

(19)



(11)

EP 1 878 651 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.01.2008 Patentblatt 2008/03

(51) Int Cl.:

B63B 1/28 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **07013462.2**(22) Anmeldetag: **10.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

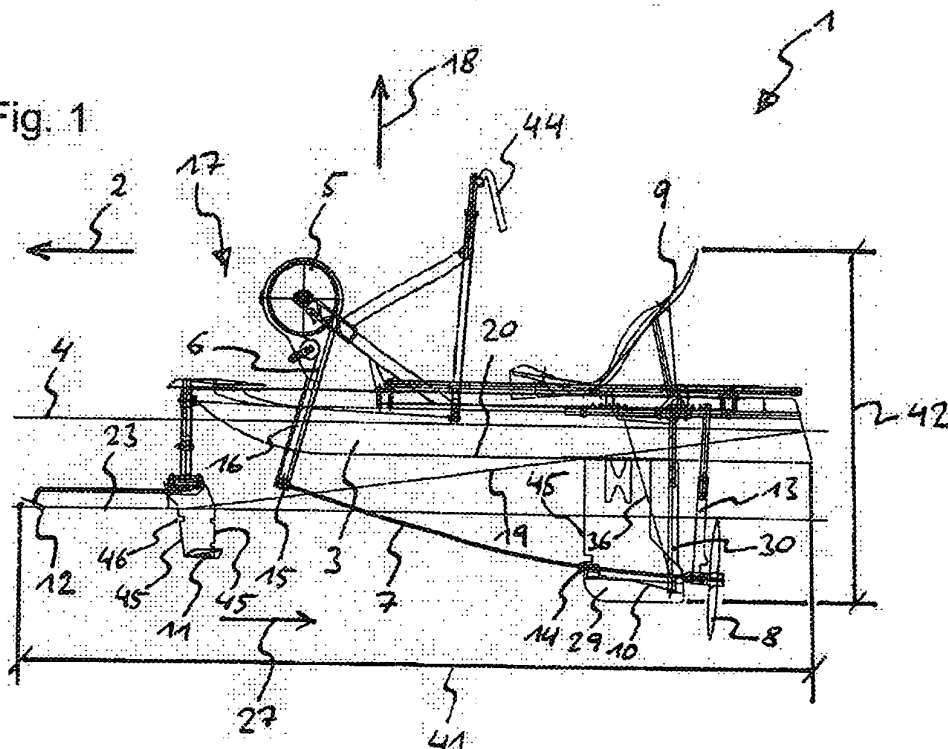
AL BA HR MK YU(71) Anmelder: **Gehrer, Udo****52146 Würselen (DE)**(72) Erfinder: **Gehrer, Udo****52146 Würselen (DE)**(30) Priorität: **13.07.2006 DE 102006032626**(54) **Leichtes Tragflächenboot**

(57) Offenbart ist ein leichtes Tragflächenboot mit mindestens einem Auftriebskörper, der ein antriebsloses Treiben des Tragflächenboots auf einer Wasseroberfläche ermöglicht, mit einem Antrieb, mittels dessen das Tragflächenboot auf der Wasseroberfläche in einer Fahrtrichtung (2) antreibbar ist und mit mindestens einer Tragfläche (10), die bei einer Fahrt des Tragflächenboots in der Fahrtrichtung (2) auf der Wasseroberfläche eine das Tragflächenboot in einer Vertikalen (18) anhebende Auftriebskraft erzeugt, wobei ausgehend von einer die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) vorn begrenzenden An-

strömkannte (21) entlang der Tragfläche (10) strömendes Wasser relativ zu dem Tragflächenboot nach unten abgelenkt wird.

Um eine Anpassung der Tragfläche (10) an die Geschwindigkeit eines leichten Tragflächenboots zu ermöglichen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) eine im Wesentlichen konstante Dicke aufweist und dass eine die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) hinten begrenzende Hinterkante (22) gegenüber der Anströmkannte (21) in der Vertikalen (18) verstellbar ist.

Fig. 1

**EP 1 878 651 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein leichtes Tragflächenboot mit mindestens einem Auftriebskörper, der ein antriebsloses Treiben des Tragflächenboots auf einer Wasseroberfläche ermöglicht, mit einem Antrieb, mittels dessen das Tragflächenboot auf der Wasseroberfläche in einer Fahrtrichtung antreibbar ist und mit mindestens einer Tragfläche, die bei einer Fahrt des Tragflächenboots in der Fahrtrichtung auf der Wasseroberfläche eine das Tragflächenboot in einer Vertikalen anhebende Auftriebskraft erzeugt, wobei ausgehend von einer die Tragfläche in der Fahrtrichtung vorn begrenzenden Anströmkannte entlang der Tragfläche strömendes Wasser relativ zu dem Tragflächenboot nach unten abgelenkt wird.

[0002] Leichte Tragflächenboote im vorgenannten Sinne sind im Wesentlichen zum Transport von einer oder zwei Personen und deren Gepäck oder entsprechenden Lasten geeignete Wasserfahrzeuge. Allgemein bekannt sind solche leichten Tragflächenboote als ein- oder zweiseitige Sport- und Freizeitgeräte, die über Schiffschrauben, Luftpropeller oder Paddel durch Muskelkraft (muskelkraft-betriebene Fahrzeuge, HPV) oder über Segel durch Windkraft angetrieben werden. Die Tragflächen der bekannten leichten Tragflächenboote weisen eine gewölbte Oberseite und eine nahezu ebene Unterseite auf und werden auch als "Tragflügel" bezeichnet.

[0003] Die bekannten leichten Tragflächenboote weisen entweder mindestens einen Bootsrumpf oder Auftriebskörper (so genannte "Schwimmer") auf, die ein antriebsloses Treiben auf einer Wasseroberfläche ermöglichen. In der Startphase entsteht an den unter der Wasseroberfläche liegenden Tragflächen eine hydrodynamische Auftriebskraft, die das Fahrzeug mit zunehmender Geschwindigkeit so weit anhebt, dass der Bootsrumpf oder die Auftriebskörper teilweise oder vollständig aus dem Wasser gehoben werden. Hierdurch sinkt der Strömungswiderstand so erheblich, dass das Tragflächenboot nach dem "Abheben" weiter beschleunigt werden kann.

[0004] Wie in Luft steigen auch in Wasser Strömungswiderstand und Auftrieb proportional mit der Dichte des Fluids, mit der jeweiligen Bezugsfläche und quadratisch mit der Geschwindigkeit. Tragflächen für Tragflächenboote sind daher einerseits - wegen des höheren spezifischen Gewicht von Wasser - bei gleichen Auftriebswerten deutlich kleiner als Tragflächen für Luftfahrzeuge. Die Größe der Tragfläche stellt andererseits - wie im Luftfahrzeugbau - einen Kompromiss dar, der die verfügbare Antriebsleistung und die gewünschte Höchstgeschwindigkeit berücksichtigen muss: Eine vorgegebene Antriebsleistung definiert über die vor dem Abheben im Wasser erreichbare Geschwindigkeit und die hierdurch entstehende Auftriebskraft die minimale Größe der Tragfläche, letztere beschränkt ihrerseits über ihren Strömungswiderstand die Höchstgeschwindigkeit nach dem Abheben.

[0005] Die bekannten Tragflächenboote weisen zu-

meist, während eine Tragfläche kurz hinter dem Schwerpunkt die Hauptlast trägt, vorn einen kleineren Steuerflügel auf, der den vorderen Bereich des Tragflächenboots mittels einer Abtasteinrichtung nach dem Abheben auf nahezu konstanter Höhe über der Wasseroberfläche hält. Mit der Fahrtgeschwindigkeit des Tragflächenboots steigt die an der Tragfläche entstehende Auftriebskraft, die Tragfläche wird - weil die dem Auftrieb entgegen wirkende Gewichtskraft konstant bleibt - weiter aus dem Wasser gehoben und das Tragflächenboot insgesamt um den Steuerflügel als Drehpunkt in Fahrtrichtung leicht nach vorn gekippt.

[0006] Durch das Kippen des Tragflächenboots wird zugleich der Anstellwinkel der Tragfläche zur Wasseroberfläche, also auch zur auftriebsrelevanten Strömungsrichtung flacher und der Auftrieb der Tragfläche entsprechend verringert. Bei konstanter Masse des Tragflächenboots stellt sich so für jede Fahrtgeschwindigkeit ein Gleichgewichtszustand mit einem charakteristischen Anstellwinkel der Tragfläche und der sich hieraus konstruktiv zwangsläufig ergebenden Höhe unter der Wasseroberfläche ein.

[0007] Die Verringerung des Anstellwinkels der Tragfläche gegenüber der Strömungsrichtung erreicht mit weiter zunehmender Geschwindigkeit einen Punkt, ab dem die Unterseite der Tragfläche beginnt, Abtriebskräfte zu erzeugen, die durch nochmals größeren Auftrieb der Tragflächenoberseite ausgeglichen werden müssen. Spätestens ab dieser Geschwindigkeit beginnt die so genannte Gleitzahl, das Verhältnis zwischen Auftrieb und Strömungswiderstand der Tragfläche, ungünstige Werte anzunehmen. Verschiedene nahe liegende konstruktive Konzepte, der unerwünschten Verringerung des Anstellwinkels mit steigender Geschwindigkeit zu begegnen, weisen an anderer Stelle schwerwiegende Nachteile auf:

[0008] Tragflügelanordnungen mit mehreren Flügeln, die mit zunehmender Geschwindigkeit der Reihe nach aus dem Wasser gehoben werden produzieren beim Erreichen der Wasseroberfläche einen hohen Strömungswiderstand. Bogen- oder V-förmig gekrümmte Flügel, deren obere Flügelenden mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit kontinuierlich aus dem Wasser aufsteigen, weisen wegen Luftansaugung an den Randbereichen ihrer Oberseite einen ungünstigen Wirkungsgrad auf. Tragflügel, deren Länge quer zur Fahrtrichtung durch einen teleskopartigen Aufbau verändert werden können, sind konstruktiv sehr aufwändig und die Verkürzung führt wiederum zu schlechteren Wirkungsgraden. Die anschaulich nahe liegende aktive Verstellung des Anstellwinkels des Tragflügels am Tragflächenboot wirkt letztlich nicht auf den Anstellwinkel, der sich zwischen Tragflügel und Strömungsrichtung abhängig von der Geschwindigkeit einstellt (sondern lediglich auf die Höhe des Tragflügels unter der Wasseroberfläche).

[0009] DE 102 37 918 A1 offenbart eine Tragfläche mit Flügelprofil und mehreren in Strömungsbeziehungsweise Fahrtrichtung hinter einander angeordneten und unter einander gelenkig verbundenen Segmenten. Durch die

Verstellung der Segmente kann die Krümmung der Tragfläche angepasst und die Hinterkante der Tragfläche gegenüber der Anströmkante in der Vertikalen verstellt werden. Die vorgeschlagene Tragfläche soll gegenüber den bekannten starren Tragflächen abhängig von der Fahrtgeschwindigkeit die Optimierung des Profils hinsichtlich Auftrieb und Widerstand ermöglichen. Auch diese Lösung ist konstruktiv sehr aufwändig und vermeidet darüber hinaus - wie die vorgenannten Ansätze - nicht die ungünstigen Gleitzahlen oberhalb einer definierten Grenzgeschwindigkeit.

Aufgabe

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anpassung der Tragfläche an die Geschwindigkeit eines leichten Tragflächenboots zu ermöglichen.

Lösung

[0011] Ausgehend von den bekannten Tragflächenbooten wird nach der Erfindung vorgeschlagen, dass die Tragfläche in der Fahrtrichtung eine im Wesentlichen konstante Dicke aufweist und dass eine die Tragfläche in der Fahrtrichtung hinten begrenzende Hinterkante gegenüber der Anströmkante in der Vertikalen verstellbar ist.

[0012] Die Erfindung löst die anhand der aus dem Stand der Technik bekannten Probleme nahe liegende Aufgabe, zur deren Überwindung eine Tragfläche aktiv an die Geschwindigkeit anpassen zu können. Die zur Lösung dieser Aufgabe aus der Strömungsdynamik von Luft- und Wasserfahrzeugen bekannten Ansätze, insbesondere teleskopier- und/oder schwenkbare Tragflügel sind für leichte Tragflächenboote aufgrund ihrer konstruktiven Komplexität - und der damit zwangsläufig verbundenen Baugröße und/oder Kleinteiligkeit sowie der Notwendigkeit aufwändiger Lagerungen - ungeeignet.

[0013] Die Erfindung weicht daher zunächst von dem an den bekannten leichten Tragflächenbooten durchgängig eingesetzten Stand der Technik der Tragfläche mit in etwa tropfenförmig profilierten Querschnitt ab und schlägt stattdessen eine Tragfläche mit in der Fahrtrichtung im Wesentlichen konstanter Dicke vor, die also im Wesentlichen kein Profil aufweist. Im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Tragflügeln, die bei Anströmung vor allem durch die stark gekrümmte Oberseite Auftrieb erzeugen, entsteht an der Tragfläche des erfindungsgemäßen Tragflächenboots erst durch eine Anstellung gegenüber der Strömungsrichtung eine Auftriebskraft.

[0014] Der - im Stand der Technik bestimmende - Anteil des Auftriebs der gekrümmten Oberseite des Tragflügels ist bei der Tragfläche des erfindungsgemäßen Tragflächenboots in vollem Umfang abhängig von der Anstellung der Tragfläche gegenüber der Strömungsrichtung und kann daher mit der Anstellung der Tragfläche auf einen beliebig kleinen Wert vermindert werden.

Der Strömungswiderstand, der mit steigender Fahrtgeschwindigkeit bei Verwendung von Tragflügeln unvermeidbar mit deren Quadrat ansteigt, kann mit der Tragfläche des erfindungsgemäßen Tragflächenboots - durch entsprechende Verminderung des Anstellwinkels - bis auf einen minimalen Wert gesenkt werden.

[0015] Diese Einstellung des Anstellwinkels der Tragfläche wird nach der Erfindung durch vertikales Verstellen einer die Tragfläche in der Fahrtrichtung hinten begrenzenden Hinterkante gegenüber der vorderen Anströmkante ermöglicht. Zum Start des erfindungsgemäßen Tragflächenboots und um ein möglichst frühzeitiges Abheben zu ermöglichen wird die Tragfläche stark und für höhere Geschwindigkeiten schwächer angestellt.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Tragflächenboots ist die Tragfläche im Wesentlichen ein Blech, also ein plattenförmiges Stahlbauteil. Die Verwendung eines Blechs ermöglicht die Ausführung einer Tragfläche mit geringer Dicke - also geringem Strömungswiderstand - bei hoher mechanischer Belastbarkeit, guter Beständigkeit gegen Umwelteinflüsse und einfacher und damit kostengünstiger Fertigung. Alternativ kann die Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots auch ein plattenförmiges Bauteil beispielsweise aus Holz, aus Fiberglas oder aus einem faserverstärkten Kunststoff sein.

[0017] Besonders bevorzugt ist die Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots zum Verstellen der Hinterkante gegenüber der Anströmkante verbiegbare. So können konstruktiv aufwändige und (zumal unter Wasser) verschleißanfällige Scharniere weitgehend vermieden werden. Für geringe Geschwindigkeiten wird die Tragfläche zumindest über einem Teil der Breite, also zwischen Anström- und Hinterkante stark und für höhere Geschwindigkeiten schwächer gekrümmt. Während sich das Verbiegen der Tragfläche insbesondere bei Verwendung eines Stahlblechs nachgerade anbietet, kann eine alternative Tragfläche aus einem starrerem Material segmentweise knickbar - ähnlich dem aus der DE 102 37 918 A1 bekannten Prinzip - ausgebildet werden. Anstelle durch Scharniere mit in Buchsen rotierbaren Bolzen werden die starren Segmente einer solchen alternativen Tragfläche bevorzugt durch elastische Elemente, beispielsweise durch geklebte Elastomerelemente oder durch genietete federnde Blechstreifen verbunden.

[0018] Die Anströmkante einer Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots ist vorzugsweise mit dem Tragflächenboot unbeweglich verbunden. Über eine solche feste Verbindung, beispielsweise durch Schweißen, Löten, Kleben, Nieten oder Schrauben sind die an der Tragfläche entstehenden Auftriebskräfte besonders gut in das Tragflächenboot einleitbar. Insbesondere bei Verwendung einer alternativen Tragfläche aus starrem Material kann diese auch gelenkig oder auch - zur Niveauregulierung - vertikal verschiebbar mit dem Tragflächenboot verbunden sein.

[0019] Die Hinterkante einer Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots ist vorteilhafter Weise

in einem Winkelbereich zwischen minimal 0 und maximal 15 Winkelgrad gegenüber der Fahrtrichtung nach unten verstellbar. Bei hoher Fahrtgeschwindigkeit des erfindungsgemäßen Tragflächenboots wird die dessen Gewicht tragende Auftriebskraft bereits mit einer Anstellung der Tragfläche nahe 0 Winkelgrad, beispielsweise bei 3 Winkelgrad erreicht. Eine Anstellung von mehr als 15 Winkelgrad für den Startvorgang würde mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu Strömungsabrissen führen.

[0020] Die Hinterkante einer Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots kann zudem derart federnd, insbesondere auch gedämpft verstellbar sein, dass Stöße in der Vertikalen im Wesentlichen abgefangen werden. So wird mit der Laufruhe des erfindungsgemäßen Tragflächenboots nicht nur der Fahrkomfort, sondern auch die Stabilität in unruhigen, beispielsweise in strömenden Gewässern erhöht.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots ist die Anströmkante der Tragfläche versteift. So kann die mechanische Festigkeit der Tragfläche an dieser besonders stark beanspruchten Stelle erhöht werden. In einer fertigungstechnisch besonders einfachen Variante ist - bei Verwendung eines Blechs - die Anströmkante umgebogen.

[0022] Eine solche Versteifung weist weiterhin bevorzugt in der Fahrtrichtung ein Flügelprofil auf, wobei insbesondere die Unterseite horizontal, also parallel zur Strömungsrichtung und die Oberseite ausgehend von der Anströmkante in Strömungsrichtung zunächst konvex und anschließend konkav gewölbt ist. Diese Ausführungsform hat neben der höheren Stabilität noch den Vorteil, dass die Strömung des Wassers bei Störungen der Lage des Tragflächenboots im Wasser, wie sie beispielsweise durch Wellen ausgelöst werden können, nicht so leicht abreißt wie bei einer gerade verlaufenden Oberseite. Eine solche strömungsgünstig geformte Versteifung kann bevorzugt derart ausgelegt werden, dass sie eine ergänzende Auftriebskraft erzeugt, die auch bei einer Höchstgeschwindigkeit des Tragflächenboots die durch die Tragfläche erzeugte Auftriebskraft unterschreitet.

[0023] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die Tragfläche eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots in der Fahrtrichtung seitlich mittels im Wesentlichen in der Vertikalen ausgerichteten Wangen begrenzt. So wird der Bildung von Randwirbeln und den damit verbundenen Energieverlusten derart entgegengewirkt, dass über die gesamte Flügelbreite eine etwa konstante Auftriebskraft entsteht.

[0024] Bevorzugt erfolgt der Antrieb eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots durch Muskelkraft, insbesondere mittels eines Pedalantriebs. Der Pedalantrieb ist konstruktiv besonders einfach und ermöglicht zudem eine sehr gleichmäßige Einleitung der Antriebskraft. Alternativ kann auch die Lenkung eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots mit den Füßen und der Antrieb über manuell betätigte Elemente erfolgen. Weiterhin alternativ kann ein erfindungsgemäßes leichtes Tragflä-

chenboot - auch unterstützend - mittels eines Verbrennungs- oder Elektromotors, insbesondere auch solar-elektrisch, durch Segel oder durch Lenkdrachen angetrieben werden.

[0025] Der Antrieb eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots weist vorzugsweise eine Schiffsschraube auf. Eine Schiffsschraube ermöglicht bei geringer Baugröße die Einleitung großer Vortriebskräfte. Insbesondere zur Verwendung eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots in sehr flachen Gewässern kann der Antrieb alternativ auch einen Luftpropeller aufweisen.

[0026] In allen Fällen würde das Tragflächenboot vom einstellbaren Auftrieb der Tragfläche profitieren und dadurch selbst bei geringer Antriebsleistung höhere Geschwindigkeiten erreichen können als andere Systeme. Es ist ebenfalls denkbar, mit einem erfindungsgemäßen Tragflächenboot von einer Welle angetrieben zu werden, da sich vor der Welle eine Art Hang aus Wasser befindet, der wie von einem Surfer mit einem erfindungsgemäßen Tragflächenboot befahren werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht,
Fig. 2 eine Draufsicht,
Fig. 3 im Detail eine Verstellmechanismus für eine Tragfläche,
Fig. 4 im Detail diese Tragfläche und
Fig. 5 eine Vorderansicht eines erfindungsgemäßen Tragflächenboots.

[0028] Das in den Zeichnungsfiguren gezeigte erfindungsgemäße Tragflächenboot 1 weist zwei in Fahrtrichtung 2 seitlich angeordnete Auftriebskörper 3, so genannte "Schwimmer" aus Styropor auf, die mit nicht dargestellten Aluminiumblechen versteift sind und ihm ein antriebsloses Treiben auf einer Wasseroberfläche (ohne Fahrt) 4 ermöglichen. Der Antrieb des Tragflächenboots 1 in der Fahrtrichtung 2 erfolgt durch Muskelkraft über einen Pedalantrieb 5, einen um 90 ° verschränkten Riemmentrieb 6 und eine gebogene Antriebswelle 7 mittels einer Schiffsschraube 8.

[0029] Das Tragflächenboot 1 weist eine in Fahrtrichtung 2 kurz hinter einem Schalensitz 9 für einen (nicht dargestellten) Fahrer angeordnete Tragfläche 10 aus einem federharten Stahlblech und in Fahrtrichtung 2 vorn einen Steuerflügel 11 mit einer Abtasteinrichtung 12, dem so genannten "Tischer" auf. (Der Steuerflügel 11 und die Abtasteinrichtung 12 sind in Figur 2 vereinfachend nicht dargestellt.)

[0030] Die Antriebswelle 7 ist ein Edelstahl draht mit 8 mm Durchmesser. Die Antriebswelle 7 ist an einer Strebe 13 unmittelbar vor der Schiffsschraube 8 und in einem an der Tragfläche 10 angebrachten teflonierten Gleitlager 14 axial beweglich gelagert. Die Schubkräfte der

Schiffsschraube 8 werden über die Antriebswelle 7 und ein Kugellager 15 in einem Riemenkasten 16 abgestützt, in der auch der Riemetrieb 6 verläuft.

[0031] Während der Stand der Technik ausschließlich die Verwendung gerader Antriebswellen - mit entweder schräg nach unten antreibender Schiffsschraube 8 oder mit einem zusätzlichen Getriebe im Wasser - kennt, weist das erfindungsgemäße Tragflächenboot 1 eine elastisch gebogene und zugleich torsionssteife Antriebswelle 7 auf. Die Antriebswelle 7 weist unter Wasser im Bereich der Schiffsschraube 8 eine nahezu horizontale Lage auf, verlässt jedoch in einer Aufwärtskrümmung mit zunehmendem Abstand von der Schiffsschraube 8 nach einer gewissen Strecke das Wasser.

[0032] Der im Wasser befindliche Teil der Antriebswelle 7 weist eine sehr flache Lage und einen entsprechend geringen Strömungswiderstand auf. Die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile - die Verminderung des Wirkungsgrads des Antriebs durch schräge Anstellung der Schiffsschraube 8 einerseits oder die Erhöhung des Strömungswiderstands durch zusätzliche Einbauten im Wasser andererseits - werden mit dem Tragflächenboot 1 wirksam vermieden.

[0033] Beim Start des Tragflächenboots 1 entsteht bereits durch die zunächst geringe Strömung an dem Steuerflügel 11 eine Auftriebskraft, die den vorderen Bereich 17 des Tragflächenboots 1 in der Vertikalen 18 anhebt. Die hierdurch entstehende nach hinten geneigte Lage des Tragflächenboots 1 ist in Figur 1 durch die Wasserfläche (beim Start) 19 angedeutet.

[0034] Die Auftriebskörper 3 weisen eine glatte, ebene Unterseite 20 auf und wirken so beim Start wie Wasserski. Mit zunehmender Geschwindigkeit entsteht auch an der Tragfläche 10 eine Auftriebskraft, die schließlich das Tragflächenboot 1 um etwa 30 cm an- und aus dem Wasser hebt. Das strömende Wasser wird hierbei ausgehend von der Anströmkante 21 entlang der Tragfläche 10 zu der Hinterkante 22 nach unten umgelenkt. Die so entstehende Lage des Tragflächenboots 1 ist in Figur 1 durch die Wasserfläche (bei Fahrt) 23 dargestellt.

[0035] An der Anströmkante 21 der Tragfläche 10 ist das Stahlblech zu einer Versteifung 24 umgebogen, die ein Flügelprofil 25 aufweist. Die Versteifung 24 ist an der Unterseite 26 flach und somit parallel zur Strömungsrichtung 27, und an der Oberseite 28 in Strömungsrichtung 27 gewölbt. Das Tragflächenboot 1 weist zwei im Wesentlichen vertikal ausgerichtete Wangen 29 auf, die die Tragfläche 10 quer zur Fahrtrichtung 2 begrenzen. Da die Wangen 29 bis etwa eine Handbreit unterhalb der Tragfläche 10 reichen, ist das Tragflächenboot 1 auf diesen und dem Steuerflügel 11 auf dem (nicht dargestellten) festen Boden abstellbar.

[0036] Die Versteifung 24 an der Anströmkante 21 der Tragfläche 10 ist mit den Wangen 29 verschweißt und so mit dem Tragflächenboot 1 insgesamt unbeweglich verbunden. Die Hinterkante 22 ist gegenüber der Anströmkante 21 durch Verbiegen der Tragfläche 10 mittels einer Verstellstrebe 30 aus Aluminium in der Vertikalen

18 verstellbar.

[0037] Das untere Ende 31 der Verstellstrebe 30 ist in einem an der Tragfläche 10 verschweißten Lagerblock 32 beweglich gelagert, ihr oberes Ende 33 ist mittels einer Kulissenführung 34 vom Fahrer des Tragflächenboots 1 manuell in Fahrtrichtung 2 verschiebbar. In einer im Wesentlichen senkrechten Startposition 35 der Verstellstrebe 30 drückt diese die Hinterkante 22 der Tragfläche 10 nach unten, in einer leicht nach vorn geneigten Fahrposition 36 der Verstellstrebe 30 liegt die Tragfläche 10 nahezu waagrecht. Durch Verlagerung der Verstellstrebe 30 ist der Anstellwinkel 37 der Tragfläche 10 gegenüber der Fahrtrichtung 2 in einem Winkelbereich 38 zwischen 0 und 15 Winkelgrad einstellbar.

[0038] Die Form der Tragfläche 10 beginnt - wie insbesondere die Detailansicht gemäß Figur 4 deutlich zeigt - mit einem ersten Bereich 39, der das anströmende Wasser zu keiner Richtungsänderung zwingt, weil er keine Krümmung und keine Winkelabweichung zur Strömungsrichtung 27 aufweist (Anströmbereich). Im darauf folgenden Bereich 40 beginnt eine Krümmung, die zunehmend nach unten weist. Die sich ergebende Krümmung zwingt das Wasser über und unter dem Flügel zu einer beschleunigten Abwärtsbewegung. Die diesem Zwang entgegenwirkende Massenträgheit des Wassers erzeugt die Auftriebskraft. Als Folge ergibt sich an der Oberseite des Flügels ein Unterdruck und an der Unterseite des Flügels ein Überdruck. Die Flächenintegrale dieser Drücke ergeben ebenfalls die Größe der Auftriebskraft. Die Biegelinie des Flügels nimmt dabei, bei in Fahrtrichtung 2 betrachteter ausreichender Flügellänge, einen so harmonischen Verlauf, dass bis hin zu starken Krümmungen von hier beispielhaft 15 Winkelgrad die Strömung nicht abreißt.

[0039] Das Tragflächenboot 1 weist über alles eine Länge 41 von etwa 2,5 m, eine Höhe 42 von etwa 115 cm und eine Breite 43 von 80 cm auf und ist als Freizeit- und Sportgerät für eine Person ausgelegt. Zur Verminderung des Luftwiderstands ist der Lenker 44 für die Steuerung des Tragflächenboots 1 vorn oberhalb - nicht wie aus dem Stand der Technik bekannt unterhalb oder seitlich - des Schalensitzes 9 angebracht. Insgesamt ist, wie insbesondere die Vorderansicht gemäß Figur 5 verdeutlicht, die Antriebs- und Tragflächenkonstruktion des Tragflächenboots 1 auch im Wasser sehr strömungsgünstig gestaltet: Nach dem Abheben des Tragflächenboots 1 befinden sich unterhalb der Wasserfläche 23 nur noch "scharfe" Strukturen, die der Strömung nur sehr geringen Widerstand mehr bieten.

[0040] Um Strömungsabrisse zu vermeiden, sind diejenigen Kanten 45 des Steuerflügels 11 und der Wangen 29, die die Wasserfläche 23 durchdringen, unterhalb der Wasserfläche 23 mit kleinen Einschnitten 46 versehen, die das Ansaugen von Luft über diese hinaus verhindern. Bei nicht optimaler Umströmung oder schräger Anströmung der Vorderkanten von Strukturen die vom Bereich über der Wasseroberfläche in den Bereich unter der Wasserfläche 23 führen, entstehen nämlich Zonen mit

so starkem Unterdruck, dass Luft bis tief in das Wasser hinein gesaugt wird.

[0041] Einerseits kann durch diesen Effekt der Strömungswiderstand der Hinterkanten solcher Strukturen gezielt reduziert werden, andererseits kann diese Luft, wenn sie beispielsweise auf die Oberseite der Tragfläche 10 gelangt, zum Strömungsabriss und damit zum Zusammenbrechen des Auftriebs führen. Bei diesem Vorgang handelt es sich nicht um die oftmals vermutete Kavitation sondern um das Füllen von Unterdruckbereichen mit Luft. Unterbrechungen oder Versetzungen der Vorder- und/oder Hinterkanten solcher Strukturen - wie bei den hier beispielhaft dargestellten Einschnitten 46 - wirken diesem Effekt entgegen, weil die Luft nicht entgegen der Strömungsrichtung 27 entlang einer Kante 45 angesaugt werden kann.

[0042] In den Figuren sind

- | | | |
|----|---------------------------|--|
| 1 | Tragflächenboot | |
| 2 | Fahrtrichtung | |
| 3 | Auftriebskörper | |
| 4 | Wasserfläche (ohne Fahrt) | |
| 5 | Pedalantrieb | |
| 6 | Riementrieb | |
| 7 | Antriebswelle | |
| 8 | Schiffsschraube | |
| 9 | Schalensitz | |
| 10 | Tragfläche | |
| 11 | Steuerflügel | |
| 12 | Abtasteinrichtung | |
| 13 | Strebe | |
| 14 | Gleitlager | |
| 15 | Kugellager | |
| 16 | Riemenkasten | |
| 17 | Bereich | |
| 18 | Vertikale | |
| 19 | Wasserfläche (beim Start) | |
| 20 | Unterseite | |
| 21 | Anströmkante | |
| 22 | Hinterkante | |
| 23 | Wasserfläche (bei Fahrt) | |
| 24 | Versteifung | |
| 25 | Flügelprofil | |
| 26 | Unterseite | |
| 27 | Strömungsrichtung | |
| 28 | Oberseite | |
| 29 | Wange | |
| 30 | Verstellstrebe | |
| 31 | Ende | |
| 32 | Lagerblock | |
| 33 | Ende | |
| 34 | Kulissenführung | |
| 35 | Startposition | |
| 36 | Fahrtposition | |
| 37 | Anstellwinkel | |
| 38 | Winkelbereich | |
| 39 | Bereich | |
| 40 | Bereich | |

- | | |
|----|------------|
| 41 | Länge |
| 42 | Höhe |
| 43 | Breite |
| 44 | Lenker |
| 5 | 45 Kante |
| 46 | Einschnitt |

Patentansprüche

- | | | |
|----|----|--|
| 10 | 1. | Leichtes Tragflächenboot (1) mit mindestens einem Auftriebskörper (3), der ein antriebsloses Treiben des Tragflächenboots (1) auf einer Wasserfläche (4, 19, 23) ermöglicht, mit einem Antrieb, mittels dessen das Tragflächenboot (1) auf der Wasserfläche (4, 19, 23) in einer Fahrtrichtung (2) antreibbar ist und mit mindestens einer Tragfläche (10), die bei einer Fahrt des Tragflächenboots (1) in der Fahrtrichtung (2) auf der Wasserfläche (4, 19, 23) eine das Tragflächenboot (1) in einer Vertikalen (18) anhebende Auftriebskraft erzeugt, wobei ausgehend von einer die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) vorn begrenzenden Anströmkante (21) entlang der Tragfläche (10) strömendes Wasser relativ zu dem Tragflächenboot (1) nach unten abgelenkt wird, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) eine im Wesentlichen konstante Dicke aufweist und dass eine die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) hinten begrenzende Hinterkante (22) gegenüber der Anströmkante (21) in der Vertikalen (18) verstellbar ist. |
| 20 | 2. | Tragflächenboot (1) nach dem vorgenannten Anspruch, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Tragfläche (10) im Wesentlichen ein Blech ist. |
| 25 | 3. | Tragflächenboot (1) nach dem vorgenannten Anspruch, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Tragfläche (10) zum Verstellen der Hinterkante (22) gegenüber der Anströmkante (21) verbiegbar ist. |
| 30 | 4. | Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Tragfläche (10) mit der Anströmkante (21) mit dem Tragflächenboot (1) unbeweglich verbunden ist. |
| 35 | 5. | Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Hinterkante (22) in einem Winkelbereich zwischen minimal 0 und maximal 15 Winkelgrad gegenüber der Fahrtrichtung (2) nach unten verstellbar ist. |
| 40 | 6. | Tragflächenboot nach einem der vorgenannten Ansprüche, <i>dadurch gekennzeichnet, dass</i> die Hinterkante derart federnd, insbesondere auch gedämpft verstellbar ist, dass Stöße in der Vertikalen (18) im Wesentlichen abgefangen werden. |
| 45 | | |
| 50 | | |
| 55 | | |

7. Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Anströmkante (21) versteift ist.

8. Tragflächenboot (1) nach Anspruch 2 und dem vorgenannten Anspruch, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Anströmkante (21) umgebogen ist. 5

9. Tragflächenboot (1) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Versteifung (24) in der Fahrtrichtung (2) ein Flügelprofil (25) aufweist. 10

10. Tragflächenboot (1) nach dem vorgenannten Anspruch, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Versteifung (24) eine ergänzende Auftriebskraft erzeugt, die auch bei einer Höchstgeschwindigkeit des Tragflächenboots (1) die durch die Tragfläche (10) erzeugte Auftriebskraft unterschreitet. 15
20

11. Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** die Tragfläche (10) in der Fahrtrichtung (2) seitlich mittels im Wesentlichen in der Vertikalen (18) ausgerichteten Wangen (29) begrenzt ist. 25

12. Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Antrieb durch Muskelkraft, insbesondere mittels eines Pedalantriebs (5) erfolgt. 30

13. Tragflächenboot (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, ***dadurch gekennzeichnet, dass*** der Antrieb eine Schiffsschraube (8) aufweist. 35

40

45

50

55

Fig. 1

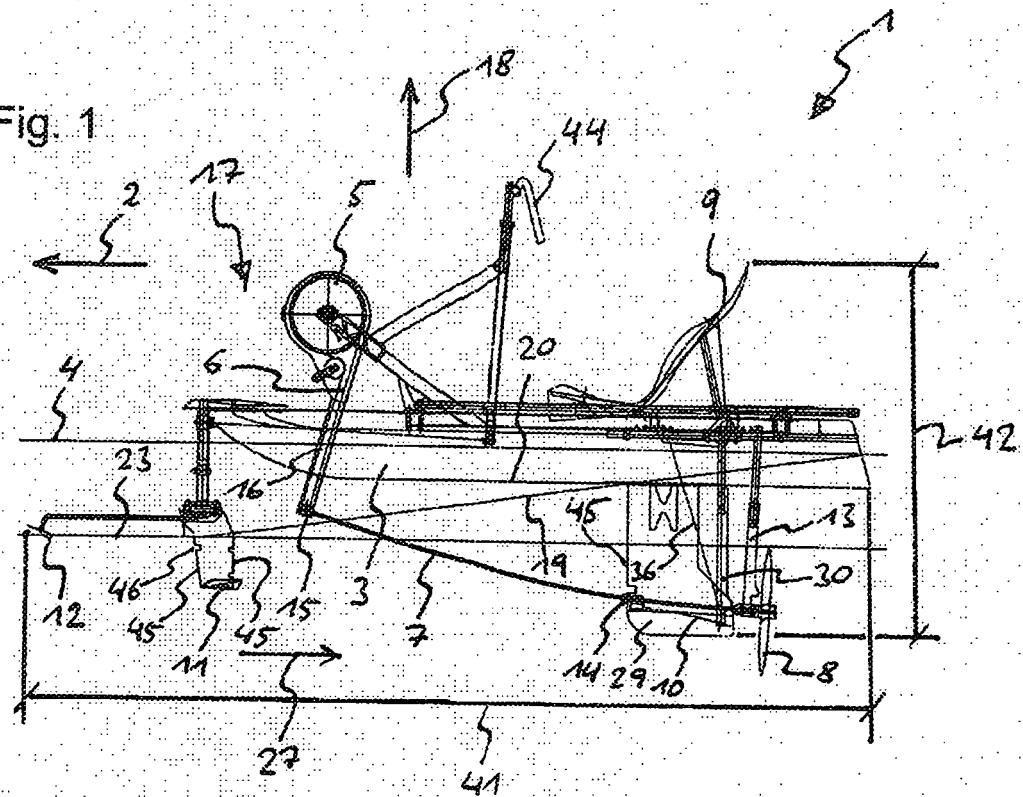


Fig. 2

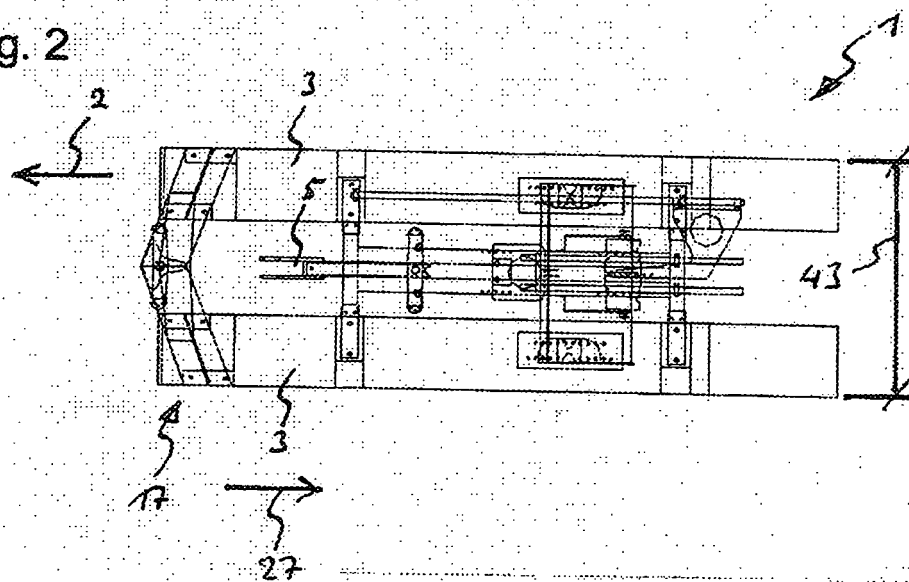


Fig. 3

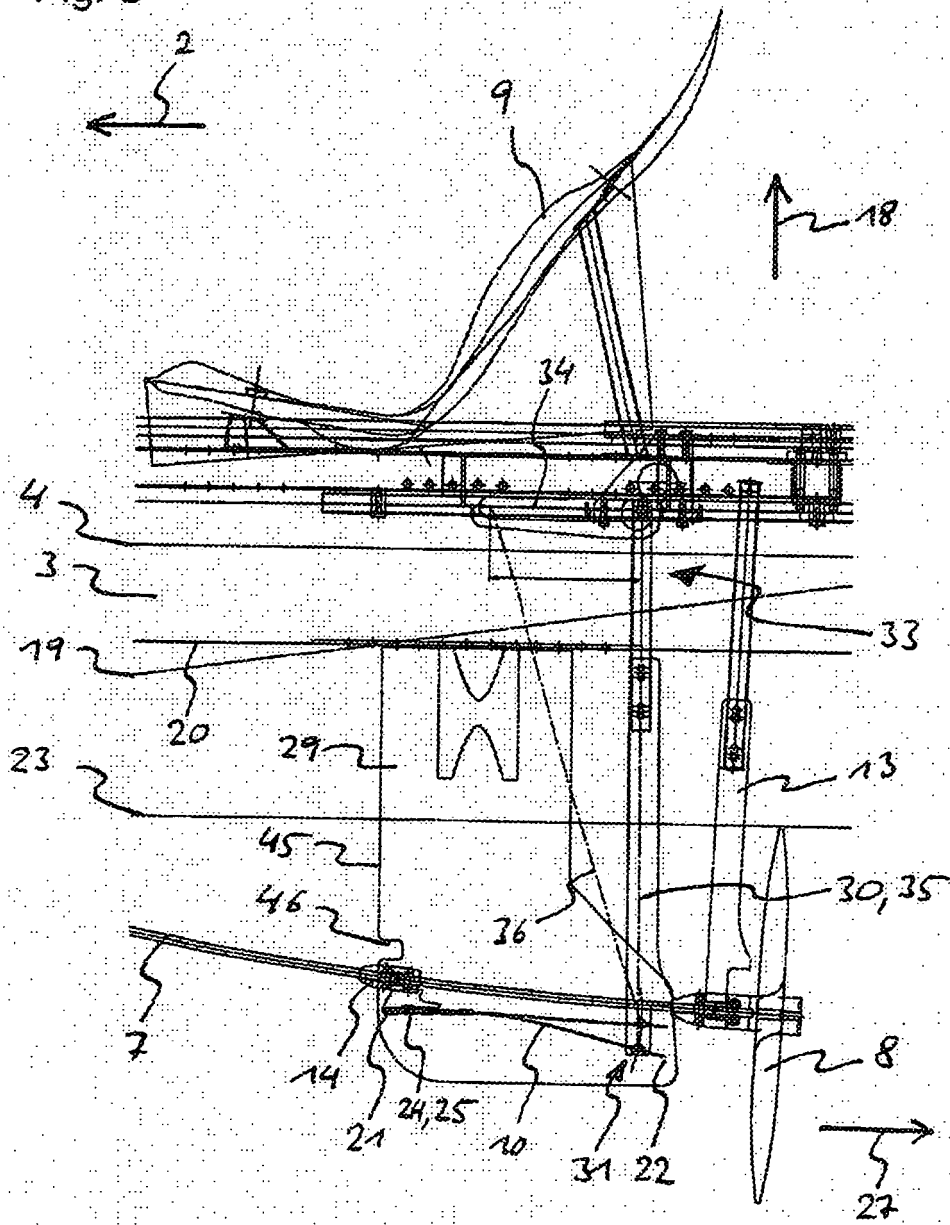


Fig. 4

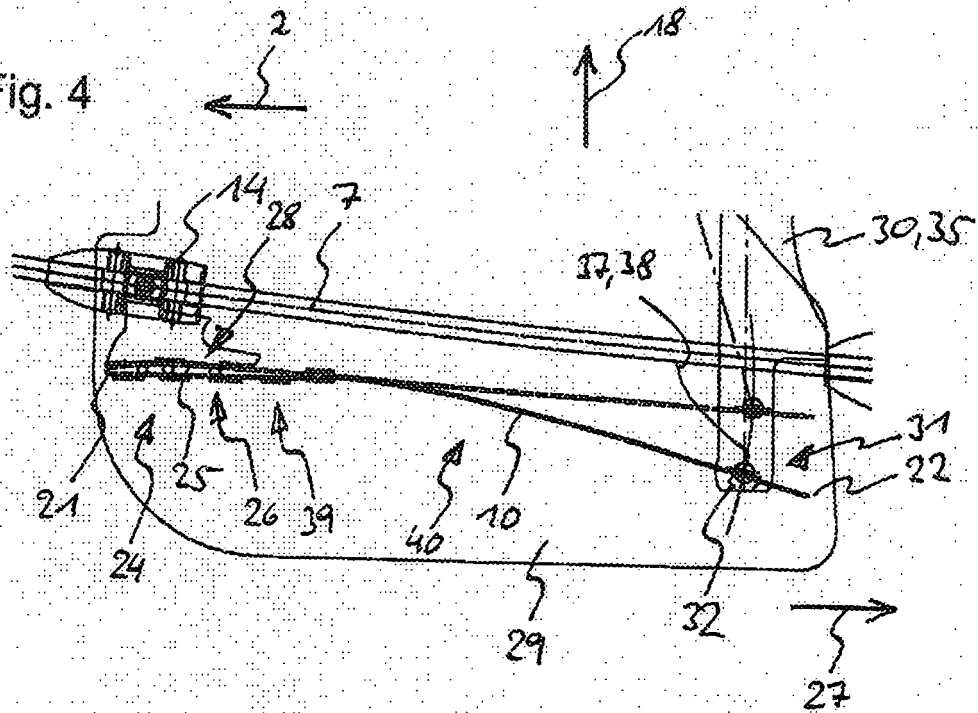
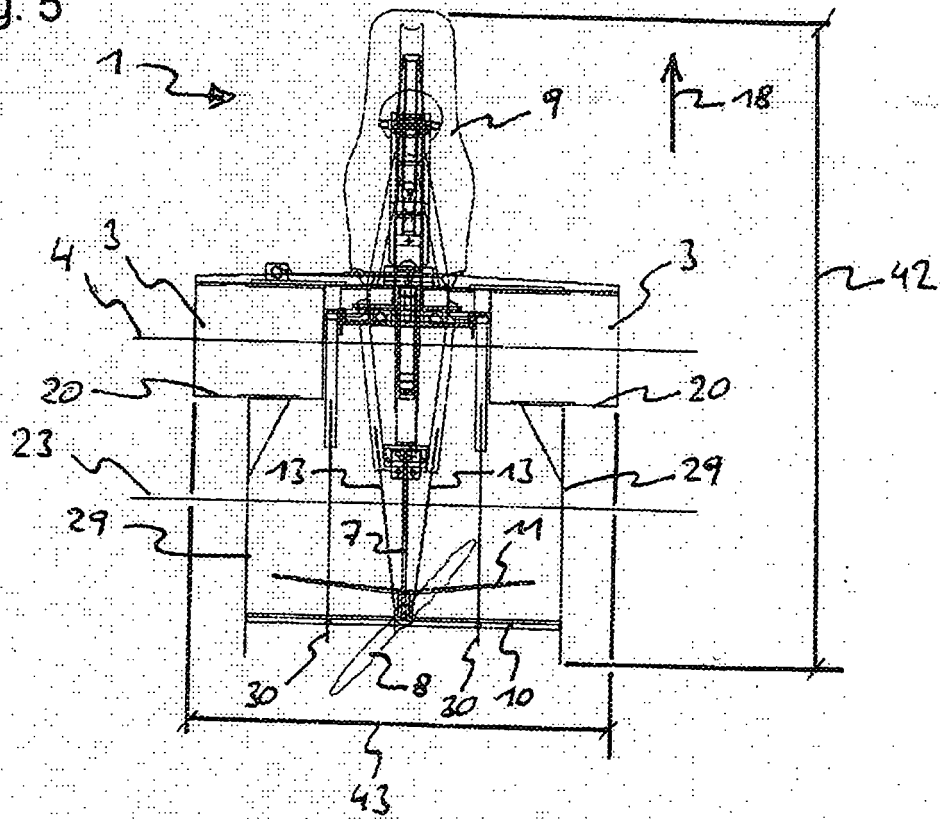


Fig. 5



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

- DE 10237918 A1 [0009] [0017]