

Tauchfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Tauchfahrzeug mit einem Rumpf, welcher im Bereich seiner Unterseite ein Unterschiff aufweist, wobei im Rumpf ein Strömungskanal zumindest bereichsweise aufgenommen ist oder wobei dem Rumpf ein Strömungskanal zugeordnet ist, wobei der Strömungskanal im Bereich des Hecks einen Strömungsaustritt aufweist, wobei der Strömungskanal zumindest bereichsweise innerhalb einer am Unterschiff vorstehenden Strömungskanalaufnahme, insbesondere einer Ausbauchung angeordnet ist, wobei im Strömungskanal eine Wasserbeschleunigungseinrichtung, insbesondere ein Propeller angeordnet ist, der mittels einer Antriebswelle von einem Motor mittelbar oder unmittelbar antreibbar ist, und wobei die Drehachse der Antriebswelle eine virtuelle Schubachse bildet.

Erfindungsgemäße Tauchfahrzeuge sind beispielsweise Schwimm- und Tauchhilfen. Sie können dazu eingesetzt werden, einen Benutzer zu ziehen, wobei das Tauchfahrzeug geeignet ist, zwischen einer Überwasserfahrt und einer Tauchfahrt zu wechseln. Insbesondere kann das Tauchfahrzeug dazu ausgelegt sein, den Wechsel zwischen der Überwasserfahrt und der Tauchfahrt alleine durch Gewichtsverlagerung zu bewirken.

Ein Tauchfahrzeug gemäß der Erfindung kann beispielsweise dergestalt sein, dass es an seiner Oberseite eine Auflagefläche aufweist, auf der sich ein Benutzer mit einem Teil seines Körpers auflegen kann.

Das Tauchfahrzeug kann beispielsweise auf der Steuerbordseite und der Backbordseite jeweils einen Handgriff aufweisen, an dem ein Benutzer sich während der Fahrt festhalten kann. Insbesondere kann es auch so sein, dass der Handgriff mit

Bedienelementen ausgestattet ist, mittels derer Funktionen des Tauchfahrzeugs gesteuert werden können.

Das Tauchfahrzeug kann insbesondere so hergerichtet, dass ein Benutzer während des Fahrbetriebs mit einem Teil seines Oberkörpers im Heckbereich aufliegt.

Beispielsweise kann mit einem oder mehreren Bedienelementen die Drehzahl eines Elektromotors variiert werden, der zum Antrieb des Propellers im Strömungskanal dient. Vorzugsweise können Tauchfahrzeuge im Rahmen der Erfindung dergestalt sein, dass sie mit einer Drehzahl von kleiner 4000 U/min, besonders bevorzugt mit einer Drehzahl von kleiner 3000 U/min an der Antriebswelle angetrieben werden, um sowohl für die Über- als auch für die Unterwasserfahrt eine geeignete Antriebsleistung erzielen zu können.

Vorzugsweise können bei erfindungsgemäßen Tauchfahrzeugen die Handgriffe im vorderen Teil des Wasserfahrzeugs, insbesondere im Bugbereich des Tauchfahrzeugs, angeordnet sein.

Weiterhin kann es so sein, dass ein erfindungsgemäßes Tauchfahrzeug ein Display aufweisen kann, welches im Sichtbereich des Benutzers angeordnet ist und welches dazu hergerichtet ist, Funktionen und/oder Betriebszustände des Tauchfahrzeugs anzuzeigen.

Aus DE 10 2013 100 544 A1 ist eine Schwimm- und Tauchhilfe bekannt, bei der im Rumpf ein Strömungskanal aufgenommen ist. Im Strömungskanal ist ein Propeller angeordnet, der über eine Antriebswelle von einem Elektromotor angetrieben wird. Der Elektromotor wird mittels Akkumulatoren betrieben, die ebenfalls im Rumpf angeordnet sind.

Ein weiteres Tauchfahrzeug, das als Schwimm- und Tauchhilfe eingesetzt werden kann, ist aus US 2015/0217847 A1 bekannt. Hierbei ist am Unterschiff des Tauchfahrzeugs eine Antriebseinheit angebaut, die einen Strömungskanal aufweist. In der Schwimmlage des Wasserfahrzeugs im Ruhezustand, also nicht im Fahrbetrieb,

ist die Drehachse der Antriebswelle, welche den Propeller im Strömungskanal antreibt, horizontal ausgerichtet. Hierdurch wird eine horizontal ausgerichtete Schubebene gebildet. Während der Überwasserfahrt wird über den rumpfseitigen Staudruck, der auf das Unterschiff einwirkt, ein Aufstellmoment erzeugt, der das Tauchfahrzeug schräg anstellt. Hierdurch wird der Wasserwiderstand vergrößert.

Es ist Aufgabe der Erfindung ein Tauchfahrzeug der eingangs erwähnten Art bereitzustellen, welches sowohl für eine Überwasserfahrt als auch für eine Tauchfahrt strömungsoptimiert ausgelegt ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Demnach ist es vorgesehen, dass sich an die Strömungskanalaufnahme, insbesondere an die Ausbauchung am Unterschiff beidseitig nach unten gerichtete Gleitflächen anschließen, die im Bereich des Fahrzeughecks oberhalb der Schubachse enden, dass ein Bugspitzenabschnitt des Rumpfes gebildet ist, der sich ausgehend von der Bugspitze in Richtung zum Fahrzeugheck über eine Länge von maximal 10%, vorzugsweise maximal 5%, besonders bevorzugt maximal 2,5%, der von der Bugspitze bis zum heckseitigen Ende gemessenen Fahrzeuglänge erstreckt, und dass die virtuelle Schubachse vom Bug zum Heck hin abwärts geneigt verläuft und den Bugspitzenabschnitt schneidet.

Infolge der schräg nach hinten und unten gerichteten Anstellung der Schubachse wird ein Wasserstrahl erzeugt, der während der Überwasserfahrt schräg nach unten gerichtet ist. Hierdurch ergibt sich eine Schubkraft-Komponente, die senkrecht nach unten wirkt. Diese Schubkraft-Komponente ist bestrebt, das Tauchfahrzeug hinten im Heckbereich aufzustellen. Dem wirkt aber die frontseitige Anströmung des Tauchfahrzeugs (und ggfs. das Gewicht des Teils des Oberkörpers des Benutzers, der im Heckbereich auf dem Tauchfahrzeug aufliegt) entgegen, die versucht den Rumpf am Bug aufzustellen. Infolgedessen wird die Wasserlage des Tauchfahrzeugs stabilisiert und damit der Strömungswiderstand gering gehalten. Die erfindungsgemäß vorgesehenen Gleitflächen dienen dazu ein Aufgleiten des Wasserfahrzeugs auf der Wasseroberfläche zu ermöglichen. Entsprechend können die Gleitflächen verwendet werden, um das Tauchfahrzeug von einer Verdrängerfahrt in eine Gleitfahrt überführen

zu können. Dadurch verringert sich die dem Wasser gegenübergestellte Anströmfläche, so dass gegenüber herkömmlichen Tauchfahrzeugen bei der Überwasserfahrt deutlich höhere Fahrgeschwindigkeiten verwirklicht werden können.

Weiterhin wird mit der schräg angestellten Schubachse der Übergang in die Tauchfahrt bzw. ein Abtauchen vereinfacht, da nach einer Neigung des Bugs nach unten die vorstehend erwähnte vertikale Schub-Kraftkomponente dann das Abtauchverhalten unterstützt. Während der Tauchfahrt kann der Benutzer das Tauchfahrzeug geeignet neigen, wobei es sich dann in seiner Unterwasserlage stabilisiert, und dann die gewünschte Fahrtrichtung aufnimmt. Während der Tauchfahrt beeinträchtigen die Gleitflächen das Fahrverhalten nicht oder nur unwesentlich, so dass auch dieser Fahrmodus optimiert ist.

Gemäß einer bevorzugten Erfindungsvariante kann es vorgesehen sein, dass die Gleitflächen am Heck mit Endabschnitten im Bereich des Strömungsaustritts des Strömungskanals enden. Hierdurch werden großzügig dimensionierte und daher wirksame Gleitflächen geschaffen.

Um eine stabile Gleitfahrt zu garantieren, ist es nach einer Erfindungsvariante vorgesehen, dass die Mittellängsebene den Begrenzungsrand des Strömungsaustritts in einem oberen Begrenzungspunkt schneidet, dass eine die Bugspitze und den oberen Begrenzungspunkt schneidende Begrenzungslinie vorgesehen ist, dass die Begrenzungslinie in einer Horizontalebene liegt, wobei zwei die Horizontalebene aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Begrenzungslinie und der zweite Vektor senkrecht dazu zwischen der Backbord- und der Steuerbordseite parallel zur Schubebene verläuft, und dass die Gleitflächen mit ihren heckseitigen Enden die Horizontalebene schneiden, oder dass die heckseitigen Enden der Gleitflächen maximal um das Maß $M = 0,2 \cdot X$, vorzugsweise $M = 0,1 \cdot X$ beabstandet von der Horizontalebene und unterhalb der Horizontalebene angeordnet sind, wobei X das maximale lichte Öffnungsmaß, des Strömungsaustritts ist.

Um bei der Überwasserfahrt, insbesondere bei der Gleitfahrt, einen ausreichenden Vortrieb zu garantieren, ist es nach einer Erfindungsvariante vorgesehen, dass der

Strömungsaustritt des Strömungskanals in Richtung zur Unterseite des Unterschiffs zumindest bis zu der Schubachse über die heckseitigen Enden der Endabschnitte der Gleitflächen vorsteht, vorzugsweise der Strömungsaustritt mit zumindest 75% seiner Querschnittsfläche, weiter bevorzugt der Strömungsaustritt mit zumindest 90% seiner Querschnittsfläche, besonders bevorzugt der Strömungsaustritt vollständig, über die heckseitigen Enden der Endabschnitte der Gleitflächen vorsteht.

Eine Erfindungsvariante kann dadurch gekennzeichnet sein, dass die Endabschnitte der Gleitflächen in Richtung zum Bug jeweils in einen Gleitflächen-Frontabschnitt übergehen, dass die Gleitflächen-Frontabschnitte jeweils an ihrem dem Endabschnitt abgewandten Ende einen Überleitabschnitt bilden, der sich in Richtung zum Bug erstreckt, und dass sich die Frontabschnitte mit ihren Überleitabschnitten jeweils seitlich der Eintrittsöffnung des Strömungskanals erstrecken. Somit wird eine leistungsfähige und platzsparend aufgebaute Konstruktion erreicht. Dabei ist es vorzugsweise so, dass der Bereich des Strömungskanals, der die Eintrittsöffnung in den Strömungskanal bildet, in Richtung zur Unterseite zumindest bereichsweise über die Überleitabschnitte vorsteht, vorzugsweise zumindest mit 50% der Querschnittsfläche, weiter bevorzugt mit zumindest 75% der Querschnittsfläche, besonders bevorzugt mit zumindest 85% der Querschnittsfläche der Eintrittsöffnung über die Überleitabschnitte nach unten vorsteht. Hierdurch wird garantiert, dass dem Strömungskanal stets die ausreichende Wassermenge in jeder Fahrsituation zugeführt wird.

Gemäß einer Erfindungsvariante kann es vorgesehen sein, dass die Gleitflächen sich ausgehend von dem heckseitigen Ende der Gleitflächen zumindest über 30%, vorzugsweise zumindest über 40%, besonders bevorzugt zumindest über 50%, der der Fahrzeuglänge, seitlich neben dem Strömungskanal und oberhalb der Schubebene in Richtung zum Bug erstrecken. Somit werden ausreichend große Gleitflächen platzsparend am Tauchfahrzeug geschaffen.

Ein erfindungsgemäßes Tauchfahrzeug kann dergestalt sein, dass im Fahrzeugrumpf wenigstens ein Akkumulator zur Versorgung des Motors mit Strom untergebracht ist, und dass das von dem Akkumulator eingenommene Volumen zum größten Teil,

vorzugsweise vollständig, oberhalb der Schubachse angeordnet ist. Hierdurch werden eine platzsparende Bauweise und gleichzeitig ein guter Gewichtstrimm des Tauchfahrzeuges sowohl bei der Über- als auch bei der Unterwasserfahrt möglich.

Vorzugsweise kann es weiterhin vorgesehen sein, dass im Fahrzeugumpf zwei Akkumulatoren untergebracht sind, die zu beiden Seiten der Schubachse angeordnet sind, und dass das von beiden Akkumulatoren eingenommene Volumen zum größten Teil, vorzugsweise vollständig, oberhalb der Schubachse angeordnet ist. Somit ist einer der Akkumulatoren auf der Steuer- der andere auf der Backbordseite angeordnet. Hierdurch wird der Gewichtstrimm zu Gunsten der Fahrstabilität zusätzlich verbessert. Vorzugsweise sind die Akkumulatoren symmetrisch zur Mittellängsebene des Tauchfahrzeugs angeordnet.

Eine bevorzugte Erfindungsvariante kann so sein, dass die Schubachse in einer Schubebene liegt, wobei zwei die Schubebene aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Schubachse und der zweite Vektor senkrecht dazu in Schwimmlage und in Ruhestellung des Tauchfahrzeugs horizontal von der Backbord- zu der Steuerbordseite verläuft wobei eine senkrecht zur Schubebene stehende, die Schubachse aufnehmende Mittellängsebene vorgesehen ist, und dass die Gleitflächen die Schubebene im Bereich des Fahrzeugumpfes schneiden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Gleitflächen die Schubebene in einem Bereich schneiden, der von dem bugseitigen Ende und/oder dem heckseitigen Ende jeweils um 25% der Fahrzeuglänge beabstandet angeordnet ist, Hierdurch ergibt sich ein gutes Momenten-Gleichgewicht bei der Überwasserfahrt des Tauchfahrzeugs.

Vorzugsweise kann es vorgesehen sein, dass die Gleitflächen die Schubebene in einem Bereich schneiden, der von dem heckseitigen Ende um mindestens 20% und maximal 60% der maximalen Fahrzeuglänge, vorzugsweise um mindestens 20%, und maximal 50% der maximalen Fahrzeuglänge, weiter vorzugsweise um mindestens 20%, und maximal 40% der maximalen Fahrzeuglänge, beabstandet angeordnet ist. Durch die Verlagerung der Schnittbereiche in Richtung zur Fahrzeugmitte wird eine besonders wendige Konstruktion des Tauchfahrzeugs geschaffen, Besonders gute

Fahreigenschaften für kompakt gebaute Tauchfahrzeuge ergeben sich insbesondere dann, wenn vorgesehen ist, dass die Gleitflächen die Schubebene in einem Bereich schneiden, der von dem heckseitigen Ende um mindestens 25%, und maximal 40% der maximalen Fahrzeuglänge beabstandet angeordnet ist.

Eine denkbare Erfindungsvariante ist dergestalt, dass jede Gleitfläche eine gemittelte virtuelle Gleitflächenebene und/oder eine ebene Fläche aufweist, wobei die gemittelte virtuelle Gleitflächenebene so angeordnet ist, dass sich die Flächenteile der Gleitfläche zu gleichen Flächenanteilen oberhalb und unterhalb dieser gemittelten virtuellen Gleitflächenebene erstrecken, und dass die ebene Fläche oder die gemittelten virtuellen Gleitflächenebene mit der Schubebene einen zum Heck hin geöffneten Gleitwinkel einschließt. Eine solche Konstruktion ermöglicht ein gutes Angleitverhalten und eine stabile Überwasser-Gleitfahrt. Befindet sich das Wasserfahrzeug in der Tauchfahrt, so verlieren die Gleitflächen aufgrund ihrer Anstellung ihre auftriebende Wirkung oder zumindest wird diese auftriebende Wirkung stark reduziert. Hierdurch wird eine stabile Tauchfahrt möglich.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass der Gleitwinkel im Bereich zwischen 2° und 20° , vorzugsweise im Bereich zwischen 4° und 15° , besonders bevorzugt im Bereich zwischen 10° und 14° , gewählt ist. Dann ist ein dynamischer Wechsel zwischen einer Gleitfahrt und einer Tauchfahrt möglich. Insbesondere ergibt sich bei einem Winkelbereich zwischen 4° und 15° ein guter Kompromiss zwischen guten Gleiteigenschaften und einer guten Anströmung des Wasserfahrzeugs in der Tauchfahrt. Ein Winkelbereich zwischen 10° und 14° ist für die Gleitfahrt optimiert ausgelegt.

Eine bevorzugte Erfindungsvariante kann derart sein, dass die Projektionen der Begrenzungslinie und der ebenen Fläche der Gleitfläche oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebene in die Mittellängsebene zueinander in einem Begrenzungswinkel im Bereich zwischen 3° und 14° stehen, wobei sich dieser Begrenzungswinkel in Richtung zum Bug hin öffnet. Die Schubkraft-Komponente, welche infolge der erfindungsgemäßen Anstellung der Schubachse nach unten wirkt, wird durch die Winkelzuordnung der Gleitfläche zur Begrenzungslinie in der Gleitfahrt vergrößert. Hierdurch kann auch dieser schnelle Fahrbetrieb ausreichend stabilisiert werden. Bei

einer Verdrängerfahrt hingegen ist die Schräg-Stellung der Schubachse kleiner, so dass hier, zu Gunsten eines energieeffizienten Betriebs ein kleiner Wasserwiderstand wirkt. Besonders vorteilhaft stellen sich diese Eigenschaften dann ein, wenn vorgesehen ist, dass der Begrenzungswinkel im Bereich zwischen 5° und 12° , besonders bevorzugt zwischen 5° und 10° , gewählt ist.

Gemäß einer Erfindungsausgestaltung kann es auch so sein, dass jede Gleitfläche eine gemittelte virtuelle Gleitflächenebene oder eine ebene Fläche aufweist, wobei die gemittelte virtuelle Gleitflächenebene so angeordnet ist, dass sich die Flächenteile der Gleitfläche zu gleichen Flächenanteilen oberhalb und unterhalb dieser gemittelten virtuellen Gleitflächenebene erstrecken, und dass eine sich in Richtung von der Mittellängsebene in Richtung zur zugeordneten Steuerbord- oder Backbordseite des Tauchfahrzeugs verlaufende Referenzquerlinie der ebenen Fläche oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebenen, die durch den Flächenschwerpunkt der ebenen Fläche oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebene verläuft, mit der Mittellängsebene einen Anstellwinkel einschließt, der sich zur zugeordneten Steuerbord- oder Backbordseite hin öffnet. Dabei können die gemittelten virtuellen Gleitflächenebenen oder die ebenen Flächen der Gleitflächen vorzugsweise V-förmig zueinander angestellt sein. Eine solche Geometrie wirkt sich insbesondere vorteilhaft bei schnellen Kurvenfahrten sowohl bei der Über- als auch bei der Unterwasserfahrt aus. Es kann auch so sein, dass dieser Winkel gleich 0° gewählt ist. Dabei kann es dann so sein, dass die gemittelten virtuellen Gleitflächenebenen oder die ebenen Flächen der Gleitflächen miteinander fluchten oder parallel zueinander sind.

Ein Wasserfahrzeug, welches als Schwimm- und Tauchhilfe verwendet wird, muss eine kompakte Bauweise aufweisen. Um bei einem solchen Wasserfahrzeug die Gleitflächen platzsparend am Unterschiff anordnen zu können, kann es nach der Erfindung vorgesehen sein, dass die senkrecht zur Schubachse gemessene maximale Breite des Tauchfahrzeugs von der Back- zur Steuerbordseite, das Maß Y hat, dass die Strömungskanalaufnahme, insbesondere die Ausbauchung von zwei Seitenwänden begrenzt ist, die mittels eines Verbindungsabschnitts im Bereich der Unterseite der Strömungskanalaufnahme miteinander verbunden sind, dass an die Seitenwände unterseitig am Unterschiff die Gleitflächen beidseitig anschließen, wobei

die Gleitflächen sich quer zu den Seitenwänden in Richtung zur jeweils zugeordneten Backbord- oder Steuerbordseite hin erstrecken, und dass das die Gleitfläche überbrückende Abstandsmaß zwischen den Seitenwänden und der zugeordneten Steuerbord- oder Backbordseite über die gesamte Länge der Strömungskanalaufnahme das Maß $Z = 0,08 * Y$, vorzugsweise $Z = 0,1 * Y$, besonders bevorzugt $Z = 0,15 * Y$ nicht unterschreitet.

Bei erfindungsgemäßen Schwimm- und Tauchhilfen kann die gesamte maximale Fahrzeuglänge im Bereich zwischen 0,8 Meter und 1,5 Meter, vorzugsweise im Bereich zwischen 0,9 Meter und 1,25 Meter, betragen.

Die maximale Breite erfindungsgemäßer Schwimm- und Tauchhilfen kann beispielsweise im Bereich zwischen 0,35 Meter und 1,0 Meter, vorzugsweise im Bereich zwischen 0,4 Meter und 0,9 Meter, besonders bevorzugt im Bereich zwischen 0,4 Meter und 0,85 Meter, betragen.

Eine Erfindungsvariante kann so sein, dass sich die Schubachse und die Begrenzungslinie im Bugbereich schneiden, wobei vorzugsweise der Schnittpunkt maximal $0,16 * \text{der maximalen Gesamtlänge des Tauchfahrzeugs}$, vorzugsweise maximal $0,2 * \text{der maximalen Gesamtlänge des Tauchfahrzeugs}$ von der Bugspitze beabstandet ist. Dabei sollte der Schnittpunkt vorzugsweise innerhalb des Rumpfes angeordnet sein.

Die Bildung eines gerichteten Jet-Strahls, der insbesondere den Benutzer des Fahrzeugs nicht oder nicht zu stark mit dem Jet-Strahl beaufschlagt, wird dadurch begünstigt, dass der den Strömungsaustritt begrenzende Begrenzungsrand eine Strahlaustrittsfläche bildet, durch die der im Strömungskanal erzeugte Wasserstrahl austritt, wobei die Strahlaustrittsfläche die Begrenzungslinie unter einem Winkel von größer 84° schneidet.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Tauchfahrzeug in Form einer Schwimm- und Tauchhilfe in perspektivischer Ansicht von hinten und schräg oben,

Figur 2 das Tauchfahrzeug gemäß Figur 1 in perspektivischer Ansicht von vorne und schräg unten,

Figur 3 das Tauchfahrzeug in Seitenansicht von links,

Figur 4 das Tauchfahrzeug gemäß den Figuren 1 bis 3 in einer weiteren perspektivischen Ansicht von hinten und schräg unten,

Figur 5a eine schematische Darstelllung längs des in Figur 5 mit V-V markierten Schnittverlaufs,

Figur 5 das Tauchfahrzeug gemäß der Darstellung nach Figur 3, jedoch in einer schematisierten Vollschnitt-Darstellung,

Figur 6 das Tauchfahrzeug gemäß den Figuren 1 bis 5 in Ansicht von hinten und in einer Schwimmlage im Stillstand und

Figur 7 das Wasserfahrzeug gemäß den Figuren 1 bis 6 von vorne.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Tauchfahrzeug, das als Schwimm- und Tauchhilfe ausgebildet ist. Das Tauchfahrzeug besitzt einen Rumpf 10.

Beispielsweise kann es so sein, wie Figur 1 zeigt, dass der Rumpf 10 eine Oberschale 20 aufweist. Die Oberschale 20 kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein.

Im Bugbereich 22 des Tauchfahrzeugs ist eine Bugspitze 21 gebildet. Die Bugspitze 21 bildet das frontseitige Ende des Tauchfahrzeugs. Beispielsweise kann es so sein, dass die Bugspitze 21 von der Oberschale 22 gebildet ist. Denkbar ist es jedoch auch, dass die Bugspitze 21 von dem Unterschiff 30 gebildet ist. Das Unterschiff 30 kann

beispielsweise von einer Unterschale gebildet sein, die mit der Oberschale 20 verbunden ist. Die Unterschale kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein.

An der Oberschale 20 sind auf der Steuerbordseite und der Backbordseite jeweils ein Griff 24 angebracht. An einem oder an beiden Griffen 24 kann zumindest ein Bedienelement 25 angebracht sein. Mit dem oder den Bedienelementen 25 lassen sich Funktionen des Tauchfahrzeugs steuern. Wie die Darstellungen erkennen lassen, sind die die Griffe 24 vorzugsweise im Bugbereich 22 des Tauchfahrzeugs angebracht.

Mittig, vorzugsweise im Bereich zwischen den beiden Griffen 24, ist ein Display 23 im Bereich der Oberschale 20 angeordnet. Auf dem Display 23 können Informationen über Betriebszustände des Tauchfahrzeugs angezeigt und von einem Benutzer abgelesen werden.

An die Griffe 24 schließen sich in Richtung zum Heck 27 des Wasserfahrzeugs Armauflagen 26 an. Die Armauflagen 26 erstrecken sich auf der Backbord- bzw. Steuerbordseite.

Figur 1 zeigt weiter, dass im Bereich der Oberschale 20 ein Ladeanschluss 28 vorgesehen sein kann. Der Ladeanschluss 28 ist mit einer Abdeckkappe überdeckt. Diese kann abgenommen und damit die elektrischen Kontakte des Ladeanschlusses 28 freigelegt werden. Über den Ladeanschluss 28 lässt sich das Tauchfahrzeug an eine Spannungsversorgung anschließen, um wenigstens einen Akkumulator 60, der im Rumpf 10 des Tauchfahrzeugs untergebracht ist, zu laden.

Fig. 1 und 2 zeigen, dass die Oberschale 20 anschließend an die Bugspitze 21 ballig, insbesondere bikonvex, gewölbt sein kann. Dadurch ergibt sich eine strömungsgünstige Form, die für Unterwasserfahrten optimiert ausgelegt ist.

Das Unterschiff 30 kann so gestaltet sein, dass es anschließend an die Bugspitze 21 einen Rundungsbereich 31 aufweist, der ballig, insbesondere bikonvex, gewölbt sein kann. Eine solche Bauform ist strömungsoptimiert sowohl für die Überwasserfahrt als auch für die Unterwasserfahrt ausgelegt.

Wie die Figuren 1 und 5 zeigen, kann im Rundungsbereich 31 eine Ausbuchtung 32 vorhanden sein, die einen im Rumpf 10 angeordneten Raum begrenzt. Darin kann eine Komponente des Tauchfahrzeugs aufgenommen sein. Beispielsweise kann es so sein, dass ein Elektromotor 61 und/oder eine Steuereinheit 63, der/die im Rumpf 10 im Bugbereich 22 verbaut ist, im Bereich der Ausbuchtung 32 im Rumpf 10 aufgenommen ist, wie dies Figur 5 zeigt. Hierdurch wird eine kompakte Bauweise unterstützt.

Die Figuren 2 und 4 veranschaulichen, dass das Unterschiff 30, vorzugsweise unmittelbar anschließend an den Rundungsbereich 31, Gleitflächen 37 aufweist. Vorzugsweise verlaufen die Gleitflächen 37 backbord- und steuerbordseitig.

Die Gleitflächen 37 können vorzugsweise bis zum Heck 27 des Tauchfahrzeugs geführt sein, wo sie dann Endabschnitte 37.3 bilden.

Die Gleitflächen 37 können als dreidimensional im Raum geformte Flächen ausgebildet sein. Die Gleitflächen 37 können auch als ebene Flächen ausgebildet sein oder wenigstens eine solche ebene Flächen aufweisen.

Die Figuren 1 und 4 veranschaulichen, dass die Gleitflächen 37 beidseitig einer Strömungskanalaufnahme 38 verlaufen. Die Strömungskanalaufnahme 38 steht unten an dem Unterschiff 30 vor. Hierbei kann es so sein, dass die Strömungskanalaufnahme 38 zwei zueinander beabstandete Seitenwände 38.1 aufweist, die sich mittelbar oder unmittelbar, beispielsweise über, vorzugsweise konkave, Rundungsübergänge 38.3, back- und steuerbordseitig an die Gleitflächen 37 anschließen.

Die beiden Seitenwände 38.1 können über einen Verbindungsabschnitt 38.2 miteinander verbunden sein, wobei der Verbindungsabschnitt 38.2, vorzugsweise konvex, gewölbt ausgebildet ist.

Vorzugsweise ist es so, dass der ballig gewölbte Rundungsbereich 32 in die Gleitflächen 37 übergeht, wobei die Bugspitze 21 oberhalb der Gleitflächen 37 angeordnet ist. Bei der Überwasserfahrt des Tauchfahrzeugs wird dann das Wasser

unter die Gleitflächen 37 geleitet, um eine optimierte Anströmung dieser Bereiche zu erreichen. Zudem wird eine störende Spritzwasserbildung vermieden oder unterbunden.

Die Strömungskanalaufnahme 38 bildet oder umschließt einen Teilbereich des Rumpfes 10, innerhalb dem ein Strömungskanal 39.2 aufgenommen ist. Der Strömungskanal 39.2 bildet einen Strömungseintritt, etwa im Mittenbereich des Tauchfahrzeugs. Im Bereich des Hecks 27 bildet der Strömungskanal 39.2 einen Strömungsausstritt 39.

Der Strömungskanal 39.2 kann wenigstens bereichsweise von einem ein- oder mehrteiligen Hohlkörper gebildet und/oder begrenzt sein, wobei vorgesehen sein kann, dass der Hohlkörper zumindest bereichsweise in der Strömungskanalaufnahme 38 gehalten ist.

Figuren 1 und 5 veranschaulichen, dass der Strömungsausstritt 39 von einem, vorzugsweise umlaufenden, Begrenzungsrand 39.1 begrenzt ist.

Im Bereich des Strömungseintritts ist ein Leitelement 33 angeordnet. Das Leitelement 33 kann, vorzugsweise einteilig, mit der Unterschale, die das Unterschiff 30 bildet, ausgebildet sein. Denkbar ist es jedoch auch, dass das Leitelement 33 als separates Bauteil gebildet ist, welches mit dem Unterschiff 30 verbunden ist. Das Leitelement 33 kann so gestaltet sein, dass es eine unterseitige Kante 33.1 einer Wand 33.3 bildet. Dabei erstreckt sich die Kante 33.1 und damit auch die Wand 33.3 in Richtung vom Bug zum Heck 27.

Vorzugsweise ist es so, dass die Wand 33.3 des Leitelements 33 den Bereich der Eintrittsöffnung in den Strömungskanal 39.2 in zwei Teilbereiche aufteilt. Hierdurch werden zwei, vorzugsweise voneinander getrennte, Zuführbereiche 34.1 und 34.2 gebildet. Der erste Zuführbereich 34.1 verläuft auf der Backbordseite und der zweite Zuführbereich 34.2 auf der Steuerbordseite.

Es muss allerdings nicht so sein, dass die Wand 33.3 die beiden Zuführbereiche 34.1 und 34.2 komplett voneinander trennt. Vielmehr kann es auch vorgesehen sein, dass zwischen den beiden Zuführbereichen 34.1 und 34.2 Überströmbereiche gebildet sind.

Weiterhin kann es so sein, dass das Leitelement 33, vorzugsweise anschließend an die Kante 33.1, mit dem Verbindungsabschnitt 38.2 der Strömungskanalaufnahme 38 verbunden ist.

Wie die Zeichnungen zeigen, kann das Leitelement 33 an einer Anbindungsstelle 33.4 an dem einströmseitigen Rand der Strömungskanalaufnahme 38 angekoppelt sein. Anschließend an die Anbindungsstelle 33.4 bildet das Leitelement einen Befestigungsabschnitt 33.5. Mittels dieses Befestigungsabschnitts 33.5 ist das Leitelement 33 an der dem Strömungskanal 39.2 zugewandten Innenseite des Verbindungsabschnitts 38.2 befestigt, beispielsweise einteilig angeformt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Wand 33.3 einen Befestigungsabschnitt 33.4 bildet, der sich in den Strömungskanal 39.2 hinein erstreckt, sodass die Wand 33.3 auch an der Innenseite des Verbindungsabschnitts 38.2 in Richtung zum Heck 27 an den Verbindungsabschnitt 38.2 mittels eines entsprechend gestalteten Befestigungsabschnitts 33.5 angeschlossen ist, wie insbesondere Figur 5 zeigt.

Vorzugsweise ist die Strömungskanalaufnahme 38 einteilig mit dem Leitelement 33 ausgeführt.

Das Leitelement 33 erstreckt sich in Richtung zum Heck 27, an dem der Eintrittsöffnung zugewandten Rand des Verbindungsabschnitts 38,2 vorbei und im Bereich der Anbindungsstelle 33.4 in den Strömungskanal 39.2 hinein. Dabei grenzt das Leitelement 33 in Strömungsrichtung hinter dieser Anbindungsstelle 33.4 in dem Strömungskanal 39.2 zwei Zuführbereiche 34.1, 34.2 gegeneinander ab.

Figur 5 veranschaulicht auch, dass vorzugsweise die Projektion der Anbindungsstelle 33.4 senkrecht zur Drehachse D der Antriebswelle 62 in die Schubebene FE des Tauchfahrzeugs eine projizierte Anbindungsstelle 33.4' ergibt, und dass sich das

Leitelement 33 über diese projizierte Anbindungsstelle 33.4' hinweg in den Strömungskanal 39.2 hinein erstreckt.

Wie die Zeichnungen zeigen, erstreckt sich das Leitelement 33 an einer Antriebswelle 62 vorbei in Richtung zur Oberseite O des Tauchfahrzeugs und senkrecht zur Drehachse D der Antriebswelle 63 in den Strömungskanal 39.2 hinein. Gegenüberliegend der Anbindungsstelle 33.4 ist das Leitelement 33 mittels eines Koppelabschnitts 33.6 an die Strömungskanalaufnahme 38 oder ein den Strömungskanal 39.2 begrenzendes Bauteil mittelbar oder unmittelbar angekoppelt.

Vorzugsweise ist es so, dass das Leitelement 33 im Strömungskanal 39.2 in Strömungsrichtung hinter der Eintrittsöffnung eine Durchführung 33.7 aufweist. Durch diese Durchführung 33.7 ist ein Hüllrohr 64, welche die Antriebswelle 62 aufnimmt, in den Strömungskanal 39.2 geführt. Vorzugsweise ist das Hüllrohr 64 gegenüber der Durchführung 33.7 abgedichtet.

Wie Figur 5a zeigt, ist der Bereich des Leitelements 33, der die Durchführung bildet, im Querschnitt verdickt ausgebildet und an seinen Seiten ausgebaucht, vorzugsweise konvex gewölbt. An den Bereich, der die Durchführung 33.7 bildet, sind vorzugsweise an die Begrenzungsflächen 33.8 anschließend Leitelementabschnitte 33.9 des Leitelements 33 an gegenüberliegenden Seiten angeschlossen. Wie die Zeichnungen zeigen, kann es so sein, dass sich die Leitelementabschnitte 33.9 in einander entgegengesetzten Richtungen hin zur Innenwandung des Strömungskanals 39.2 erstrecken. Hier können die Leitelementabschnitte mit dem Strömungskanal oder einem anderen Bauteil, bspw. der Strömungskanalaufnahme, verbunden sein.

Die Leitelementabschnitte 33.9 sind vorzugsweise flügelartig gestaltet.

Figur 5a veranschaulicht, dass das Leitelement 33 im Bereich der Durchführung 33.7 geteilt sein kann. Dabei kann es so sein, dass die Teilungsebene 33.10 durch die Durchführung 33.7 verläuft, was eine vereinfachte Montage des Hüllrohrs 64 ermöglicht.

Das Leitelement 33 kann vorzugsweise so gestaltet sein, dass es mit einem Übergang 33.2 bis in den bugseitigen Rundungsbereich 31 geführt ist, wie die Figuren 4 und 5 veranschaulichen.

Weiterhin kann es so sein, dass die Wand 33.3 nach vorne, also zum Bug hin mit sich reduzierender Höhe ausläuft.

Die Wand 33.3 bildet zu beiden Seiten Wasserführungsflächen, die sich vom Bugbereich 22 in Richtung zum Heck 27 hin erstrecken und die das strömende Wasser in Richtung zum zugeordneten Zuführbereich 34.1 bzw. 34.2 hinleiten.

In Figur 5 ist veranschaulicht, dass im Innenraum des Rumpfes 10 ein Motor 61, vorzugsweise ein Elektromotor, angeordnet ist, der mittels einer Antriebswelle 62 einen Propeller 36 antreibt. Vorzugsweise ist die Antriebswelle 62 innerhalb eines Hohlrohrs 62.1 geführt, sodass die rotierende Antriebswelle 62 nicht oder nur wenig die im Zuführbereich 34.1, 34.2 geführte Wasserströmung beeinflusst.

Der Propeller 36 ist drehfest mit der Antriebswelle 62 verbunden und im Strömungskanal 39.2 angeordnet. Dies veranschaulicht Figur 5. In Strömungsrichtung vor dem Propeller 36 ist eine Zentriereinheit 35, vorzugsweise in Form eines Zentriersterns im Strömungskanal 39.2 gehalten.

Die Zentriereinheit 35 kann eine Nabe 35.1 aufweisen. An die Nabe 35.1 sind Zentrierflügel 35.2 angeschlossen. Die Zentrierflügel 35.2 können vorzugsweise an den der Nabe 35.1 abgewandten Enden mit der Innenwandung des Strömungskanals 39.2 verbunden sein, vorzugsweise einteilig an diese angeschlossen sein.

Durch eine Aufnahme der Nabe 35.1 der Zentriereinheit 35 ist die Antriebswelle 62 geführt und vorzugsweise im Strömungskanal 39.2 zentriert gehalten.

Vorzugsweise kann es so sein, dass wenigstens drei Zentrierflügel 35.2 verwendet sind, die zueinander in Umfangsrichtung der Antriebswelle 62, vorzugsweise in gleicher Teilung, versetzt angeordnet sind.

Besonders bevorzugt kann es vorgesehen sein, dass die Wand 33.3 des Leitelements 33 mit der Zentriereinheit 35 zumindest bereichsweise verbunden ist, vorzugsweise einteilig verbunden ist. Beispielsweise kann es vorgesehen sein, dass die Wand 33 an die Nabe 35.1 und/oder an wenigstens einen der Zentrierflügel 35.2 angeschlossen ist. Vorzugsweise ist es so, dass die Wand 33.3 einteilig mit der Zentriereinheit 35 verbunden ist. Hierdurch wird der Teileaufwand verringert und die Fertigungsgenauigkeit verbessert. Zudem ergibt sich hierdurch ein verbessertes Strömungsverhalten im Strömungskanal 39.2, da dann kompakter gebaut werden kann.

In Strömungsrichtung hinter dem Propeller 36 kann vorzugsweise ein Strömungsstator 40 in dem Strömungskanal 39.2 angeordnet sein. Vorzugsweise ist der Strömungsstator 40 im Bereich des heckseitigen Endes des Strömungskanals 39.2 angeordnet. Der Strömungsstator 40 weist mehrere Statorflügel 41 auf, die vorzugsweise radial, zu einer Schubachse 53 verlaufen, welche mit der Drehachse D der Antriebswelle 62 zusammenfällt.

Die Anordnung der Statorflügel 41 lässt sich deutlich den Figuren 4 und 6 entnehmen. Wie diese Zeichnungen veranschaulichen, können die Statorflügel 41 mittig im Strömungskanal 39.2 mittels einer Statorspitze 42 miteinander verbunden sein.

Der Propeller 36 erzeugt einen rotierenden Wasserstrahl im Strömungskanal 39.2. Der Strömungsstator 40 dient dazu, die Rotation im Wasserstrahl zu reduzieren oder diesen idealerweise drallfrei zu richten. Hierdurch entsteht eine verbesserte Schubleistung.

Wie die Figuren 4 und 6 veranschaulichen, bildet die Drehachse D der Antriebswelle 62 eine Schubachse 53. Die Schubachse 53 liegt in einer Schubebene FE, wobei zwei die Schubebene FE aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Schubachse 53 und der zweite Vektor senkrecht dazu in Schwimmlage und in Ruhestellung des Tauchfahrzeugs horizontal zwischen der Backbord- und der Steuerbordseite verläuft, also senkrecht zur Bildebene in Figur 5. Eine senkrecht zur

Schubebene FE stehende, die Schubachse 53 aufnehmende Mittellängsebene ME verläuft zwischen der Backbord- und der Steuerbordseite, wie Figur 6 zeigt (also in der Bildebene in Figur 5). Die Mittellängsebene ME kann so angeordnet sein, dass sie den Begrenzungsrand 39.1 des Strömungsaustritts 39 in einem oberen Begrenzungspunkt P schneidet, wie die Zeichnungen zeigen.

Es kann vorgesehen sein, dass eine die Bugspitze 21 und den oberen Begrenzungspunkt P schneidende Begrenzungslinie 52 mit der Schubebene FE einen Winkel γ , vorzugsweise im Bereich zwischen 2° und 7° , einschließt.

Vorzugsweise ist es so, dass die Begrenzungslinie 52 in einer Horizontalebene HE liegt, wobei zwei die Horizontalebene HE aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Begrenzungslinie 52 und der zweite Vektor senkrecht dazu zwischen der Backbord- und der Steuerbordseite parallel zur Schubebene FE verläuft, wie Figur 5 veranschaulicht. Die Gleitflächen 37 schneiden mit ihren heckseitigen Enden die Horizontalebene HE und durchstoßen diese in Richtung vom Bug zum Heck von unten nach oben, wie Fig.5 zeigt.

Figur 5 veranschaulicht weiter, dass es so sein kann, dass die heckseitigen Enden der Gleitflächen 37 oberhalb des Strömungsaustritts 39 enden. Mithin ist der gesamte Strömungsaustritt 39 vollständig unterhalb der Horizontalebene HE und/oder unterhalb der heckseitigen Enden der Gleitflächen 37 angeordnet.

Denkbar ist es jedoch auch, dass die heckseitigen Enden der Gleitflächen 37 unterhalb der Horizontalebene HE enden. Dabei kann es beispielsweise so sein, dass die heckseitigen Enden der Gleitflächen 37 maximal um das Maß $M = 0,2 \cdot X$, vorzugsweise $M = 0,1 \cdot X$ beabstandet von der Horizontalebene HE und unterhalb der Horizontalebene HE enden, wobei X das maximale lichte Öffnungsmaß des Strömungsaustritts 39 ist. Das maximale lichte Öffnungsmaß X ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Durchmesser des kreisrunden Strömungsaustritts 39 (siehe Figur 6).

Figur 5 veranschaulicht weiter, dass der Begrenzungsrand 39.1, der den Strömungsaustritt 39 begrenzt, heckseitig eine Fläche bildet. Diese Fläche ist im Winkel μ zu der Horizontalebene 52 geneigt angeordnet. Dieser Winkel μ ist vorzugsweise im Bereich größer 84° gewählt und weiter bevorzugt im Bereich zwischen 84° und kleiner 110° , besonders bevorzugt im Bereich größer 90° und kleiner 110° gewählt.

Wenn der Winkel μ größer als 90° gewählt ist, so wird eine nach hinten unten abfallende Strömungsrichtung erzeugt, so dass der Wasserstrahl den im Wasser liegenden Teil des Benutzers, der hinter dem Heck des Wasserfahrzeugs angeordnet ist nicht oder nicht mehr stark anstrahlt.

Wie Figur 5 weiter veranschaulicht kann es so sein, dass innerhalb des Rumpfes 10 wenigstens ein, vorzugsweise zwei Akkumulatoren 60 im Rumpf aufgenommen sind. Wenn zwei Akkumulatoren 60 verwendet sind, so können diese jeweils zu beiden Seiten der Mittellängsebene ME positioniert sein. Vorzugsweise sind die beiden Akkumulatoren 60 symmetrisch zur Mittellängsebene ME angeordnet.

Bevorzugt kann es so sein, dass die Akkumulatoren 60 vollständig oberhalb der Schubebene FE angeordnet sind.

Bevorzugt kann es so sein, dass sich die Akkumulatoren 60 zum größten Teil mit ihrem Volumen oberhalb der Horizontalebene HE erstrecken.

Durch diese Maßnahmen wird jeweils eine gute Gewichtsverteilung bei einem erfindungsgemäßen Wasserfahrzeug erreicht, welche zu einer stabilen Schwimmlage führt.

Der oder die Akkumulatoren 60 können einen Rohrabschnitt in Form eines Hüllrohrs 64 aufweisen, innerhalb dem eine Vielzahl von Akkumulator-Zellen angeordnet sind. An seinen längsseitigen Enden ist der Rohrabschnitt mittels Deckeln 65, 66 wasserdicht verschlossen. Vorzugsweise ist es so, dass innerhalb des abgedichteten

Bereichs des Rohrabschnitts eine Elektronik zur Überwachung und/oder Steuerung der Akkumulator-Zellen vorgesehen untergebracht ist.

Wie Figur 5 zeigt, kann es so sein, dass im Rumpf 10 ein Flutungsraum 70 gebildet ist. Der Flutungsraum 70 steht über Wasserdurchtrittsöffnungen mit der Verbindung in Umgebung. Dabei kann es so sein, dass zumindest eine Wassereintrittsöffnung 71 im Bugbereich und wenigstens eine Wasseraustrittsöffnung 72 im Heckbereich des Tauchfahrzeugs vorhanden ist. Es kann so sein, dass die Wassereintrittsöffnung 71 und/oder die Wasseraustrittsöffnung 72 die Rumpfhülle durchdringt/-en, bspw. von der Unter- und/oder der Oberschale des Tauchfahrzeugs gebildet sind.

Wenn das Tauchfahrzeug in das Wasser gesetzt wird, so füllt sich der Flutungsraum 70 über die Wasserdurchtrittsöffnungen mit dem Umgebungswasser. Während der Wasserfahrt, insbesondere während der Tauchfahrt entsteht im Flutungsraum 70 eine Wasserströmung von der Wassereintrittsöffnung 71 zu der Wasseraustrittsöffnung 72, sodass eine kontinuierliche Kühlung der elektrischen Komponenten, insbesondere der Akkumulatoren 60 im Flutungsraum 70 erfolgt. Zudem bietet der Flutungsraum 70 die Möglichkeit zur Aufnahme von Wasser als variable Massenkomponente, in dem dieser mit Wasser gefüllt, teilgefüllt oder geleert wird. Ist der Flutungsraum 70 gefüllt oder teilgefüllt, so vereinfacht er den Übergang von der Überwasserfahrt zu Unterwasserfahrt. Wenn das Tauchfahrzeug aus dem Wasser gehoben wird, so entleert sich der Flutungsraum über die Wasserdurchtrittsöffnungen. Vorzugsweise kann es auch zusätzlich vorgesehen sein, dass auf der Steuerbordseite 11 und/oder auf dem Backbordseite 12 noch eine Wasserdurchtrittsöffnung vorhanden ist, über die das Wasser aus dem Flutungsraum 70 entleert werden kann, wenn das Tauchfahrzeug aus dem Wasser gehoben wird.

Figur 5 veranschaulicht auch, dass es beispielsweise so sein kann, dass im Rumpf 10 eine Steuereinheit 63 angeordnet ist, mittels der alle oder zumindest ein Teil der Funktionen des Tauchfahrzeugs elektrisch gesteuert werden kann. Die Steuereinheit 63 kann dem Motor 61 zugeordnet und mit diesem elektrisch und/oder mechanisch verbunden sein.

Gemäß einer Gestaltungsvariante kann es so sein, dass die Steuereinheit 63 zusätzlich oder alternativ zu dem oder den Akkumulatoren 60 im Flutungsraum 70 angeordnet ist.

Figur 5 zeigt auch, dass beispielsweise der Motor 61 zum größten Teil seines Volumens unterhalb der Horizontalebene HE angeordnet sein kann, um die Gewichtsverteilung zu optimieren.

Gemäß einer Gestaltungsvariante kann es so sein, dass der Elektromotor 61 zusätzlich oder alternativ zu dem oder den Akkumulatoren 60 und zusätzlich oder alternativ zu der Steuereinheit 63 im Flutungsraum 70 angeordnet ist.

Die Figuren 2 und 7 zeigen, dass die Gleitflächen 37 zu beiden Seiten der Strömungskanalaufnahme 38 am Unterschiff 30 vorhanden sind und nach unten gerichtet angeordnet sind. Es kann so sein, dass die Gleitflächen 37 zumindest bereichsweise von ebenen Flächen gebildet sind, von dreidimensional im Raum geformten Flächen gebildet sind oder von einer Kombination einer dreidimensional geformten Fläche und wenigstens einer ebenen Fläche gebildet sind. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Gleitflächen 37 teilweise, vorzugsweise zum größten Teil, von ebenen Flächen gebildet.

Wie Figur 2 zeigt, schließen sich an die Endabschnitte 37.3 der Gleitflächen 37 in Richtung zum Bug hin Mittenabschnitt der 37.2 an. Die Mittenabschnitte 37.2 verlaufen ebenfalls jeweils auf der Backbord- bzw. Steuerbordseite seitlich neben der Strömungskanalaufnahme 38. Den Endabschnitten 37.3 abgekehrt, gehen die Mittenabschnitte 37.2 jeweils in einen Gleitflächen-Frontabschnitt 37.1 über. Der Gleitflächen-Frontabschnitt 37.1 ist an der Eintrittsöffnung der Strömungskanalaufnahme 38 vorbeigeführt und verläuft vorzugsweise bis in den Bugbereich 22. Die Gleitflächen-Frontabschnitte 37.1 dienen vorzugsweise dazu, die Gleitflächen 37 kontinuierlich in den Rundungsbereich 31 im Bugbereich 22 mittelbar oder unmittelbar überzuleiten.

Die Zeichnungen lassen erkennen, dass die Gleitflächen 37 eine Gleitebene 51 bilden. Die Gleitebene 51 kann, wenn diese als ebene Flächen oder größtenteils als ebene Flächen ausgebildet sind, von den Gleitflächen 37 selbst gebildet sein.

Sind die Gleitflächen 37 nicht als ebene Flächen oder nicht vollständig als ebene Flächen ausgebildet, so wird die Gleitebene 51 von einer gemittelten virtuellen Gleitflächenebene gebildet, wobei diese gemittelte virtuelle Gleitflächenebene so angeordnet ist, dass sich die Flächenteile der Gleitfläche 37 zu gleichen Flächenanteilen oberhalb und unterhalb dieser gemittelten virtuellen Gleitflächenebene erstrecken.

Die Zeichnungen veranschaulichen, dass sich eine in Richtung vom Bug zum Heck 27 verlaufende Referenzlängslinie der ebenen Fläche oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebenen, die durch den Flächenschwerpunkt der ebenen Fläche oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebene verläuft, mit der Schubebene FE einen Gleitwinkel β einschließt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann der Gleitwinkel β im Bereich zwischen 2° und 20° , vorzugsweise im Bereich zwischen 4° und 15° , besonders bevorzugt im Bereich zwischen 8° und 14° , besonders bevorzugt im Bereich zwischen 11° und 14° , gewählt werden.

Figur 6 veranschaulicht, dass die ebene Fläche der Gleitflächen 37 bzw. die gemittelte virtuelle Gleitflächenebene im Anstellwinkel $\alpha=0^\circ$ zu der Schubebene FE angestellt ist. Es kann jedoch auch so sein, dass dieser Anstellwinkel $\alpha > 0^\circ$ ist, wobei sich dann der Anstellwinkel α vorzugsweise zur Steuerbord- bzw. Backbordseite hin öffnet.

Schließlich veranschaulicht Figur 5 auch, dass zwischen der Gleitebene 51 und der Horizontalebene 52 ein Winkel δ eingeschlossen ist, der sich zur Bugseite hin öffnet. Dieser Winkel δ ist vorzugsweise im Bereich zwischen 3° und 14° , vorzugsweise zwischen 5° und 12° , besonders bevorzugt zwischen 5° und 10° , gewählt.

Figur 5a veranschaulicht, dass die Zentriereinheit 35 in der Mittellängsebene ME angeordnet sein kann und vorzugsweise symmetrisch zur Mittellängsebene ME ausgebildet sein kann.

Die Zentriereinheit 35 besitzt vorzugsweise wenigstens zwei Zentrierflügel 35.2, die den Bereich der Durchführung (Nabe 35.1) im Abstand zu der Innenwandung des Strömungskanals 39.2 halten. Vorzugsweise ist zumindest einer der Zentrierflügel 35.2 in Richtung der Drehachse D der Antriebswelle 62 in Flucht zu dem Leitelement 33 angeordnet. Dabei kann das Leitelement 33 unmittelbar oder getrennt über einen schmalen Spaltbereich an den Zentrierflügel 35.2 angeschlossen sein.

Figur 1 veranschaulicht, dass sich die senkrecht zur Mittelquerebene ME erstreckende Breite des Leitelements 33 in Richtung vom Heck zum Bug hin vergrößert, vorzugsweise kontinuierlich erweitert. Dabei kann es auch so sein, dass das Leitelement 33 an seinem, dem Heck 27 abgewandten bugseitigen Ende in einen zur Unterseite U hin gewölbten Rundungsbereich 31 des Unterschiffs 30 übergeht, wobei der Rundungsbereich 31 im Bugbereich 22 angeordnet ist und sich weiter bevorzugt von Leitelement 33 bis hin zur Bugspitze 21 erstreckt.

Ausweislich Figur 5 besitzt das Tauchfahrzeug vorteilhafterweise im Rumpf 10 zusätzlich zu dem Strömungskanal 39 ein Flutungsraum 70, der über eine oder mehrere Eintrittsöffnungen 71 und eine oder mehrere Austrittsöffnungen 72 mit der Umgebung in Verbindung steht. Vorzugsweise ist es so, dass zumindest eine Eintrittsöffnung 71 im Bereich einer zur Oberseite O gerichteten, einteilig oder mehrteilig ausgebildeten Oberschale 20 des Tauchfahrzeugs angeordnet ist.

Bei dem in den Zeichnungen gezeigten Tauchfahrzeug bildet die Drehachse D der Antriebswelle 62 eine virtuelle Schubachse 53, wobei sich an die Strömungskanalaufnahme 38, insbesondere die Ausbauchung 39.3, am Unterschiff 30 beidseitig die nach unten gerichteten Gleitflächen 37 anschließen. Figur 5 veranschaulicht, dass ein Bugspitzenabschnitt B1-B3 des Rumpfes (10) gebildet ist, der sich ausgehend von der Bugspitze 21 in Richtung zum Fahrzeugheck über eine Länge von 10%, vorzugsweise 5%, besonders bevorzugt 2,5%, der von der Bugspitze 21 bis zum heckseitigen Ende gemessenen Fahrzeuglänge L erstreckt. Dabei schneidet die in Richtung vom Bug zum Heck nach unten geneigte virtuelle Schubachse 53 den Bugspitzenabschnitt B1-B3.

Die Figuren 3 und 5 veranschaulichen, dass die Gleitflächen 37 sich vorzugsweise ausgehend von dem heckseitigen Ende der Gleitflächen 37 zumindest über 30%, vorzugsweise zumindest über 40%, besonders bevorzugt zumindest über 50%, der Fahrzeuglänge L seitlich neben dem Strömungskanal 39.2 und insbesondere vorzugsweise oberhalb der Schubebene FE in Richtung zum Bug (22) erstrecken.

Es kann insbesondere so sein, dass die Gleitflächen 37 die Schubebene FE schneiden.

Die Figuren 3 und 6 zeigen, dass die virtuelle Schubachse 53 in einer Schubebene FE liegt, wobei zwei die Schubebene FE aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Schubachse 53 und der zweite Vektor senkrecht dazu in Schwimmlage und in Ruhestellung des Tauchfahrzeugs horizontal von der Backbord- zu der Steuerbordseite 11, 12 verläuft (in Figur 5_senkrecht zur Bildebene). Weiterhin ist eine senkrecht zur Schubebene FE stehende, die Schubachse 53 aufnehmende Mittellängsebene ME vorgesehen. Es kann dabei so sein, wie Fig 5 zeigt, dass die Gleitflächen 37 die Schubebene FE im Bereich des Fahrzeugrumpfes schneiden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Gleitflächen 37 die Schubebene FE in einem Bereich schneiden, der von dem bugseitigen Ende und/oder dem heckseitigen Ende jeweils um 25% der Fahrzeuglänge L beabstandet angeordnet ist.

Vorzugsweise ist es so, wie Fig. 5 zeigt, dass die Gleitflächen 37 die Schubebene FE in einem Bereich schneiden, der von dem heckseitigen Ende 25% beabstandet angeordnet ist.

Ansprüche

1. Tauchfahrzeug mit einem Rumpf (10), welcher im Bereich seiner Unterseite ein Unterschiff (30) aufweist, wobei im Rumpf (10) ein Strömungskanal (39.2) zumindest bereichsweise aufgenommen ist oder wobei dem Rumpf (10) ein Strömungskanal (39.2) zugeordnet ist, wobei der Strömungskanal (39.2) im Bereich des Hecks einen Strömungsaustritt (39) aufweist, wobei der Strömungskanal (39.2) zumindest bereichsweise innerhalb einer am Unterschiff (30) vorstehenden Strömungskanalaufnahme (38), insbesondere einer Ausbauchung (39.3), angeordnet ist, wobei im Strömungskanal (39.2) eine Wasserbeschleunigungseinrichtung, insbesondere ein Propeller (36), angeordnet ist, der mittels einer Antriebswelle (62) von einem Motor (61) mittelbar oder unmittelbar antreibbar ist, wobei die Drehachse (D) der Antriebswelle (62) eine virtuelle Schubachse (53) bildet, wobei sich an die Strömungskanalaufnahme (38), insbesondere die Ausbauchung (39.3), am Unterschiff (30) beidseitig nach unten gerichtete Gleitflächen (37) anschließen, die im Bereich des Fahrzeughecks oberhalb der Schubachse (53) enden, wobei ein Bugspitzenabschnitt (B1-B3) des Rumpfes (10) gebildet ist, der sich ausgehend von der Bugspitze (21) in Richtung zum Fahrzeugheck über eine Länge von 10%, vorzugsweise 5%, besonders bevorzugt 2,5%, der von der Bugspitze bis zum heckseitigen Ende gemessenen Fahrzeuglänge (L) erstreckt, und wobei die in Richtung vom Bug zum Heck nach unten geneigte virtuelle Schubachse (53) den Bugspitzenabschnitt (B1-B3) schneidet.
2. Tauchfahrzeug, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitflächen (37) am Heck (27) mit Endabschnitten (37.3) im Bereich des Strömungsaustritts (39) des Strömungskanals (39.2) enden.
3. Tauchfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsaustritt (39) des Strömungskanals (39.2) in Richtung zur Unterseite des Unterschiffs (30) zumindest bis zu der Schubachse (53) über die heckseitigen Enden der Endabschnitte (37.3) der Gleitflächen (37) vorsteht, vorzugsweise mit zumindest 75% seiner Querschnittsfläche, weiter bevorzugt mit zumindest 90% seiner Querschnittsfläche, besonders bevorzugt vollständig über die heckseitigen Enden der Endabschnitte (37.3) der Gleitflächen (37) vorsteht.

4. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3 , dadurch gekennzeichnet, dass die Endabschnitte (37.3) der Gleitflächen (37) in Richtung zum Bug jeweils in einen Gleitflächen-Frontabschnitt (37.2) übergehen, dass die Gleitflächen-Frontabschnitte (37.2) jeweils an ihrem, dem Endabschnitt (37.3) abgewandten Ende einen Überleitabschnitt (37.1) bilden, der sich in Richtung zum Bug erstreckt, dass sich die Frontabschnitte (37.2) mit ihren Überleitabschnitten (37.1) jeweils seitlich der Eintrittsöffnung des Strömungskanals (39.2) erstrecken, und dass vorzugsweise der Bereich des Strömungskanals (39.2), der die Eintrittsöffnung in den Strömungskanal (39.2) bildet, in Richtung zur Unterseite zumindest bereichsweise über die Überleitabschnitte (37.1) vorsteht, vorzugsweise zumindest mit 50% der Querschnittsfläche, weiter bevorzugt mit zumindest 75% der Querschnittsfläche, besonders bevorzugt mit zumindest 85% der Querschnittsfläche der Eintrittsöffnung über die Überleitabschnitte (37.1) nach unten vorsteht.

5. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitflächen (37) sich ausgehend von dem heckseitigen Ende der Gleitflächen (37) zumindest über 30%, vorzugsweise zumindest über 40%, besonders bevorzugt zumindest über 50%, der Fahrzeuglänge (L) seitlich neben dem Strömungskanal (39.2) und vorzugsweise oberhalb der Schubebene (FE) in Richtung zum Bug (22) erstrecken.

6. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die senkrecht zur Schubachse (53) gemessene maximale Breite des Tauchfahrzeugs von der Back- zur Steuerbordseite (11,12), das Maß Y hat, dass die Strömungskanalaufnahme (38), insbesondere die Ausbauchung (39.3) von zwei Seitenwänden (38.1) begrenzt ist, die mittels eines Verbindungsabschnitts (38.2) im Bereich der Unterseite der Strömungskanalaufnahme (38) miteinander verbunden sind, dass an die Seitenwände (38.1) unterseitig am Unterschiff (30) die Gleitflächen (37) beidseitig anschließen, wobei die Gleitflächen (37) sich quer zu den Seitenwänden (38.1) in Richtung zur jeweils zugeordneten Backbord- oder Steuerbordseite (11, 12) hin erstrecken, und dass das die Gleitfläche (37) überbrückende Abstandsmaß zwischen den Seitenwänden (38.1) und der

zugeordneten Steuerbord- oder Backbordseite (11, 12) über die gesamte Länge der Strömungskanalaufnahme (38) das Maß $Z = 0,08 \cdot Y$, vorzugsweise $Z = 0,1 \cdot Y$, besonders bevorzugt $Z = 0,15 \cdot Y$ nicht unterschreitet.

7. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Fahrzeugrumpf wenigstens ein Akkumulator (60) zur Versorgung des Motors mit Strom untergebracht ist, dass das von dem Akkumulator (60) eingenommene Volumen zum größten Teil, vorzugsweise vollständig oberhalb der Schubachse (53) angeordnet ist.

8. Tauchfahrzeug nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Fahrzeugrumpf zwei Akkumulatoren (60) untergebracht sind, die zu beiden Seiten der Schubachse (53) angeordnet sind, und dass das von beiden Akkumulatoren (60) eingenommene Volumen zum größten Teil, vorzugsweise vollständig oberhalb der Schubachse (53) angeordnet ist.

9. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schubachse (53) in einer Schubebene (FE) liegt, wobei zwei die Schubebene (FE) aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Schubachse (53) und der zweite Vektor senkrecht dazu in Schwimmlage und in Ruhestellung des Tauchfahrzeugs horizontal von der Backbord- zu der Steuerbordseite (11, 12) verläuft wobei eine senkrecht zur Schubebene (FE) stehende, die Schubachse (53) aufnehmende Mittellängsebene (ME) vorgesehen ist, und dass die Gleitflächen (37) die Schubebene (FE) im Bereich des Fahrzeugrumpfes schneiden, wobei vorzugsweise vorgesehen ist, dass die Gleitflächen (37) die Schubebene (FE) in einem Bereich schneiden, der von dem heckseitigen Ende um mindestens 20% und maximal 60% der maximalen Fahrzeuglänge, vorzugsweise um mindestens 20%, und maximal 50% der maximalen Fahrzeuglänge, weiter vorzugsweise um mindestens 20%, und maximal 40% der maximalen Fahrzeuglänge, besonders bevorzugt um mindestens 25%, und maximal 40% der maximalen Fahrzeuglänge, beabstandet angeordnet ist.

10. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass jede Gleitfläche (37) eine gemittelte virtuelle Gleitflächenebene und/oder eine ebene Fläche aufweist, wobei die gemittelte virtuelle Gleitflächenebene so angeordnet ist, dass sich die Flächenteile der Gleitfläche (37) zu gleichen Flächenanteilen oberhalb und unterhalb dieser gemittelten virtuellen Gleitflächenebene erstrecken, und dass die ebene Fläche oder die gemittelten virtuellen Gleitflächenebene mit der Schubebene (FE) einen Gleitwinkel (β) einschließt.

11. Tauchfahrzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleitwinkel (β) im Bereich zwischen 2° und 20° , vorzugsweise im Bereich zwischen 4° und 15° , besonders bevorzugt im Bereich zwischen 8° und 14° , besonders bevorzugt im Bereich zwischen 11° und 14° , gewählt ist.

12. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellängsebene (ME) den Begrenzungsrand (39.1) des Strömungsaustritts (39) in einem oberen Begrenzungspunkt (P) schneidet, dass eine die Bugspitze (21) und den oberen Begrenzungspunkt (P) schneidende Begrenzungslinie (52) vorgesehen ist, dass die Begrenzungslinie (52) in einer Horizontalebene (HE) liegt, wobei zwei die Horizontalebene (HE) aufspannende Vektoren so angeordnet sind, dass der erste Vektor in Richtung der Begrenzungslinie (52) und der zweite Vektor senkrecht dazu zwischen der Backbord- und der Steuerbordseite (11, 12) parallel zur Schubebene (FE) verläuft, und dass die Gleitflächen (37) mit ihren heckseitigen Enden die Horizontalebene (HE) schneiden, oder dass die heckseitigen Enden der Gleitflächen (37) maximal um das Maß $M = 0,2 \cdot X$, vorzugsweise $M = 0,1 \cdot X$ beabstandet von der Horizontalebene (HE) und unterhalb der Horizontalebene (HE) angeordnet sind, wobei X das maximale lichte Öffnungsmaß des Strömungsaustritts (39) ist.

13. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitflächen (37) und die Horizontalebene (HE) in Richtung vom Heck zum Bug divergieren.

14. Tauchfahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Projektionen der Begrenzungslinie (52) und der ebenen Fläche der Gleitfläche (37) oder der gemittelten virtuellen Gleitflächenebene in die Mittellängsebene (ME) zueinander in einem Begrenzungswinkel (δ) im Bereich zwischen 3° und 14° , vorzugsweise zwischen 5° und 12° , besonders bevorzugt zwischen 5° und 10° stehen.

15. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Schubachse (53) und die Begrenzungslinie (52) im Bugbereich (22) schneiden, wobei vorzugsweise der Schnittpunkt maximal $0,16 \cdot$ der maximalen Gesamtlänge des Tauchfahrzeugs (L), vorzugsweise maximal $0,2 \cdot$ der maximalen Gesamtlänge des Tauchfahrzeugs (L) von der Bugspitze (21) beabstandet ist.

16. Tauchfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der den Strömungsaustritt (39) begrenzende Begrenzungsrand (39.1) eine Strahlaustrittsfläche bildet, durch die der im Strömungskanal (39.2) erzeugte Wasserstrahl austritt, wobei die Strahlaustrittsfläche die Begrenzungslinie (52) unter einem Winkel (μ), vorzugsweise im Bereich von größer 84° , schneidet.