



(11) **EP 3 927 615 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.10.2024 Patentblatt 2024/41

(21) Anmeldenummer: **20705315.8**

(22) Anmeldetag: **10.02.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B63G 8/22 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B63G 8/22; B63G 2008/004

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/053261

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/169376 (27.08.2020 Gazette 2020/35)

(54) **AUFTRIEBSMODIFIKATIONSMODUL FÜR EIN MODULARES UNTERWASSERFAHRZEUG**
BUOYANCY MODIFICATION MODULE FOR A MODULAR UNDERWATER VEHICLE
MODULE DE MODIFICATION DE FLOTTABILITÉ POUR UN VÉHICULE SUBMERSIBLE
MODULAIRE

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

(30) Priorität: **19.02.2019 DE 102019202189**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.2021 Patentblatt 2021/52

(73) Patentinhaber:
• **thyssenkrupp Marine Systems GmbH**
24143 Kiel (DE)
• **thyssenkrupp AG**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **RICHTER, Nicolas**
25365 Klein Offenseth-Sparrieshoop (DE)
• **NEHREN, Sascha**
24232 Schoenkirchen (DE)
• **JESS, Andreas**
24306 Plön (DE)
• **VOSS, Thomas**
23701 Süsel-OT Middelburg (DE)

• **WEHNER, Willem Hendrik**
24143 Kiel (DE)
• **SCHIEMANN, Marc**
24145 Kiel (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2016/026894 CN-A- 107 618 643
CN-A- 107 804 442 DE-A1- 102017 200 078
GB-A- 2 351 718 JP-A- 2009 096 396
NO-B- 160 190

• **ARAS M S M ET AL: "Auto Depth Control for Underwater Remotely Operated Vehicles using a Flexible Ballast Tank System", JOURNAL OF TELECOMMUNICATION, ELECTRONIC AND COMPUTER ENGINEERING, vol. 7, no. 1, 1 June 2015 (2015-06-01), XP093089908, ISSN: 2180-1843, Retrieved from the Internet <URL:https://files.core.ac.uk/pdf/13518/235652367.pdf>**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 927 615 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Auftriebsmodifikationsmodul für ein modulares Unterwasserfahrzeug sowie ein Unterwasserfahrzeug.

[0002] Modulare Wasserfahrzeuge werden üblicherweise missionstypisch zusammengestellt und bestehen aus verschiedenen Modulen, welche verschiedene Funktionen übernehmen. Hierbei werden die verschiedenen Module ähnlich wie Standardcontainer miteinander verbunden. Hierzu besitzen die Module üblicherweise standardisierte Außenmaße sowie Verbindungselemente. Art und Anzahl der Module können so einfach ausgewählt werden und durch einfaches Verbinden missionsabhängig zu einem Unterwasserfahrzeug verbunden werden.

[0003] Bei einer Mission kann sich die Masse und damit der Auftrieb des modularen Wasserfahrzeugs während der Mission ändern. Beispielsweise kann das modulare Wasserfahrzeug Gegenstände aufnehmen, beispielsweise Gesteinsproben, Messvorrichtungen, Rohstoffe, Abfälle und vieles andere mehr. Alternativ oder zusätzlich kann das modulare Wasserfahrzeug Gegenstände abgeben, zum Beispiel Messvorrichtungen, Verbrauchsmittel (beispielsweise Treibstoff an Unterwasserreinrichtung), kleinere autonome Unterwasserfahrzeuge und vieles andere mehr.

[0004] Auftrieb im Sinne der Erfindung kann positiv oder negativ sein. Negativer Auftrieb wird auch Abtrieb genannt.

[0005] Aus der DE 10 2017 200 078 A1 ist ein modulares Wasserfahrzeug mit wenigstens einem Nutzelement und zwei ersten Bugelementen bekannt.

[0006] Aus der WO 2016/026894 A1 ist ein Verfahren zum Steuern einer Auftriebskontrollvorrichtung bekannt.

[0007] Aus der GB 2 351 718 A ist eine Auftriebskontrollvorrichtung bekannt.

[0008] Aus der EP 0 850 830 A2 ist ein Unterseeboot mit mehreren Druckkörpern bekannt.

[0009] Aus der US 9,315,248 B2 ist ein modulares System zur Herstellung von Unterwasserrobotern bekannt.

[0010] Aus der DE 10 2010 047 677 A1 ist eine Vorrichtung zum Bedrücken eines Auftriebstanks bekannt.

[0011] Aus der WO 2009/008880 A1 ist ein konfigurierbares Unterwasserfahrzeug bekannt. Aus der JP 2009 096396 A ist ein Unterwasserfahrzeug bekannt.

[0012] Aus der CN 107 804 442 A ist eine hochpräzise modulare Auftriebsveränderungsvorrichtung und eine Unterwasserkontrolle zur Erkennung der Verdrängung bekannt.

[0013] Aus der CN 107 618 643 A ist eine integrierte Vorrichtung für die Einstellung der Auftriebskraft und die Selbstrettung in Notfällen mit großer spezifischer Kapazität und Unterwassermaschine bekannt.

[0014] Aus der NO 160 190 B ist eine Unterwasservorrichtung bekannt.

[0015] Aus der Aras M S M ET AL: "Auto Depth Control for Underwater Remotely Operated Vehicles using a

Flexible Ballast Tank System", Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering, Bd. 7, Nr. 1, 1. Juni 2015, (2015-06-01), XP093089908, ISSN: 2180-1843, URL <https://files.core.ac.uk/pdf/1358/235652367.pdf> ist eine

automatische Tiefensteuerung für ferngesteuerte Unterwasserfahrzeuge unter Verwendung eines flexiblen Ballasttanksystems bekannt.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Modul zu schaffen, mit dem der Auftrieb eines modularen Unterwasserfahrzeugs modifiziert werden kann, um die Aufnahme oder Abgabe von Gegenständen zu kompensieren.

[0017] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Auftriebsmodifikationsmodul für ein modulares Unterwasserfahrzeug mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein modulares Unterwasserfahrzeug mit den in Anspruch 12 angegebenen Merkmalen. Vorteilhaft Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Zeichnungen.

[0018] Das erfindungsgemäße Auftriebsmodifikationsmodul für ein modulares Unterwasserfahrzeug weist wenigstens einen ersten Rahmen auf, wobei der Rahmen zur Verbindung des Auftriebsmodifikationsmoduls mit weiteren Modulen ausgebildet ist. Das Auftriebsmodifikationsmodul ist wasserdurchspült. Somit sind nicht genutzte Räume des Auftriebsmodifikationsmoduls auftriebsneutral. Weiter muss nicht das gesamte Modul als Druckkörper ausgeführt sein, was problematisch wäre, dafür eine einfache Kombination von Modulen beispielsweise eine quaderförmige Grundform des Moduls optimal ist, welche einen Druckkörper jedoch nicht optimal ist. Der Rahmen kann im einfachsten Fall tatsächlich als Rahmengestell in Form der Kanten eines Quaders ausgeführt sein. Hierdurch kann eine gute Verbindbarkeit der Module in alle drei Raumrichtungen erreicht werden.

[0019] Das Auftriebsmodifikationsmodul weist wenigstens einen ersten Druckkörper auf, wobei der erste Druckkörper wenigstens einen ersten Flutbereich aufweist. Im Auftriebsmodifikationsmodul ist wenigstens eine erste Pumpe angeordnet, wobei die erste Pumpe Wasser aus der Umgebung oder einem auftriebsneutralen Reservoir in den ersten Flutbereich und aus dem ersten Flutbereich in die Umgebung oder ein auftriebsneutrales Reservoir fördern kann.

[0020] Fördert die erste Pumpe Wasser aus der Umgebung, so ist das System vergleichsweise einfach. Nachteilig ist jedoch, dass somit die Pumpe selbst sowie auch der erste

Flutbereich den Auswirkungen des Umgebungswassers ausgesetzt sind. Insbesondere relevant sind Verunreinigungen, Korrosion und Bewuchs.

[0022] Fördert die erste Pumpe Wasser in und aus einem auftriebsneutralen Reservoir, so kann sauberes Wasser verwendet werden. Ein auftriebsneutrales Reservoir kann beispielsweise ballonförmig ausgeführt sein. Hierdurch ändert sich jedoch das Volumen. Außer-

dem altern die hierfür verwendeten elastischen Materialien vergleichsweise schnell, sodass hierdurch das Ausfallrisiko steigt. Weiter ist der Platzbedarf bei der Konstruktion zu berücksichtigen.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Rahmen eine Grundform auf, die einem geraden Prisma mit einem regelmäßigen Viereck als Grundfläche entspricht. Beispielsweise und insbesondere weist der Rahmen eine quaderförmige Grundform auf, wobei ein Quader ein gerades Prisma mit einem Rechteck als Grundfläche ist. Hierdurch ist eine optimale Kombination der Module möglich, sowohl was Stabilität als auch Raumnutzung betrifft.

[0024] Erfindungsgemäß weist der erste Druckkörper wenigstens einen ersten Trockenbereich auf, wobei im ersten Trockenbereich die wenigstens eine erste Pumpe angeordnet ist

[0025] Die Anordnung der ersten Pumpe im ersten Trockenbereich im Inneren des ersten Druckkörpers ermöglicht die Verwendung einer einfacheren Pumpe, welche nicht sowohl dem Umgebungswasser als auch dem Umgebungsdruck sowie den sich daraus wechselnden Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Auftriebsmodifikationsmodul wenigstens einen ersten Gasbereich auf, wobei der erste Gasbereich mit dem ersten Flutbereich verbunden ist.

[0027] Prinzipiell besteht die Möglichkeit, dass bei jedem Tauchvorgang das im ersten Flutbereich vorhandene Gas ausgestoßen wird und beim Entleeren aus einem Druckvorrat neu eingeleitet wird. Dieses ist jedoch bei Unterwasserfahrzeugen problematisch, die entweder in große Tiefen, beispielsweise 2000 m, vordringen wollen, oder eine größere Anzahl an Tauchvorgängen beziehungsweise Tiefenänderungen vornehmen sollen. Da übliche Gasflaschen mit einem Druck von insbesondere 300 bar arbeiten führt dieses bei 2000 m Tiefe dazu, dass pro Tauchvorgang ein Vielfaches an Volumen an Gasflaschen im Verhältnis zum ersten Flutbereich mitgeführt werden muss. Daher ist vorteilhaft, dass das im ersten Flutbereich befindliche Gas beim Fluten im ersten Gasbereich komprimiert wird. Hierdurch muss die erste Pumpe zwar gegen den steigenden Druck arbeiten, das Gasvolumen muss jedoch beim erneuten Aufsteigen nicht erneut bereitgestellt werden.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der erste Gasbereich bei vollständig entleertem ersten Flutbereich einen ersten Gasdruck auf. Weiter weist der erste Gasbereich bei vollständig geflutetem ersten Flutbereich einen zweiten Gasdruck auf. Der Unterschied zwischen dem ersten Gasdruck und dem zweiten Gasdruck ergibt sich durch die Verringerung des dem im ersten Gasbereich befindlichen Gases zur Verfügung stehenden Raum.

[0029] Im einfachsten Fall bilden der erste Flutbereich und der erste Gasbereich einen gemeinsamen Raum.

Wenn also beispielsweise der erste Flutbereich $\frac{2}{3}$ die-

ses gemeinsamen Raums ausmacht und der erste Gasbereich $\frac{1}{3}$, so wird dieser gemeinsame Raum maximal

zu $\frac{2}{3}$ geflutet. Hierdurch würde sich in erster Näherung (ideales Gasgesetz) der Gasdruck zwischen dem entleerten Zustand und dem gefluteten Zustand verdreifachen. Hierbei kann die Trennung zwischen dem ersten Flutbereich und dem Gasbereich rein regelungstechnisch, beispielsweise durch die Druckänderung im Inneren erfolgen.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Auftriebsmodifikationsmodul wenigstens einen zweiten Gasbereich auf, wobei der erste Gasbereich und der zweite Gasbereich gasführend miteinander verbunden sind. Beispielsweise und bevorzugt ist der erste Gasbereich im ersten Druckkörper angeordnet und der zweite Gasbereich außerhalb des ersten Druckkörpers angeordnet. Beispielsweise und insbesondere ist der zweite Gasbereich in einem zweiten Druckkörper angeordnet. Besonders bevorzugt bildet der zweite Druckkörper den zweiten Gasbereich. Beispielsweise und bevorzugt ist der zweite Druckkörper eine Druckgasflasche. Beispielsweise und insbesondere kann das Auftriebsmodifikationsmodul auch mehr als einen zweiten Gasbereich aufweisen. Beispielsweise und bevorzugt können zwei, drei, vier, sechs, acht oder zehn handelsübliche Gasdruckflaschen zweite Gasbereiche bilden.

[0031] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der erste Gasbereich und der zweite Gasbereich über eine erste Gaspumpe verbunden. Ohne eine Gaspumpe ergibt sich der resultierende Gasdruck aus der Verkleinerung beziehungsweise Vergrößerung des zur Verfügung stehenden Volumens. Durch eine Gaspumpe kann eine Druckdifferenz erzeugt werden. Zusätzlich kann der gegen die erste Pumpe wirkende Druck beim Fluten reduziert werden, um dort Leistung einzusparen. Nachteilig ist jedoch die Erhöhung der Komplexität des Systems.

[0032] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der erste Gasbereich und der zweite Gasbereich über ein erstes Ventil verbunden, wobei das erste Ventil das Eindringen von Flüssigkeit in den zweiten Gasbereich verhindert. Beispielsweise ist das erste Ventil ein Rückschlagventil oder anderes Einwegeventil.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der erste Gasbereich bei vollständig entleertem ersten Flutbereich einen ersten Gasdruck auf, wobei der erste Gasdruck der Hälfte des maximalen Tauchdrucks entspricht. Dieser Druck hat sich als optimal herausgestellt, um die Leistung der ersten Pumpe auf möglichst geringem Niveau zu halten und so Energie zu sparen.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der erste Gasbereich bei vollständig geflutetem ersten Flutbereich einen zweiten Gasdruck auf, wobei der zweite Gasdruck dem 1,5fachen des maximalen Tauchdrucks entspricht. Dieser Druck hat sich als optimal herausgestellt, um die Leistung der ersten Pumpe

auf möglichst geringem Niveau zu halten und so Energie zu sparen.

[0035] Besonders bevorzugt weist der erste Gasbereich bei vollständig entleertem ersten Flutbereich einen ersten Gasdruck auf, wobei der erste Gasdruck der Hälfte des maximalen Tauchdrucks entspricht, und bei vollständig geflutetem ersten Flutbereich einen zweiten Gasdruck auf, wobei der zweite Gasdruck dem 1,5fachen des maximalen Tauchdrucks entspricht. Dieser Kombination hat sich als optimal herausgestellt, um die Leistung der ersten Pumpe auf möglichst geringem Niveau zu halten und so Energie zu sparen.

[0036] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der erste Gasbereich und der erste Trockenbereich gasführend miteinander verbunden. Hierdurch kann das die erste Pumpe umgebende Volumen genutzt werden. Gleichzeitig bleibt die erste Pumpe trocken. Somit ist eine etwas kompaktere Bauweise möglich. Bevorzugt ist zwischen dem ersten Gasbereich und dem ersten Trockenbereich ein Ventil angeordnet, welches Eindringen von Wasser in den ersten Trockenbereich verhindert.

[0037] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der erste Gasbereich und der erste Flutbereich über eine bewegliche, flüssigkeitsdichte Schicht voneinander getrennt. Durch eine bewegliche, flüssigkeitsdichte Schicht, beispielsweise eine Folie, kann verhindert werden, dass Wasser nicht in den ersten Gasbereich gelangen kann. Auch kann hierdurch verhindert werden, dass Gas aus dem ersten Gasbereich durch die erste Pumpe in die Umgebung abgegeben werden kann.

[0038] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die erste Pumpe ausgewählt aus der Gruppe Membranpumpe, Plungerpumpe, Drehschieberpumpe. Bevorzugt ist die erste Pumpe eine Plungerpumpe.

[0039] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Auftriebsmodifikationsmodul eine zweite Pumpe auf, wobei die erste Pumpe und die zweite Pumpe parallel geschaltet sind. Besonders bevorzugt weisen die erste Pumpe und die zweite Pumpe einen gemeinsamen Antrieb auf. Weiter bevorzugt weist das Auftriebsmodifikationsmodul eine dritte Pumpe auf, wobei die erste Pumpe, die zweite Pumpe und die dritte Pumpe parallel geschaltet sind. Besonders bevorzugt weisen die erste Pumpe, die zweite Pumpe und die dritte Pumpe einen gemeinsamen Antrieb auf.

[0040] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das Auftriebsmodifikationsmodul die Außenmaße 2991 mm mal 2438 mm mal 2438 mm auf.

[0041] In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein modulares Unterwasserfahrzeug. Das modulare Unterwasserfahrzeug besteht aus wenigstens drei Modulen. Wenigstens ein Modul ist ein erstes erfindungsgemäßes Auftriebsmodifikationsmodul.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weisen die Module eine Grundform auf, die einem geraden Prisma mit einem regelmäßigen Viereck als Grundfläche entspricht. Beispielsweise und insbesonde-

re weisen die Module eine quaderförmige Grundform auf, wobei ein Quader ein gerades Prisma mit einem Rechteck als Grundfläche ist. Hierdurch ist eine optimale Kombination der Module möglich, sowohl was Stabilität als auch Raumnutzung betrifft. Hierbei müssen nicht alle Module eine identische Form haben. Beispielsweise haben alle Module die gleiche Grundfläche, sodass diese hintereinander leicht in einer Reihe angeordnet werden können. Die Länge kann hierbei zwischen den Modulen unterschiedliche sein. Ebenso können Module unterschiedliche Grundflächen aufweisen, beispielsweise und insbesondere kann ein Modul einen doppelt so große Grundfläche wie ein weiteres Modul aufweisen wodurch dieses Modul mit zwei nebeneinander angeordneten weiteren Modulen kombiniert werden kann. Insbesondere das vorderste und hinterste Modul weisen hiervon eine deutlich abweichende Form auf, um den Bug und das Heck des Unterwasserfahrzeugs strömungsgünstig auszubilden. Jeweils lediglich eine Kompatibilität zur Grundfläche des nächst angrenzenden Moduls notwendig.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das erste Auftriebsmodifikationsmodul mit allen benachbarten Modulen mechanisch verbunden. Weiter weist das erste Auftriebsmodifikationsmodul mit wenigstens einem benachbarten Modul eine elektrische Verbindung auf. Bevorzugt weist das erste Auftriebsmodifikationsmodul mit wenigstens einem benachbarten Modul eine Datenverbindung auf.

[0044] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das modulare Unterwasserfahrzeug wenigstens ein erstes Nutzlastmodul auf. Bevorzugt sind das erste Auftriebsmodifikationsmodul und das erste Nutzlastmodul benachbart. Dieses ist vorteilhaft, da durch das erste Nutzlastmodul eine Massenänderung des modularen Unterwasserfahrzeugs erfolgen kann, wenn eine Nutzlast abgesetzt oder aufgenommen wird. Je näher also das erste Auftriebsmodifikationsmodul ist, desto geringer ist die Veränderung der Trimmung des modularen Unterwasserfahrzeugs.

[0045] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das modulare Unterwasserfahrzeug ein zweites Auftriebsmodifikationsmodul auf, wobei das erste Auftriebsmodifikationsmodul bugseitig zum ersten Nutzlastmodul benachbart ist und das zweite Auftriebsmodifikationsmodul heckseitig zum ersten Nutzlastmodul benachbart ist. Durch diese symmetrische Anordnung kann die Trimmung besonders stabil gehalten werden.

[0046] Nachfolgend ist das erfindungsgemäße Auftriebsmodifikationsmodul anhand in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

- Fig. 1 erstes nicht geflutetes Auftriebsmodifikationsmodul
- Fig. 2 erstes geflutetes Auftriebsmodifikationsmodul
- Fig. 3 zweites geflutetes Auftriebsmodifikationsmodul mit zweitem Gasbereich
- Fig. 4 drittes geflutetes Auftriebsmodifikationsmodul mit Gaspumpe

Fig. 5 Modulares Unterwasserfahrzeug

[0047] In Fig. 1 ist ein erstes Auftriebsmodifikationsmodul 10 im nicht gefluteten Zustand und in Fig. 2 im gefluteten Zustand gezeigt. Das Auftriebsmodifikationsmodul 10 weist einen Rahmen 20 und einen mit dem Rahmen 20 verbundenen ersten Druckkörper 30. Der Innenraum des ersten Druckkörpers 30 teilt sich in zwei Bereiche. Rechts findet sich ein erster Trockenbereich, in welchem sich die erste Pumpe 40 befindet. Mit Hilfe der ersten Pumpe 40 kann Wasser aus der Umgebung in den linken Bereich des Druckkörpers 30 gefördert werden beziehungsweise in die entgegengesetzte Richtung. Der linke Bereich teilt sich in einen ersten Flutbereich 50, welcher zur Flutung mit Wasser vorgesehen ist, sowie einen ersten Gasbereich 60, in welchem sich ein Gas, insbesondere Luft oder Stickstoff, befindet.

[0048] In Fig. 3 ist ein zweites Auftriebsmodifikationsmodul 10 gezeigt, welches zusätzlich zwei zweite Gasbereiche 70 aufweist, welche mit dem ersten Gasbereich 60 verbunden sind. Bevorzugt sind die zweiten Gasbereiche 70 in Form von handelsüblichen Druckgasflaschen ausgeführt. Vorteil ist, dass diese neben dem üblicherweise zylinderförmigen ersten Druckkörper 30 gut unter Ausnutzung des Platzes im Rahmen 30 angeordnet werden können. Des Weiteren handelt es sich um handelsübliche und damit vergleichsweise günstige Komponenten.

[0049] Das in Fig. 4 gezeigte dritte Auftriebsmodifikationsmodul 10 weist zusätzlich eine Gaspumpe 80 auf, über welche Gas aus dem ersten Gasbereich 60 in den zweiten Gasbereich 70 und zurück gefördert werden kann.

[0050] Fig. 5 zeigt ein beispielhaftes modulares Unterwasserfahrzeug 100. Das modulare Unterwasserfahrzeug 100 weist ein erstes Nutzlastmodul 110 auf. Um die Masseänderung des Nutzlastmoduls 110 während der Mission zu kompensieren, sind vor und hinter dem Nutzlastmodul 110 jeweils ein Auftriebsmodifikationsmodul 10 angeordnet. Beispielsweise weist das modulare Unterwasserfahrzeug 100 noch ein Bugmodul 120 auf, welches beispielsweise ein Sonar und Steuerungselektronik aufweisen kann. Am Heck ist ein Energiemodul 130 angeordnet. Dieses kann einen Akkumulator, eine Brennstoffzelle und/oder einen außenluftunabhängigen Dieselmotor aufweisen. Durch das Energiemodul 130 werden alle anderen Module mit Energie versorgt. Weiter weist das modulare Unterwasserfahrzeug 100 ein Heckmodul 140 auf, welches beispielsweise den Fahrmotor und einen Propeller sowie die Ruder aufweist.

[0051] Bezugszeichen

10	Auftriebsmodifikationsmodul
20	Rahmen
30	erster Druckkörper
40	erste Pumpe
50	erster Flutbereich
60	erster Gasbereich

70	zweiter Gasbereich
80	Gaspumpe
100	Modulares Unterwasserfahrzeug
110	Nutzlastmodul
120	Bugmodul
130	Energiemodul
140	Heckmodul

10 Patentansprüche

1. Auftriebsmodifikationsmodul (10) für ein modulares Unterwasserfahrzeug, wobei das Auftriebsmodifikationsmodul (10) wasserdurchspült ist, wobei das Auftriebsmodifikationsmodul (10) wenigstens einen ersten Rahmen (20) aufweist, wobei der Rahmen (20) zur Verbindung des Auftriebsmodifikationsmoduls (10) mit weiteren Modulen ausgebildet ist, wobei das Auftriebsmodifikationsmodul (10) wenigstens einen ersten Druckkörper (30) aufweist, wobei der erste Druckkörper (30) wenigstens einen ersten Flutbereich (50) aufweist, wobei im Auftriebsmodifikationsmodul (10) wenigstens eine erste Pumpe (40) angeordnet ist, wobei die erste Pumpe (40) Wasser aus der Umgebung oder einem auftriebsneutralen Reservoir in den ersten Flutbereich (50) und aus dem ersten Flutbereich (50) in die Umgebung oder ein auftriebsneutrales Reservoir fördern kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Druckkörper (30) wenigstens einen ersten Trockenbereich aufweist, wobei im ersten Trockenbereich die wenigstens eine erste Pumpe (40) angeordnet ist.
2. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach Anspruch 1., **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auftriebsmodifikationsmodul (10) wenigstens einen ersten Gasbereich (60) aufweist, wobei der erste Gasbereich (60) mit dem ersten Flutbereich (50) verbunden ist.
3. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) bei vollständig entleertem ersten Flutbereich (50) einen ersten Gasdruck aufweist, wobei der erste Gasbereich (60) bei vollständig geflutetem ersten Flutbereich (50) einen zweiten Gasdruck aufweist, wobei der Unterschied zwischen dem ersten Gasdruck und dem zweiten Gasdruck sich durch die Verringerung des dem im ersten Gasbereich (60) befindlichen Gases zur Verfügung stehenden Raum ergibt.
4. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Auftriebsmodifikationsmodul (10) wenigstens einen zweiten Gasbereich (70) aufweist, wobei der erste Gasbereich (60) und der zweite Gasbereich (70) gasführend miteinander verbunden sind.

5. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) im ersten Druckkörper (30) angeordnet ist, wobei der zweite Gasbereich (70) außerhalb des ersten Druckkörpers (30) angeordnet ist. 5
6. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Gasbereich (70) in einem zweiten Druckkörper angeordnet ist. 10
7. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) und der zweite Gasbereich (70) über ein erstes Ventil verbunden sind, wobei das erste Ventil das Eindringen von Flüssigkeit in den zweiten Gasbereich (70) verhindert. 15
8. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) bei vollständig entleertem ersten Flutbereich (50) einen ersten Gasdruck aufweist, wobei der erste Gasdruck der Hälfte des maximalen Tauchdrucks entspricht. 20
9. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) bei vollständig geflutetem ersten Flutbereich (50) einen zweiten Gasdruck aufweist, wobei der zweite Gasdruck dem 1,5fachen des maximalen Tauchdrucks entspricht. 25
10. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) und der erste Trockenbereich gasführend miteinander verbunden sind. 30
11. Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Gasbereich (60) und der erste Flutbereich (50) über eine bewegliche, flüssigkeitsdichte Schicht voneinander getrennt sind. 35
12. Modulares Unterwasserfahrzeug (100), wobei das modulare Unterwasserfahrzeug (100) aus wenigstens drei Modulen besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Modul ein erstes Auftriebsmodifikationsmodul (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche ist. 40
13. Modulares Unterwasserfahrzeug (100) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Auftriebsmodifikationsmodul (10) mit allen benachbarten Modulen mechanisch verbunden ist, wobei das erste Auftriebsmodifikationsmodul (10) mit wenigstens einem benachbarten Modul eine elektrische Verbindung aufweist. 45

14. Modulares Unterwasserfahrzeug (100) nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das modulare Unterwasserfahrzeug (100) wenigstens ein erstes Nutzlastmodul (110) aufweist, wobei das erste Auftriebsmodifikationsmodul (10) und das erste Nutzlastmodul (110) benachbart sind. 50

15. Modulares Unterwasserfahrzeug (100) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das modulare Unterwasserfahrzeug (100) ein zweites Auftriebsmodifikationsmodul (10) aufweist, wobei das erste Auftriebsmodifikationsmodul (10) bugseitig zum ersten Nutzlastmodul (110) benachbart ist, aufweist, wobei das zweite Auftriebsmodifikationsmodul (10) heckseitig zum ersten Nutzlastmodul (110) benachbart ist. 55

Claims

1. A buoyancy modification module (10) for a modular underwater vehicle, wherein the buoyancy modification module (10) is flushed through with water, wherein the buoyancy modification module (10) has at least one first frame (20), wherein the frame (20) is designed to connect the buoyancy modification modules (10) to other modules, wherein the buoyancy modification module (10) has at least one first pressure hull (30), wherein the first pressure hull (30) has at least one first flooding region (50), wherein at least one first pump (40) is arranged in the buoyancy modification module (10), wherein the first pump (40) can pump water out of the surroundings or a neutral-buoyancy reservoir into the first flooding region (50) and out of the first flooding region (50) into the surroundings or a neutral-buoyancy reservoir, **characterized in that** the first pressure hull (30) has at least one first dry region, wherein the at least one first pump (40) is arranged in the first dry region. 20
2. The buoyancy modification module (10) as claimed claim 1, **characterized in that** the buoyancy modification module (10) has at least one first gas region (60), wherein the first gas region (60) is connected to the first flooding region (50). 25
3. The buoyancy modification module (10) as claimed in claim 2, **characterized in that** the first gas region (60) has a first gas pressure when the first flooding region (50) is completely empty, wherein when the first flooding region (50) is completely flooded, the first gas region (60) has a second gas pressure, wherein the difference between the first gas pressure and the second gas pressure results from the reduction in the space available for the gas in the first gas region (60). 30
4. The buoyancy modification module (10) according 35

to one of claims 2 to 3, **characterized in that** the buoyancy modification module (10) has at least one second gas region (70), wherein the first gas region (60) and the second gas region (70) are connected to one another in a gas-conveying manner.

5. The buoyancy modification module (10) as claimed in claim 4, **characterized in that** the first gas region (60) is arranged in the first pressure hull (30), wherein the second gas region (70) is arranged outside the first pressure hull (30). 10
6. The buoyancy modification module (10) as claimed in claim 5, **characterized in that** the second gas region (70) is arranged in a second pressure hull. 15
7. The buoyancy modification module (10) as claimed in one of claims 4 to 6, **characterized in that** the first gas region (60) and the second gas region (70) are connected via a first valve, wherein the first valve prevents the penetration of liquid into the second gas region (70). 20
8. The buoyancy modification module (10) according to one of claims 2 to 7, **characterized in that** the first gas region (60) has a first gas pressure when the first flooding region (50) is completely empty, wherein the first gas pressure corresponds to half the maximum dive pressure. 25
9. The buoyancy modification module (10) according to one of claims 2 to 8, **characterized in that** the first gas region (60) has a second gas pressure when the first flooding region (50) is completely flooded, wherein the second gas pressure corresponds to 1.5 times the maximum dive pressure. 30
10. The buoyancy modification module (10) according to one of claims 2 to 9, **characterized in that** the first gas region (60) and the first dry region are connected to one another in a gas-conveying manner. 35
11. The buoyancy modification module (10) according to one of claims 2 to 10, **characterized in that** the first gas region (60) and the first flooding region (50) are separated from one another by a movable, liquid-tight layer. 40
12. A modular underwater vehicle (100), wherein the modular underwater vehicle (100) is composed of at least three modules, **characterized in that** at least one module is a first buoyancy modification module (10) as claimed in one of the preceding claims. 45
13. The modular underwater vehicle (100) as claimed in claim 12, **characterized in that** the first buoyancy modification module (10) is mechanically connected to all adjacent modules, wherein the first buoyancy 50

modification module (10) has an electrical connection to at least one adjacent module.

14. The modular underwater vehicle (100) according to one of claims 12 to 13, **characterized in that** the modular underwater vehicle (100) has at least one first payload module (110), wherein the first buoyancy modification module (10) and the first payload module (110) are adjacent.
15. The modular underwater vehicle (100) as claimed in claim 14, **characterized in that** the modular underwater vehicle (100) has a second buoyancy modification module (10), wherein the first buoyancy modification module (10) is adjacent to the first payload module (110) at the bow end, wherein the second buoyancy modification module (10) is adjacent to the first payload module (110) at the stern end.

Revendications

1. Module de modification de la flottabilité (10) pour un véhicule sous-marin modulaire, dans lequel le module de modification de la flottabilité (10) est traversé par de l'eau, dans lequel le module de modification de la flottabilité (10) a au moins un premier cadre (20), dans lequel le cadre (20) est conçu pour connecter les modules de modification de la flottabilité (10) à d'autres modules, dans lequel le module de modification de la flottabilité (10) a au moins une première coque de pression (30), dans laquelle la première coque de pression (30) a au moins une première région d'inondation (50), dans lequel au moins une première pompe (40) est disposée dans le module de modification de la flottabilité (10), dans lequel la première pompe (40) peut pomper de l'eau de l'environnement ou d'un réservoir à flottabilité neutre dans la première région d'inondation (50) et de la première région d'inondation (50) dans l'environnement ou un réservoir à flottabilité neutre, **caractérisé en ce que** la première coque de pression (30) a au moins une première région sèche, dans laquelle au moins une première pompe (40) est disposée dans la première région sèche.
2. Le module de modification de la flottabilité (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le module de modification de la flottabilité (10) a au moins une première région de gaz (60), dans laquelle la première région de gaz (60) est reliée à la première région d'inondation (50).
3. Module de modification de la flottabilité (10) selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** la première région de gaz (60) a une première pression de gaz lorsque la première région d'inondation (50) est complètement vide, où lorsque la première ré-

gion d'inondation (50) est complètement inondée, la première région de gaz (60) a une deuxième pression de gaz, où la différence entre la première pression de gaz et la deuxième pression de gaz résulte de la réduction de l'espace disponible pour le gaz dans la première région de gaz (60).

4. Le module de modification de la flottabilité (10) selon l'une des revendications 2 à 3, **caractérisé par le fait que** le module de modification de la flottabilité (10) comporte au moins une deuxième zone de gaz (70), dans laquelle la première zone de gaz (60) et la deuxième zone de gaz (70) sont reliées l'une à l'autre de manière à acheminer le gaz. 5
5. Module de modification de la flottabilité (10) selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** la première région gazeuse (60) est disposée dans la première coque de pression (30), la seconde région gazeuse (70) étant disposée à l'extérieur de la première coque de pression (30). 10
6. Module de modification de la flottabilité (10) selon la revendication 5, **caractérisé par le fait que** la seconde région gazeuse (70) est disposée dans une seconde coque de pression. 15
7. Module de modification de la flottabilité (10) selon l'une des revendications 4 à 6, **caractérisé par le fait que** la première région gazeuse (60) et la deuxième région gazeuse (70) sont reliées par une première soupape, la première soupape empêchant la pénétration de liquide dans la deuxième région gazeuse (70). 20
8. Le module de modification de la flottabilité (10) selon l'une des revendications 2 à 7, **caractérisé par le fait que** la première zone de gaz (60) a une première pression de gaz lorsque la première zone d'inondation (50) est complètement vide, la première pression de gaz correspondant à la moitié de la pression de plongée maximale. 25
9. Le module de modification de la flottabilité (10) selon l'une des revendications 2 à 8, **caractérisé par le fait que** la première région de gaz (60) a une deuxième pression de gaz lorsque la première région d'inondation (50) est complètement inondée, la deuxième pression de gaz correspondant à 1,5 fois la pression de plongée maximale. 30
10. Le module de modification de la flottabilité (10) selon l'une des revendications 2 à 9, **caractérisé par le fait que** la première région gazeuse (60) et la première région sèche sont reliées l'une à l'autre par une liaison gazeuse. 35
11. Le module de modification de la flottabilité (10) selon 40

l'une des revendications 2 à 10, **caractérisé par le fait que** la première région de gaz (60) et la première région d'inondation (50) sont séparées l'une de l'autre par une couche mobile étanche aux liquides.

12. Véhicule sous-marin modulaire (100), dans lequel le véhicule sous-marin modulaire (100) est composé d'au moins trois modules, **caractérisé en ce qu'au moins un module est un premier module de modification de la flottabilité (10) tel que revendiqué dans l'une des revendications précédentes.** 45
13. Véhicule sous-marin modulaire (100) selon la revendication 12, **caractérisé par le fait que** le premier module de modification de la flottabilité (10) est relié mécaniquement à tous les modules adjacents, le premier module de modification de la flottabilité (10) étant relié électriquement à au moins un module adjacent. 50
14. Le véhicule sous-marin modulaire (100) selon l'une des revendications 12 à 13, **caractérisé par le fait que** le véhicule sous-marin modulaire (100) comporte au moins un premier module de charge utile (110), où dans le premier module de modification de la flottabilité (10) et le premier module de charge utile (110) sont adjacents. 55
15. Véhicule sous-marin modulaire (100) selon la revendication 14, **caractérisé par le fait que** le véhicule sous-marin modulaire (100) comporte un second module de modification de la flottabilité (10), dans lequel le premier module de modification de la flottabilité (10) est adjacent au premier module de charge utile (110) à l'extrémité avant, dans lequel le second module de modification de la flottabilité (10) est adjacent au premier module de charge utile (110) à l'extrémité arrière.

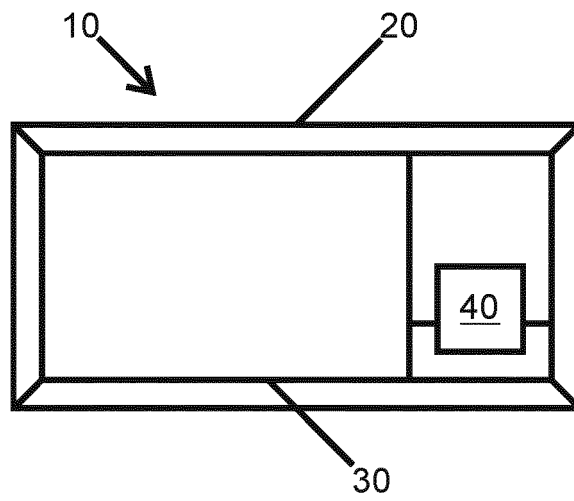


Fig. 1

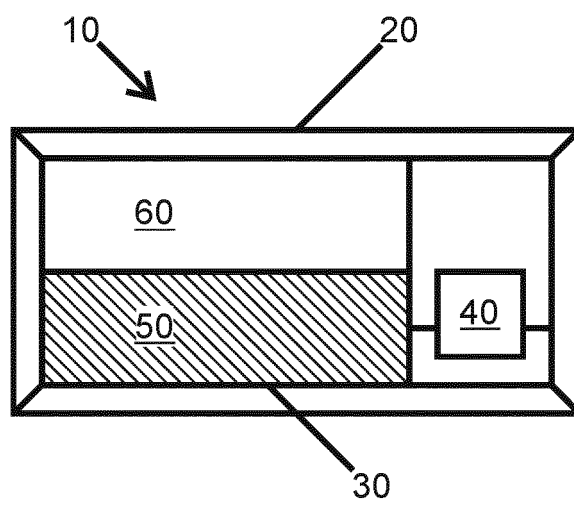
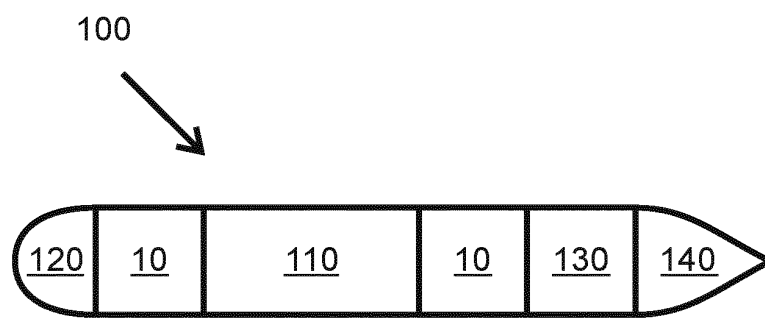
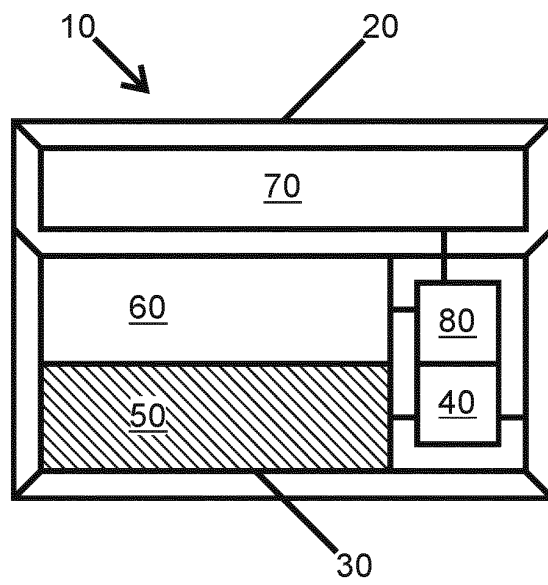
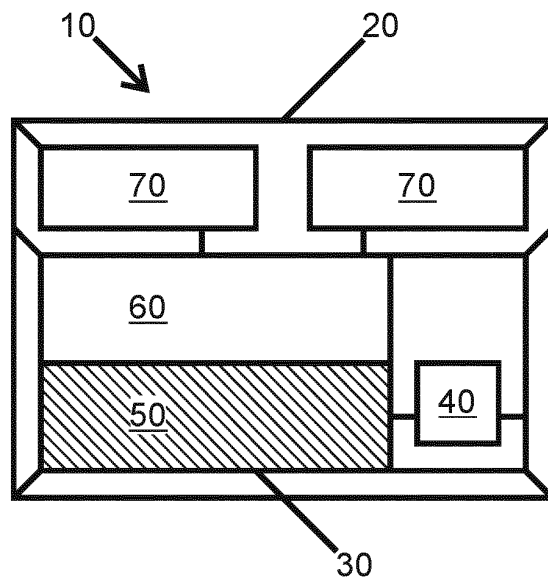


Fig. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102017200078 A1 [0005]
- WO 2016026894 A1 [0006]
- GB 2351718 A [0007]
- EP 0850830 A2 [0008]
- US 9315248 B2 [0009]
- DE 102010047677 A1 [0010]
- WO 2009008880 A1 [0011]
- JP 2009096396 A [0011]
- CN 107804442 A [0012]
- CN 107618643 A [0013]
- NO 160190 B [0014]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **ARAS M S M et al.** Auto Depth Control for Underwater Remotely Operated Vehicles using a Flexible Ballast Tank System. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 01. Juni 2015, vol. 7 (1, <https://files.core.ac.uk/pdf/1358/235652367.pdf>) [0015]