



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.02.2011 Patentblatt 2011/06

(51) Int Cl.:
B63H 5/07 (2006.01) B63H 5/125 (2006.01)
B63H 25/42 (2006.01) B63H 5/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10007083.8**

(22) Anmeldetag: **09.07.2010**

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

- **Meckelburg, Stefan**
31860 Emmerthal (DE)
- **Weninger, Olaf**
31840 Hessisch-Oldendorf (DE)
- **Weber, Andreas**
31840 Hessisch-Oldendorf (DE)

(30) Priorität: **16.07.2009 DE 102009033554**

(74) Vertreter: **Plöger, Jan Manfred et al**
Gramm, Lins & Partner GbR
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)

(71) Anmelder: **Reintjes GmbH**
31785 Hameln (DE)

(72) Erfinder:
• **Schulze, Reinhard, Dr. habil.**
16341 Panketal (DE)

(54) **Propellergondel**

(57) Die Erfindung betrifft eine Propellergondel (14) mit einem Rumpf (16), der einen Schaft (18) zum Befestigen an einem Fahrzeug (10), insbesondere einem Wasserfahrzeug, aufweist, wobei der Schaft (18) sich entlang einer Schaftachse (AS) erstreckt und mindestens einen Querschnitt (Q) mit einer Sehne (S) hat, und

(b) mindestens einer Propellerwelle (20, 24) zum Befestigen eines Propellers (22), (c) wobei die Sehne (S) unter einem Richtungswinkel (α) zu einer Propeller-Drehachse (AP) der Propellerwelle (20, 24) verläuft. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass sich der Richtungswinkel (α) zumindest abschnittsweise mit einem Abstand (r) von der Propeller-Drehachse (AP) ändert.

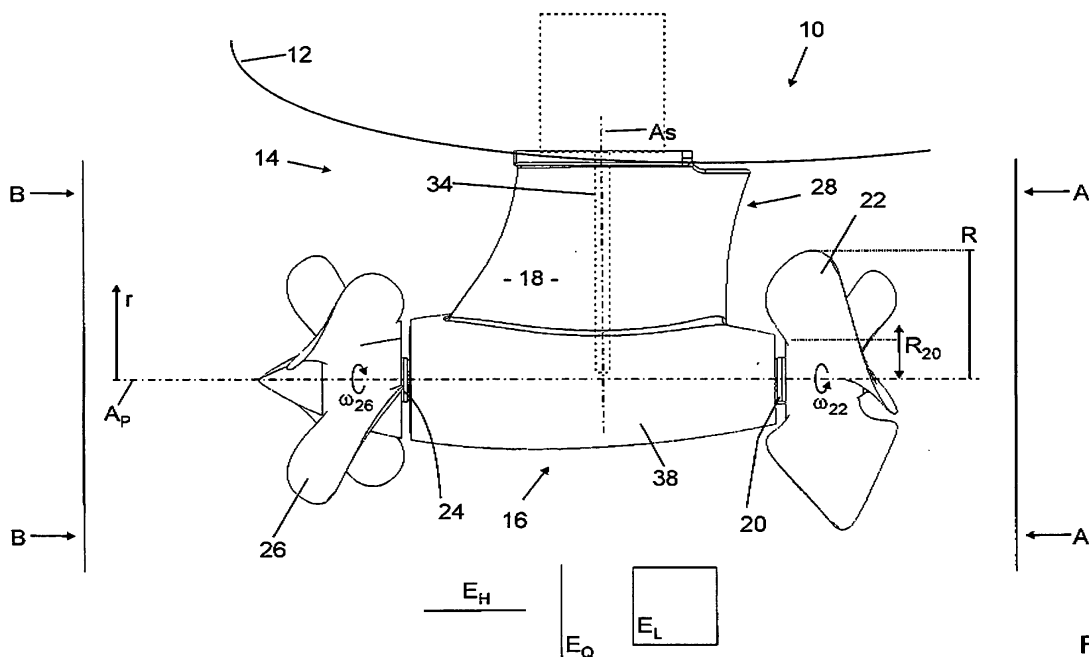


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Propellergondel mit (a) einem Rumpf, der einen Schaft zum Befestigen an einem Fahrzeug, insbesondere einem Wasserfahrzeug, aufweist, wobei der Schaft sich entlang einer Schaftachse erstreckt, und mindestens einen Querschnitt mit einer Sehne hat, und (b) mindestens einer Propellerwelle zum Befestigen eines Propellers, wobei die Sehne bezüglich einer Richtungswinkelmessfläche unter einem Richtungswinkel zu einer Propeller-Drehachse der Propellerwelle verläuft.

[0002] Derartige Propellergondeln werden in so genannten Pod-Antrieben verwendet. Pod-Antriebe werden eingesetzt, wenn beispielsweise bei Schiffen ein besonders hoher Wirkungsgrad und eine kompakte Bauweise gewünscht sind. Pod-Antriebe finden daher beispielsweise in Fähren und auf Yachten Verwendung.

[0003] Aus der EP 1 336 561 B1 ist ein Pod-Antrieb bekannt. Nachteilig an dieser Ausführungsform ist der unbefriedigende Wirkungsgrad. Bei hohen Geschwindigkeiten neigen derartige Pod-Antriebe zudem zu Kavitation.

[0004] Eine weitere Propellergondel ist aus der DE 35 19 103 bekannt. In dieser Ausführungsform ist der Schaft prismatisch ausgebildet und steht unter einem festen Richtungswinkel relativ zur Drehachse des Propellers. Auch derartige Pod-Antriebe neigen zur Kavitation. Zur Kavitationsverminderung wird der Schaft lang und schlank ausgeführt und drehbar am Schiffsrumpf befestigt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Nachteile im Stand der Technik zu überwinden.

[0006] Die Erfindung löst das Problem durch eine gattungsgemäße Propellergondel, bei der sich der Richtungswinkel zumindest abschnittsweise mit einem Abstand von der Propeller-Drehachse ändert.

[0007] Vorteilhaft an dieser Propellergondel ist, dass sie einen erhöhten Wirkungsgrad aufweist. Durch den sich höhenabhängig ändernden Richtungswinkel wird nämlich die vom Zugpropeller in den Wasserstrom eingebrachte Drallbewegung besonders widerstandsarm am Schaft vorbeigeführt.

[0008] Aufgrund des hohen Wirkungsgrades neigt ein Pod-Antrieb mit der erfindungsgemäßen Propellergondel zudem wenig zu Kavitation.

[0009] Es ist ein weiterer Vorteil, dass die vorgestellten Vorteile mit konstruktiv relativ einfachen Maßnahmen erreicht werden können.

[0010] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden unter dem Rumpf insbesondere alle diejenigen Bauteile der Propellergondel verstanden, die von außen sichtbar sind und beim Betrieb nicht rotieren.

[0011] Unter dem Schaft des Rumpfs wird insbesondere ein Teil der Propellergondel verstanden, mit dem die Propellergondel an einem Fahrzeug, insbesondere einem Wasserfahrzeug, befestigt ist. Im eingebauten Zustand verläuft die Schaftachse in der Regel unter einem

Winkel von annähernd 90 Grad zu einer Tangentialfläche des Schiffsrumpfs. Meist verläuft die Schaftachse vertikal.

[0012] Unter dem Merkmal, dass die Schaftachse mindestens einen Querschnitt mit einer Sehne hat, wird insbesondere verstanden, dass es möglich ist, nicht aber notwendig, dass alle Querschnitte gleichartig sind. So ist es möglich, dass die Querschnitte im mathematischen Sinne ähnlich oder gar gleich sind. So ist es möglich, dass sich beispielsweise eine Querschnittsfläche des Schafts mit dem Abstand von der Zugpropeller-Drehachse ändert.

[0013] Unter dem Merkmal, dass die Sehne unter einem Richtungswinkel zur Zugpropeller-Drehachse des Propellers verläuft, ist insbesondere zu verstehen, dass dieser Richtungswinkel bezüglich einer Bezugsfläche bestimmt wird. Bei dieser Bezugsfläche kann es sich um eine Fläche handeln, die gekrümmt ist. Beispielsweise handelt es sich bei der Bezugsfläche um eine Zylindermantelfläche eines Zylinders, dessen Längsachse mit der Zugpropeller-Drehachse zusammenfällt.

[0014] Alternativ ist es auch möglich, die Bezugsfläche als Ebene zu wählen, die senkrecht zur Schaftachse verläuft. Die Bezugsfläche ist dabei stets so gewählt, dass die Sehne eindeutig bestimmt ist. Bei der Sehne handelt es sich um die Verbindung zwischen der Profil-Nase und der Profil-Hinterkante des Querschnitts. Insofern ist auch der Begriff Profilsehne gebräuchlich. Die Profil-Nase kann auch als Anströmpunkt bezeichnet werden, die Profil-Hinterkante als Abrisspunkt.

[0015] Unter dem Merkmal, dass sich der Richtungswinkel zumindest abschnittsweise mit dem Abstand von der Zugpropeller-Drehachse ändert, wird insbesondere verstanden, dass es möglich ist, dass der Richtungswinkel in anderen Abschnitten vom Abstand von der Zugpropeller-Drehachse unabhängig ist. Mit anderen Worten kann der Schaft abschnittsweise pyramidal oder prismatisch ausgebildet sein.

[0016] Es ist möglich, dass auch ein Längsrumpf, der am Schaft befestigt ist und sich entlang der Propeller-Drehachse erstreckt, in einem Bereich, der sich in Verlängerung des Schafts erstreckt, eine Schränkung aufweist. Der Schaft wird nämlich in der Regel kontinuierlich in die Längsgondel übergehen. Das heißt, dass der genannte Bereich eine lokale Längsachse aufweist, die unter dem Richtungswinkel zur Propellerachse verläuft. In diesem Bereich wird der Richtungswinkel beispielsweise in einer in Einbaustellung horizontalen Ebene gemessen. Wenn in der vorliegenden Beschreibung vom Richtungswinkel gesprochen wird, so ist darunter auch dieser Winkel zu verstehen, der im genannten Bereich der Längsgondel gebildet ist.

[0017] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es vorteilhaft ist, wenn der Schaft und/oder zumindest Teile der Längsgondel eine Schränkung aufweisen. Anders als bei Tragflächen hat diese Schränkung aber nicht den Zweck, einen plötzlichen kompletten Strömungsabriss dadurch zu verhindern, dass der Strö-

mungsabriss zunächst rumpfnah auftritt. Der Schaft hat nämlich in der Regel eine solche Form, dass in Summe durch die Strömung keine Kräfte in Querrichtung auf den Schiffsrumpf übertragen werden. Die Schränkung dient vielmehr der Widerstandsverringerung.

[0018] Bei dem Propeller handelt es sich vorzugsweise um einen Zugpropeller, der an einer Zugpropellerwelle befestigt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Propellergondel eine Schubpropellerwelle zum Drehen eines Schubpropellers, wobei der Schaft bezüglich einer Längsachse des Rumpfs oder der Propeller-Drehachse zwischen dem Zugpropeller und dem Schubpropeller angeordnet ist. In anderen Worten strömt das Wasser zunächst zum Zugpropeller, der es am Schaft vorbei auf den Schubpropeller leitet. Zugpropeller und Schubpropeller sind bevorzugt so ausgebildet, dass die Wasserströmung hinter dem Schubpropeller im Wesentlichen drallfrei ist. Das kann dadurch erreicht werden, dass der Zugpropeller einen größeren Durchmesser hat als der Schubpropeller. Die Schubpropellerwelle und die Zugpropellerwelle können als Teilwellen der Propellerwelle aufgefasst werden, auch wenn sie nicht drehstarr miteinander verbunden sind. Sie verlaufen in der Regel koaxial.

[0019] Besonders bevorzugt ist die Zugpropellerwelle zum Drehen des Zugpropellers in einer Zugpropeller-Drehrichtung ausgebildet, wobei die Schubpropellerwelle zum Drehen des Schubpropellers in einer Schubpropeller-Drehrichtung ausgebildet ist, die der Zugpropeller-Drehrichtung entgegengesetzt ist. Dazu umfasst die Propellergondel in der Regel ein Getriebe, vorzugsweise ein Kegelradgetriebe.

[0020] Ein Pod-Antrieb mit der erfindungsgemäßen Propellergondel ist damit ein gegenrotierender Antrieb. Erfindungsgemäß ist daher auch eine gattungsgemäße Propellergondel, bei der die Zugpropellerwelle und die Schubpropellerwelle zum Drehen der jeweiligen Propeller in entgegengesetzte Drehrichtungen ausgebildet sind, wobei der Schaft zwischen beiden Propellern angeordnet ist. Bisher sind lediglich Pod-Antriebe bekannt, bei denen gegeneinander rotierende Propeller auf jeweils der gleichen Seite des Schafts angeordnet sind. Der Grund dafür ist, dass bei bisherigen Propellergondeln der Widerstand am Schaft aufgrund der drallbehafteten Strömung des Zugpropellers unverhältnismäßig groß gewesen wäre, so dass Propellergondeln, bei denen zwei gegenläufige Propeller durch den Schaft getrennt sind, nicht gebaut wurden. Der hohe Widerstand wird durch die optimierte Schaftform weitgehend verringert. Zudem werden ansonsten auftretende Schwingungen vermieden. Die in der vorliegenden Beschreibung genannten bevorzugten Ausführungsformen beziehen sich auch auf diese Erfindung.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Schaft so ausgestaltet, dass der Richtungswinkel in Abhängigkeit von dem Abstand von der Zugpropeller-Drehachse ein Richtungswinkel-Maximum durchläuft. Es hat sich herausgestellt, dass der genaue Verlauf des

Richtungswinkels in Abhängigkeit vom Abstand von der Leistung abhängig ist, die vom Pod-Antrieb zu übertragen ist. Den Verlauf so zu wählen, dass ein Maximum durchlaufen wird, hat sich dabei als besonders vorteilhaft herausgestellt.

[0022] Besonders bevorzugt beträgt der zum Richtungswinkel-Maximum gehörige Abstand höchstens das 0,6-fache eines Propeller-Radius. Unter dem Propeller-Radius wird dann, wenn lediglich ein Propeller vorhanden ist, dessen Durchmesser verstanden. Sind zwei oder mehr Propeller vorhanden, so wird unter dem Propeller-Radius insbesondere der Durchmesser des in Strömungsrichtung zuvorderst liegenden Propellers verstanden.

[0023] Günstig ist es, wenn der Abstand, der zum Richtungswinkel-Maximum wird, höchstens dem halben Zugpropeller-Radius entspricht. Es hat sich zudem als vorteilhaft herausgestellt, wenn der zum Richtungswinkel-Maximum zugehörige Abstand bei mindestens dem 0,2-fachen des Propeller-Radius liegt.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform hat der Zugpropeller bezüglich einer Längsebene, die parallel durch die Zugpropeller-Drehachse und in Betriebsstellung vorzugsweise vertikal verläuft, einen Abströmwinkel, unter dem vom Zugpropeller gefördertes Wasser vom Zugpropeller abströmt. Der Schaft ist so gestaltet, dass der Richtungswinkel um höchstens 10 Grad, insbesondere 5 Grad, vom Abströmwinkel abweicht. Das hat den Vorteil, dass das vom Zugpropeller abströmende Wasser den Schaft zum großen Teil tangential anströmt. Das vermeidet Verwirbelungsverluste und vermindert die Neigung zu Kavitation.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Querschnitte des Schafts, insbesondere bezüglich eines Querschnitts in einem Zylinderkoordinatensystem mit Ursprung in der Zugpropeller-Drehachse, zumindest abschnittsweise im mathematischen Sinne ähnlich. In einem Sonderfall sind die Querschnitte gleich, das heißt dass sie ähnlich sind und den gleichen Flächeninhalt aufweisen. Es lässt sich so ein besonders einfach aufgebauter Schaft erreichen, der gleichzeitig geringe Querkräfte erzeugt.

[0026] Bevorzugt sind zumindest abschnittsweise die Querschnitte des Schafts spiegelsymmetrisch. Dabei bezieht sich die Eigenschaft der Spiegelsymmetrie vorzugsweise wiederum auf den Querschnitt bezüglich eines Zylinderkoordinatensystems mit Ursprung in der Zugpropeller-Drehachse.

[0027] Bevorzugt haben die Querschnitte des Schafts zumindest abschnittsweise eine Dickenrücklage von mehr als 40 %, insbesondere von weniger als 60 %. Derartige Querschnitte verringern den Widerstand besonders effektiv. Die Dickenrücklage wird in Bezug auf die Propeller-Drehachse von der Projektion der Anströmkannte auf die Propeller-Drehachse aus gemessen.

[0028] Bevorzugt verläuft eine Projektion einer Anströmkannte des Schafts auf eine Querebene, die senkrecht auf der Zugpropeller-Drehachse steht, gekrümmt.

In anderen Worten sind die Querschnitte relativ zu ihren Nachbarn verdreht und gegebenenfalls auch verschoben. Sind die Querschnitte nur verdreht, so existiert ein Punkt des Querschnitts, der seine Position nicht verändert und in einem Inneren des Querschnitts liegt. Unter dem Inneren des Querschnitts wird die Region verstanden, die zum Querschnitt ähnlich ist, den gleichen geometrischen Schwerpunkt hat und ein Viertel des Flächeninhalts des Querschnitts aufweist.

[0029] Ebenfalls bevorzugt verläuft eine Projektion einer Abrisskante des Schafts auf eine Querebene, die senkrecht auf der Zugpropeller-Drehachse steht, gekrümmt.

[0030] Dadurch, dass die Projektion der Anströmkante und/oder der Abrisskante gekrümmt verläuft, schmiegt sich der vom Zugpropeller kommende Wasserstrom in Abhängigkeit vom Abstand der betrachteten Position von der Zugpropeller-Drehachse optimal an den Schaft an. So wird der Strömungswiderstand minimiert und der Wirkungsgrad steigt.

[0031] Bevorzugt hat jeder Querschnitt zwei äußerste Punkte maximaler Abweichung von der Sehne und einen Dickenrücklage-Punkt, in dem die Sehne von einer Verbindungsgeraden durch die äußersten Punkte geschnitten wird, wobei die Dickenrücklage-Punkte auf einer zumindest abschnittsweise gekrümmten Kurve liegen. Diese Gerade verläuft bevorzugt durch das Innere des Querschnitts.

[0032] Vorzugsweise verläuft eine Antriebswelle zumindest abschnittsweise durch ein Inneres des Querschnitts, wobei das Innere eine gedachte Fläche ist, die ein Viertel des Flächeninhalts des Querschnitts und den gleichen Schwerpunkt hat.

[0033] Günstig ist es, wenn der Richtungswinkel benachbart zum Schiffsrumpf ein Minimum aufweist. So mündet der Schaft vorzugsweise mit einem Richtungswinkel von im Wesentlichen 0° , also insbesondere weniger als 5° , in den Schiffsrumpf ein. In der Regel befindet sich der Bereich des Schafts mit dem minimalen Richtungswinkel am Übergang von Schaft und Schiffsrumpf.

[0034] Vorzugsweise verläuft eine Projektion des Schafts auf die Querebene zumindest abschnittsweise konkav oder bikonkav. Das heißt mit anderen Worten, dass sich der Querschnitt des Schafts mit zunehmendem Abstand von der Zugpropeller-Drehachse zunächst vermindert und anschließend wieder vergrößert. Das minimiert den Widerstand, den die Propellergondel dem umgebenden Fluid, beispielsweise dem Wasser, entgegengesetzt. Günstig ist es, wenn der Punkt minimalen Querschnitts einen Abstand von der Zugpropeller-Drehachse hat, der größer ist als der Rotordurchmesser.

[0035] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Schiff mit einem erfindungsgemäßen Pod- Antrieb, der seinerseits eine erfindungsgemäße Propellergondel aufweist,

Figur 2 eine Ansicht in Richtung A auf dem Pod-Antrieb gemäß Figur 1,

Figur 3 mit den Teilfiguren 3a und 3b eine Reihe von Querschnitten gemäß mehrerer Richtungswinkelmessflächen,

Figur 4 eine Kurve, die den Richtungswinkel in Abhängigkeit vom Abstand von der Zugpropeller-Drehachse angibt,

Figur 5 eine Kurve, die eine Dicke des Querschnitts in Abhängigkeit vom Abstand von der Zugpropeller-Drehachse zeigt und

Figur 6 eine Ansicht von oben.

[0036] Figur 1 zeigt ein Schiff 10 mit einem Schiffsrumpf 12, an dem eine Propellergondel 14, beispielsweise starr, befestigt ist. Die Propellergondel 14 umfasst einen Rumpf 16, der seinerseits einen Schaft 18 besitzt. Der Schaft 18 erstreckt sich entlang einer Schaftachse A_s , die in Einbaulage, das heißt dann, wenn das Schiff 10 sich nicht bewegt, in der Regel vertikal verläuft.

[0037] Die Propeller-Gondel 14 umfasst zudem eine Zugpropellerwelle 20, an der ein Zugpropeller 22 befestigt ist. An einer Schubpropellerwelle 24 der Propellergondel 14 ist ein Schubpropeller 26 angebracht. Der Zugpropeller 22 und der Schubpropeller 26 drehen um eine Propeller-Drehachse A_p , von der aus ein radialer Abstand r gemessen wird.

[0038] Figur 2 zeigt eine Ansicht gemäß der Pfeile A in Figur 1 auf den Zugpropeller 22. Es sind Richtungswinkelmessflächen F in Form der Richtungswinkelmessflächen F_{H1} , F_{H2} eingezeichnet, die jeweils Zylindermantelflächen bezüglich eines Zylinders sind, dessen Längsachse mit der Propeller-Drehachse A_p zusammenfällt. Die im Folgenden gemachten Angaben beziehen sich, sofern nichts Weiteres gesagt ist, stets auf das Zylinderkoordinatensystem, dessen Ursprung die Propeller-Drehachse A_p ist.

[0039] Figur 2a zeigt eine Ansicht in Richtung A (vgl. Figur 1). Es ist eine Anströmkante 28 des Schafts 18 zu erkennen, die bezüglich einer Querebene E_Q gekrümmt verläuft. Die Querebene E_Q ist diejenige Ebene, die auf der Propeller-Drehachse A_p und auf allen Richtungswinkelmessflächen F_H senkrecht steht.

[0040] Figur 2b zeigt eine Ansicht in Richtung B (vgl. Figur 1), in der eine Abrisskante 29 zu erkennen ist, die ebenfalls gekrümmt verläuft und sich mit zunehmendem Abstand vom Schiffsrumpf von einer Horizontalen H entfernt, bis ein nicht eingezeichnetes Maximum durchlaufen wird.

[0041] Figur 3 zeigt Querschnitte $Q1$, $Q2$ durch den Schaft 18 bezüglich zweier radialer Abstände r . Figur 3b zeigt den Fall $r = R$, der der Richtungswinkelmessfläche F_{H1} entspricht (vergl. Figur 2). Figur 3a entspricht beispielsweise dem Fall $r = 0,5 R$. Es ist zu erkennen, dass

ein Richtungswinkel α zwischen einer Sehne S und der Propeller-Drehachse A_P besteht. Der Richtungswinkel α wird, wie in den Figuren 3 gezeigt, in der Richtungswinkelmessfläche F_H gemessen. Die Sehne S verläuft von einem Anströmpunkt 30, an dem sich das anströmende Fluid scheidet, und einem Abrisspunkt 32. Die Menge aller Abrisspunkte bildet die Abrisskante 29 des Schafts 18, die Anströmpunkte 30 bilden die Anströmkante 28 (Figur 1).

[0042] Die in den Figuren 3a und 3b gezeigten Profile Q haben jeweils eine Dickenrücklage D, die in Anteilen einer Sehnenlänge L angegeben wird. Die Dickenrücklage D beträgt im vorliegenden Fall ca. 60 % und wird von der Anströmkante aus gemessen. Die Angaben beziehen sich auf eine Projektion auf die Propeller-Drehachse A_P , wie in Figur 3 gezeigt ist.

[0043] Figur 3b zeigt zudem eine Antriebsachse 34, die von einem in Figur 1 schematisch eingezeichneten Getriebe abgeht und ein Antriebsdrehmoment für die beiden Propeller 22, 28 bereitstellt. Die Antriebsachse 34 verläuft durch ein Inneres 40 des Schafts 18. Das Innere 40 ist die gedachte Fläche, die den gleichen Schwerpunkt hat wie der Querschnitt Q, zum Querschnitt Q ähnlich ist und ein Viertel von dessen Flächeninhalt hat.

[0044] Die Antriebsachse 34 (Figur 1) ist so mit den Propellern 22, 26 verbunden, dass eine Schubpropeller-Drehrichtung ω_{26} des Schubpropellers 26 einer Zugpropeller-Drehrichtung ω_{22} des Zugpropellers 22 entgegengesetzt ist.

[0045] Figur 3b zeigt zudem, dass der Querschnitt Q zwei äußerste Punkte P1, P2 maximaler Abweichung von der Sehne S und einen Dickenrücklage-Punkt P_D hat, in dem die Sehne S von einer Verbindungsgeraden durch die äußersten Punkte P1, P2 geschnitten wird. Die Dickenrücklage-Punkte P_D liegen zumindest abschnittsweise bezüglich einer Längserstreckung des Schafts 18 auf einer Kurve, die durch das Innere 40 verläuft. Die Kurve kann auch eine Gerade sein.

[0046] Figur 4 zeigt die Abhängigkeit des Richtungswinkels α von dem radialen Abstand r, der auf den Propeller-Durchmesser R normiert ist. Es ist zu erkennen, dass mit zunehmenden Abstand r von der Propeller-Drehachse A_P der Richtungswinkel α ab $\alpha = 0,15R$ zunächst streng monoton ansteigt, bis er ein Richtungswinkel-Maximum im maximalen Richtungswinkel $\alpha_{\max}$ durchläuft. Günstig ist, wenn $\alpha_{\max} > 0,2R$, insbesondere $\alpha_{\max} > 0,25R$, gilt. Im vorliegenden Fall ist der maximale Richtungswinkel $\alpha_{\max} = 9,3$ Grad und wird bei $r = 0,3 R$ erreicht.

[0047] Wie Figur 1 zeigt, hat eine Bug-Propellernabe einen maximalen Nabenradius R_{20} , wobei für diesen im vorliegenden Fall $R_{20} = 0,4 R$ gilt.

[0048] Figur 5 gibt die Dickenverteilung an. Die Dicke t wird senkrecht zur Sehne S gemessen (Figur 3b).

[0049] Figur 6 zeigt eine Ansicht von oben auf die Propellergondel 14. Es ist zu erkennen, dass der Zugpropeller 22 in einer Längsebene E_L , die parallel durch die Zugpropeller-Drehachse A_P und durch den Schaft 18, im

vorliegenden Fall vertikal, verläuft, einen Abströmwinkel δ hat, unter dem vom Zugpropeller 22 gefördertes Wasser 36 vom Zugpropeller 22 abströmt. Der Richtungswinkel α ist so gewählt, dass er um höchstens 10° vom Abströmwinkel δ abweicht.

[0050] Der Abströmwinkel δ ändert sich mit dem Abstand r. Aus diesem Grund ergibt sich die in Figur 4 gezeigte Abhängigkeit des Richtungswinkels α vom Abstand r.

[0051] Figur 6 zeigt eine Außenkontur einer Längsgondel 38, die mit dem Schaft 18 Teil der Propellergondel 14 ist. Figur 6 zeigt eine Horizontalebene E_H , die senkrecht auf der Querebene E_Q und der Längsebene E_L steht und in Einbaulage der Propellergondel in der Regel horizontal verläuft. Die in Figur 4 angegebenen Richtungswinkel α werden aber bevorzugt bezüglich der Richtungswinkelmessflächen F_H ermittelt (vgl. Figur 2). Die Längsgondel 38 verläuft mit seiner Längsachse parallel zur Propeller-Drehachse A_P . Es ist zu erkennen, dass der Abströmwinkel δ in der Horizontalebene E_H gemessen wird und sich auf die Stelle bezieht, an der der Zugpropeller 22 benachbart zum Schaft 18 durch die Längsebene E_L tritt.

[0052] Die gezeigten Propellergondeln bzw. Pod-Antriebe sind besonders geeignet für Leistungsbereiche zwischen 700 kW und 3000 kW. Sie sind auch geeignet für Geschwindigkeiten von über 40 Knoten. Durch die sich verändernden Richtungswinkel können Wirkungsgradverbesserungen gegenüber konventionellen Propellergondeln von mindestens 10 % erreicht werden.

[0053] Geeignete Propellerdurchmesser liegen zwischen $R = 500$ mm und $R = 1500$ mm. Der maximale Richtungswinkel $\alpha_{\max}$ beträgt bevorzugt höchstens 15° . Bezogen auf die in den Figuren gezeigten zylindrischen Flächen werden im vorliegenden Fall symmetrische Profile eingesetzt.

[0054] Das vorgestellte System kann als Pod-Antrieb mit Counter-Rotating-Propellern, das heißt sich im Betrieb gegenläufig drehenden Propellern ausgestattet sein.

Bezugszeichenliste

[0055]

- | | |
|----|---------------------|
| 10 | Schiff |
| 12 | Schiffsrumpf |
| 14 | Propellergondel |
| 16 | Rumpf |
| 18 | Schaft |
| 20 | Zugpropellerwelle |
| 22 | Zugpropeller |
| 24 | Schubpropellerwelle |
| 26 | Schubpropeller |
| 28 | Anströmkante |
| 29 | Abrisskante |

30	Anströmpunkt	
32	Abrisspunkt	
34	Antriebswelle	
36	Wasser	
38	Längsgondel	5
40	Inneres	
α	Richtungswinkel	
δ	Abströmwinkel	10
A_S	Schaftachse	
A_P	Propeller-Drehachse (Zug- propeller-Drehachse)	
E_Q	Querebene	15
E_L	Längsebene	
F_H	Richtungswinkelmessfläche	
r	Abstand	
R	Zugpropeller-Durchmesser	20
R_{20}	Nabenradius	
S	Sehne	
D	Dickenrücklage	25
L	Sehnenlänge	
Q	Querschnitt	

Patentansprüche

1. Propellergondel (14) mit

(a) einem Rumpf (16), der

- (i) einen Schaft (18) zum Befestigen an einem Fahrzeug (10), insbesondere einem Wasserfahrzeug, aufweist,
(ii) wobei der Schaft (18) sich entlang einer Schaftachse (A_S) erstreckt und mindestens einen Querschnitt (Q) mit einer Sehne (S) hat, und

(b) mindestens einer Propellerwelle (20, 24) zum Befestigen eines Propellers (22),
(c) wobei die Sehne (S) unter einem Richtungswinkel (α) zu einer Propeller-Drehachse (A_P) der Propellerwelle (20, 24) verläuft,
dadurch gekennzeichnet, dass
(d) sich der Richtungswinkel (α) zumindest abschnittsweise mit einem Abstand (r) von der Propeller-Drehachse (A_P) ändert.

2. Propellergondel nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**

- eine Zugpropellerwelle (20) zum Drehen eines Zugpropellers (22) und

- eine Schubpropellerwelle (24) zum Drehen eines Schubpropellers (26),
- wobei der Schaft (18) bezüglich einer Längsachse des Rumpfs (16) zwischen dem Zugpropeller (22) und dem Schubpropeller (26) angeordnet ist.

3. Propellergondel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Zugpropellerwelle (20) zum Drehen des Zugpropellers (22) in einer Zugpropeller-Drehrichtung (ω_{22}) ausgebildet ist und
- die Schubpropellerwelle (24) zum Drehen des Schubpropellers (26) in einer Schubpropeller-Drehrichtung (ω_{26}), die der Zugpropeller-Drehrichtung (ω_{22}) entgegengesetzt ist, ausgebildet ist.

4. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Richtungswinkel (α) in Abhängigkeit von einem Abstand (r) von der Zugpropeller-Drehachse (A_P) ein Richtungswinkel-Maximum durchläuft.

5. Propellergondel nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zum Richtungswinkel-Maximum gehörige Abstand (r) höchstens das 0,6-fache eines Propeller-Radius (R) beträgt.

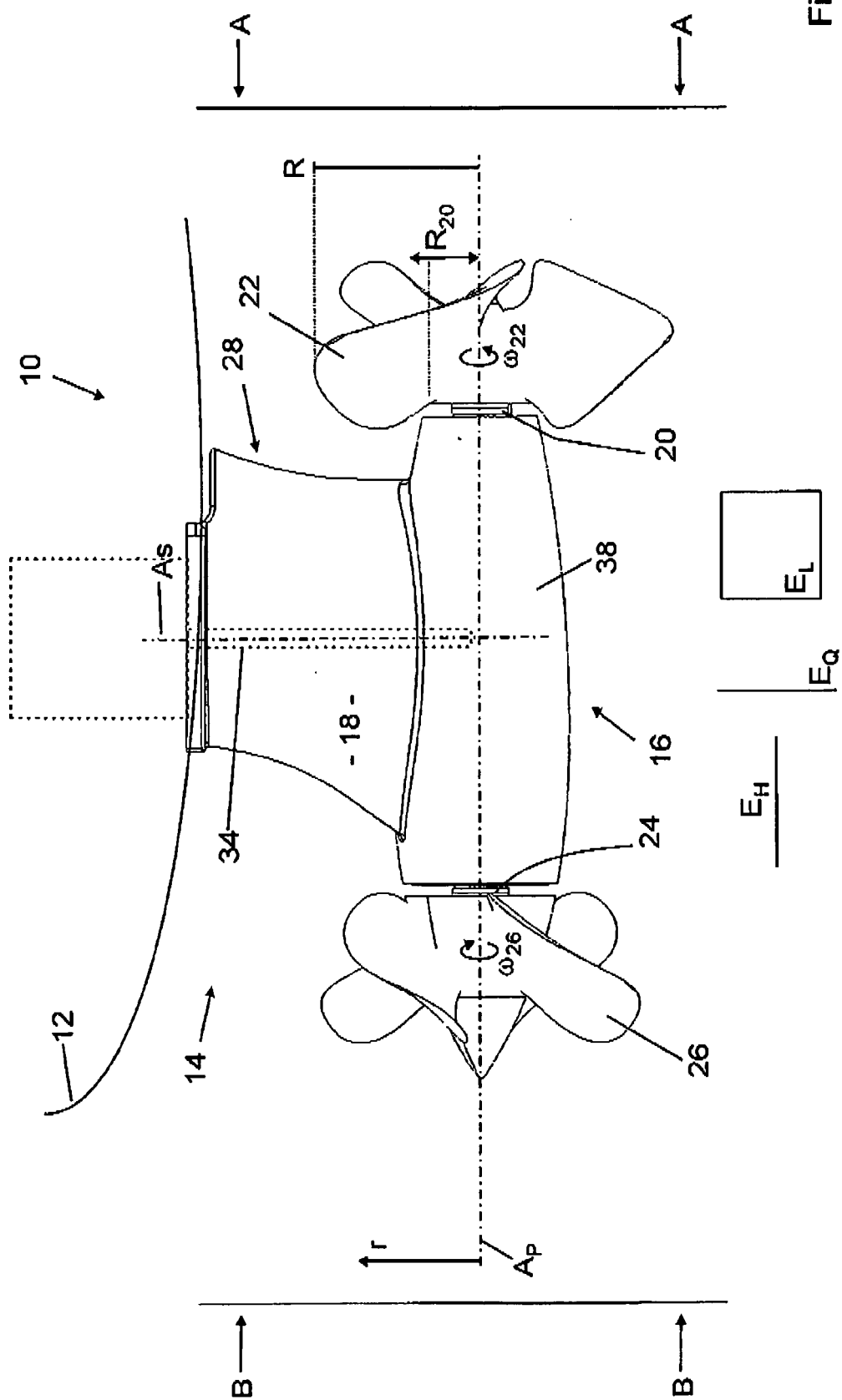
6. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Zugpropeller (22) in einer Längsebene (E_L), die parallel durch die Zugpropeller-Drehachse (A_P) und durch den Schaft (18) verläuft, einen Abströmwinkel (δ) hat, unter dem vom Zugpropeller (22) gefördertes Wasser vom Zugpropeller (22) abströmt und
- der Richtungswinkel (α) um höchstens 10° , insbesondere um höchstens 5° , vom Abströmwinkel (δ) abweicht.

7. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest abschnittsweise die Querschnitte (Q) des Schafts (18) bezüglich eines Zylinderkoordinatensystems mit Ursprung in der Zugpropeller-Drehachse (A_P) im geometrischen Sinn ähnlich sind.

8. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest abschnittsweise die Querschnitte (Q) des Schafts (18) bezüglich des Zylinderkoordinatensystems mit Ursprung in der Zugpropeller-Drehachse (A_P) im Wesentlichen spiegelsymmetrisch bezüglich einer Spiegelebene, in der die Sehne verläuft, sind.

9. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnitte (Q) des Schafts (18) zumindest abschnittsweise eine Dickenrücklage (D) von mehr als 40% und insbesondere weniger als 60% haben. 5
10. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Projektion einer Anströmkante (28) des Schafts (18) auf eine Querebene (E_Q), die senkrecht auf der Zugpropeller-Drehachse (A_P) steht, zumindest abschnittsweise gekrümmt verläuft. 10
11. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest abschnittsweise 15
- jeder Querschnitt (Q) zwei äußerste Punkte (P_1 , P_2) maximaler Abweichung von der Sehne (S) und 20
 - einen Dickenrücklage-Punkt (P_D), in dem die Sehne (S) von einer Verbindungsgeraden durch die äußersten Punkte (P_1 , P_2) geschnitten wird, aufweist,
 - wobei die Dickenrücklage-Punkte (P_D) auf einer zumindest abschnittsweise gekrümmten Kurve liegen. 25
12. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** 30
- eine Antriebswelle (34) zum Antreiben des Zugpropellers (22) und/oder des Schubpropellers (26),
 - wobei die Antriebswelle (34) zumindest abschnittsweise **durch** ein Inneres (40) des Querschnitts (Q) verläuft, wobei das Innere (40) ein Viertel des Flächeninhalts des Querschnitts (Q) und den gleichen Schwerpunkt hat. 35
- 40
13. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Projektion des Schafts (18) auf die Querebene (E_Q) konkav oder bikonkav ist. 45
14. Propellergondel nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Richtungswinkel (α) benachbart zum Schiffsrumpf (12) ein Minimum aufweist. 50
15. Schiff (10), insbesondere Yacht, mit mindestens einer Propellergondel (14), insbesondere genau zwei Propellergondeln (14), nach einem der vorstehenden Ansprüche. 55



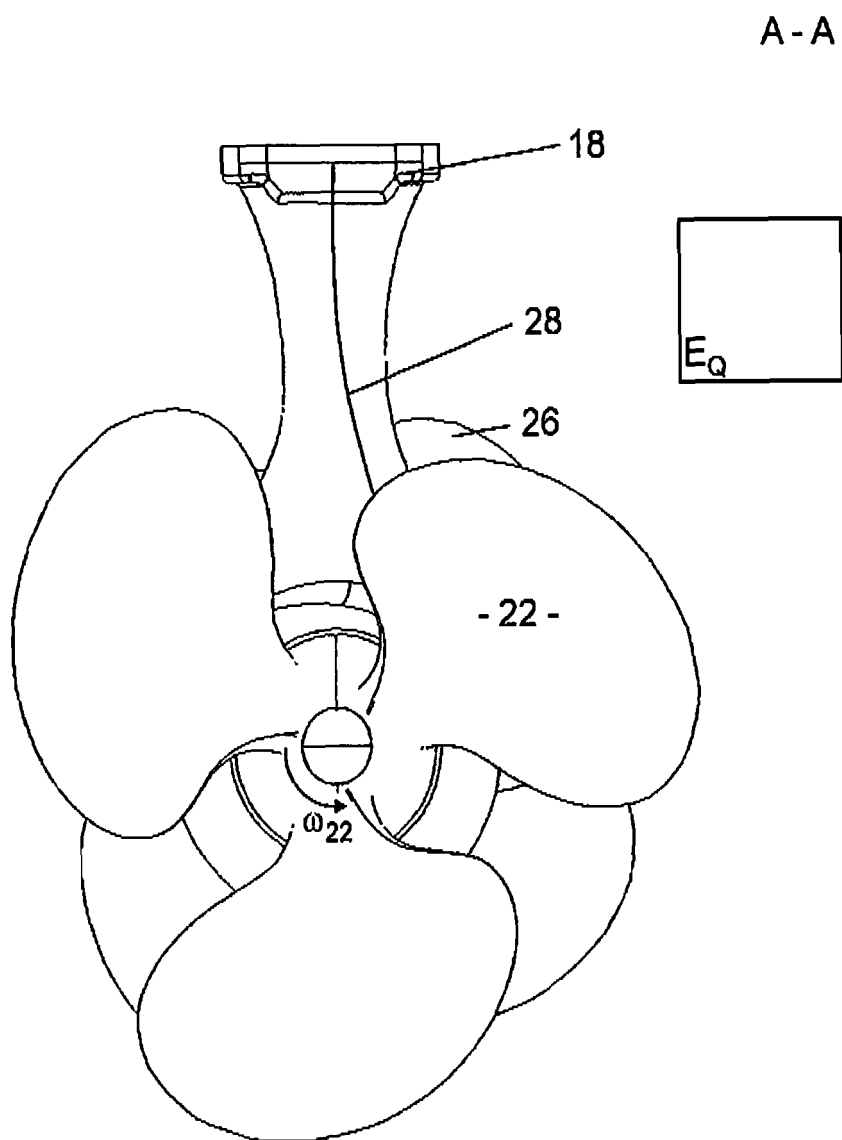


Fig. 2a

B - B

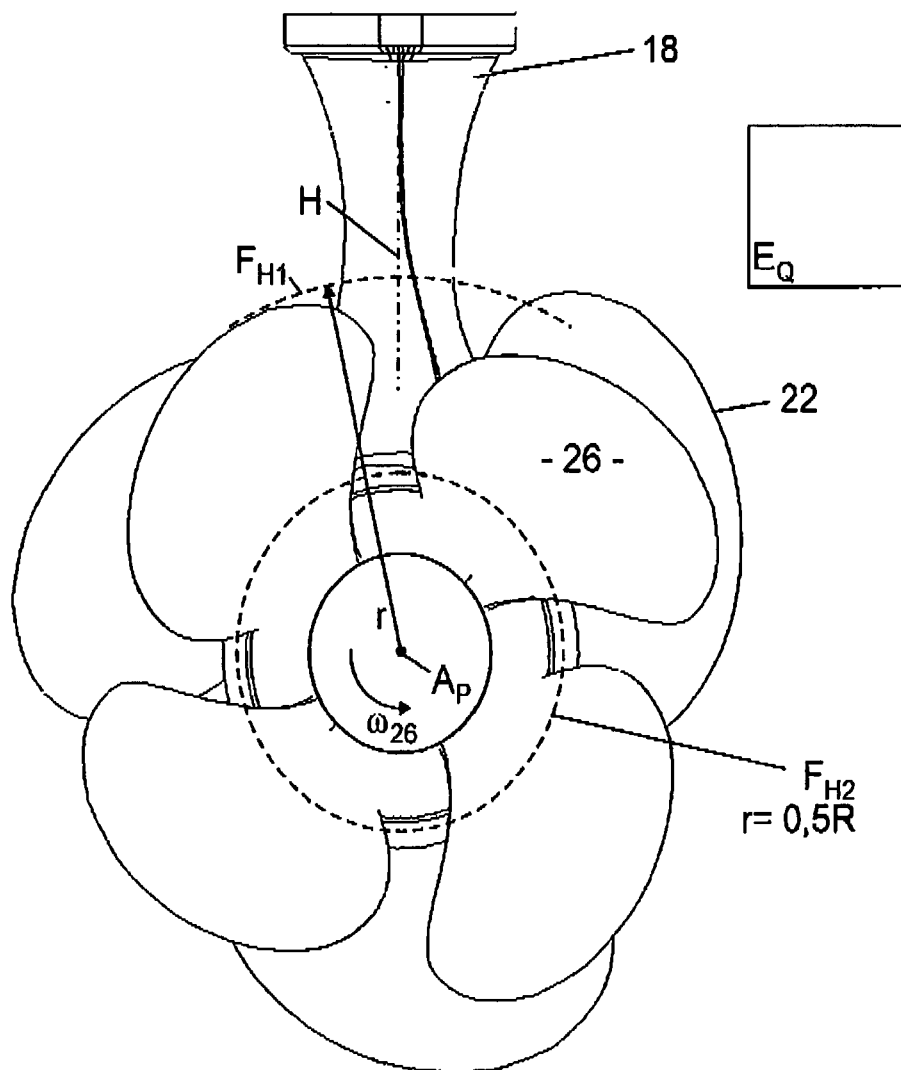


Fig. 2b

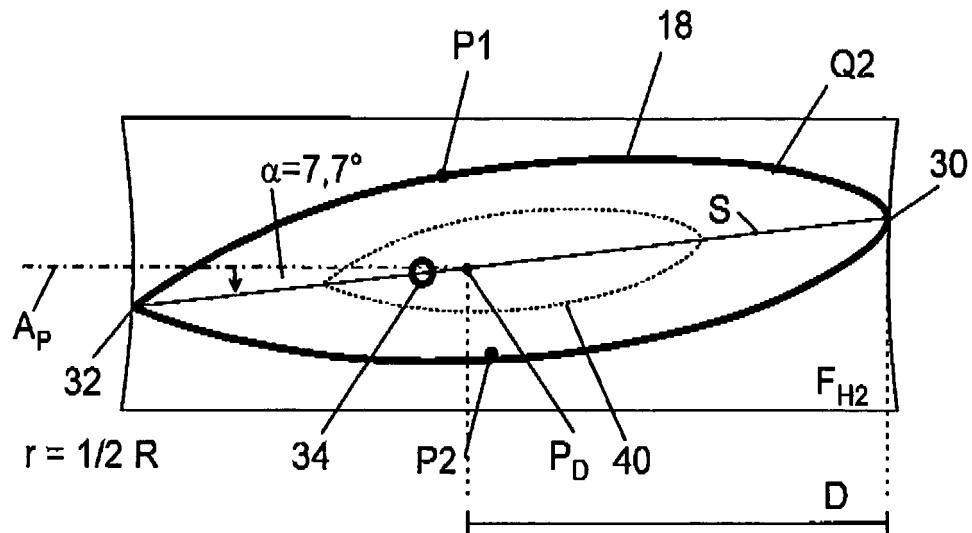


Fig. 3a

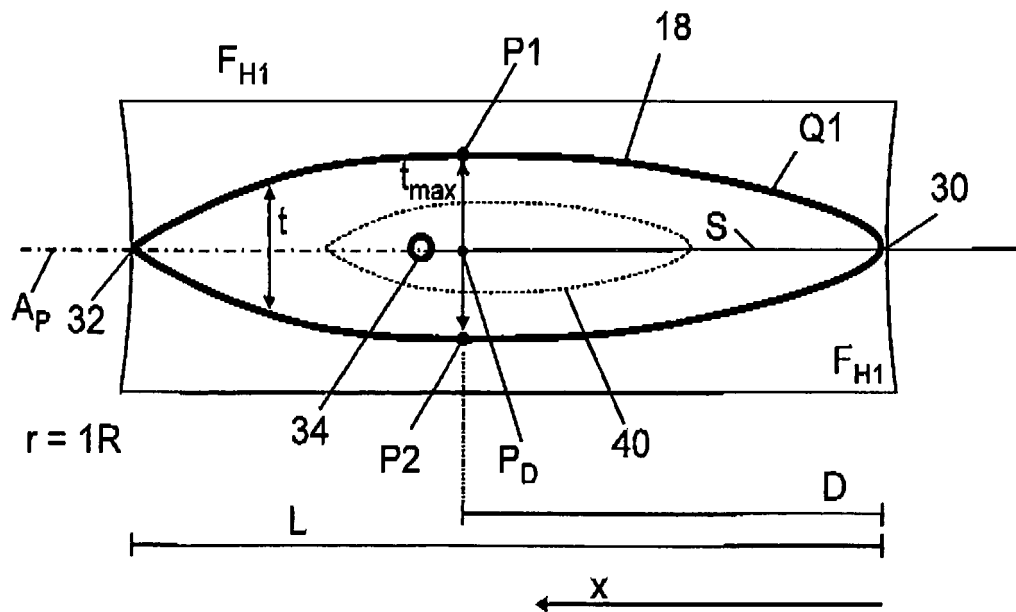


Fig. 3b

Fig. 3

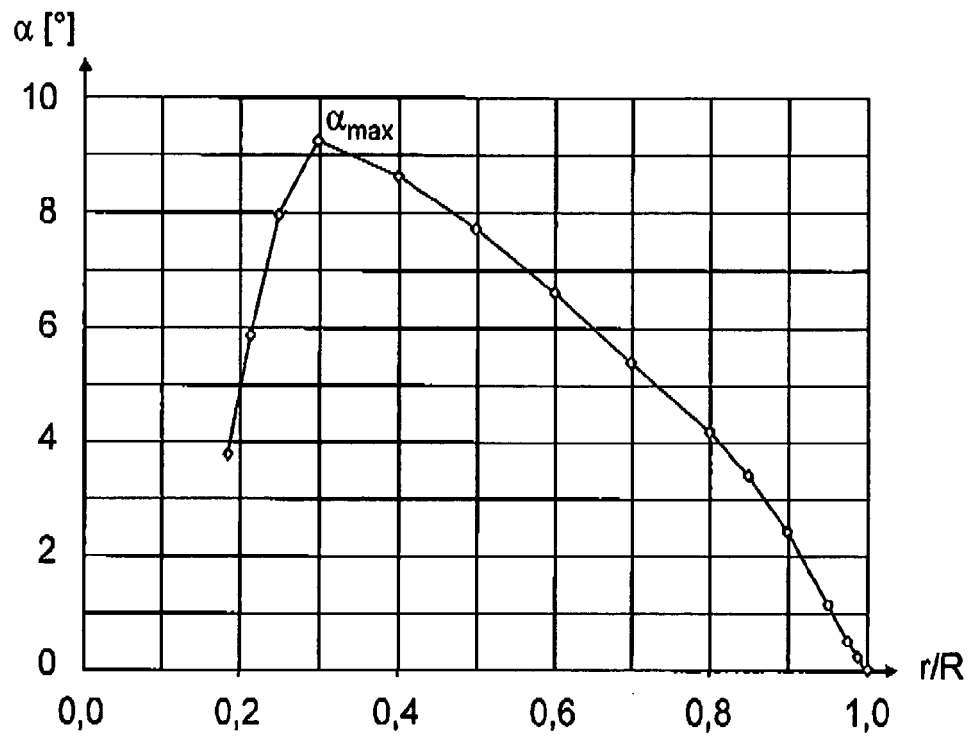


Fig. 4

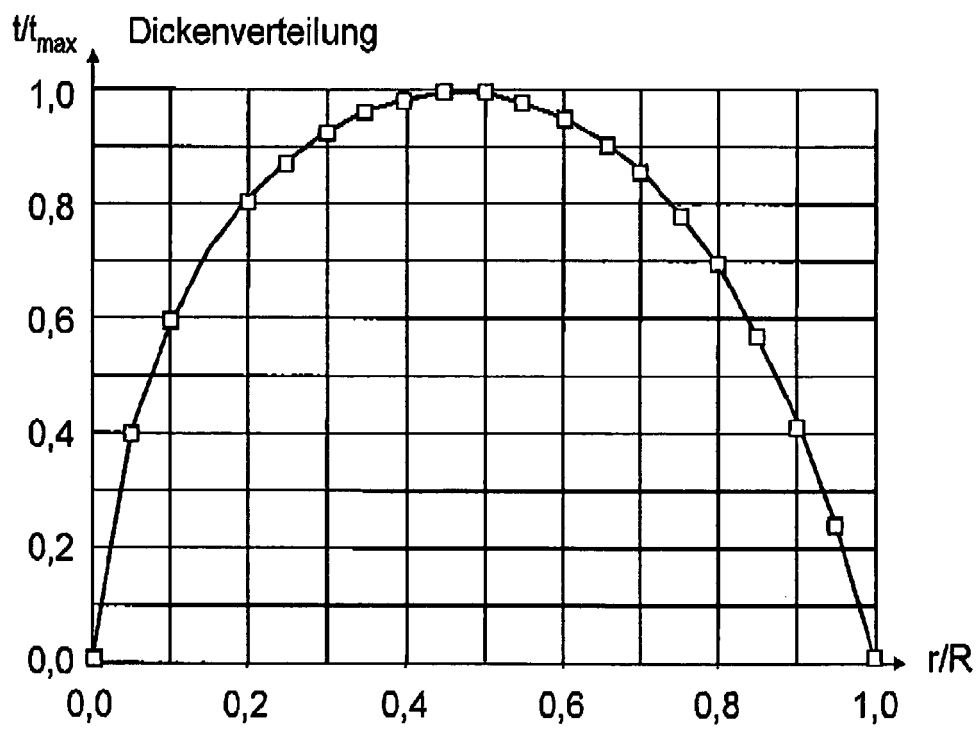


Fig. 5

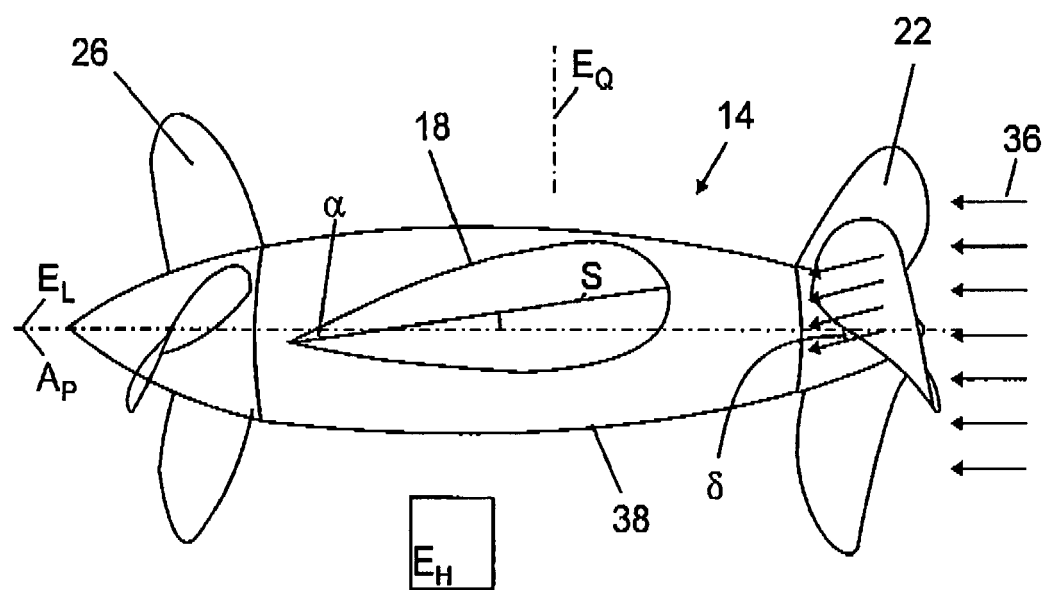


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 00 7083

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 35 19 103 A1 (SCHOTTEL WERFT [DE]) 4. Dezember 1986 (1986-12-04) * das ganze Dokument *	1	INV. B63H5/07 B63H5/125 B63H25/42 B63H5/10
A	EP 1 336 561 A1 (SCHOTTEL GMBH & CO KG [DE]) 20. August 2003 (2003-08-20) * das ganze Dokument *	1	
A	WO 96/15028 A1 (SCHOTTEL WERFT [DE]; KAUL STEFAN [DE]; REUTER REINHOLD [DE]) 23. Mai 1996 (1996-05-23) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B63H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Dezember 2010	Prüfer Lindner, Volker
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 00 7083

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-12-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3519103	A1	04-12-1986	KEINE
EP 1336561	A1	20-08-2003	AT 281971 T 15-11-2004 DE 10206530 A1 28-08-2003 ES 2232791 T3 01-06-2005
WO 9615028	A1	23-05-1996	AT 176772 T 15-03-1999 CA 2205437 A1 23-05-1996 CN 1157599 A 20-08-1997 DE 4440738 A1 23-05-1996 DK 790921 T3 20-09-1999 EP 0790921 A1 27-08-1997 ES 2129876 T3 16-06-1999 FI 970348 A 27-03-1997 GR 3030136 T3 31-08-1999 JP 3544545 B2 21-07-2004 JP 10508562 T 25-08-1998 NO 972223 A 14-05-1997 US 5836795 A 17-11-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1336561 B1 [0003]
- DE 3519103 [0004]