprüche 7 bis 17, wobei jeder seitliche Flügelteil (**1b**, **1c**) im Querschnitt leicht gewölbt ist, so dass der Winkel einer Unterseite (**50b**, **50e**) jedes seitlichen Flügelteils relativ zu der Wasserfläche von einer Spitze (**10b**, **10c**) des Flügelteils in der Breite in Querrichtung des Flügelteils zum Mittelteil (**1a**) des Rumpfes (**1**) hin allmählich abnimmt.

19. Rumpf nach Anspruch 18, wobei jeder seitliche Flügelteil (**1b**, **1c**) auch im Längsschnitt gleichfalls leicht gewölbt ist.

20. Rumpf nach einem der Ansprüche 7 bis 19, wobei jeder seitliche Flügelteil (**1b**, **1c**) einen Unterseitenteil hat, der zu einer Unterseite (**36**) des Mittelteils (**1a**) des Rumpfes in einem Winkel (A) geneigt ist, der im Bereich von 2 bis 10 Grad liegt.

21. Rumpf nach einem der vorangehenden Ansprüche, der des Weiteren einen Kiel (**50**) enthält, der sich von einer Unterseite des Rumpfes nach unten erstreckt und der so ausgebildet und angeordnet ist, dass der Mittelpunkt des Lateralwiderstandes des Kiels (**50**) im Wesentlichen vertikal auf den Schwerpunkt (C_g) des Rumpfes ausgerichtet ist.

22. Rumpf nach Anspruch 21, wobei der Kiel (**50**) eingezogen werden kann.

23. Wasserfahrzeug, das einen Rumpf (**1**) nach einem der vorangehenden Ansprüche enthält.

24. Wasserfahrzeug nach Anspruch 23, wobei der Rumpf (**1**) so geformt und angeordnet ist, dass, wenn sich das Fahrzeug so neigt, dass sich der Bug (**32**) des Fahrzeugs hebt, sich der Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs (C_p) einer Auftriebsfläche des Rumpfes stark nach hinten bewegt, wenn das Heck des Wasserfahrzeugs eingetaucht wird.

25. Wasserfahrzeug nach Anspruch 24, wobei der Rumpf (**1**) des Weiteren so geformt und angeordnet ist, dass, wenn sich das Fahrzeug so neigt, dass sich der Bug (**32**) des Fahrzeug senkt, sich der Mittelpunkt des hydrodynamischen Auftriebs (C_p) der Auftriebsfläche des Rumpfes stark nach vorn bewegt.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

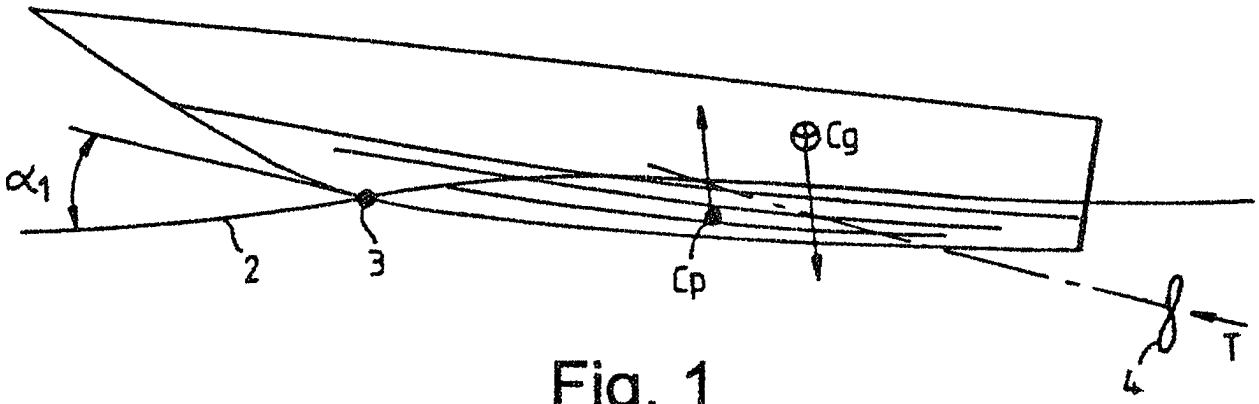


Fig. 1

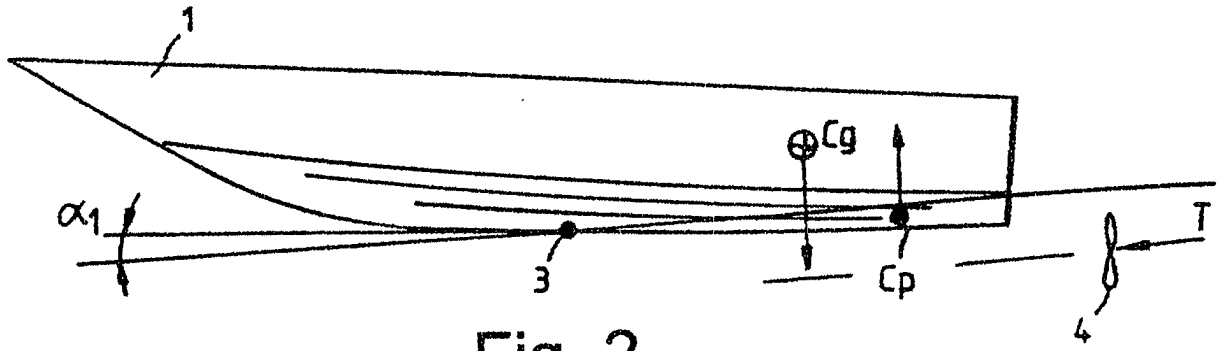


Fig. 2

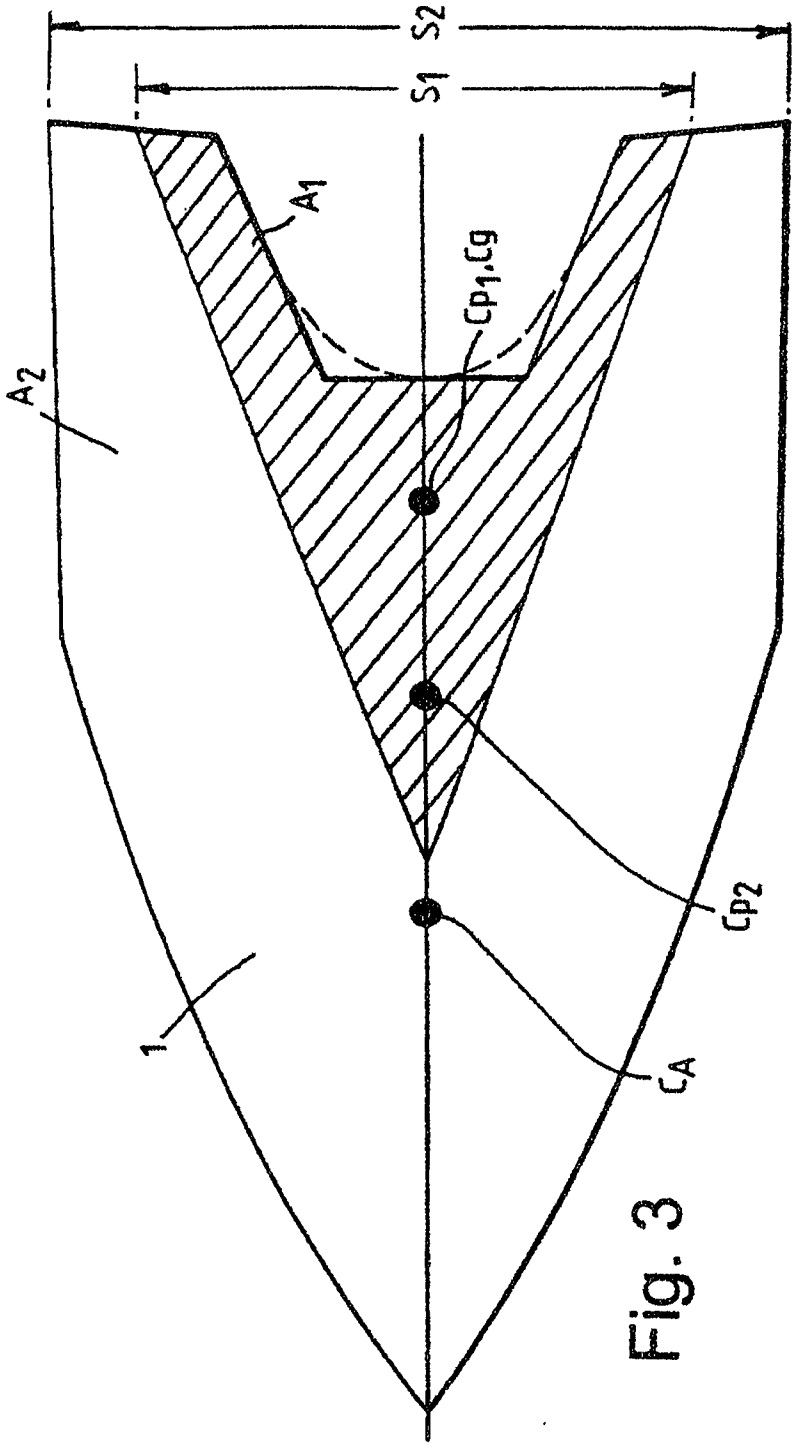


Fig. 3

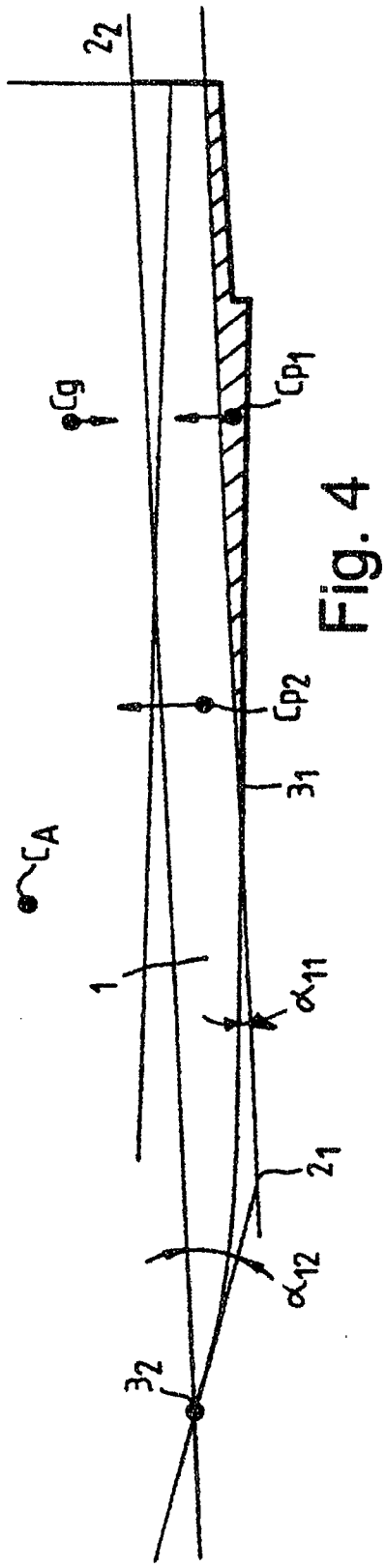


Fig. 4

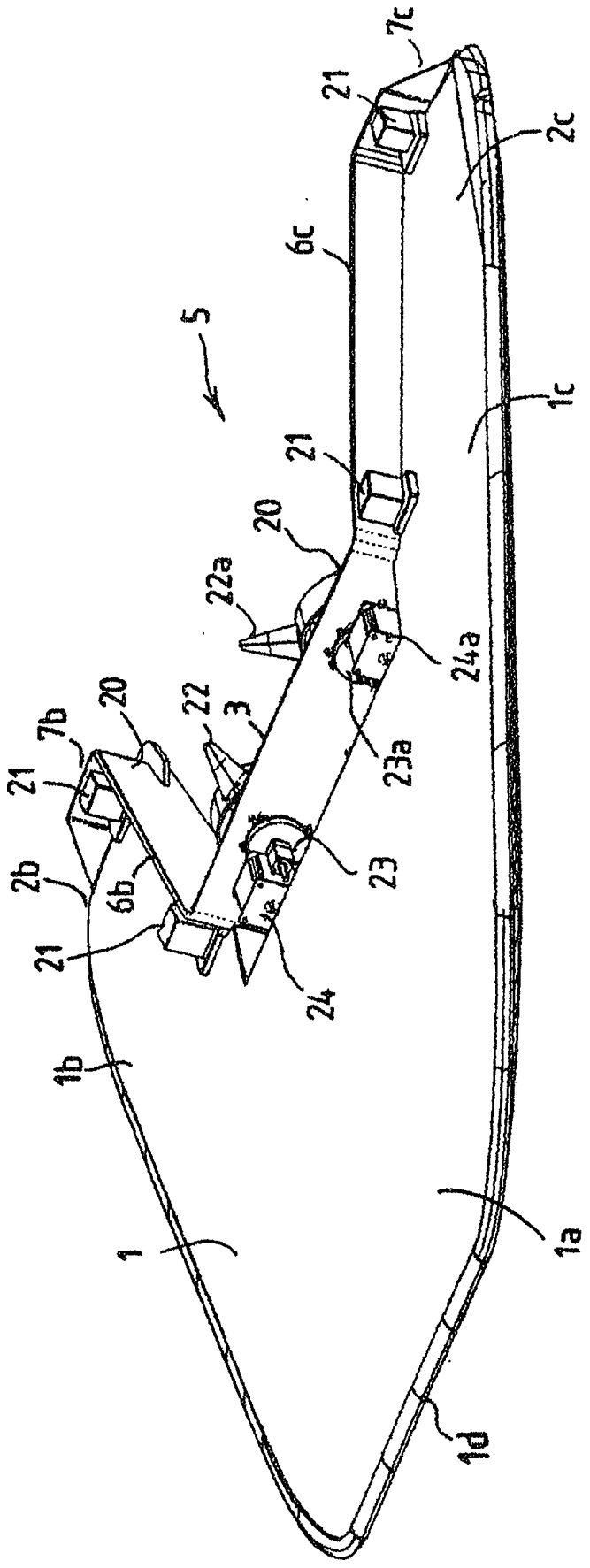

7c
21
2c
6c
5
1c
21
20
22a
24a
7b
20
22
3
21
23a
2b
6b
23
21
24
1b
1
1a
1d

Fig. 5



Fig. 6A

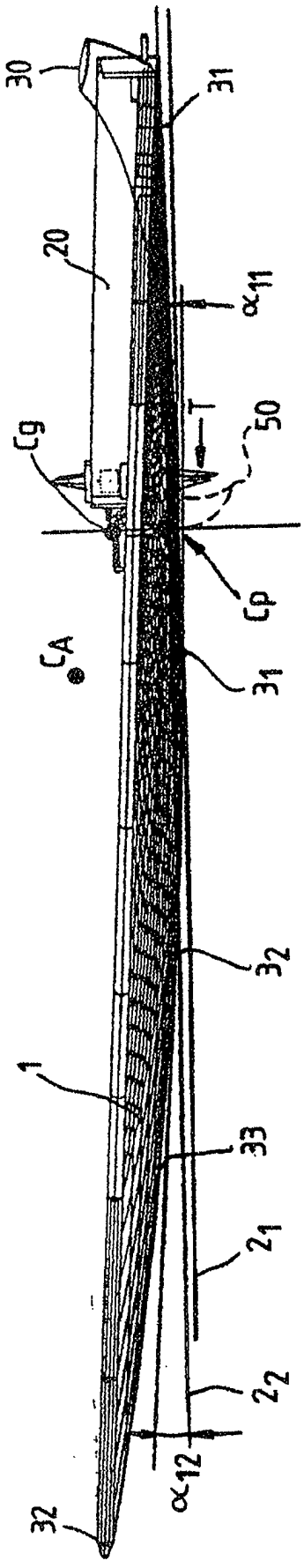


Fig. 6

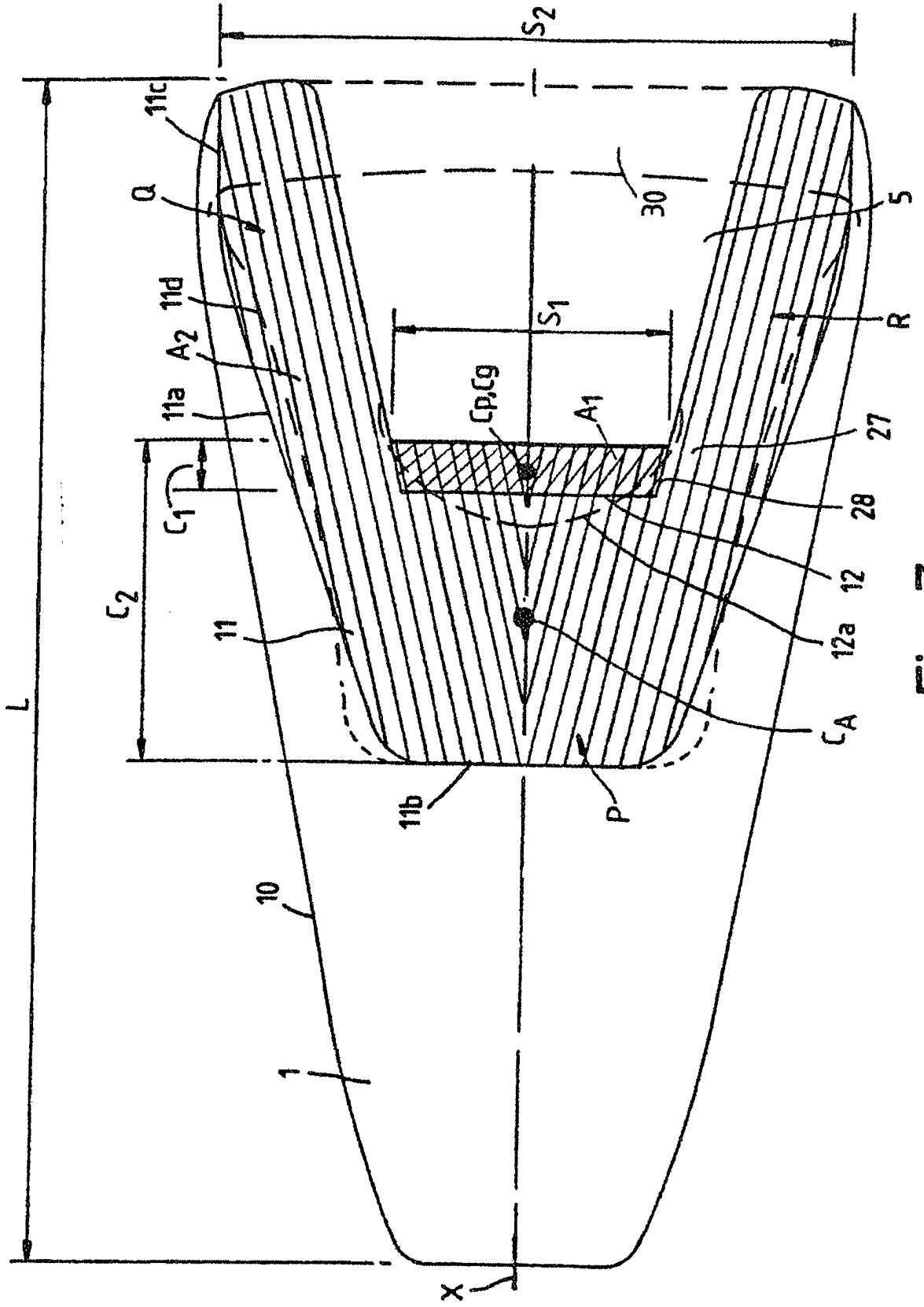

S2
11c
Q
30
5
11d
A2
S1
R
11a
Cp,Cg
A1
27
C1
28
C2
12
11
12a
CA
L
11b
P
10
1
X

Fig. 7

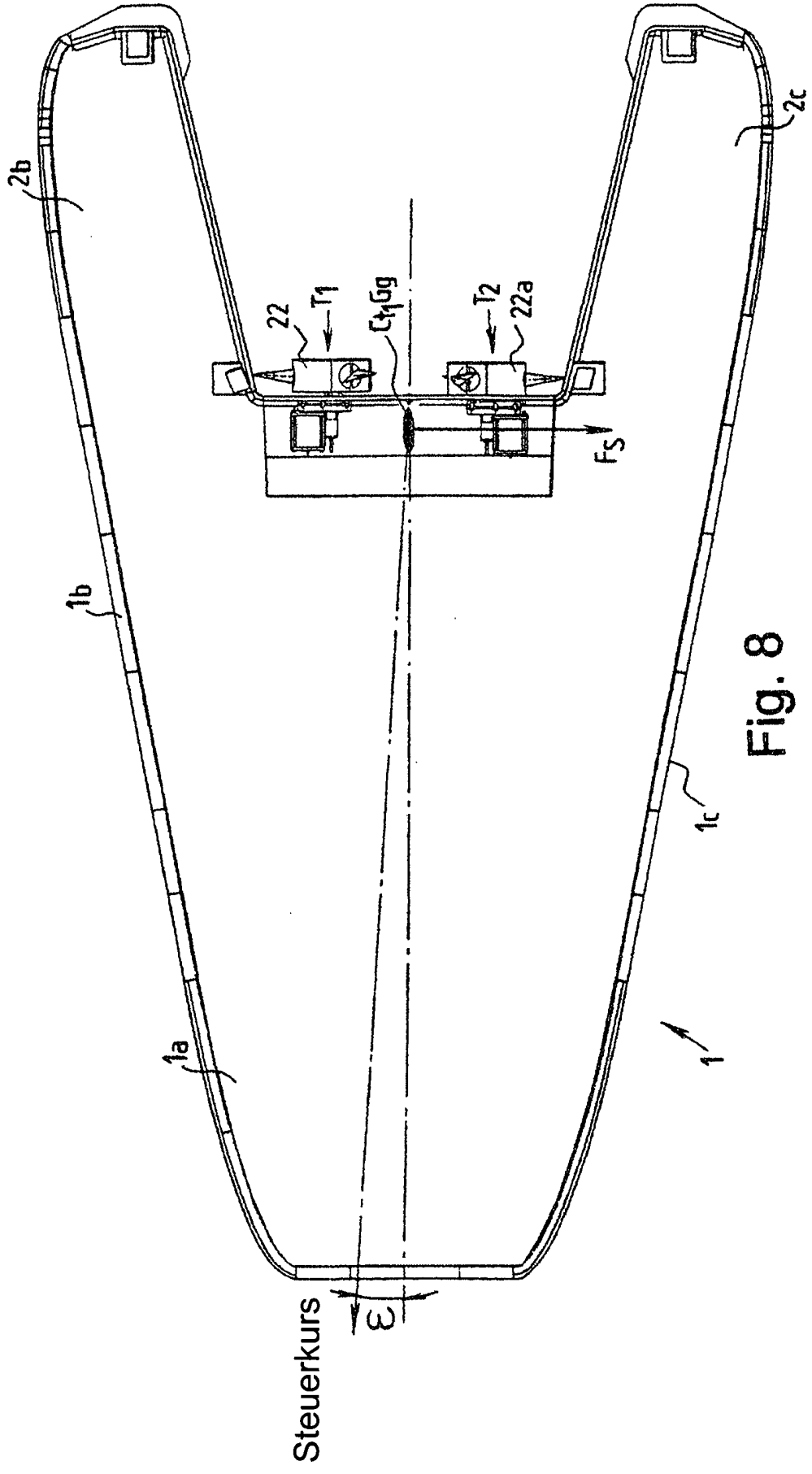


Fig. 8

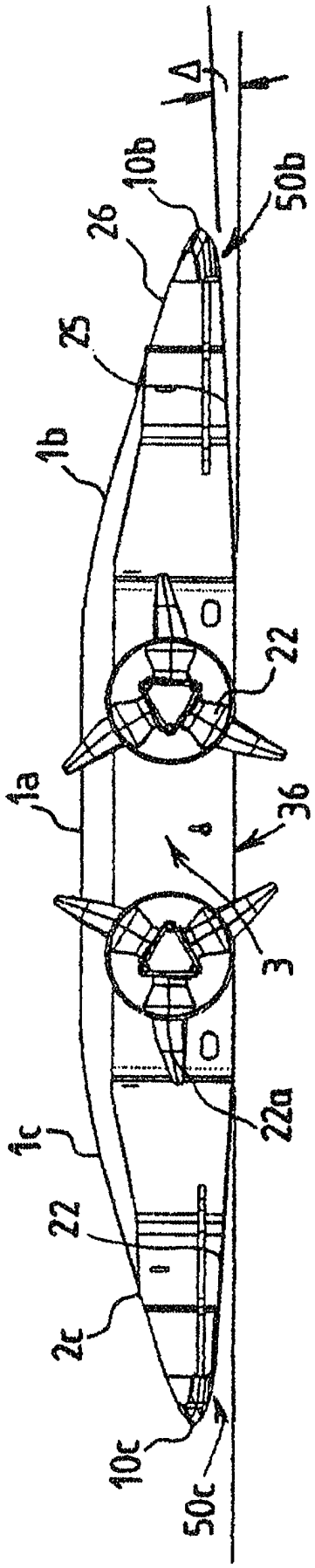


Fig. 9

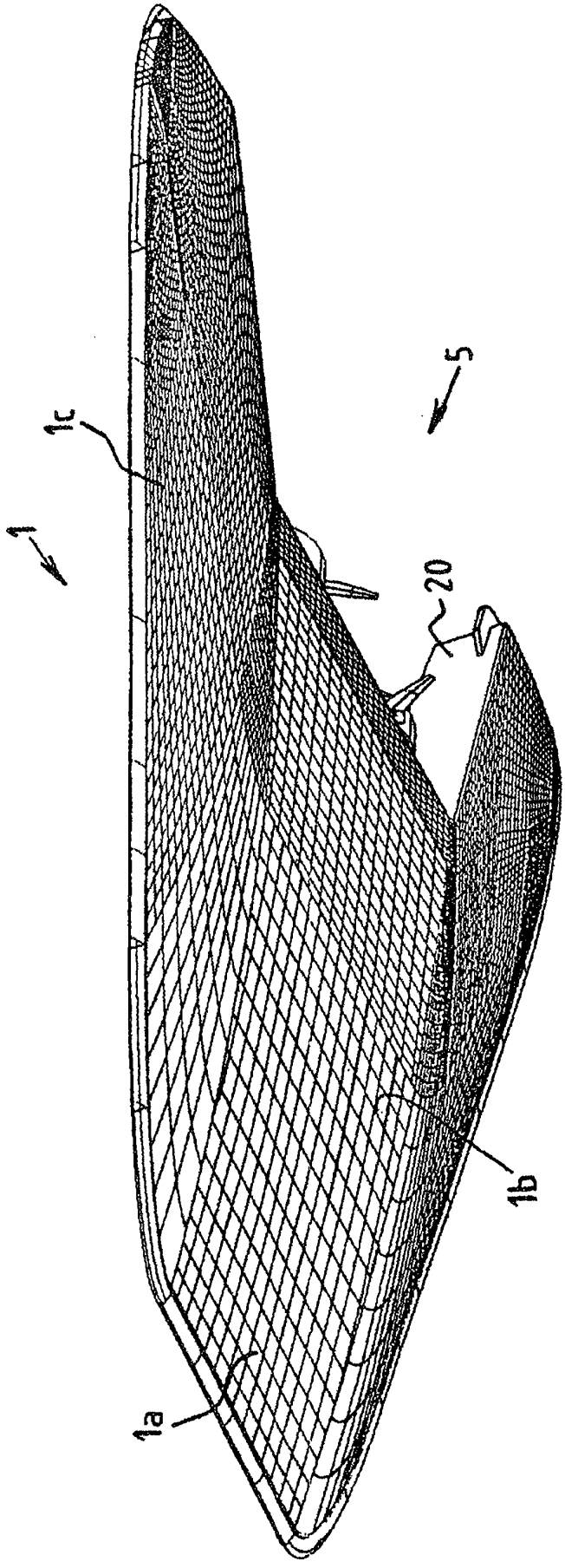


Fig. 10

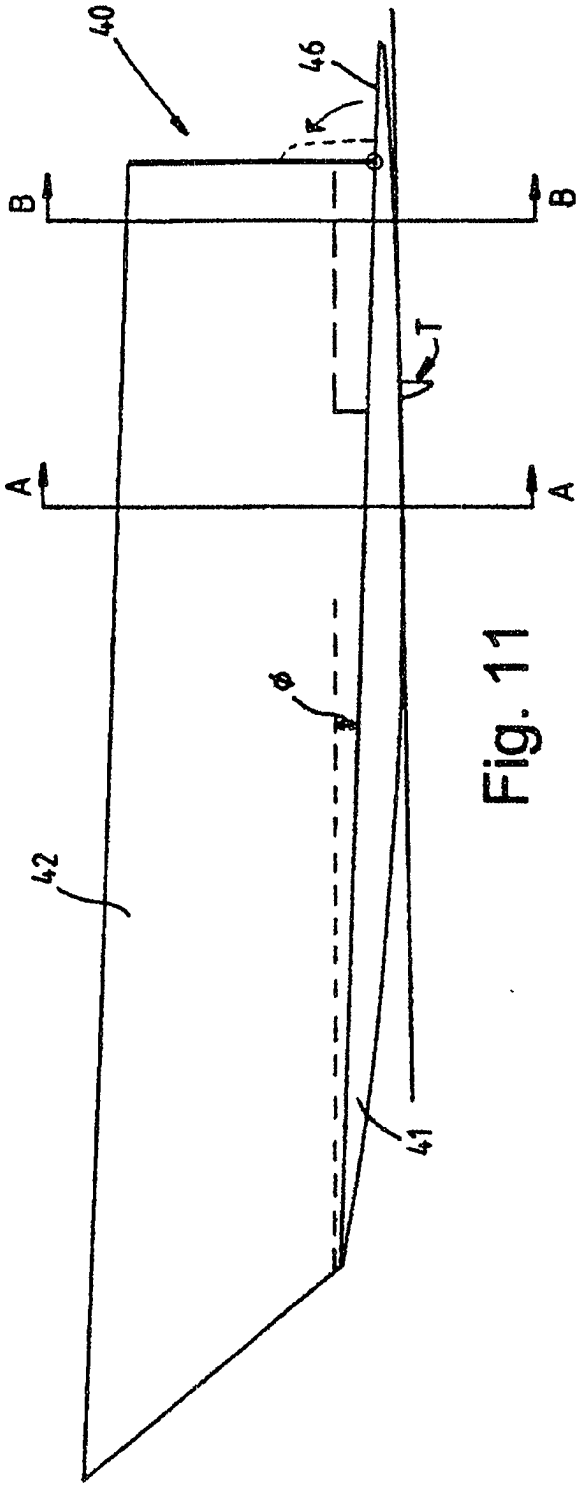


Fig. 11

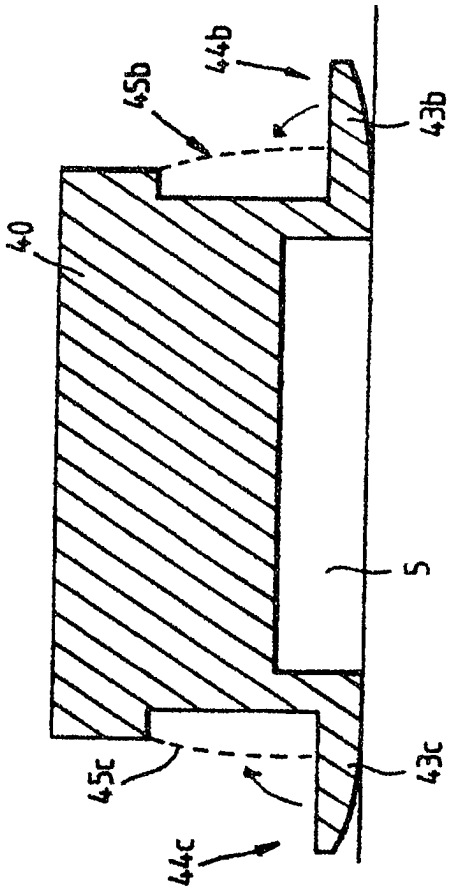


Fig. 12(b)

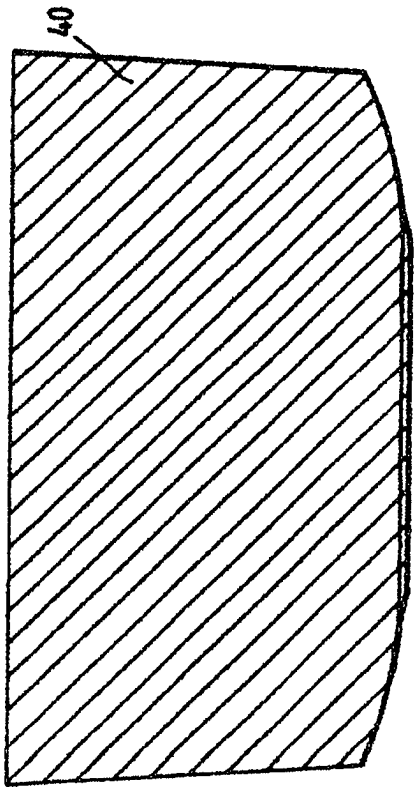


Fig. 12(a)