



(10) **DE 20 2011 110 549 U1** 2014.09.04

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2011 110 549.4**

(22) Anmeldetag: **12.07.2011**

(47) Eintragungstag: **25.07.2014**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **04.09.2014**

(51) Int Cl.: **B63H 5/16** (2006.01)

(66) Innere Priorität:

20 2011 000 439.2 25.02.2011

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:

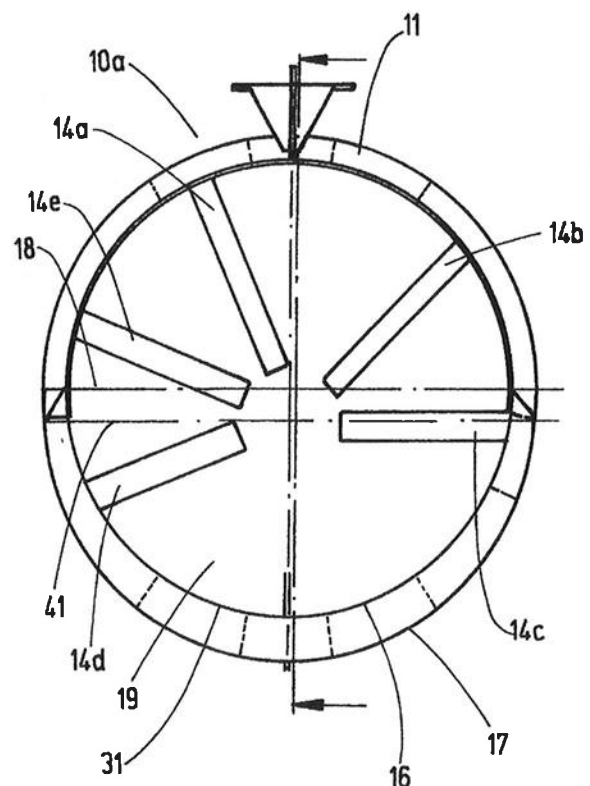
**Richter Werdermann Gerbaulet Hofmann, 20354,
Hamburg, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:

**becker marine systems GmbH & Co. KG, 21079,
Hamburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vordüse für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeuges zur Verbesserung der Energieeffizienz**



(57) Hauptanspruch: Vordüse (10a, 10b, 10c) für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeuges, wobei die Vordüse (10a, 10b, 10c) eine Wassereintrittsöffnung (12) und eine Wasseraustrittsöffnung (13) aufweist, wobei innerhalb der Vordüse (10a, 10b, 10c) ein Fin-System (14) angeordnet ist, wobei der Eintrittsbereich der Vordüse (10a, 10b, 10c) kein Fin-System (14) aufweist, wobei innerhalb der Vordüse (10a, 10b, 10c) kein Propeller angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) rotationsasymmetrisch ausgebildet ist, wobei eine wassereintrittsseitige Öffnungsfläche (19) der Vordüse (10a, 10b, 10c) geknickt oder gekrümmt ist.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vordüse für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeugs zur Verbesserung der Energieeffizienz.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Antriebssysteme für unterschiedliche Schiffstypen zur Verbesserung des Antriebsleistungsbedarfes bekannt. Aus der EP 2 100 808 A1 ist beispielsweise ein Antriebssystem für ein Schiff basierend auf einer Vordüse bekannt. Das Antriebssystem besteht aus einem Propeller sowie einer Vordüse, welche unmittelbar vor dem Propeller angebracht ist und in der Vordüse integrierte Flossen bzw. Tragflügel aufweist. Die Vordüse hat im Wesentlichen die Form eines flachen Kegelausschnittes wobei beide Öffnungen, sowohl die Wassereintritts- sowie auch die Wasseraustrittsöffnung, als kreisrunde Öffnungen ausgebildet sind und die Wassereintrittsöffnung einen größeren Durchmesser als die Wasseraustrittsöffnung aufweist. Dadurch ist es möglich die Propellerzuströmung zu verbessern sowie durch die in der Vordüse integrierten Flossen bzw. Tragflügel Verluste im Propellerstrahl durch Vordrallerzeugung zu verringern.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vordüse für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeuges zur weiteren Verbesserung der Antriebseffizienz, insbesondere für langsame, völlige Schiffe, zu schaffen. Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0004] Hiernach ist die Vordüse für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeuges, insbesondere eines Schiffes der eingangsbeschriebenen Art, erfindungsgemäß in der Weise ausgebildet, dass innerhalb der Vordüse ein Fin-System angeordnet ist. Dabei ist die Vordüse in Schifffahrtsrichtung vor einem Propeller angeordnet. Unter „in Schifffahrtsrichtung“ ist hier die Vorwärtsfahrtrichtung eines Schiffes zu verstehen. Innerhalb der Vordüse ist kein Propeller, wie z. B. bei Kortdüsen, angeordnet. Des Weiteren ist die Vordüse beabstandet zum Propeller angeordnet. Das innerhalb der Vordüse angeordnete Fin-System besteht aus mehreren, beispielsweise vier oder fünf, Fins welche radial zur Propellerachse angeordnet sind und mit der Innenfläche des Düsenmantels verbunden sind. Dabei sind die einzelnen Fins vorzugsweise unsymmetrisch innerhalb der Vordüse angeordnet.

[0005] Unter „innerhalb der Vordüse“ ist derjenige Bereich zu verstehen, welcher durch den Düsenmantel einer an den beiden Öffnungen gedanklich geschlossenen Vordüse eingeschlossen ist. Somit sind die einzelnen Fins des Fin-Systems derart angeordnet, dass sie sich im Wesentlichen innerhalb der Vordüse befinden und bevorzugt komplett innerhalb der Vordüse befinden, d.h. nicht aus einer oder beiden Öffnungen der Vordüse herausragen. Im Gegensatz

dazu ist der Propeller des Schiffs derart angeordnet, dass er sich im Wesentlichen außerhalb der Vordüse befindet und bevorzugt an keiner Stelle in die Vordüse, d.h. durch eine der beiden Öffnungen der Vordüse hineinragt.

[0006] Vorzugsweise ist die Ausdehnung der einzelnen Fins des Fin-Systems in Längsrichtung der Vordüse kleiner, bzw. kürzer, als die Länge der Vordüse an ihrer kürzesten Stelle. Unter Ausdehnung ist dabei der Bereich bzw. die Länge entlang der Innenfläche der Vordüse zu verstehen, über die sich die Fins in Vordüsenlängsrichtung erstrecken. Besonders bevorzugt ist die Ausdehnung der einzelnen Fins in Längsrichtung der Vordüse kleiner als 90 %, ganz besonders bevorzugt kleiner als 80 % oder auch kleiner als 60 % der Länge der Vordüse an der kürzesten Stelle der Vordüse. Die Längsrichtung entspricht der Strömungsrichtung. Dabei können die einzelnen Fins gleich oder unterschiedlich angestellt sein. Das bedeutet, dass die Anstellwinkel der einzelnen Fins unterschiedlich gewählt und eingestellt sein können. Der Anstellwinkel entspricht dem Winkel zwischen einer Mantellinie entlang der Innenfläche der Vordüse und der der Innenfläche zugewandten Seite der Kante der Fins. Somit sind die Fins in einem Winkel, dem Anstellwinkel, zur Strömungsrichtung angestellt. Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Fins im Wesentlichen im hinteren Bereich, d. h. im Propeller zugewandten Bereich, angeordnet sind. Somit weist der Eintrittsbereich der Vordüse kein Fin-System auf und dient ausschließlich der Beschleunigung des Wasserflusses. Das im hinteren Bereich der Vordüse angeordnete, bzw. das im Anschluss an den Eintrittsbereich angeordnete Fin-System dient (zusätzlich) der Vordrallerzeugung.

[0007] Ferner ist die erfindungsgemäße Vordüse rotationsasymmetrisch ausgebildet. Dabei ist die Rotationsachse der Vordüse längs der Vordüse derart angeordnet, dass sie bei Querschnittsbetrachtung der Vordüse sowohl in vertikaler wie auch horizontaler Ausrichtung in der Mitte liegt sowie bevorzugt durch die Mitte der Wasseraustrittsöffnung verläuft. Durch die rotationsasymmetrische Ausbildung der Vordüse wird die Vordüse somit nicht bei Drehung um jeden beliebigen Winkel um die Rotationsachse auf sich selbst abgebildet. Dabei ist es möglich, dass einzelne Flächensegmente, beispielsweise ein Ausschnitt im Bereich der Wasseraustrittsöffnung, in sich rotationsasymmetrische Eigenschaften aufweisen, die Vordüse als Gesamteinheit allerdings keinen Rotationskörper darstellt. Ferner bezieht sich die Rotationsasymmetrie nicht auf das innerhalb der Vordüse angeordnete Fin-System. Die Vordüse ist also unabhängig von der Anordnung der einzelnen Fins rotationsasymmetrisch.

[0008] Der Propeller welcher hinter der Vordüse und beabstandet davon angeordnet ist, ist feststehend, d.

h. um die Propellerachse drehbar aber nicht (horizontal oder vertikal) schwenkbar, und in einem Stevenrohr drehbar gelagert. Die Vordüse kann dabei mit nach oben verschobener, oberhalb der Propellerachse liegender Rotationsachse angeordnet sein. Somit liegt der Schwerpunkt der Vordüse oberhalb der Propellerachse. Dabei kann die Vordüse derart angeordnet sein, dass ihre Rotationsachse parallel zur Propellerachse verläuft oder in einem Winkel zur Propellerachse verläuft und somit in Bezug auf die Propellerachse schräg gestellt ist.

[0009] Die Vordüse ist in horizontaler Richtung mitig, bezogen auf die Propellerachse, ausgerichtet. Somit liegen die Rotationsachse der Vordüse und die Propellerachse in einer vertikalen Ebene.

[0010] Aus dem Stand der Technik sind Düsen bekannt, welche durch eine annähernd vertikale Ebene in zwei Hälften geteilt sind, wobei beide Hälften zueinander in Längsrichtung entlang der vertikalen Ebene versetzt angeordnet sind. Die erfindungsgemäße Vordüse besteht nicht aus zwei oder mehr in Längsrichtung versetzten Hälften. Somit erstreckt sich die Wasseraustrittsöffnungsfläche bevorzugt über nur eine Ebene und insbesondere nicht über zueinander versetzte Ebenen.

[0011] Durch die erfindungsgemäße Vordüse ist es somit möglich die Antriebseffizienz eines Schiffes dadurch weiter zu verbessern, dass durch die Ausbildung der Vordüse die Propellerzuströmung verbessert wird und durch das in der Vordüse angeordnete Fin-System durch Vordrallerzeugung die Verluste im Propellerstrahl verringert werden. Insbesondere ist es durch die rotationsasymmetrische Ausbildung der Vordüse möglich, Bereiche des ungünstigen Nachstromes zu berücksichtigen und somit die Propellerzuströmung weiter zu verbessern.

[0012] Insbesondere bei großen, vollen Schiffen, wie z. B. Tanker, Bulker oder Schlepper, ist die Wassergeschwindigkeit im hinteren Bereich des Schiffes, also im Bereich des Propellers und der Vordüse, aufgrund der Schiffsform bzw. der Ausgestaltung des Schiffskörpers, unterschiedlich. Beispielsweise ist es möglich, dass die Wassergeschwindigkeit im unteren Bereich der Vordüse und des Propellers schneller ist als im oberen Bereich der Vordüse bzw. des Propellers. Dies ist insbesondere dadurch bedingt, dass die Wasserzuströmungsgeschwindigkeit in Richtung Vordüse und Propeller im oberen Bereich durch den Schiffskörper stärker abgebremst bzw. abgelenkt wird als im unteren Bereich. Durch die rotationsasymmetrische Ausgestaltung der Vordüse ist es möglich die spezielle Schiffsform bzw. die dadurch verbundene Beeinflussung der Wasserzuströmungsgeschwindigkeiten zu berücksichtigen und somit die Wasserzuströmungsgeschwindigkeit insbesondere in den Bereichen ungünstigen Nachstroms, bei-

spielsweise im oberen Bereich der Vordüse bzw. des Propellers, durch die Vordüse stärker zu beschleunigen als im Bereich des günstigeren Nachstromes, beispielsweise im unteren Bereich der Vordüse bzw. des Propellers. Dadurch wird die Propelleranströmungsgeschwindigkeit des Wassers gleichmäßiger verteilt. Somit werden durch die erfindungsgemäße Vordüse Bereiche mit unterschiedlichem Nachstrom, insbesondere ein im oberen und unteren Bereich der Vordüse unterschiedliches Nachstromverhältnis in Bezug auf die jeweilige Strömungsgeschwindigkeit berücksichtigt.

[0013] Ein weiterer Vorteil ist, dass durch die erfindungsgemäße Vordüse eine Wirbelerzeugung vermieden bzw. reduziert werden kann. Das bedeutet, dass der durch den Schiffskörper abgelenkte Wasserstrom nicht bzw. in geringem Maße auf Außenflächen des Düsenmantels auftritt und somit keine bzw. weniger Wasserwirbel erzeugt werden. Insgesamt kann somit der Propulsionswirkungsgrad erhöht werden. Mit der erfindungsgemäßen Vordüse sowie insbesondere aufgrund der Anordnung der Vordüse wird die Strömung günstig beeinflusst ohne dabei einen hohen Widerstand oder starke Wirbel zu erzeugen. Im Ergebnis kann durch die erfindungsgemäße Vorrichtung der Propellerschub bei gleicher Antriebsleistung erhöht werden oder alternativ bei geringerer Antriebsleistung ohne Verringerung des Propellerschubs Leistung und somit Energie eingespart werden.

[0014] Vorzugsweise ist die Wassereintrittsöffnung verglichen mit einer kreisförmigen Öffnung einer rotationssymmetrischen Vordüse nach oben oder nach unten erweitert. Die Richtungen oben und unten beziehen sich hier auf den eingebauten Zustand der Vordüse an ein Schiff. Abhängig vom Bereich des ungünstigen Nachstromes bzw. in Abhängigkeit vom Schiffskörper ist die Wassereintrittsöffnung der erfindungsgemäßen Vordüse nach oben oder nach unten erweitert. Es ist auch möglich, dass die Wassereintrittsöffnung der Vordüse nach oben und nach unten erweitert ist. Durch die Erweiterung der Wassereintrittsöffnung kann eine größere Wassermenge in die Wassereintrittsöffnung der Vordüse hineinfließen, wobei Verluste durch den vom Schiffskörper abgelenkten Wasserstrom, welcher zum Teil bei einer nicht erweiterten Wassereintrittsöffnung der Vordüse auf den Außenbereich des Düsenmantels trifft, verringert werden. Durch eine verbesserte Anströmung wird die Effizienz erhöht.

[0015] Des Weiteren ist es bevorzugt, dass mindestens eine der beiden Öffnungsflächen, Wassereintrittsöffnungsfläche oder Wasseraustrittsöffnungsfläche, in vertikaler Richtung eine größere Länge als in horizontaler Richtung aufweist. Der Düsenmantel wird typischerweise vom sogenannten "Düsenring" gebildet. Bei dem Düsenmantel handelt es sich um

die sogenannte Ummantelung der Vordüse, wobei der Düsenmantel aus einer Innenfläche und einer Außenfläche besteht. Die beiden Flächen sind dabei in der Regel zueinander beabstandet. Das Fin-System ist nicht Bestandteil des Düsenmantels sondern an der Innenfläche des Düsenmantels mit diesem verbunden. Dabei kann die Öffnungsfläche über eine oder über mehrere ebene oder gekrümmte Ebenen ausgebildet sein. Unter der Länge in vertikaler Richtung ist dabei die Länge der Öffnungsfläche von oben nach unten betrachtet entlang ihrer vertikalen Mittellinie zu verstehen. Unter der größten Länge in horizontaler Richtung ist somit analog zur vertikalen Richtung die Breite der Öffnungsfläche im Bereich ihrer größten Ausdehnung zu verstehen. Eine ellipsenförmige Öffnungsfläche weist beispielsweise somit ihre größte Länge in horizontaler Richtung im Bereich ihrer horizontalen Mittellinie und ihre größte Länge in vertikaler Richtung im Bereich ihrer vertikalen Mittellinie auf. Die beiden Öffnungsflächen, die Eintrittsöffnungsfläche sowie die Austrittsöffnungsfläche, können dabei parallel zueinander, teilweise parallel zueinander, sowie nicht parallel zueinander ausgebildet sein. Die Längen in vertikaler und horizontaler Richtung verlaufen dabei immer auf der Öffnungsfläche und sind somit nicht zwingenderweise direkte Verbindungen der oberen stirnseitigen Kante des Düsenmantels mit der unteren Kante des Düsenmantels. Falls die Öffnungsfläche über mehrere Ebenen ausgebildet ist, weist zumindest eine der beiden Längen einen Knick und/oder einen Bogenverlauf auf.

[0016] Bevorzugterweise ist die wassereintrittsseitige Öffnungsfläche der Vordüse größer als eine wassereintrittsseitige Öffnungsfläche einer rotationssymmetrischen Vordüse mit gleichem Mittenradius. Unter Mittenradius ist der Radius der Vordüse des oberen Düsenmantelbogens bei Querschnittsbetrachtung der Vordüse im Bereich der Profilmitte der Vordüse zu verstehen. Somit stellt der Mittenradius den Radius des oberen Kreisbogens dar, welcher in einem Querschnitt in der, bezogen auf die Länge der Vordüse, Mitte der Vordüse sichtbar wäre.

[0017] Des Weiteren ist es bevorzugt, dass die Vordüse zumindest bereichsweise die Propellerachse des Schiffes umschließt. Dabei ist die Vordüse vorteilhaft derart angeordnet, dass ihre Rotationsachse oberhalb der Propellerachse liegt, mit ihrem unteren Düsenmantelsegment die Propellerachse aber noch umschließt. Alternativ kann das untere Düsenmantelsegment auch auf der Propellerachse liegen.

[0018] Ferner ist es bevorzugt, dass die Eintrittsöffnungsfläche der Vordüse nicht parallel bzw. nur bereichsweise parallel zur Wasseraustrittsöffnungsfläche der Vordüse angeordnet ist. Beispielsweise könnte die Wasseraustrittsöffnungsfläche der Vordüse (vollständig) parallel zum Querschnitt der Vordüse bzw. parallel zur Rotationsachsensenkrecht-

ten sein und die Wassereintrittsöffnungsfläche zur Querschnittsfläche der Vordüse bzw. zur Rotationsachsensenkrechten der Vordüse schräggestellt sein bzw. (zumindest bereichsweise) einen Winkel aufweisen.

[0019] Bevorzugterweise weist die Vordüse im oberen Bereich eine größere Profillänge als im unteren Bereich auf. Die Profillänge verläuft entlang der äußeren Mantelfläche der Vordüse und somit entlang einer Mantellinie des Düsenmantels. Somit ist die Profillänge nicht konstant und nimmt von oben nach unten betrachtet ab. Dabei kann die Profillänge stufenartig oder sprungartig, linear, oder einer beliebig anderen Funktion folgend von oben nach unten abnehmen. Des Weiteren ist es möglich, dass die Profillänge über einen Bereich, beispielsweise im oberen Bereich der Vordüse konstant bleibt und nur im unteren Bereich abnimmt. Ferner ist es bevorzugt, dass die Profillänge der Vordüse im Bereich der Rotationsachse größer als im unteren Bereich der Vordüse ist.

[0020] Somit ist die Durchströmlänge von oben nach unten betrachtet innerhalb der Vordüse nicht konstant, bzw. im oberen Bereich der Vordüse länger als im unteren Bereich der Vordüse. Dadurch sowie auch insbesondere aufgrund der Verengung des Querschnitts der Vordüse und der Anstellung zur Strömungsrichtung wird die Wassergeschwindigkeit im oberen Bereich der Vordüse stärker bzw. über eine längere Beschleunigungsstrecke beschleunigt wird als im unteren Bereich der Vordüse. Somit kann durch die Vordüse die Wassergeschwindigkeit im Bereich des ungünstigen Nachstromes, im oberen Eintrittsbereich der Vordüse, stärker beschleunigt werden als das bereits mit höherer Geschwindigkeit einströmende Wasser im unteren Bereich der Vordüse. Somit ist die Wasseraustrittsgeschwindigkeit und somit die Propellerzuströmgeschwindigkeit im oberen und unteren Bereich ausgeglichener bzw. die Geschwindigkeitsdifferenz ist relativ gering. Ferner entspricht die Verringerung der Profillänge von oben nach unten betrachtet einer Erweiterung der Wassereintrittsöffnungsfläche nach unten, da somit im unteren Bereich mehr Wasser, welches bei konstanter Profillänge der Vordüse teilweise von außen auf den Mantel der Vordüse geströmt wäre, nunmehr von der Öffnung erfasst wird und in die Vordüse einströmen kann.

[0021] Bevorzugterweise ist die Wassereintrittsöffnungsfläche der Vordüse derart vorgesehen, dass sie zur Querschnittsfläche der Vordüse bzw. zur Rotationsachsensenkrechten der Vordüse mindestens einen Schnittwinkel aufweist. Dabei ist unter Schnittwinkel derjenige Winkel zu verstehen, welcher sich bei gedanklicher Verlängerung der Wassereintrittsöffnungsfläche sowie der Querschnittsfläche der Vordüse im Bereich des Schnittpunktes der beiden Schnittflächen ergibt. Der Schnittwinkel entspricht so-

mit auch dem Winkel zwischen Wassereintrittsöffnungsfläche und dem Lot auf der Vordüsenachse, bzw. der Rotationsachse der Vordüse. Da die Wassereintrittsöffnungsfläche über mehrere Ebenen ausgebildet sein kann, können die Wassereintrittsöffnungsfläche und Querschnittsfläche somit mehrere, beispielsweise zwei, Schnittwinkel zueinander aufweisen. Bevorzugterweise ist der Schnittwinkel kleiner gleich 90° , besonders bevorzugt kleiner als 60° und ganz besonders bevorzugt kleiner als 30° .

[0022] Bevorzugterweise ist der Schnittwinkel zwischen der wassereintrittsseitigen Öffnungsfläche sowie der Querschnittsfläche der Vordüse mindestens in einem Bereich konstant. Dieser Bereich umfasst dabei mindestens 1 %, bevorzugt mindestens 5 % und besonders bevorzugt mindestens 20 % bezogen auf die Höhe der Vordüse im Bereich der Wasseraustrittsöffnung. Des Weiteren ist der Schnittwinkel zumindest in diesem Bereich größer als 0° . Beispielsweise könnte der Schnittwinkel von oben nach unten über die gesamte Höhe der Vordüse konstant sein. Des Weiteren ist vorgesehen, dass der Schnittwinkel lediglich in einem Bereich, beispielsweise der unteren Hälfte der Höhe der Vordüse, also unterhalb der Rotationsachse, konstant ist. Da die Höhe der Vordüse nicht konstant sein muss, wird die Höhe der Vordüse im Bereich der Wasseraustrittsöffnung als Referenz herangezogen.

[0023] Ferner ist es bevorzugt, dass der Öffnungswinkel der Vordüse größer als der doppelte obere Profilwinkel oder größer als der doppelte untere Profilwinkel ist. Dabei ist der Öffnungswinkel der Vordüse der Winkel zwischen oberer und unterer Profillinie der Vordüse. Die Profillinie ist die Mantellinie in Längsrichtung der Vordüse entlang der Außenfläche des Vordüsenmantels. Dabei verläuft die obere Profillinie entlang des höchsten Bereiches der Vordüse und die untere Profillinie entlang des tiefsten Bereiches der Vordüse. Die obere Profillinie weist somit dieselbe Länge wie die Profillänge im obersten Bereich der Vordüse auf. Die untere Profillinie entspricht der Länge der Profillänge im untersten Bereich der Vordüse. Der obere Profilwinkel entspricht dem Winkel zwischen der (gedanklich verlängerten) oberen Profillinie und der (gedanklich verlängerten) Rotationsachse der Vordüse. Der untere Profilwinkel entspricht somit dem Winkel zwischen der (gedanklich verlängerten) Rotationsachse sowie der (gedanklich verlängerten) unteren Profillinie. Der Öffnungswinkel der Vordüse entspricht somit der Summe des oberen Profilwinkels und des unteren Profilwinkels.

[0024] Bevorzugterweise ist der Öffnungswinkel größer als der doppelte obere Profilwinkel und somit ist der untere Profilwinkel größer als der obere Profilwinkel.

[0025] Auch ist es bevorzugt, dass der Öffnungswinkel der Vordüse der Summe des doppelten Profilwinkels und des Schnittwinkels entspricht. Somit entspricht der untere Profilwinkel der Summe des Schnittwinkels und des oberen Profilwinkels. Dadurch ist die Öffnung der Vordüse um den Schnittwinkel, also dem Winkel zwischen Querschnittsfläche und Wassereintrittsöffnungsfläche, nach unten gesehen hin erweitert.

[0026] Bevorzugterweise ist die Wassereintrittsöffnungsfläche der Vordüse geknickt oder gekrümmt. Dabei kann die Wassereintrittsöffnungsfläche mit einem konstanten Krümmungsradius von oben nach unten gesehen gekrümmt sein oder unterschiedliche bzw. mehrere Krümmungsradien aufweisen. Des Weiteren kann die Wassereintrittsöffnungsfläche von oben nach unten gesehen einen Knick oder auch mehrere Knicks aufweisen. Dadurch ist die Wassereintrittsöffnungsfläche über mehrere Ebenen ausgebildet, welche unter einem Winkel zueinanderstehen. Besonders bevorzugt weist die Wassereintrittsöffnungsfläche einen Knick auf und ist somit über zwei Ebenen ausgebildet. Dabei stehen beide Ebenen in einem Winkel, welcher größer als 90° und kleiner als 180° ist, zueinander.

[0027] Weiterhin ist es bevorzugt, dass die Profillänge der Vordüse zwischen oberer und unterer Profillinie der Vordüse von oben nach unten stetig abnimmt. Unter stetig ist hier kontinuierlich zu verstehen. Dies bedeutet, dass die Profillänge von oben nach unten gesehen kontinuierlich abnimmt. Somit nimmt die Profillänge von oben nach unten betrachtet in keinem Bereich zu, sondern bleibt entweder innerhalb eines Bereiches konstant und nimmt innerhalb des nächsten Bereiches ab, oder nimmt ununterbrochen von oben nach unten betrachtet ab. Dabei kann die Profillänge linear aber auch einer anderen Funktion folgend von oben nach unten abnehmen. Beispielsweise könnte die Profillänge von oben nach unten gesehen in einem bogenförmigen Verlauf abnehmen. Besonders bevorzugt ist es, dass die Profillänge von oben nach unten über den Gesamtbereich, d. h. zwischen oberer und unterer Profillinie der Vordüse, linear abnimmt und somit der Wert des Schnittwinkels konstant ist. Somit ist der Wert des Schnittwinkels an jeder Stelle zwischen oberer und unterer Profillinie der Vordüse konstant.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Profillänge der Vordüse in jedem Bereich der Vordüse konstant ist. Somit sind Wassereintrittsöffnungsfläche und Wasseraustrittsöffnungsfläche parallel zueinander angeordnet.

[0029] Bevorzugterweise weist die Vordüse bzw. der Vordüsenmantel bei Querschnittsbetrachtung gradlinige Abschnitte auf. Insbesondere weist der Vordüsenmantel grade Abschnitte bei Querschnittsbetrach-

tung über die gesamte Länge der Vordüse auf. Dabei ist es bevorzugt, dass die gradlinigen Abschnitte bei Querschnittsbetrachtung mehrere bogenförmige Abschnitte miteinander verbinden. Beispielsweise könnte der Vordüsenmantel bei Querschnittsbetrachtung aus einem oberen und einem unteren bogenförmigen Abschnitt bzw. Bogensegment bestehen, wobei beide bogenförmige Abschnitte durch gradlinige Abschnitte miteinander verbunden sind. Vorzugsweise sind zwei gradlinige Abschnitte im Seitenbereich des Vordüsenmantels sowie insbesondere einander gegenüberliegend angeordnet. Dadurch befinden sich die gradlinigen Abschnitte bei Querschnittsbetrachtung auf Höhe der horizontalen Mittellinie bzw. entlang der Vordüse auf Höhe der Rotationsachse. Die bogenförmigen Abschnitte könnten dabei beispielsweise Halbkreise sein. Des Weiteren sind andere Formungen, wie beispielsweise Ellipsenausschnitte, denkbar. Die gradlinigen Abschnitte weisen vorzugsweise einen rechteckigen Querschnitt auf. Somit dienen die gradlinigen Abschnitte zur Verlängerung der Vordüsenöffnungsflächen in vertikale oder horizontale Richtung. Bevorzugterweise werden durch die gradlinigen Abschnitte die beiden Öffnungsflächen der Vordüse in vertikaler Richtung erweitert, wobei somit die Vordüse eine größere Höhe als Breite aufweist. Eine weitere mögliche alternative Ausführungsform besteht in der Ausbildung des gesamten Düsenmantels mit ellipsenförmigem Querschnitt.

[0030] Weiterhin ist es bevorzugt, dass mindestens eine Vordüsenöffnungsfläche (Eintrittsöffnungsfläche oder Austrittsöffnungsfläche) eine größte Länge zwischen oberer und unterer Profillinie aufweist, welche in einem Verhältnis zwischen 1,5:1 und 4:1 zur mittleren Profillänge der Vordüse steht. Besonders bevorzugt ist ein Verhältnis zwischen 1,75:1 und 3:1, bzw. 1,75:1 und 2,5:1, bzw. ein Verhältnis im Bereich von 2:1. Unter mittlerer Profillänge der Vordüse ist eine durchschnittliche Profillänge der Vordüse zu verstehen.

[0031] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand besonders bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

[0032] Es zeigen:

[0033] Fig. 1 eine rotationsasymmetrische Vordüse in einer Ansicht von vorne, bzw. die Draufsicht auf die Wassereintrittsöffnung der Vordüse,

[0034] Fig. 2 eine Längsschnittbetrachtung einer rotationsasymmetrischen Vordüse gemäß Fig. 1,

[0035] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer rotationsasymmetrischen Vordüse gemäß Fig. 1,

[0036] Fig. 4 eine weitere rotationsasymmetrische Vordüse in einer Ansicht von vorne, bzw. Draufsicht auf die Vordüsen Eintrittsöffnung,

[0037] Fig. 5 eine Längsschnittansicht einer Vordüse gemäß Fig. 4 mit von oben nach unten gesehen linear abnehmender Profillänge im Bereich der Wassereintrittsöffnung,

[0038] Fig. 6 eine perspektivische Ansicht einer Vordüse gemäß Fig. 4 mit von oben nach unten gesehen linear abnehmender Profillänge,

[0039] Fig. 7 eine rotationsasymmetrische Vordüse mit konstanter Profillänge in einer Ansicht von vorne bzw. Draufsicht auf die Wassereintrittsöffnung,

[0040] Fig. 8 eine Längsschnittbetrachtung einer rotationsasymmetrischen Vordüse gemäß Fig. 7 mit konstanter Profillänge, und

[0041] Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer rotationsasymmetrischen Vordüse gemäß Fig. 7 mit konstanter Profillänge.

[0042] Fig. 1 bis Fig. 3 zeigen eine Vordüse 10a mit einem innerhalb der Vordüse 10a angeordneten Fin-System 14. Das Fin-System 14 besteht hier aus fünf einzelnen Fins 14a, 14b, 14c, 14d, 14e welche innerhalb der Vordüse 10a radial und über den Umfang unsymmetrisch angeordnet sind. Es wäre auch möglich mehr oder weniger als fünf Fins zu verwenden. Die Höhe der Vordüse im Bereich der Wasseraustrittsöffnung 13 ist kleiner als der Propellerdurchmesser. Bevorzugterweise beträgt die Höhe der Vordüse im Bereich der Wasseraustrittsöffnung 13 maximal 90 %, besonders bevorzugt maximal 80 % oder auch maximal 65 % des Propellerdurchmessers.

[0043] Die Vordüse 10a ist, wie in Fig. 1 gezeigt, bezüglich der Propellerachse 41 des Schiffes nach oben verschoben angeordnet. Somit fallen Rotationsachse 18 der Vordüse 10a und Propellerachse 41 nicht aufeinander. Dies hat den Vorteil, dass insbesondere bei großen, völligen Schiffen, bei denen der Bereich des ungünstigen Nachstromes üblicherweise im oberen Propellerzuströmbereich liegt, hier durch die Vordüsenwirkung die Wasserzuströmgeschwindigkeit mehr verstärkt wird als im unteren Propellerzuströmbereich. Die Wasserzuflussrichtung 15 zeigt die Zuflussrichtung des Wassers in Richtung Vordüse 10a und somit auch die der Vorwärtsfahrt des Schiffes entgegengesetzte Richtung an.

[0044] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen des Weiteren, dass die wassereintrittsseitige Öffnung 12 der Vordüse 10a nach unten erweitert ist. Im oberen Bereich der Vordüse 10a, oberhalb der Rotationsachse 18 der Vordüse 10a, sind die Öffnungsflächen 19, 20 parallel zueinander. Im unteren Bereich der Vordüse 10a

ist die Wassereintrittsseitige Vordüsenöffnung **12** von oben nach unten betrachtet abgeschrägt. Somit ist die Wassereintrittsöffnungsfläche **19** über zwei Ebenen **19a**, **19b** ausgebildet. Diese beiden Ebenen stehen in einem Winkel **36**, welcher größer als 90° und kleiner als 180° ist, zueinander.

[0045] Des Weiteren bildet die nach unten abgeschrägte Wassereintrittsöffnungsfläche **19** einen Schnittwinkel **27** zur Querschnittsfläche **34** der Vordüse **10a** in dem Bereich des Knicks **42** bzw. zur gedanklich parallel verschobenen Querschnittsfläche **34** der Vordüse **10a**.

[0046] Ferner weist die Vordüse **10a** somit im unteren Bereich eine kürzere Profillänge **22** auf als im oberen Bereich. Insbesondere ist die Profillänge **21**, **22** von oben nach unten betrachtet bis zum Bereich des Knicks **42** konstant. Im weiteren Verlauf nimmt die Profillänge **21**, **22** von oben nach unten betrachtet zwischen Knick **42** und der unteren Profillinie **24** linear ab.

[0047] Ferner ist insbesondere aus **Fig. 2** ersichtlich, dass der Öffnungswinkel **30** der Vordüse **10a**, welcher durch die obere und untere Profillinie **23**, **24** der Vordüse **10a** gebildet wird, größer ist als der doppelte obere Profilwinkel **28**, welcher durch die beiden Schenkel, obere Profillinie **23** und Rotationsachse **18** der Vordüse **10a** gebildet wird. Analog zum oberen Profilwinkel **28** wird der untere Profilwinkel **29** durch die beiden Schenkel, Rotationsachse **18** der Vordüse **10a** und untere Profillinie **24**, ausgebildet. Aus **Fig. 2** ist ersichtlich, dass der untere Profilwinkel **29** der Summe des Schnittwinkels **27** und des oberen Profilwinkels **28** entspricht, wodurch sich ein nach unten vergrößerter Öffnungswinkel **30** ergibt, welcher somit der Summe des doppelten oberen Profilwinkels **28** und des Schnittwinkels **27** entspricht. Somit ist die Vordüsenöffnungsfläche **19** im Vergleich zu einer Öffnung einer Vordüse mit kreisrunden und parallel zueinander angeordneten Öffnungsflächen vergrößert und insbesondere nach unten vergrößert.

[0048] Ein weiteres Merkmal der Wassereintrittsöffnungsfläche **19** ist, dass die Öffnung **12** durch ihre Abschrägung im unteren Bereich bei Draufsicht von vorne eine elliptische Form aufweist. Die Länge der wassereintrittsseitigen Vordüsenöffnungsfläche **19** ist ferner in vertikaler Richtung, also von oberer Profillinie **23** zur unteren Profillinie **24** betrachtet länger als in horizontaler Richtung. Dabei verläuft die Länge in vertikaler Richtung über die beiden Ebenen der Wassereintrittsöffnungsfläche **19** auf, bzw. entlang der Öffnungsfläche. Die obere und untere Profillinie **23**, **24** der Vordüse **10a** entsprechen den Mantellinien im obersten bzw. im untersten Bereich der Vordüse **10a**.

[0049] **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen weiterhin zwei Brackets **25**, **26**, wobei sich ein Bracket **25** im oberen Bereich der Vordüse **10a** und das andere Bracket **26** im unteren Bereich der Vordüse **10a** befindet. Die beiden Brackets **25**, **26** dienen zur Anbringung bzw. Befestigung der Vordüse **10a** mit dem Schiffskörper. Je nach Schiffstyp kann die Anzahl der Brackets **25**, **26** variieren. Des Weiteren ist es möglich, die Brackets **25**, **26** andersartig beispielsweise im Seitenbereich des Düsenmantels **11** anzubringen. Das obere Bracket **25** ist im Wesentlichen außen an der Vordüse **10a** angeordnet und das untere Bracket **26** ist im Wesentlichen innen an der Vordüse **10a** angeordnet, wobei Abschnitte beider Brackets **25**, **26** nach vorne hin über die Vordüse **10a** hinaus vorstehen.

[0050] Dadurch dass die untere Profillänge **22** der Vordüse **10a** kürzer ist als die obere Profillänge **23** der Vordüse **10a**, ist die Wirkung der Vordüse **10a** und die damit verbundene Beschleunigung des Wasserstromes im oberen Bereich größer als im unteren Bereich. Die Beschleunigungsstrecke innerhalb der Vordüse **10a** ist somit im unteren Bereich kürzer als im oberen Bereich. Dadurch wird erreicht, dass der Wasserfluss im oberen Bereich, also im Bereich des ungünstigen Nachstromes stärker beschleunigt wird als im unteren Bereich. Somit wird nicht nur durch die im Bezug auf die Propellerachse **41** des Schiffes nach oben verschobene Vordüse **10a** der Bereich des ungünstigen Nachstromes stärker begünstigt, bzw. der Wasserfluss stärker beschleunigt, sondern es findet zusätzlich durch die von oben nach unten abnehmende Profillänge **21**, **22** der Vordüse **10a** ein besserer Ausgleich der Wassergeschwindigkeiten zwischen oberen und unteren Bereich statt.

[0051] **Fig. 4** bis **Fig. 6** zeigen ebenfalls eine Vordüse **10b** mit erweiterter Wassereintrittsöffnung **10**. Wie bei der Vordüse **10a** gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 3** hat die in den **Fig. 4** bis **Fig. 6** gezeigte Vordüse **10b** ebenfalls eine im oberen Bereich der Vordüse **10b** längere Profillänge **21** als im unteren Bereich der Vordüse **10b**. Hierzu ist die Wassereintrittsöffnung **12** von oben nach unten betrachtet abgeschrägt. Im Gegensatz zur Vordüse **10a** ist die Wassereintrittsöffnungsfläche **19** nur über eine Ebene ausgebildet, wobei diese Ebene durch die Abschrägung vollständig nicht parallel zur Querschnittsfläche **34** der Vordüse **10b** bzw. zur Wasseraustrittsfläche **20** der Vordüse **10b** ist.

[0052] Da die Profillänge **21**, **22** von oben nach unten betrachtet linear über die gesamte Höhe der Vordüse **10b** abnimmt, ist der Schnittwinkel **27** zwischen Wassereintrittsöffnungsfläche **19** und Querschnittsfläche **34** bzw. Rotationsachsensenkrechten **35** im Gesamtbereich, also über die gesamte Höhe der Vordüse **10b**, konstant. Der Öffnungswinkel **30** der Vordüse **10b** entspricht somit der Summe des oberen und des unteren Profilwinkels **28**, **29**, wobei beide

Profilwinkel **28, 29** der Vordüse **10b** gleich groß sind. Durch die von oben nach unten betrachtete Abschrägung entsteht bei Draufsicht auf die Vordüse **10b** von vorne ebenfalls eine elliptische Öffnungsform. Die Länge der Wassereintrittsöffnungsfläche **19** in vertikaler Richtung, also von oben nach unten betrachtet, zwischen oberer und unterer Profillinie **23, 24**, ist somit ebenfalls länger als die Breite, bzw. Länge in horizontaler Richtung der Wassereintrittsöffnungsfläche **19**. Dabei verlaufen die Längen jeweils auf, bzw. entlang, der Öffnungsfläche.

[0053] Fig. 7 bis Fig. 9 zeigen eine Vordüse **10c** mit zwei zueinander parallelen Öffnungsflächen **19, 20**. Im Gegensatz zu den Vordüsen **10a** und **10b** weist die Vordüse **10c** eine konstante Profillänge **21, 22** auf. Der Öffnungswinkel **30** entspricht somit der Summe aus unterem und oberem Profilwinkel **28, 29**, wobei unterer und oberer Profilwinkel **28, 29** gleich groß sind. Ein Schnittwinkel **27** zwischen Wassereintrittsöffnungsfläche **19** und Querschnittsfläche **34** der Vordüse **10c** entsteht hier nicht, bzw. ist 0° .

[0054] Der Düsenmantel **11** der Vordüse **10c** besteht im Wesentlichen aus vier Segmenten, zwei bogenförmigen Segmenten **39, 40** und zwei gradlinigen Segmenten **37, 38**. Die beiden gradlinigen Segmente **37, 38** sind in den Seitenbereichen der Vordüse **10c** einander gegenüberliegend angeordnet. Die Vorderansicht der Vordüse **10c** in Fig. 7 zeigt, dass die beiden gradlinigen Abschnitte **37, 38** auf Höhe der Rotationsachse **18** der Vordüse **10c** liegen und somit einen unteren und einen oberen bogenförmigen Abschnitt **39, 40** miteinander verbinden. Die beiden bogenförmigen Abschnitte **39, 40** sind wie in Fig. 7 gezeigt Halbkreise bzw. halbkreisförmige Bogenabschnitte. Die bogenförmigen Abschnitte **39, 40** könnten aber auch eine andere Ausgestaltung, beispielsweise eine elliptische Ausgestaltung, aufweisen.

[0055] Wie bei den Vordüsen **10a** und **10b** ergibt sich bei der Vordüse **10c** eine Wassereintrittsöffnungsfläche **19** dessen Höhe bzw. Länge in vertikaler Richtung größer ist als die Breite, bzw. Länge in horizontaler Richtung.

[0056] Die beiden bei Querschnittsbetrachtung erkennbaren gradlinigen Abschnitte **37, 38** sind wie in Fig. 9 gezeigt über die Gesamtlänge der Vordüse **10c** konstant. Es wäre aber auch möglich, diese gradlinigen Abschnitte **37, 38** längs der Vordüse **10c**, beispielsweise von der Wassereintrittsöffnung **12** zur Wasseraustrittsöffnung **13**, keilförmig oder anderweitig auszubilden. Demnach würde sich der Querschnitt der gradlinigen Abschnitte **37, 38**, welcher im vorliegenden Beispiel rechteckig und konstant ist, entlang der Vordüse **10c** verändern. Beispielsweise könnte die rechteckige Querschnittsfläche von vorne nach hinten betrachtet abnehmen. Des Weiteren wäre es denkbar, die gradlinigen Abschnitte

37, 38 spitz zulaufen zu lassen, was bedeutet, dass die Querschnittsfläche **34** der Vordüse **10c** im Bereich der Wasseraustrittsöffnung **13** keine gradlinigen Abschnitte **37, 38** aufweisen würde.

Bezugszeichenliste

100	Antriebssystem eines Schiffes
10a, 10b, 10c	Vordüse
11	Düsenmantel
12	Eintrittsöffnung
13	Austrittsöffnung
14	Fin-System
14a, 14b, 14c, 14d, 14e	Fins
15	Wasserzuflussrichtung
16	Düsenmantelinnenseite
17	Düsenmantelaußenseite
18	Rotationsachse der Vordüse
19	Wassereintrittsöffnungsfläche
20	Wasseraustrittsöffnungsfläche
21	obere Profillänge
22	untere Profillänge
23	Profillinie oben
24	Profillinie unten
25, 26	Brackets
27	Schnittwinkel
28	oberer Profilwinkel
29	unterer Profilwinkel
30	Öffnungswinkel
31	stirnseitige Kante des Düsenmantels – vorne
32	stirnseitige Kante des Düsenmantels – hinten
33	Mittenradius
34	Querschnittsfläche
35	Rotationsachsensenkrechte
36	Winkel zwischen Ebenen der Wassereintrittsöffnungsfläche
37, 38	gradlinige Abschnitte
39, 40	bogenförmige Abschnitte
41	Propellerachse
42	Knick

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 2100808 A1 [0002]

Schutzansprüche

1. Vordüse (10a, 10b, 10c) für ein Antriebssystem eines Wasserfahrzeuges, wobei die Vordüse (10a, 10b, 10c) eine Wassereintrittsöffnung (12) und eine Wasseraustrittsöffnung (13) aufweist, wobei innerhalb der Vordüse (10a, 10b, 10c) ein Fin-System (14) angeordnet ist, wobei der Eintrittsbereich der Vordüse (10a, 10b, 10c) kein Fin-System (14) aufweist, wobei innerhalb der Vordüse (10a, 10b, 10c) kein Propeller angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) rotationsasymmetrisch ausgebildet ist, wobei eine wassereintrittsseitige Öffnungsfläche (19) der Vordüse (10a, 10b, 10c) geknickt oder gekrümmt ist.
2. Vordüse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wassereintrittsöffnung (12) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zur Verbesserung des Wasserzuflusses insbesondere nach unten und/oder oben erweitert ist.
3. Vordüse nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Öffnungsfläche (19, 20) eine zwischen oberer Profillinie (23) und unterer Profillinie (24) größere Länge als in horizontaler Richtung aufweist.
4. Vordüse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wassereintrittsseitige Öffnungsfläche (19) der Vordüse (10a, 10b, 10c) größer ist als die wassereintrittsseitige Öffnungsfläche einer rotationssymmetrischen Vordüse mit gleichem Mittenradius.
5. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) zumindest bereichsweise eine Propellerachse (41) eines Wasserfahrzeuges umschließt.
6. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Öffnungsflächen (19, 20) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zumindest bereichsweise zueinander nicht parallel sind.
7. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) eine Profillänge (21, 22) aufweist, wobei die Profillänge nicht konstant ist und insbesondere im oberen Bereich der Vordüse (10a, 10b, 10c) und vorzugsweise im Bereich der Rotationsachse (18), größer als im unteren Bereich der Vordüse (10a, 10b, 10c) ist.
8. Vordüse eines Schiffes nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Profillänge (21, 22) der Vordüse (10a, 10b, 10c) innerhalb mindestens eines Bereichs, vorzugsweise im unteren Bereich, von oben nach unten betrachtet stetig abnimmt.
9. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wassereintrittsseitige Öffnungsfläche (19) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zur Querschnittsfläche (34) der Vordüse (10a, 10b, 10c) mindestens einen Schnittwinkel (27) aufweist.
10. Vordüse eines Schiffes nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schnittwinkel (27) in mindestens einem Bereich konstant und größer als 0° ist.
11. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) zwischen der oberen Profillinie (23) und der Rotationsachse (18) der Vordüse (10a, 10b, 10c) einen oberen Profilwinkel (28) und/oder dass die Vordüse (10a, 10b, 10c) zwischen der Rotationsachse (18) und der unteren Profillinie (24) der Vordüse (10a, 10b, 10c) einen unteren Profilwinkel (29) aufweist, wobei der Öffnungswinkel (30) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zwischen oberer und unterer Profillinie (23, 24) der Vordüse (10a, 10b, 10c) größer als der doppelte obere Profilwinkel (28) oder größer als der doppelte untere Profilwinkel (29) ist.
12. Vordüse nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öffnungswinkel (30) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zwischen oberer und unterer Profillinie (23, 24) der Vordüse (10a, 10b, 10c) der Summe des doppelten oberen Profilwinkels (28) und des Schnittwinkels (27) oder der Summe des doppelten unteren Profilwinkels (29) und des Schnittwinkels (27) entspricht.
13. Vordüse nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der untere Profilwinkel (29) größer als der obere Profilwinkel (28) ist.
14. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wassereintrittsseitige Öffnungsfläche (19) der Vordüse (10a, 10b, 10c) über wenigstens zwei Ebenen ausgebildet ist, welche unter einem Winkel (36) zueinander stehen, wobei der Winkel (36) größer als 90° und kleiner als 180° ist.
15. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Profillänge (21, 22) der Vordüse (10a, 10b, 10c) zwischen oberer und unterer Profillinie (23, 24) der Vordüse (10a, 10b, 10c) von oben nach unten stetig abnimmt.
16. Vordüse nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wert des Schnittwinkels (27) konstant ist.

17. Vordüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vordüse (10c) eine Profillänge (21, 22) aufweist, wobei die Profillänge (21, 22) in jedem Bereich der Vordüse (10c) konstant ist.

18. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Mantel der Vordüse (10a, 10b, 10c) bei einer Querschnittbetrachtung, insbesondere zwei, geradlinige Abschnitte (37, 38), insbesondere über die gesamte Länge der Vordüse (10a, 10b, 10c), aufweist.

19. Vordüse nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die geradlinigen Abschnitte (37, 38) in einer Querschnittbetrachtung mehrere, insbesondere zwei, bogenförmige Abschnitte (39, 40) miteinander verbinden.

20. Vordüse nach einem der Ansprüche 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die geradlinigen Abschnitte (37, 38) im Seitenbereich der Vordüse (10), insbesondere einander gegenüberliegend, angeordnet sind.

21. Vordüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verhältnis der größten Länge mindestens einer Öffnungsfläche (19, 20) der Vordüse (10a, 10b, 10c) in vertikaler Richtung zur mittleren Profillänge der Vordüse (10) zwischen 1,5:1 und 4:1, vorzugsweise zwischen 1,75:1 und 3:1, besonders bevorzugterweise zwischen 1,75:1 und 2,5:1 ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

