

(19)



(11)

EP 4 570 640 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2025 Patentblatt 2025/25

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B63B 1/38 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23216610.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B63B 1/38; B63B 2001/387

(22) Anmeldetag: **14.12.2023**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **ADLER, Robert**
1030 Wien (AT)
• **RASCH, Markus**
1030 Wien (AT)
• **STEPHAN, Markus**
1030 Wien (AT)
• **NAGL, Christoph**
1030 Wien (AT)

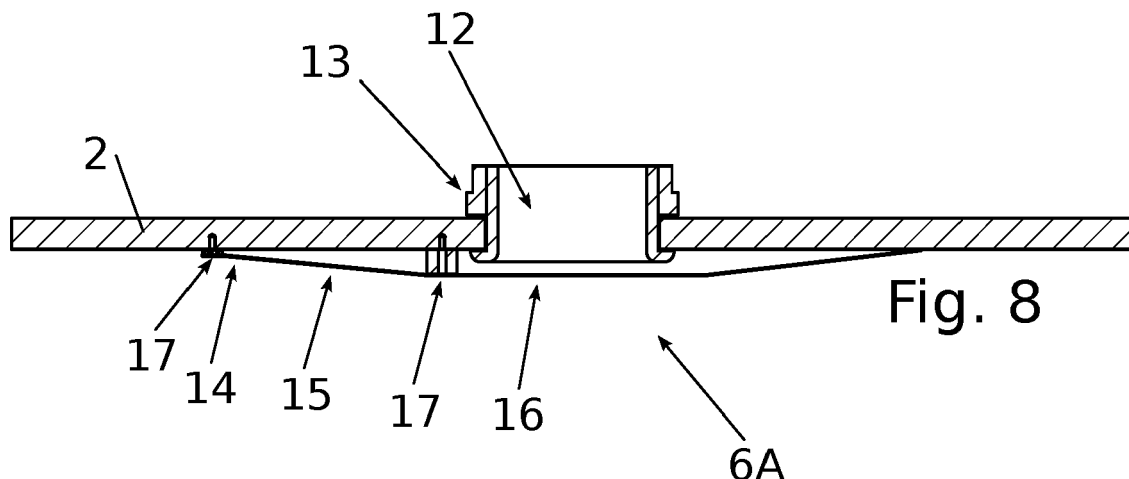
(71) Anmelder: **Maximator Advanced Technology GmbH**
1030 Wien (AT)

(74) Vertreter: **SONN Patentanwälte GmbH & Co KG**
Riemergasse 14
1010 Wien (AT)

(54) **WASSERFAHRZEUG**

(57) Verfahren und Wasserfahrzeug (1), insbesondere Gleiter, aufweisend:
einen Rumpf (2),
einen Hauptantrieb (1A), vorzugsweise einen Elektroantrieb, insbesondere zumindest einen Elektro-Heckmotor, eine Luftdüseneinheit (3) mit einem Verdichter (4), mit insbesondere einem Radialverdichter, zur Erzeugung einer Luftströmung, mit einer die Luftströmung führenden Luftversorgungsleitung (12) und mit einer über die Luftversorgungsleitung (12) mit dem Verdichter (4) verbundenen Luftdüse (5) zur Aufbringung der Luftströmung auf die Außenseite des Rumpfs (2),

dass als Luftdüse (5) eine Flachdüse (6A) vorgesehen ist, die sich in Draufsicht gesehen von einem Zentralbereich des Rumpfs (2) nach außen, vorzugsweise zudem nach hinten, erstreckt,
dass die Flachdüse (6A) am hinteren Ende einen langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) für den Austritt der Luftströmung aufweist und
dass die Flachdüse am hinteren Ende eine Wasserabrissskante (12) aufweist, so dass hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der Flachdüse (6A) ein Luftfilm entlang der Außenseite des Rumpfs (2) ausgebildet werden kann.

**Fig. 8****EP 4 570 640 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wasserfahrzeug, insbesondere Gleiter, aufweisend:

einen Rumpf,
einen Hauptantrieb, vorzugsweise einen Elektroantrieb, insbesondere zumindest einen Elektro-Heckmotor,
eine Luftdüseneinheit mit einem Verdichter, insbesondere mit einem Radialverdichter, zur Erzeugung einer Luftströmung, mit einer die Luftströmung führenden Luftversorgungsleitung und mit einer über die Luftversorgungsleitung mit dem Verdichter verbundenen Luftdüse zur Aufbringung der Luftströmung auf die Außenseite des Rumpfs.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bewegen eines Wasserfahrzeugs, insbesondere in Gleitfahrt, auf einem Wasserkörper.

[0003] Wasserfahrzeuge, insbesondere Boote, treten in zwei verschiedenen Typen auf, die in Bezug auf ihr Design, ihre Funktionsweise und ihre Verwendungszwecke erhebliche Unterschiede aufweisen. Verdrängerboote sind so konzipiert, dass sie das Wasser verdrängen, während sie sich durch das Wasser bewegen. Das bedeutet, dass Verdrängerboote in das Wasser eintauchen und einen Teil des Wassers zur Seite drücken, um voranzukommen. Verdrängerboote haben einen Rumpf, der in der Regel eine charakteristische Rumpfform mit einem V-förmigen Rumpf hat. Diese Rumpfform sorgt für Stabilität und eine gute Seegängigkeit, jedoch ist die maximale Geschwindigkeit von Verdrängerbooten auf die Rumpfgeschwindigkeit beschränkt. Verdrängerboote werden beispielsweise für Kreuzfahrtschiffe, Frachtschiffe und Segelboote verwendet, bei denen die Geschwindigkeit nicht ausschlaggebend ist. Demgegenüber sind Gleitboote so konstruiert, dass sie bei zunehmender Geschwindigkeit auf dem Wasser gleiten, anstatt das Wasser zu verdrängen. Gleitboote erreichen höhere Geschwindigkeiten, indem sie auf der Oberfläche des Wassers gleiten, anstatt darin einzutauchen. Der Rumpf von Gleitbooten hat vielfach eine flache Form, die es ihnen ermöglicht, die hydrodynamische Auflagekraft zu nutzen, um sich vom Wasser abzuheben und auf der Oberfläche zu gleiten. Gleitboote sind in der Regel leichter und haben einen geringeren Tiefgang als Verdrängerboote, was ihre Geschwindigkeit und Manövrierfähigkeit erhöht. Gleitboote sind oft bei Sportbooten und schnellen Arbeitsbooten, beispielsweise der Küstenwache, anzutreffen.

[0004] Der Energieverbrauch von Gleitbooten ist hoch, da sie aufgrund ihrer speziellen Konstruktion und ihres höheren Tempos mehr Leistung benötigen, um auf der Wasseroberfläche zu gleiten. Die erforderliche Energie steigt exponentiell mit zunehmender Geschwindigkeit und erfordert leistungsstarke Motoren, um diese Boote zu betreiben. Das macht den Einsatz von Elektromotoren

bei Gleitbooten bislang wenig sinnvoll, weil die Energiedichte des Energiespeichers für den Elektromotor zu gering ist, um einen längeren Betrieb des Gleitboots zu ermöglichen.

[0005] Im Stand der Technik wurden zudem verschiedene Versuche unternommen, die Rumpfreibung von Wasserfahrzeugen zu reduzieren, da bereits erkannt wurde, dass bei höheren Geschwindigkeiten die Rumpfreibung den Großteil der Antriebsleistung ausmacht, wohingegen die Wasserverdrängung bei Gleitfahrt nur noch einen Bruchteil der Antriebsleistung verursacht.

[0006] Die EP 2 123 551 A1 zeigt ein Verfahren, mit dem der Reibungswiderstand zwischen Schiffskörper und Wasser durch den Auslass von Gasen reduziert werden kann. Zu diesem Zweck wird eine Vielzahl von Gasauslässen am Rumpf des Schiffskörpers angeordnet. In einer Ausführung sind die Gasauslässe seitlich an einer Kiellinie 301 angeordnet. Des Weiteren wird eine Ausführungsform eines Schiffes mit einer flachen Rumpfunterseite beschrieben. Eine Ausführungsvariante mittels eines Rohrsystems lässt sich auch nachrüsten, also an Schiffen anordnen, welche bereits in Betrieb genommen sind. Bei einer anderen Ausführungsvariante werden mehrere Gasauslässe schon während der Fertigung des Schiffes berücksichtigt und sind somit in den Rumpf integriert. Eine Versorgungskammer setzt Luft/-Gas (Umgebungsluft oder Abgase) oder eine Mischung aus Luft und Gas unter Druck, um sie über Rohrleitungen zu den Gasauslässen zu befördern. Bevor das Gas an den Auslässen austritt, kann dieses durch eine Heizvorrichtung "verdampft" werden, wodurch gebildete Luftblasen entlang des Rumpfes und entlang einer Strömungslinie aufsteigen. Die Heizvorrichtung ist am Umfang jedes Gasauslasses angeordnet. Sollten sich durch höhere Fahrtgeschwindigkeiten des Schiffes turbulente Strömungen bilden, könnten Hoch- und Niederdruckgebiete entlang des Rumpfes entstehen, bei denen ein sehr großer Reibungswiderstand auftritt. Um diesem Phänomen entgegenzuwirken, kann die Austrittsmenge an Gas an den Auslassöffnungen gesteuert werden. So könnte beispielsweise abschnittsweise mehr Gas ausgesetzt werden, um Hoch- oder Niederdruckgebieten a, b gezielt entgegenzuwirken. Beschrieben wird dieser Effekt für 10 Knoten (~18.5 km/h) und 15 Knoten (~27.7 km/h).

[0007] Mit dieser bekannten Ausführung lässt sich jedoch lediglich eine geringe Reibungsreduktion erreichen. Durch den Gasaustrag steigen zwar Luftbläschen entlang des Bootsrumpfes auf. Dennoch steigt die Rumpfreibung bei hohen Geschwindigkeiten rasch an.

[0008] Andere Ausführungen mit Luftaustrag auf einen Bootsrumpf sind in DE 10 2017 101 055 A1, GB 2508027 A und CN 102897282 A beschrieben.

[0009] Somit besteht die Aufgabe der Erfindung darin, zumindest einzelne Nachteile der Erfindung zu lindern bzw. zu eliminieren. Diese Aufgabe wird mit einem Wasserfahrzeug nach Anspruch 1 und einem Verfahren nach Anspruch 11 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Ausführungsformen angegeben.

[0010] Erfindungsgemäß ist als Luftdüse eine Flachdüse vorgesehen, welche flache anliegend an der Unterseite des Rumpfs angeordnet ist. Die Flachdüse erstreckt sich in Draufsicht gesehen von einem Zentralbereich des Rumpfs nach außen, insbesondere bis zu einem der beiden äußeren Bereiche des Rumpfs, und vorzugsweise zudem nach hinten, erstreckt. Die Flachdüse weist am hinteren Ende einen langgestreckten Luftaustrittsspalt für den Austritt der Strömung von verdichteter Luft, nachstehend kurz Luftströmung, auf, welche von dem Verdichter über die Luftversorgungsleitung zur Flachdüse geführt wird. Zudem weist die Flachdüse am hinteren Ende eine Wasserabrissskante auf, welche dazu ausgebildet ist, dass hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der Flachdüse ein Luftfilm entlang der Außenseite des Rumpfs ausgebildet werden kann.

[0011] Vorteilhafterweise kann durch das Herabsetzen der Rumpfreibung des Wasserfahrzeugs der Energiebedarf pro Meile stark reduziert werden. Je schneller das Wasserfahrzeug durch das Wasser bewegt wird, desto mehr Vorteile ergeben sich aus der erfindungsgemäßen Luftdüseneinheit. Bevorzugt ist als Wasserfahrzeug ein Gleiter, insbesondere ein Gleiterboot, vorzugsweise ein Sport- oder Arbeitsboot, beispielsweise für eine Küstenwache, vorgesehen. Solche Wasserfahrzeuge werden aufgrund ihrer Verwendung einen Großteil der Fahrzeit mit Gleitgeschwindigkeit gefahren. Erfindungsgemäß wird ein Luftfilm zwischen dem Wasser und dem Rumpf aufgebaut. Dafür weist die Luftdüseneinheit eine externe Energiequelle in Form des Verdichters auf, um den benötigten Luftdruck und die dazugehörige Fördermenge zu realisieren. In einer bevorzugten Ausführung wird der Luftdruck durch einen Radialverdichter erzeugt. Mit Hilfe dieser Druckerzeugung kann nun eine Luftströmung, vorzugsweise mit einer definierten Druckdifferenz und folglich Luftaustrittsmenge, aus der Flachdüse ausgeströmt und entlang des Rumpfes geführt werden.

[0012] Um den Luftfilm auf der Rumpfunterseite auszubilden, weist die Flachdüse einen langgestreckten Luftaustrittsspalt auf, dessen Mittellinie bevorzugt im Wesentlichen parallel zum benachbarten Abschnitt des Rumpfes verläuft. Die Länge des Luftaustrittsspalts ist um ein Vielfaches, vorzugsweise um zumindest das 5-fache, besonders bevorzugt um zumindest das 10-fache oder um zumindest das 50-fache, insbesondere um zumindest das 100-fache oder um zumindest das 200-fache, größer als die Höhe des Luftaustrittsspalts senkrecht zur Außenseite des Rumpfs ist.

[0013] Um die Luft gleichmäßig entlang der wasserberührten Rumpfunterfläche zu verteilen, ist der Luftaustrittsspalt im hinteren Bereich der Flachdüse vorgesehen, welche im hinteren Bereich zudem eine Wasserabrissskante aufweist, so dass die Flachdüse als Störkörper ausgebildet ist. An der Wasserabrissskante wird der Wasserfilm vom Wasserfahrzeug abgehoben, so dass in Bewegungsrichtung des Bootes gesehen hinter der Flachdüse ein Hohlraum entsteht, der durch die Luftströmung freigehalten wird. Die Flachdüse deckt bevor-

zugt eine gedachte Rumpflinie ab, die bei Gleitfahrt noch unter der Wasserlinie, insbesondere 50mm bis 200mm, beispielsweise 150mm, unter der Wasserlinie liegt. Ausgehend vom Zentralbereich des Rumpfs, insbesondere vom Kielbereich des Rumpfs, wird die Luft hinter der Flachdüse entsprechend der Gleitfläche des Wasserfahrzeugs nach außen verteilt. Vorteilhafterweise kann mit der erfindungsgemäßen Luftdüseneinheit eine stabile Luftschicht unter dem Rumpf erzeugt werden kann, welche eine wesentlich stärkere Reibungsreduktion als der oben beschriebene Stand der Technik bewirkt. Vorteilhafterweise wird der Effekt bei steigender Geschwindigkeit noch stärker.

15 Beispiel:

[0014] Durch das Abheben des Bootsrumfres vom Wasserfilm kann die Reibung sehr stark, in der Theorie bis zu einem Faktor 100, reduziert werden. In der Praxis zeigt sich, dass eine Restreibung, beispielsweise durch ein unvollständiges Abheben des Wassers, ein teilweises Zusammenbrechen des Luftfilms oder nicht von Luft bedeckte Rumpfflächen, bleibt. Um diesen Effekt richtig einschätzen zu können, ist zu beachten, dass die Rumpfreibung ab einer Bootsgeschwindigkeit von ca. 20 km/h ca. 90% der gesamten Antriebsleistung ausmacht. Theoretisch steigt diese Reibleistung mit der dritten Potenz der Bootsgeschwindigkeit. Die Wasserverdrängung bei Gleitfahrt verursacht bei 20Km/h Bootsgeschwindigkeit nur rund 10% der Antriebsleistung. Die Leistung für die Wasserverdrängung steigt nur linear mit der Bootsgeschwindigkeit. Das bedeutet, dass bei höheren Geschwindigkeiten nahezu nur die Rumpfreibung für den Leistungsbedarf des Bootes verantwortlich ist. Als Schlussfolgerung kann angenommen werden, dass bei nahezu allen Sport- und schnellen Arbeitsbooten die erfindungsgemäße Luftdüseneinheit die Antriebsleistung, und damit den Energiebedarf, auf bis zu ca. 10% des herkömmlichen Energiebedarfs reduziert. Zusätzlich zu dieser Energieeinsparung wird der Sauerstoffeintrag im befahrenen Gewässer erhöht. Heute leiden alle Gewässer unter notorischem Sauerstoffmangel. Somit kann die Erfindung auch unter diesem Aspekt einen positiven Effekt herbeiführen. Vorteilhaft ist weiters, dass die Reduktion der Antriebsleistung den Einsatz alternativer Antriebe ermöglicht. Besonders bevorzugt ist daher als Hauptantrieb ein Elektromotor vorgesehen, welcher die Energie von einer Batterie erhält. Zum Aufladen der Batterie kann das Wasserfahrzeug ein Photovoltaikpaneel aufweisen.

[0015] Für die Zwecke dieser Offenbarung beziehen sich die Orts- und Richtungsangaben auf den bestimmungsgemäßen Fahrtzustand des Wasserfahrzeugs auf dem Wasserkörper. "Vorne" bedeutet näher am Bug, "hinten" näher am Heck des Wasserfahrzeugs. "Innen" und "außen" bezieht sich auf die vertikale Symmetrieebene des Rumpfs.

[0016] Um eine Beschleunigung der Luftströmung vor

dem Austritt aus der Flachdüse zu erzielen, weist die Flachdüse bei einer bevorzugten Ausführungsform einen in den langgestreckten Luftaustrittsspalt mündenden Luftaustrittsabschnitt auf, welcher im Längsschnitt gesehen nach hinten verjüngt ist. Des Weiteren begünstigt die Verjüngung des Luftaustrittsabschnitts eine gleichmäßigere Austrittsströmung, wodurch einem eventuellen Zusammenbrechen des Luftfilmes entgegengewirkt wird.

[0017] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Flachdüse einen vorderen Abschnitt auf, welcher im Längsschnitt gesehen, d.h. bezogen auf einen Schnitt parallel zur vertikalen Symmetrieebene des Rumpfs, nach hinten ansteigt. Somit steigt die Flachdüse entlang des vorderen Abschnitts ausgehend vom vorderen Ende der Flachdüse nach hinten (d.h. entgegen der Fahrtrichtung) an. Bevorzugt verjüngt sich die Flachdüse entlang des Luftaustrittsabschnitts nach hinten bis zum langgestreckten Luftaustrittsspalt am hinteren Ende der Flachdüse. Durch die Abflachung der Flachdüse nach vorne hin wird der Wasserwiderstand reduziert. Zwischen dem vorderen Abschnitt und dem Luftaustrittsabschnitt kann ein Verbindungsabschnitt vorgesehen sein, welcher bevorzugt über die Luftversorgungsleitung mit dem Verdichter verbunden ist, so dass die verdichtete Luft vom Verdichter über die Luftversorgungsleitung in den Verbindungsabschnitt und von dort in den Luftaustrittsabschnitt der Flachdüse strömt.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführungsform grenzt der langgestreckte Luftaustrittsspalt unmittelbar an den benachbarten Abschnitt der Außenseite des Rumpfs an, welche im deaktivierten Zustand der Luftpumpeneinheit in Kontakt mit dem Wasser steht. Der Luftaustrittsspalt kann auf der einen Seite durch die Außenseite des Rumpfs und auf der anderen Seite durch einen Längssteg der Flachdüse begrenzt sein. Bei dieser Ausführungsform bildet der Längssteg zudem die Wasserabrissskante aus, an der das vorbeiströmende Wasser abreißt und durch den Luftfilm von der Außenseite des Rumpfs abgehoben wird.

[0019] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist der langgestreckte Luftaustrittsspalt eine Höhe (d.h. eine Erstreckung senkrecht zum benachbarten Abschnitt der Rumpfaußenseite) von 1 bis 5 mm, beispielsweise im Wesentlichen 3 mm, auf.

[0020] Die Länge des Luftaustrittsspalts ist abhängig von den Dimensionen des Wasserfahrzeugs. Wenn als Wasserfahrzeug ein Boot mit einer Länge von 6 bis 10 m vorgesehen ist, kann die Länge des Luftaustrittsspalts vom inneren bis zum äußeren Ende von 150 bis 200 cm betragen.

[0021] Je nach Ausführung kann die Länge des Luftaustrittsspalts mehr als 150 cm, aber auch mehr als 250 cm, insbesondere mehr als 300 cm betragen. Bevorzugt beträgt die Länge des Luftaustrittsspalts von 150 cm bis 200 cm..

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die Wasserabrissskante in einem Abstand

von 1 bis 5 mm, beispielsweise im Wesentlichen 3 mm, vom benachbarten Abschnitt der Außenseite des Rumpfs.

[0023] Um auf beiden Längshälften des Rumpfs jeweils einen Luftfilm zur Reduktion der Reibung auszubilden, weist die Luftpumpeneinheit bei einer bevorzugten Ausführungsform eine benachbarte Flachdüse auf, welche im Wesentlichen an derselben Längsposition wie die Flachdüse im Zentralbereich des Rumpfs, insbesondere im Bereich des Kiels, ansetzt und sich von dort nach außen, vorzugsweise zudem nach hinten, erstreckt.

[0024] Um bei einem längeren Wasserfahrzeug die Wasserreibung weiter zu verringern, weist die Luftpumpeneinheit bei einer bevorzugten Ausführungsform eine hintere Flachdüse in einem Längsabstand (d.h. einem Abstand in Richtung der Längsachse des Wasserfahrzeugs gesehen) hinter der Flachdüse, vorzugsweise zudem eine benachbarte hintere Flachdüse in einem entsprechenden Längsabstand hinter der benachbarten Flachdüse, auf.

[0025] Je nach Länge des Wasserfahrzeugs kann zudem eine mittlere Flachdüse in Längsrichtung gesehen zwischen der Flachdüse und der hinteren Flachdüse und/oder eine benachbarte mittlere Flachdüse in Längsrichtung gesehen zwischen der benachbarten Flachdüse und der benachbarten hinteren Flachdüse vorgesehen sein.

[0026] Bevorzugt sind die oben beschriebenen hinteren bzw. mittleren Flachdüsen wie die ebenfalls weiter oben beschriebenen vorderen Flachdüsen aufgebaut, so dass auf Wiederholungen verzichtet werden kann.

[0027] Um die jeweiligen Luftströmungen abhängig vom Betrieb anpassen zu können, ist bei einer bevorzugten Ausführungsform eine Steuer- und/oder Regelungseinrichtung zum Steuern und/oder Regeln der jeweiligen Luftströmung, insbesondere des Massenstroms der jeweiligen Luftströmung, aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der Flachdüse und/oder aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der benachbarten Flachdüse und/oder aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der hinteren Flachdüse und/oder aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der benachbarten hinteren Flachdüse und/oder aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der mittleren Flachdüse und/oder aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der benachbarten mittleren Flachdüse vorgesehen.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuer- und Regelungseinrichtung zum Steuern und/oder Regeln der jeweiligen Luftströmung aus dem jeweiligen Luftaustrittsspalt, insbesondere des Massenstroms der jeweiligen Luftströmung,

durch Einstellen des Verdichters, insbesondere durch Einstellen einer Drehzahl eines Laufrads des Verdichters, insbesondere des Radialverdichters, und/oder

durch Einstellen eines Strömungsregulierungselements, insbesondere eines Drosselventils, zur Strömung

mungsregulierung der jeweiligen Luftströmung ausgebildet.

[0029] Um die aus dem Luftaustrittsspalt austretende Luftströmung an die Betriebs- und Umgebungsbedingungen anzupassen, kann der Verdichter so angesteuert bzw. geregelt werden, dass der vom Verdichter zur Verfügung gestellte Druck erhöht bzw. gesenkt wird. Wenn der Verdichter ein Laufrad aufweist, kann die Luftströmung, insbesondere der Massenstrom der Luftströmung, durch Einstellung der Drehzahl des Laufrads verändert werden.

[0030] Darüber hinaus kann das Strömungsregulierungselement eingestellt werden, um den Strömungswiderstand der Luftströmung vor dem Austritt aus der Flachdüse anzupassen. Wenn die Luftdüseneinheit mehrere der oben beschriebenen Flachdüsen aufweist, sind bevorzugt mehrere Strömungsregulierungselemente in den jeweiligen Luftversorgungsleitungen vorgesehen, so dass die Luftströmungen aus den Flachdüsen einzeln eingestellt werden können. Somit können die Strömungswiderstände entlang der Luftversorgungsleitungen vom Verdichter zu den Luftaustrittsspalten einzeln reguliert werden. Vorteilhafterweise kann so eine individuelle Anpassung der einzelnen Luftströme vorgenommen werden.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Steuer- und/oder Regeleinrichtung zumindest einen Sensor auf, welcher zumindest einen Betriebs- bzw. Umgebungsparameter des Wasserfahrzeugs, vorzugsweise laufend, erfasst. Das Messsignal des Sensors dient als Eingangsgröße für die Steuerung bzw. Regelung der jeweiligen Luftströmung.

[0032] Als Sensor kann ein vorzugsweise zur Anordnung im Wasser ausgebildeter Fahrgeschwindigkeitssensor, beispielsweise ein Flügelzellenanemometer, ein Impeller oder ein Paddelrädchen, zur Erfassung der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs vorgesehen sein. Somit können der Verdichter bzw. das zumindest eine Strömungsregulierungselement abhängig von der Fahrgeschwindigkeit eingestellt werden. Beispielsweise kann die Drehzahl des Verdichters erhöht und/oder der Strömungswiderstand mittels des Strömungsregulierungselements gesenkt werden, wenn die Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs steigt. Umgekehrt kann die Drehzahl des Verdichters gesenkt und/oder der Strömungswiderstand mittels des Strömungsregulierungselements erhöht werden, wenn die Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs sinkt.

[0033] Als Sensor kann weiters ein Luftdrucksensor zur Erfassung eines Luftdrucks in der Luftversorgungsleitung zwischen dem Verdichter und der Flachdüse vorgesehen sein. Zudem kann zumindest ein weiterer Luftdrucksensor in einer weiteren Luftversorgungsleitung zwischen dem Verdichter und einer der weiteren Flachdüsen, d.h. der benachbarten Flachdüse, der hinteren Flachdüse, der benachbarten hinteren Flachdüse, der mittleren Flachdüse und der benachbarten mittleren

Flachdüse, vorgesehen sein. Vorzugsweise sind in allen weiteren Luftversorgungsleitungen zwischen dem Verdichter und den weiteren Flachdüsen weitere Luftdrucksensoren vorgesehen. Somit können der Verdichter bzw. das zumindest eine Strömungsregulierungselement abhängig vom gemessenen Luftdruck in der jeweiligen zumindest einen Luftversorgungsleitung eingestellt werden.

[0034] Als Sensor kann weiters ein Wasserdrucksensor zur Erfassung des Wasserdrucks an dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der Flachdüse vorgesehen sein. Auch bei dieser Ausführung kann zumindest ein weiterer Wasserdrucksensor zur Erfassung des Wasserdrucks an dem langgestreckten Luftaustrittsspalt einer der weiteren Flachdüsen vorgesehen sein. Vorzugsweise sind an den langgestreckten Luftaustrittsspalten aller weiteren Flachdüsen solche Wasserdrucksensoren vorgesehen. Bevorzugt ist der zumindest eine Wasserdrucksensor jeweils im Zentralbereich, insbesondere im Kielbereich, des Rumpfs angeordnet. Mit dem Wasserdrucksensor kann erfasst werden, wie tief die jeweilige Messstelle unter der Wasseroberfläche angeordnet ist. Das Messsignal des zumindest einen Wasserdrucksensors kann zur Regelung des Verdichters bzw. des zumindest einen Strömungsregulierungselements herangezogen werden.

[0035] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuer- und/oder Regeleinrichtung dazu ausgebildet, die jeweilige Luftströmung mit einer im Wesentlichen der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs entsprechenden Austrittsgeschwindigkeit aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der Flachdüse und/oder der benachbarten Flachdüse und/oder der hinteren Flachdüse und/oder der benachbarten hinteren Flachdüse und/oder der mittleren Flachdüse und/oder der benachbarten mittleren Flachdüse austreten zu lassen. Dadurch kann die Rumpffreibung besonders wirksam reduziert werden.

[0036] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuer- und/oder Regeleinrichtung mit einer Lenkeinrichtung zur Lenkung des Wasserfahrzeugs verbunden, wobei die Regeleinrichtung dazu ausgebildet, die jeweilige Luftströmung abhängig von einer momentanen Stellung der Lenkeinrichtung zu steuern bzw. zu regeln. Um den Luftfilm an der Rumpfaußenseite bei Kurvenfahrten möglichst stabil zu halten, ist es günstig, wenn die Regeleinrichtung mit der Lenkeinrichtung zur Lenkung des Wasserfahrzeugs gekoppelt ist. Dadurch können die Flachdüse und die benachbarte Flachdüse (und gegebenenfalls die Flachdüsen des hinteren bzw. mittleren Düsenpaars) abhängig von der Stellung der Lenkung unterschiedlich angesteuert werden. Mit dieser Regelung kann berücksichtigt werden, dass die beiden Längshälften je nach Stellung der Lenkung, insbesondere bei einer Kurvenfahrt, unterschiedlich tief im Wasser liegen.

[0037] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Regeleinrichtung dazu ausgebildet, die Flachdüse und die hintere Flachdüse, vorzugsweise zudem die benachbarte Flachdüse und die benachbarte hintere Flachdüse,

besonders bevorzugt zudem die mittlere Flachdüse und die benachbarte mittlere Flachdüse, abhängig von der Fahrgeschwindigkeit unterschiedlich anzusteuern. Dadurch kann berücksichtigt werden, dass sich das Wasserfahrzeug mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit stärker aus dem Wasser hebt, wodurch sich der Wasserdruck an den jeweiligen Luftaustrittsspalten ändert.

[0038] Der Verdichter weist bevorzugt ein Laufrad auf, dessen Drehzahl einstellbar ist.

[0039] Als Verdichter ist bevorzugt ein Radialverdichter, auch Zentrifugalkompressor genannt, vorgesehen. Der Radialverdichter ist ein Turbokompressor bzw. -verdichter, bei dem die zu komprimierende Luft durch ein in einem angepassten Gehäuse laufendes Flügelrad in Rotation versetzt und von innen nach außen beschleunigt wird. Im anschließenden Diffusor wird die Bewegungsenergie in Druck umgewandelt. Die Luftströmung kann mit der Drehzahl des Flügelrads eingestellt werden.

[0040] Weiters kann als Verdichter ein Seitenkanalverdichter vorgesehen sein.

[0041] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Ionisator zur Ionisierung der Luftströmung vor der Flachdüse angeordnet. Durch Ionisieren der Luft nach dem Verdichter kann ein stabileres Anhaften des Luftfilms am Bootsumpf erfolgen.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Bewegen des Wasserfahrzeugs weist zumindest die folgenden Schritte auf:

Erzeugen einer Luftströmung mit einem Verdichter und Ausströmen der Luftströmung entlang der Außenseite eines Rumpfs des Wasserfahrzeugs, Ausströmen der Luftströmung aus einem langgestreckten Luftaustrittsspalt einer Flachdüse von einem Zentralbereich des Rumpfs bis zu einem der beiden äußeren Bereiche des Rumpfs, Abheben des Wassers vom hinteren Ende der Flachdüse, Ausbilden eines Luftfilms hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt der Flachdüse zwischen der Außenseite des Rumpfs und dem Wasser.

[0043] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren zudem die folgenden Schritte auf:

Ausströmen einer Luftströmung aus einer benachbarten Flachdüse von einem Zentralbereich des Rumpfs bis zu dem anderen der beiden äußeren Bereiche des Rumpfs, Abheben des Wassers vom hinteren Ende der benachbarten Flachdüse, Ausbilden eines Luftfilms hinter der benachbarten Flachdüse.

[0044] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren zudem die Schritte auf:

Ausströmen einer Luftströmung aus einer hinteren

Flachdüse, vorzugsweise Ausströmen einer Luftströmung aus einer benachbarten hinteren Flachdüse, Abheben des Wassers vom hinteren Ende der hinteren Flachdüse, vorzugsweise Abheben des Wassers vom hinteren Ende der benachbarten hinteren Flachdüse, Ausbilden eines Luftfilms hinter der hinteren Flachdüse, vorzugsweise Ausbilden eines Luftfilms hinter der benachbarten hinteren Flachdüse.

[0045] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das Verfahren zudem die Schritte auf:

Regeln der jeweiligen Luftströmung, insbesondere des Massenstroms der jeweiligen Luftströmung, aus dem jeweiligen Luftaustrittsspalt der Flachdüse und/oder der benachbarten Flachdüse und/oder der hinteren Flachdüse und/oder der benachbarten hinteren Flachdüse abhängig von zumindest einem Betriebs- oder Umgebungsparameter des Wasserfahrzeugs, wobei der zumindest eine Betriebs- oder Umgebungsparameter vorzugsweise umfasst:

die momentane Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs und/oder den Luftdruck in einer Luftversorgungsleitung zwischen dem Verdichter und der jeweiligen Flachdüse und/oder den Wasserdruck an einer Messstelle benachbart des langgestreckten Luftaustrittsspalts und/oder die Stellung einer Lenkeinrichtung des Wasserfahrzeugs.

[0046] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die jeweilige Luftströmung, insbesondere der Massenstrom der jeweiligen Luftströmung,

durch Einstellen des Verdichters, insbesondere durch Einstellen einer Drehzahl des Verdichters, insbesondere des Radialverdichters, und/oder durch Strömungsregulierung der jeweiligen Luftströmung, gesteuert und/oder geregelt.

[0047] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Rückansicht eines erfindungsgemäßen Wasserfahrzeugs.

Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht des Wasserfahrzeugs entlang der Linie A-A in Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht des Wasserfahrzeugs entlang der Linie B-B in Fig. 1

Fig. 4 zeigt eine Unteransicht des Wasserfahrzeugs

in Pfeilrichtung D in Fig. 1.

Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht des Wasserfahrzeugs entlang der Linie F-F in Fig. 4.

Fig. 6 zeigt Detail E in Fig. 3.

Fig. 7 zeigt Detail G in Fig. 5.

Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Flachdüse, welche an der Rumpfunterseite des Wasserfahrzeugs angeordnet ist.

Fig. 9 zeigt ein Detail der Fig. 8.

Fig. 10 zeigt eine Seitenansicht der Flachdüse aus Fig. 8, so dass ein langgestreckter Luftaustrittsspalt der Flachdüse ersichtlich ist.

Fig. 11 zeigt ein Blockschema einer Regeleinrichtung des Wasserfahrzeugs der Fig. 1 bis 10.

[0048] Fig. 1 bis 5 zeigen ein Wasserfahrzeug 1, welches in der gezeigten Ausführung ein Gleiter, hier ein Gleitboot, ist. Das Gleitboot weist einen Rumpf 2 in Gleiterform auf. Das bedeutet, dass der Rumpf 2 so geformt ist, dass sich das Gleitboot mit zunehmender Geschwindigkeit aus dem Wasser hebt und darauf gleitet. Somit kann das Gleitboot von einer Verdrängerfahrt in eine Gleitfahrt übergehen. Das Gleitboot weist einen (in Fig. 3 symbolisch dargestellten) Hauptantrieb 1A auf, welcher bevorzugt ein Elektromotor ist. Der Elektromotor kann am Heck des Wasserfahrzeugs 1 angeordnet sein. Der Hauptantrieb kann auf beliebige Weise ausgestaltet sein (nicht dargestellt).

[0049] Wie aus Fig. 1 bis 5 ersichtlich, weist das Wasserfahrzeug 1 zudem eine Luftdüseneinheit 3 mit zumindest einem (in Fig. 3 symbolisch dargestellten) Verdichter 4 auf, welcher in fluidleitender Verbindung mit einer Anordnung von Luftdüsen 5 steht. Mit dem Verdichter 4, welcher insbesondere ein Radialverdichter ist, wird eine Druckluftströmung, nachstehend kurz Luftströmung, erzeugt, welche über die einzelnen Luftdüsen 5 entlang der Unterseite des Rumpfs 2 ausgeströmt wird.

[0050] Wie aus Fig. 1 bis 5 weiters ersichtlich, weist die Anordnung von Luftdüsen 5 eine Flachdüse 6A und eine benachbarte Flachdüse 6B auf, welche sich jeweils in Draufsicht (d.h. in Unteransicht auf den Schiffsrumpf) gesehen von einem Zentralbereich des Rumpfs 2, hier von einem Kiel 2A, nach außen (d.h. zur jeweiligen Längsseite des Rumpfs 2 hin) und nach hinten (d.h. zum Heck hin) erstrecken. Die Flachdüse 6A und die benachbarte Flachdüse 6B bilden ein vorderes Düsenpaar, welches näher am Bug als am Heck des Wasserfahrzeugs 1 angeordnet ist.

[0051] Darüber hinaus weist die Luftdüseneinheit 3 im gezeigten Beispiel eine hintere Flachdüse 7A und eine benachbarte hintere Flachdüse 7B auf, welche sich

ebenfalls vom Zentralbereich des Rumpfs 2, hier wiederum vom Kiel 2A, nach außen und nach hinten erstrecken. Die hintere Flachdüse 7A und die benachbarte hintere Flachdüse 7B bilden ein hinteres Düsenpaar, welches näher am Heck als am Bug des Wasserfahrzeugs 1 angeordnet ist.

[0052] Schließlich weist die Luftdüseneinheit 3 im gezeigten Beispiel eine mittlere Flachdüse 8A und eine benachbarte mittlere Flachdüse 8B auf, welche sich ebenfalls vom Zentralbereich des Rumpfs 2, hier vom Kiel 2A, nach außen und nach hinten erstrecken. Die mittlere Flachdüse 8A und die benachbarte mittlere Flachdüse 8B bilden ein mittleres Düsenpaar, welches in Längsrichtung des Wasserfahrzeugs 1 gesehen zwischen dem vorderen und dem hinteren Düsenpaar befindet.

[0053] Je nach Länge des Wasserfahrzeugs 1 kann die Anordnung von Luftdüsen 5 alternativ nur ein einziges Düsenpaar, genau zwei Düsenpaare, aber auch mehr als die gezeigten drei Düsenpaare aufweisen. Die Flachdüsen des jeweiligen Düsenpaars sind jeweils ident ausgebildet und spiegelbildlich bezüglich einer vertikalen Mittelebene des Wasserfahrzeugs 1 angeordnet. Wenn im Folgenden die Flachdüse 6A Bezug genommen wird, gelten diese Ausführungen entsprechend für die übrigen Flachdüsen. Die Flachdüse 6A weist eine abgeflachte Form auf, mit welcher sich die Flachdüse 6A an den Rumpf 2 schmiegt.

[0054] Wie aus Fig. 10 ersichtlich, weist die Flachdüse 6A am hinteren Ende einen langgestreckten Luftaustrittsspalt 9 auf, durch den die Luftströmung nach hinten ausgedüst wird. Der Luftaustrittsspalt 9 erstreckt sich im Wesentlichen über die ganze Länge der Flachdüse 6A von einem kielnahen zu einem kielfernen Ende. Zudem weist die Flachdüse 6A am hinteren Ende eine Wasserabrissskante 10 auf, an der das Wasser durch die Luftströmung aus dem Luftaustrittsspalt 9 vom Rumpf 2 beabstandet wird. Dafür bildet die Luftströmung hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt 9 der Flachdüse 6A einen Luftfilm, d.h. eine flächige Luftschicht, entlang der Außenseite des Rumpfs 2 aus, welche den Rumpf 2 hinter der Flachdüse 6A vom Wasser trennt.

[0055] Fig. 8 zeigt einen Längsschnitt durch die Flachdüse 6A parallel zur vertikalen Mittelebene des Wasserfahrzeugs 1. Demnach wird die verdichtete Luft vom Verdichter 4 über eine Luftversorgungsleitung 12 in Richtung der Flachdüse 6A geleitet. Weitere Luftversorgungsleitungen 12 (nicht gezeigt) führen zu den anderen Flachdüsen. Die verdichtete Luft wird mittels eines Anschlussteils 13 durch den Rumpf 2 in die Flachdüse 6A gefördert. Danach wird die Druckluft seitlich über die Länge der Flachdüse 6A verteilt und strömt nach hinten durch den langgestreckten Luftaustrittsspalt 9 aus der Flachdüse 6A aus. In der Luftversorgungsleitung 12 oder in der Flachdüse 6A kann ein Rückschlagventil gegen einen Wassereintritt vorgesehen sein (nicht gezeigt).

[0056] Wie aus Fig. 8 ersichtlich, weist die Flachdüse 6A einen in den langgestreckten Luftaustrittsspalt 9

mündenden Luftaustrittsabschnitt 14 auf, welcher im Längsschnitt gesehen nach hinten verjüngt ist. Zudem weist die Flachdüse 6A einen vorderen Abschnitt 15 auf, welcher im Längsschnitt gesehen nach hinten ansteigt. Der vordere Abschnitt 15 ist über einen Verbindungsabschnitt 16 mit dem Luftaustrittsabschnitt 14 verbunden. In den Verbindungsabschnitt 16 mündet das Anschlussstück 13 ein, über das die verdichtete Luft in die Flachdüse 6A eingebracht wird.

[0057] Wie aus Fig. 8 ersichtlich, grenzt der langgestreckte Luftaustrittsspalt 9 unmittelbar an die Außenseite des Rumpfs 2 an. Im gezeigten Beispiel weist der langgestreckte Luftaustrittsspalt 9 eine Höhe von beispielsweise im Wesentlichen 3 mm auf. Die Länge des Luftaustrittsspalts 9 vom kielnahen bis zum kielfernen Ende beträgt beispielsweise im Wesentlichen 200 cm. Die Wasserabstosskante 10 verläuft im gezeigten Beispiel in einem Abstand von beispielsweise im Wesentlichen 3 mm von der Außenseite des Rumpfs 2.

[0058] Wie aus Fig. 8 ersichtlich, ist die Flachdüse 6A im gezeigten Beispiel als Anbaukappe ausgebildet, welche über Befestigungselemente 17 am Rumpf 2 des Wasserfahrzeugs 1 befestigt ist. Alternativ kann die Flachdüse 6A auch integral mit dem Rumpf 2 gebildet sein.

[0059] Wie in Fig. 11 schematisch ersichtlich, weist das Wasserfahrzeug 1 eine Regeleinrichtung 19 auf, mit welcher die einzelnen Luftströmungen der Luftdüsen-einheit 3 geregelt werden können.

[0060] Die Regeleinrichtung 19 weist einen Regler 20 auf, welcher mit zumindest einem Sensor zur Erfassung zumindest eines Betriebs- oder Umgebungsparameters verbunden ist. Im gezeigten Beispiel sind mehrere Sensoren zur Erfassung verschiedener Betriebs- und Umgebungsparameter vorgesehen. Je nach Ausführung kann auch nur einer dieser Sensoren oder eine Auswahl dieser Sensoren vorgesehen sein. Der Regler 20 kann mit einem Fahrgeschwindigkeitssensor 21 zur Erfassung der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs 1 verbunden sein. Weiters kann der Regler 20 mit einer Anordnung von Luftdrucksensoren 22 verbunden sein, mit denen jeweils der Luftdruck in der jeweiligen Luftversorgungsleitung 12 zwischen dem Verdichter 4 und der jeweiligen Flachdüse 6A, 6B; 7A, 7B; 8A, 8B gemessen wird. Zudem kann der Regler 20 mit einer Anordnung von Wasserdrucksensoren 23 verbunden sein, mit denen jeweils der lokale Wasserdruck benachbart des jeweiligen Luftaustrittsspalts 9 der jeweiligen Flachdüse 6A, 6B; 7A, 7B; 8A, 8B gemessen wird. Bevorzugt befinden sich die Wasserdrucksensoren 23 benachbart des kielseitigen Endes des jeweiligen Luftaustrittsspalts 9. Schließlich kann der Regler 20 mit einer Lenkeinrichtung 24 zur Lenkung des Wasserfahrzeugs 1 verbunden sein, so dass die jeweilige Luftströmung abhängig von einer momentanen Stellung der Lenkeinrichtung zu steuern bzw. zu regeln. Dadurch können beispielsweise Kurvenfahrten bei der Regelung berücksichtigt werden.

[0061] Die verschiedenen Sensoren liefern die Ein-

gangssignale für den Regler 20, welcher aus den Eingangssignalen der Sensoren entsprechende Regelsignale für die Einstellung der einzelnen Luftströmungen aus den Luftaustrittsspalten bildet. Zu diesem Zweck ist der Regler 20 einerseits mit dem Verdichter 4 verbunden, so dass der vom Verdichter 4 zur Verfügung gestellte Luftdruck eingestellt werden kann. Wenn der Verdichter 4 ein Radialverdichter oder auch ein Seitenkanalverdichter ist, kann der Regler 20 die Drehzahl des Verdichters regeln, um das Druckverhältnis gegenüber dem Umgebungsdruck einzustellen. Im gezeigten Beispiel ist der Regler 20 zudem mit einer Anordnung von Strömungsregulierungselementen 25, insbesondere Drosselventilen, zur Strömungsregulierung der jeweiligen Luftströmung, d.h. zur Beeinflussung des Strömungswiderstands, in der jeweiligen Luftversorgungsleitung 12 verbunden.

[0062] Mit der Regeleinrichtung 19 kann die jeweilige Luftströmung mit einer im Wesentlichen der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs 1 entsprechenden Austrittsgeschwindigkeit aus den Flachdüsen 6A, 6B; 7A, 7B; 8A, 8B ausgedüst werden. Weiters kann die momentane Eintauchtiefe der jeweiligen Flachdüse 6A, 6B; 7A, 7B; 8A, 8B in das Wasser berücksichtigt werden. Die Düsenpaare können bereits wegen ihrer unterschiedlichen Längspositionen am Rumpf 2 verschiedene Eintauchtiefen haben. Weiters verändert sich die Eintauchtiefe aufgrund der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs 1. Schließlich können sich die Eintauchtiefen der zwei Flachdüsen jedes Düsenpaares zueinander ständig verändern, weil das Wasserfahrzeug 1 Schwankungen unterworfen ist oder eine Kurvenfahrt durchführt. Durch ständige Regelung des Verdichters 4 und der Strömungsregulierungselemente 25 abhängig von den Eingangssignalen von den Sensoren können die Luftfilme hinter den Flachdüsen 6A, 6B; 7A, 7B; 8A, 8B zuverlässig aufrechterhalten werden.

Patentansprüche

1. Wasserfahrzeug (1), insbesondere Gleiter, aufweisend:

einen Rumpf (2),
einen Hauptantrieb (1A), vorzugsweise einen Elektroantrieb, insbesondere zumindest einen Elektro-Heckmotor,
eine Luftdüsen-einheit (3) mit einem Verdichter (4), insbesondere mit einem Radialverdichter, zur Erzeugung einer Luftströmung, mit einer die Luftströmung führenden Luftversorgungsleitung (12) und mit einer über die Luftversorgungsleitung (12) mit dem Verdichter (4) verbundenen Luftdüse (5) zur Aufbringung der Luftströmung auf die Außenseite des Rumpfs (2),
dadurch gekennzeichnet,
dass als Luftdüse (5) eine Flachdüse (6A) vor-

- gesehen ist, die sich in Draufsicht gesehen von einem Zentralbereich des Rumpfs (2) nach außen, vorzugsweise zudem nach hinten, erstreckt,
dass die Flachdüse (6A) am hinteren Ende einen langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) für den Austritt der Luftströmung aufweist und
dass die Flachdüse (6A) am hinteren Ende eine Wasserabrissskante (12) aufweist, so dass hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der Flachdüse (6A) ein Luftfilm entlang der Außenseite des Rumpfs (2) ausgebildet werden kann.
2. Wasserfahrzeug (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachdüse (6A) einen in den langgestreckten Luftaustrittsspalt (12) mündenden Luftaustrittsabschnitt (14) aufweist, welcher im Längsschnitt gesehen nach hinten verjüngt ist.
3. Wasserfahrzeug (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flachdüse (6A) einen vorderen Abschnitt (15) aufweist, welcher im Längsschnitt gesehen nach hinten ansteigt.
4. Wasserfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der langgestreckte Luftaustrittsspalt (12) eine Höhe von 1 bis 10 mm, beispielsweise im Wesentlichen 3 mm, und/oder eine Länge von 50 cm bis 300 cm aufweist, wobei sich die Wasserabrissskante (12) bevorzugt in einem Abstand von 1 bis 10 mm, beispielsweise im Wesentlichen 3 mm, von der Außenseite des Rumpfs (2) erstreckt.
5. Wasserfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftdüsen-einheit (3) weiters aufweist:
- eine benachbarte Flachdüse (6B), welche im Wesentlichen an derselben Längsposition wie die Flachdüse (6A) im Zentralbereich des Rumpfs (2) ansetzt und sich von dort nach außen, vorzugsweise zudem nach hinten, erstreckt und/oder
- eine hintere Flachdüse (7A) in einem Längsabstand hinter der Flachdüse (6A) und/oder
- eine benachbarte hintere Flachdüse (7B) in einem entsprechenden Längsabstand hinter der benachbarten Flachdüse (6B), vorzugsweise zudem
- eine mittlere Flachdüse (8A) in Längsrichtung gesehen zwischen der Flachdüse (6A) und der hinteren Flachdüse (7A) und/oder
- eine benachbarte mittlere Flachdüse (8B) in Längsrichtung gesehen zwischen der benachbarten Flachdüse (6B) und der benachbarten hinteren Flachdüse (7B).
6. Wasserfahrzeug (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (19) zum Steuern und/oder Regeln der jeweiligen Luftströmung, insbesondere des Massensstroms der jeweiligen Luftströmung, aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der Flachdüse (6A) und/oder der benachbarten Flachdüse (6B) und/oder der hinteren Flachdüse (8A) und/oder der benachbarten hinteren Flachdüse (8B) und/oder der mittleren Flachdüse (8A) und/oder der benachbarten mittleren Flachdüse (8B) vorgesehen ist.
7. Wasserfahrzeug (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und Regelungseinrichtung (19) zum Steuern und/oder Regeln der jeweiligen Luftströmung, insbesondere des Massensstroms der jeweiligen Luftströmung,
- durch Einstellen des Verdichters (4), insbesondere durch Einstellen einer Drehzahl eines Lauf-rads des Verdichters (4), insbesondere des Radialverdichters, und/oder
- durch Einstellen eines Strömungsregulierungselements (25), insbesondere eines Drosselventils, zur Strömungsregulierung der jeweiligen Luftströmung ausgebildet ist.
8. Wasserfahrzeug (1) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (19) aufweist:
- einen Fahrgeschwindigkeitssensor (21) zur Erfassung der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs (1) und/oder
- einen Luftdrucksensor (22) zur Erfassung eines Luftdrucks in der Luftversorgungsleitung zwischen dem Verdichter (4) und der Flachdüse (6), vorzugsweise zumindest einen weiteren Luftdrucksensor in einer weiteren Luftversorgungsleitung (12) zwischen dem Verdichter (4) und der benachbarten Flachdüse (6B) bzw. der hinteren Flachdüse (7A) bzw. der benachbarten hinteren Flachdüse (7B) bzw. der mittleren Flachdüse (8A) bzw. der benachbarten mittleren Flachdüse (8B), und/oder
- zumindest einen Wasserdrucksensor (23) zur Erfassung des Wasserdrucks an dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der Flachdüse (6a), vorzugsweise zumindest einen weiteren Wasserdrucksensor (23) zur Erfassung des Wasserdrucks an dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der benachbarten Flachdüse (6B) bzw. der hinteren Flachdüse (8A) bzw. der benachbarten hinteren Flachdüse (8B) bzw. der mittleren Flachdüse (8A) bzw. der benachbarten mittleren Flachdüse (8B).
9. Wasserfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis

- 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Regeleinrichtung (19) dazu ausgebildet ist, die jeweilige Luftströmung mit einer im Wesentlichen der Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs (1) entsprechenden Austrittsgeschwindigkeit aus dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (9) der Flachdüse (6A) und/oder der benachbarten Flachdüse (6B) und/oder der hinteren Flachdüse (8A) und/oder der benachbarten hinteren Flachdüse (8B) und/oder der mittleren Flachdüse (8A) und/oder der benachbarten mittleren Flachdüse (8B) austreten zu lassen. 5
10. Wasserfahrzeug (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuer- und/oder Regeleinrichtung (19) mit einer Lenkeinrichtung (24) zur Lenkung des Wasserfahrzeugs (1) verbunden ist, wobei die Regeleinrichtung (19) dazu ausgebildet ist, die jeweilige Luftströmung abhängig von einer momentanen Stellung der Lenkeinrichtung (24) zu steuern bzw. zu regeln. 10
11. Verfahren zum Bewegen eines Wasserfahrzeugs (1), vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 10, insbesondere in Gleitfahrt, auf einem Wasserkörper, mit den Schritten: 25
- Erzeugen einer Luftströmung mit einem Verdichter (4), insbesondere mit einem Radialverdichter, und Ausströmen der Luftströmung entlang der Außenseite eines Rumpfs (2) des Wasserfahrzeugs (1), 30
- gekennzeichnet durch**
- Ausströmen der Luftströmung aus einem langgestreckten Luftaustrittsspalt (12) einer Flachdüse (6A) von einem Zentralbereich des Rumpfs (2) bis zu einem der beiden äußeren Bereiche des Rumpfs (2), 35
- Abheben des Wassers vom hinteren Ende der Flachdüse (6A),
- Ausbilden eines Luftfilms hinter dem langgestreckten Luftaustrittsspalt (12) der Flachdüse (6A) zwischen der Außenseite des Rumpfs (2) und dem Wasser. 40
12. Verfahren nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch:** 45
- Ausströmen einer Luftströmung aus einer benachbarten Flachdüse (6B) von einem Zentralbereich des Rumpfs (2) bis zu dem anderen der beiden äußeren Bereiche des Rumpfs, 50
- Abheben des Wassers vom hinteren Ende der benachbarten Flachdüse (6B),
- Ausbilden eines Luftfilms hinter der benachbarten Flachdüse (6B) zwischen der Außenseite des Rumpfs (2) und dem Wasser. 55
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **gekennzeichnet**

net durch:

- Ausströmen einer Luftströmung aus einer hinteren Flachdüse (7A),
- vorzugsweise Ausströmen einer Luftströmung aus einer benachbarten hinteren Flachdüse (7B),
- Abheben des Wassers vom hinteren Ende der hinteren Flachdüse (7A),
- vorzugsweise Abheben des Wassers vom hinteren Ende der benachbarten hinteren Flachdüse (7B),
- Ausbilden eines Luftfilms hinter der hinteren Flachdüse (7A),
- vorzugsweise Ausbilden eines Luftfilms hinter der benachbarten hinteren Flachdüse (7B).
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **gekennzeichnet durch:**
- Regeln der jeweiligen Luftströmung, insbesondere des Massenstroms der jeweiligen Luftströmung, aus der Flachdüse (6A) und/oder aus der benachbarten Flachdüse (6B) und/oder aus der hinteren Flachdüse (7A) und/oder aus der benachbarten hinteren Flachdüse (7B) abhängig von zumindest einem Betriebs- oder Umgebungsparameter des Wasserfahrzeugs (1), wobei der zumindest eine Betriebs- oder Umgebungsparameter vorzugsweise umfasst:
- die momentane Fahrgeschwindigkeit des Wasserfahrzeugs (1) und/oder
- den momentanen Wasserdruck an einer Messstelle benachbart des langgestreckten Luftaustrittsspalts (9) und/oder
- die momentane Stellung einer Lenkeinrichtung (24) des Wasserfahrzeugs (1).
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige Luftströmung, insbesondere der Massenstrom der jeweiligen Luftströmung,
- durch Einstellen des Verdichters (4), insbesondere durch Einstellen einer Drehzahl des Radialverdichters, und/oder
- durch Strömungsregulierung der jeweiligen Luftströmung, gesteuert und/oder geregelt wird.

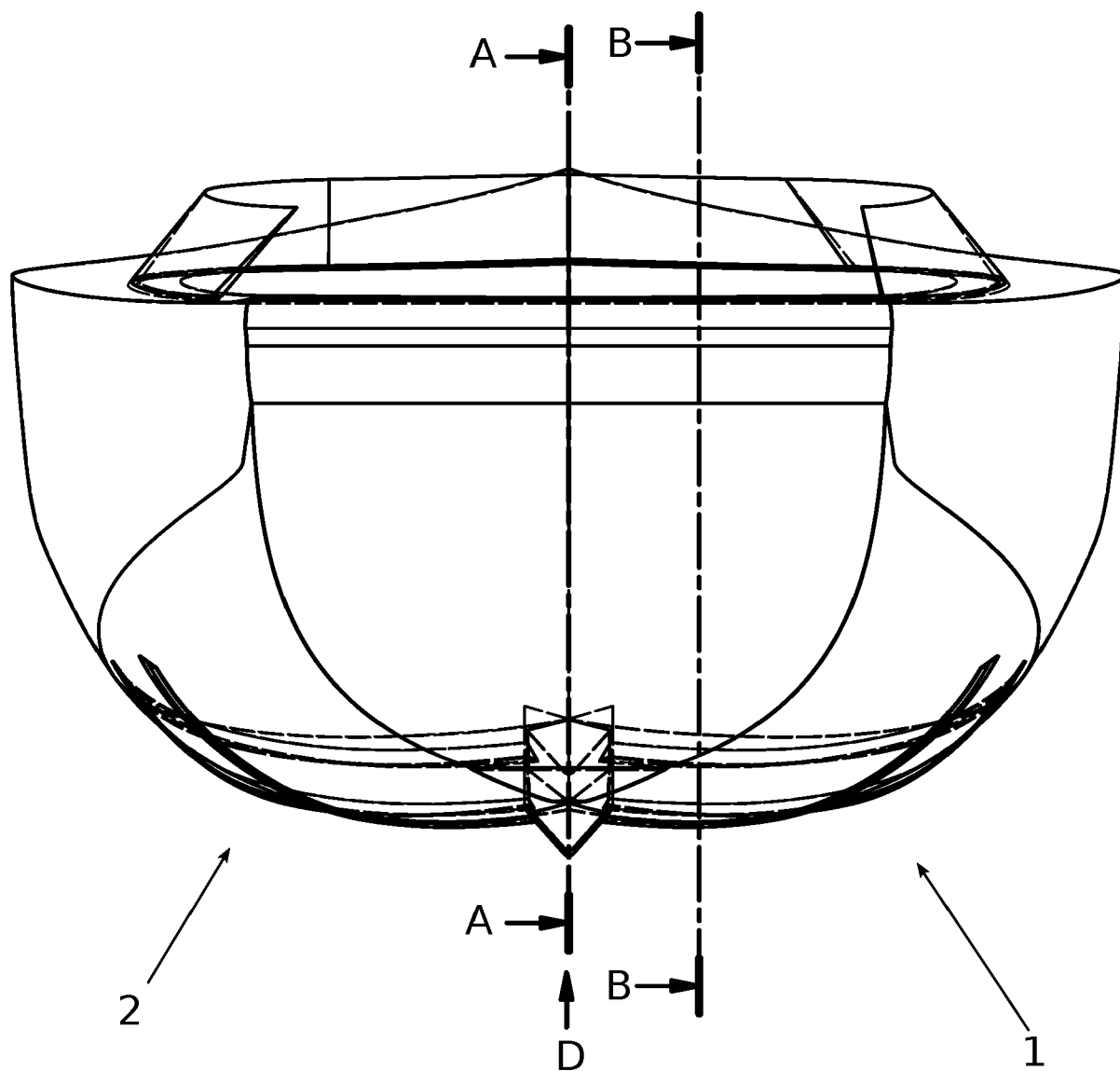
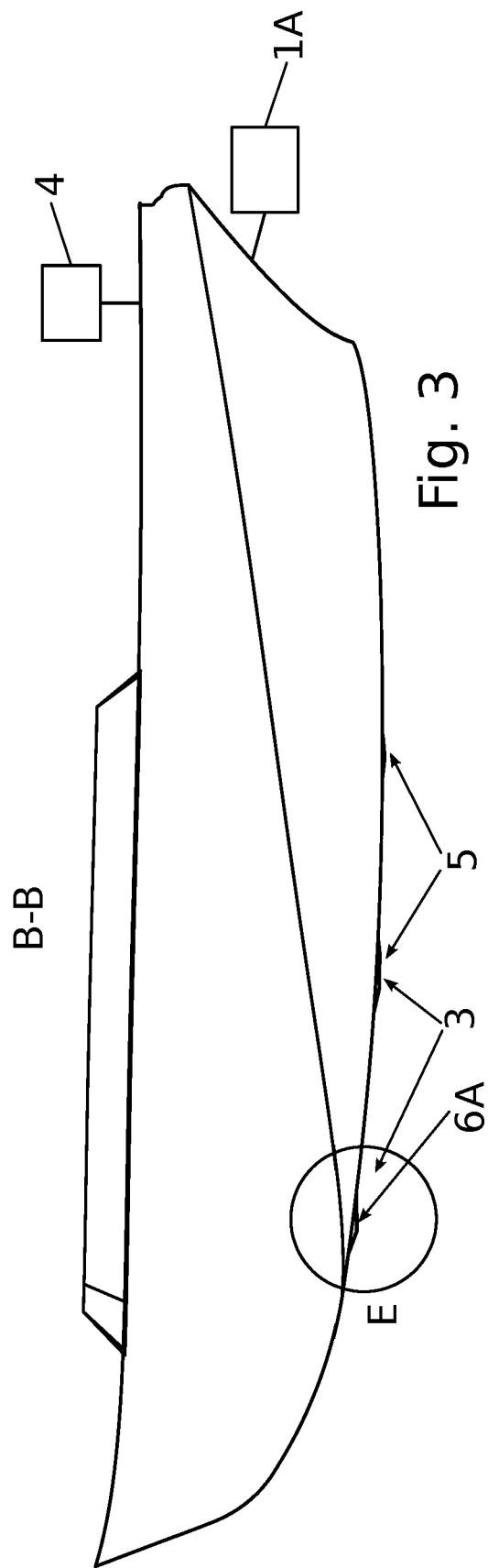
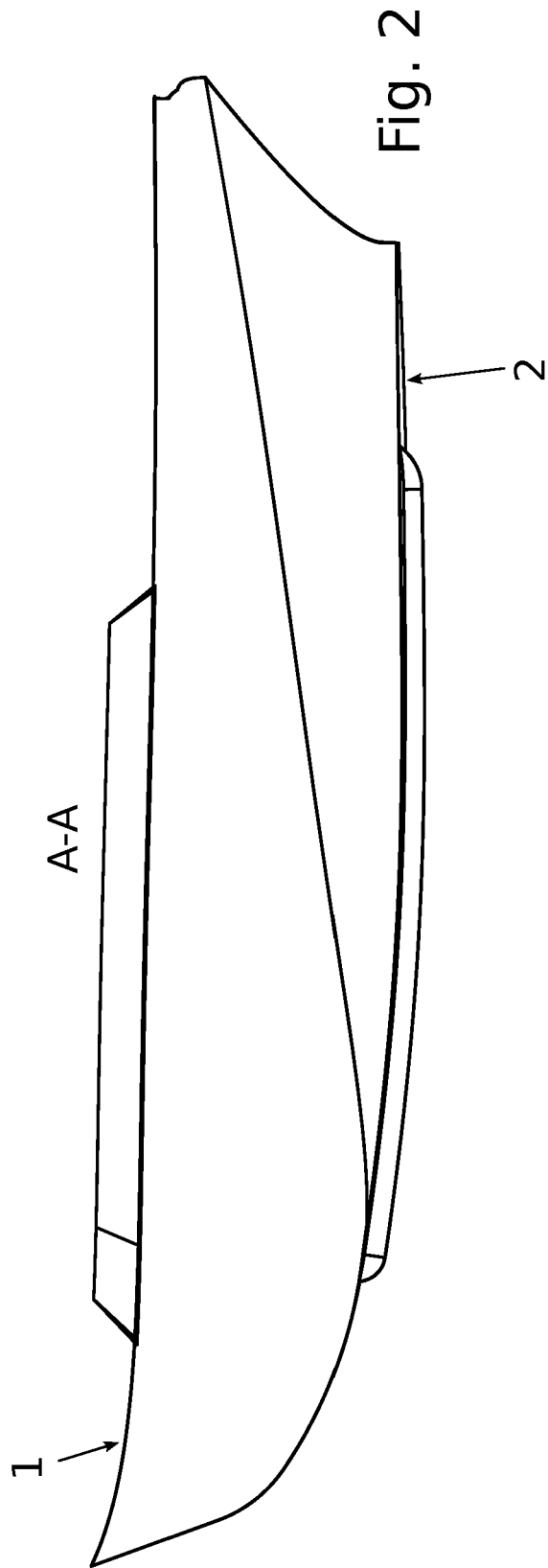


Fig. 1



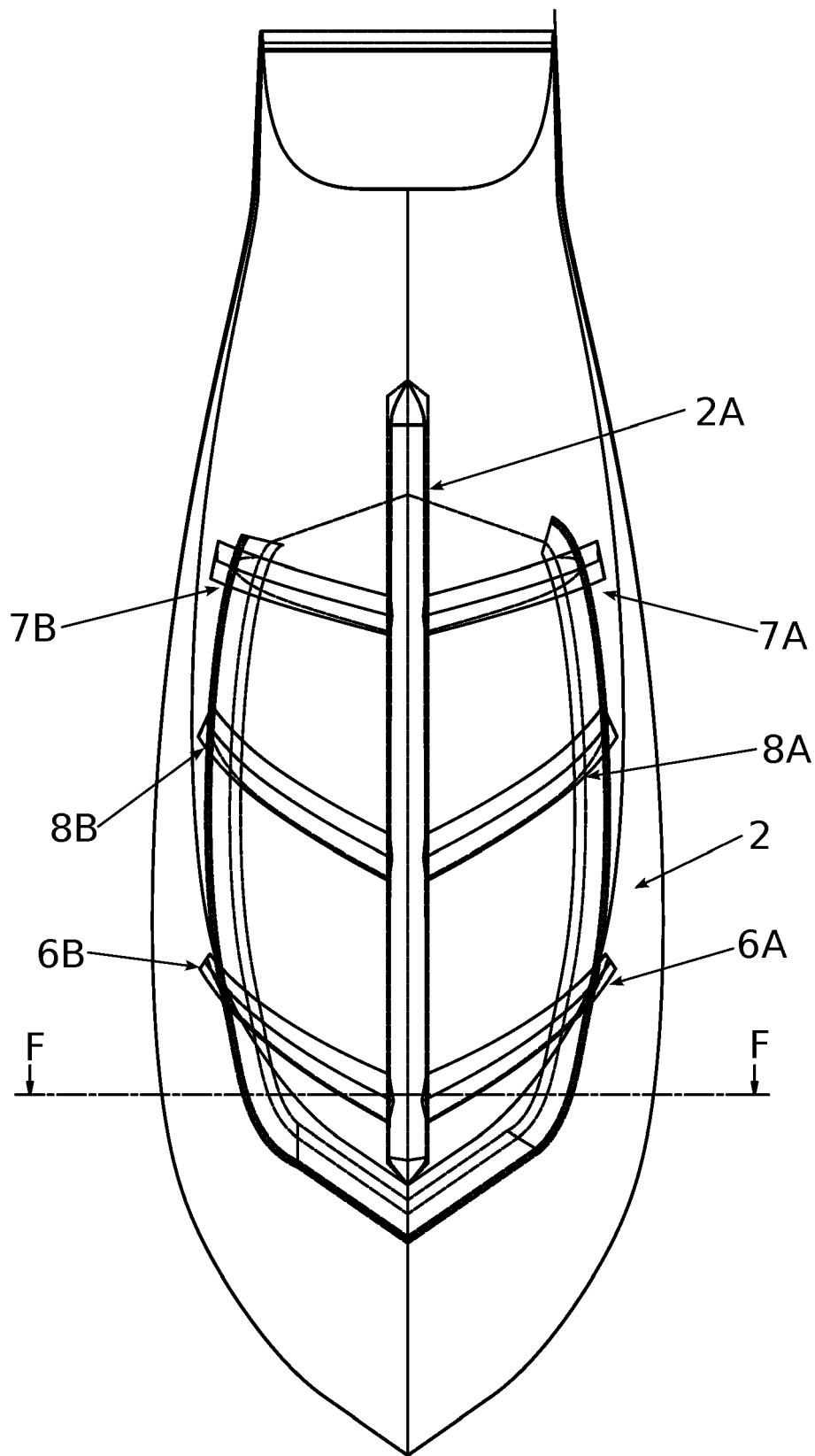
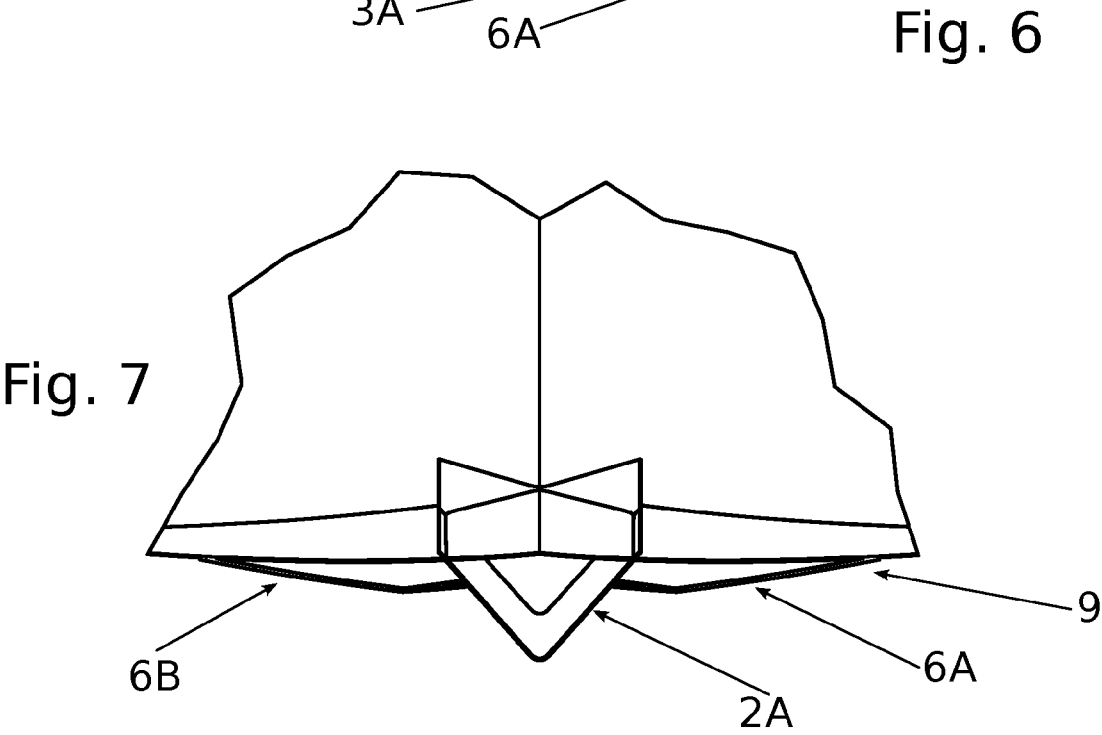
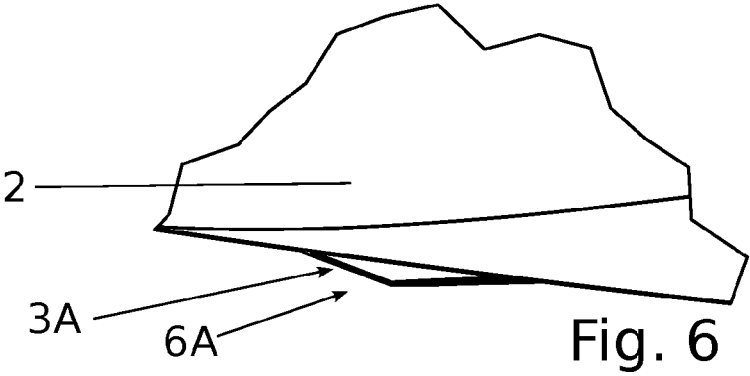
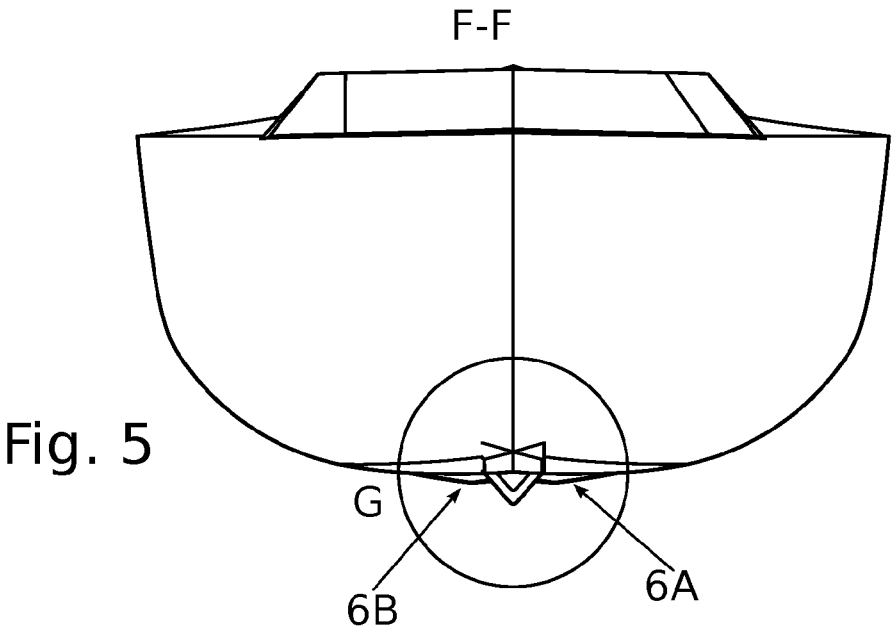
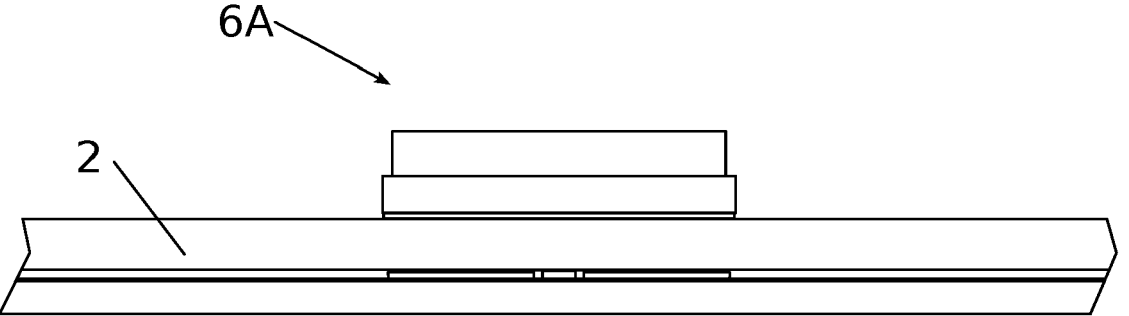
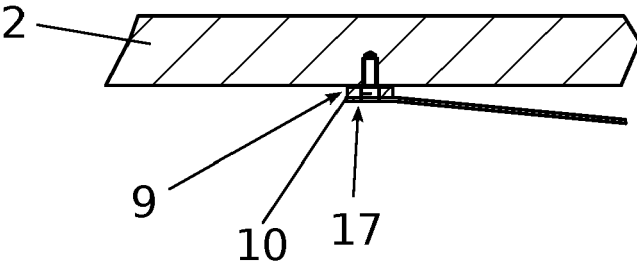
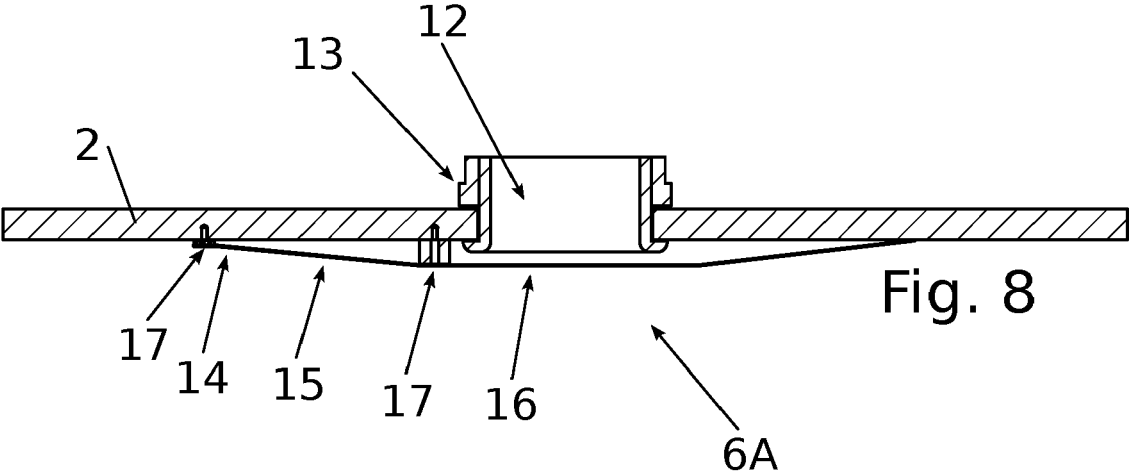


Fig. 4





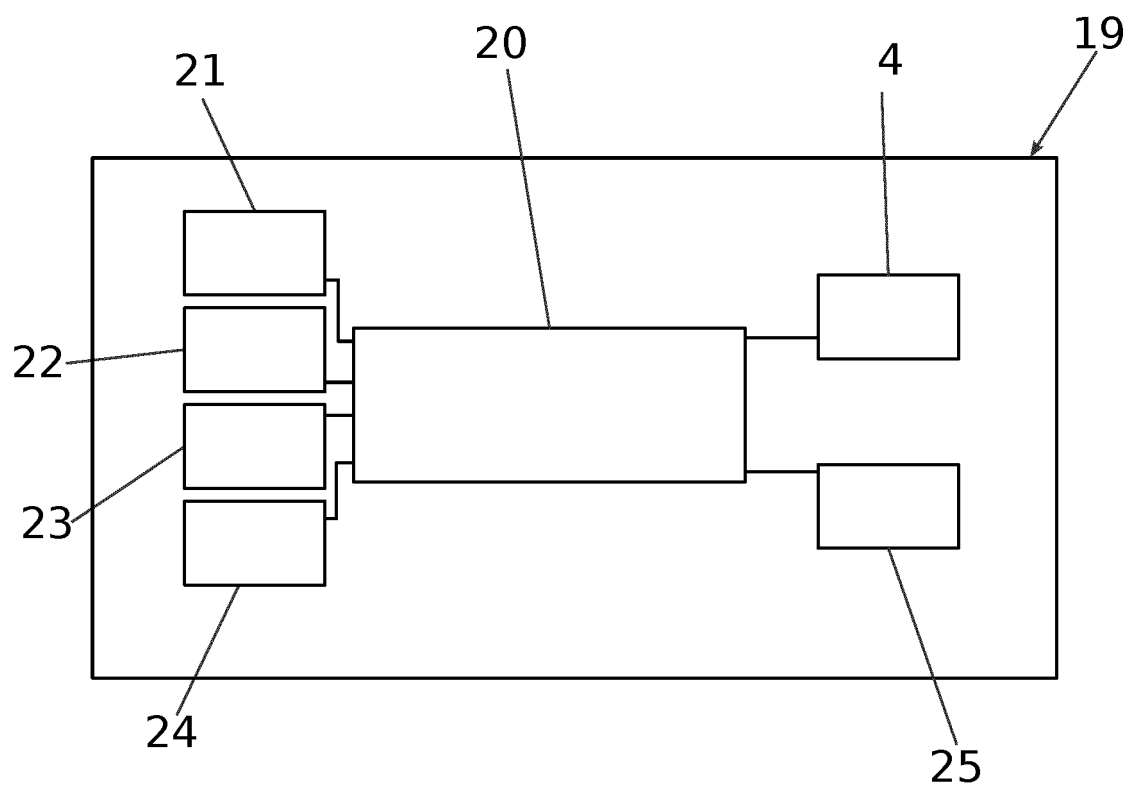


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 21 6610

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 690 283 A (POOL JOSEPH HARBIT) 12. September 1972 (1972-09-12) * Spalte 2, Zeile 30 * * Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 45 * * Abbildungen 2-8 *	1-3,11	INV. B63B1/38
X	CN 116 461 642 A (UNIV WUHAN TECH) 21. Juli 2023 (2023-07-21) * EPA-Übersetzung; Abbildungen 2,3 *	1,4,11, 12	
X	US 5 524 568 A (BOBST GLEN L [US]) 11. Juni 1996 (1996-06-11) * Abbildungen 2, 4, 8 *	1,5, 11-13 6-10,14, 15	
Y	KR 2022 0160826 A (DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE [KR]) 6. Dezember 2022 (2022-12-06) * EPA-Übersetzung; Absatz [0080]; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	6-10,14, 15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B63B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		27. Mai 2024	Schmitter, Thierry
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

27-05-2024

EPO FORM P0461

18

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 2123551 A1 [0006]
- DE 102017101055 A1 [0008]
- GB 2508027 A [0008]
- CN 102897282 A [0008]