

**Bergeverfahren zum Bergen eines Unterwasserfahrzeugs,
Bergevorrichtung, U-Boot mit Bergevorrichtung,
Unterwasserfahrzeug dafür und System damit**

Die Erfindung betrifft ein Bergeverfahren zum Bergen eines Unterwasserfahrzeugs mittels einer Bergevorrichtung für ein U-Boot. Weiter betrifft die Erfindung diese Bergevorrichtung sowie ein U-Boot mit der Bergevorrichtung. Ferner betrifft die Erfindung das Unterwasserfahrzeug sowie ein System mit der Bergevorrichtung
5 tung bzw. mit dem U-Boot sowie mit dem Unterwasserfahrzeug.

Wiederholt für Missionen einsetzbare Unterwasserfahrzeuge werden in der Regel nach Durchführung ihrer jeweiligen Mission geborgen. Hierzu ist es bekannt, ein Unterwasserfahrzeug an die Oberfläche eines Gewässers aufschwimmen zu lassen, dort einzufangen und mittels eines Krans an Bord eines Oberflächenschiffes zu heben.
10 lassen, dort einzufangen und mittels eines Krans an Bord eines Oberflächenschiffes zu heben.

Ferner ist es bekannt, Unterwasserfahrzeuge im Wasser bzw. unter der Wasseroberfläche eines Gewässers mittels eines U-Bootes zu bergen. Hierfür muss kein separates Oberflächenschiff vorgesehen werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Unterwasserfahrzeug mittels eines U-Bootes ausgesetzt wurde bzw. in einer nächsten Mission ausgesetzt werden soll. Zudem wird das Bergen im Wasser im Gegensatz zum Einfangen an der Gewässeroberfläche nicht durch Wellengang an der Gewässeroberfläche erschwert.
15 separates Oberflächenschiff vorgesehen werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn das Unterwasserfahrzeug mittels eines U-Bootes ausgesetzt wurde bzw. in einer nächsten Mission ausgesetzt werden soll. Zudem wird das Bergen im Wasser im Gegensatz zum Einfangen an der Gewässeroberfläche nicht durch Wellengang an der Gewässeroberfläche erschwert.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Bergen eines Unterwasserfahrzeugs im Wasser zu verbessern.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Bergeverfahren nach Anspruch 1, mit einer Bergevorrichtung nach Anspruch 12, mit einem U-Boot nach Anspruch 13, mit einem Unterwasserfahrzeug nach Anspruch 14 sowie mit einem System nach
25 Anspruch 15.

Das Unterwasserfahrzeug ist insbesondere ein unbemanntes Unterwasserfahrzeug, vorzugsweise ein autonomes Unterwasserfahrzeugs (AUV = Autonomous Underwater Vehicle). Die Erfindung ist jedoch auch zum Bergen kabelgebundener Unterwasserfahrzeuge (ROV = Remotely Operated Vehicle) geeignet.

5

Zum zielgerichteten Annähern des Unterwasserfahrzeugs an die Andockvorrichtung werden erfindungsgemäß Wellen, die sich von mehreren Markierungen zu wenigstens einem Sensor zwischen dem Unterwasserfahrzeug und der Bergevorrichtung ausbreiten, sensiert. Die Wellen sind bzw. umfasse insbesondere
10 Lichtwellen, also beispielsweise sichtbares Licht. Alternativ oder zusätzlich sind bzw. umfassen die Lichtwellen insbesondere Schallwellen, die vorzugsweise aktiv von einem Sonargerät erzeugt werden.

Durch das Sensieren der Wellen bzw. mittels dadurch sensierter Signale bzw.
15 Daten wird, insbesondere mittels einer Rechenvorrichtung, die Anordnung der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zueinander bestimmt. Insbesondere werden die Positionen und die Ausrichtungen der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zueinander bestimmt. Dabei werden die Richtung, Ausrichtung und Entfernung der Bergevorrichtung relativ zum Unterwasserfahrzeug oder des Unterwasserfahrzeugs relativ zur Bergevorrichtung
20 bestimmt.

Die Erfindung ermöglicht ein präzises Annähern des AUVs an die Andockvorrichtung der Bergevorrichtung auf einem Kurs, der das Unterwasserfahrzeug aus
25 einem geeigneten Winkel auf die Andockvorrichtung treffen lässt und die Gefahr von unbeabsichtigten Kollisionen mit Teilen einer die Bergevorrichtung tragenden Einrichtung, insbesondere mit einem Turm eines die Bergevorrichtung tragenden U-Boots, vermindert.

Die Gesamtausbreitung der Wellen von ihrer Quelle, also beispielsweise einer Lichtquelle oder einem Aktivsonar, bis zu dem Sensor, der die Wellen schließlich sensiert, umfasst gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung eine Ausbreitung der Wellen vom Unterwasserfahrzeug zur Bergevorrichtung. Eine Anordnung der Quelle an der Bergevorrichtung und des Sensors am Unterwasserfahrzeug bei einer Ausbreitung der Wellen nur von Markierungen an der Ber-
35

gevorrichtung zum Unterwasserfahrzeug ist gemäß dieser speziellen Ausführungsform der Erfindung somit nicht vorgesehen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform reflektieren die Markierungen als
5 Reflektoren die Wellen von ihrer Quelle zum Sensor. Insbesondere sind die Quelle der Wellen und der Sensor am Unterwasserfahrzeug und die Markierungen an der Bergevorrichtung angeordnet. Alternativ sind genau umgekehrt die Quelle und der Sensor an der Bergevorrichtung und die Markierungen am Unterwasserfahrzeug angeordnet. In jedem Fall erfolgt dabei eine Ausbreitung
10 der Wellen vom Unterwasserfahrzeug zur Bergevorrichtung, nämlich entweder von der am Unterwasserfahrzeug angeordneten Quelle zu den an der Bergevorrichtung angeordneten Markierungen oder von den am Unterwasserfahrzeug angeordneten Markierungen zu dem an der Bergevorrichtung angeordneten Sensor. Die Anordnung der Quelle der Wellen und des Sensors zusammen am
15 Unterwasserfahrzeug oder zusammen an der Bergevorrichtung ist von Vorteil, da die Quelle und der Sensor ohne weiteren Datenaustausch zwischen dem Unterwasserfahrzeug und der Bergevorrichtung aufeinander abgestimmt betrieben werden können.

20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erzeugen die Markierungen als Quelle aktiv die Wellen. Die Markierungen sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise Lichtquellen wie Leuchten oder Laser oder auch aktive Schallquellen, insbesondere Aktivsonare bzw. Einrichtungen zur Erzeugung von Wasserschallsignalen. Die als Quelle der Wellen ausgebildeten Markierungen
25 können alternativ oder zusätzlich zu den als Reflektoren der Wellen ausgebildeten Markierungen vorgesehen sein.

Die Markierungen und somit die Quelle der Wellen können am Unterwasserfahrzeug vorgesehen sein, wohingegen der Sensor an der Bergevorrichtung angeordnet ist. In diesem Fall findet eine Ausbreitung der Wellen vom Unterwasserfahrzeug zur Bergevorrichtung statt. Beispielsweise weist das Unterwasserfahrzeug mehrere Lichtquellen auf, die mittels einer vom Sensor umfassten Kamera der Bergevorrichtung erfasst werden.
30

Die Ausbildung der Markierungen als Quelle hat den Vorteil einer Abstrahlung der Wellen in hoher Intensität, wobei ggf. auch die Richtung der Abstrahlung vorteilhaft eingestellt werden kann. Die Anordnung des Sensors an der Bergevorrichtung hat den Vorteil, dass das Bestimmen der Anordnung des Unterwasserfahrzeugs und der Bergevorrichtung relativ zueinander bzw. ihrer relativen Positionen und Ausrichtungen an den ohnehin in der Regel vorhandenen leistungsfähigen Recheneinrichtungen an der Bergevorrichtung bzw. am U-Boot erfolgen kann. Zudem können die Daten bzw. Signale des Sensors ggf. mit weiteren Daten bzw. Signalen, die aufgrund in der Regel umfangreich vorhandener Sensorausstattung am U-Boot vorhanden sind, verknüpft werden. An das Unterwasserfahrzeug brauchen in diesem Fall vorteilhafterweise lediglich Steuersignale übermittelt werden, um das Unterwasserfahrzeug zur Andockvorrichtung zu leiten.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Bergevorrichtung die Markierungen auf, entweder in der Ausbildung als Quelle und/oder in der Ausbildung als Reflektoren der Wellen, wobei die Wellen am Unterwasserfahrzeug sensiert werden.

Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform geben mehrere Markierungen, insbesondere nach Art einer Landebahnmarkierung, einen Weg vor, entlang dem sich das Unterwasserfahrzeug orientiert und dadurch zur Andockvorrichtung geführt wird. Beispielsweise sind die Markierungen einzeln oder paarweise nebeneinander und in Reihe vorzugsweise am Deck des die Bergevorrichtung aufweisenden U-Boots angeordnet. Auf diese Weise wird das Unterwasserfahrzeug sicher zur Andockvorrichtung geleitet.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform weist das Unterwasserfahrzeug die Markierungen auf. Die Wellen werden gemäß dieser Ausführungsform an der Bergevorrichtung sensiert.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Wellen Lichtwellen oder sind Lichtwellen. Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfassen die Wellen Schallwellen oder sind Schallwellen, insbesondere eines Sonars.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform ziehen die Positionsbestimmungsmittel zum Bestimmen der Anordnung bzw. der Positionen und/oder der Ausrichtungen der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zueinander Vorwissen über eine bekannte Anordnung von wenigstens zwei Markierungen
5 relativ zueinander heran. Mit unterschiedlichen Peilwinkeln zu den Markierungen lässt sich bei Kenntnis der Entfernung zwischen dem Unterwasserfahrzeug und der Bergevorrichtung somit die Ausrichtung oder bei Kenntnis der Ausrichtung die Entfernung bestimmen. Vorzugsweise zieht die Erfindung zum Bestimmen der relativen Anordnung sogar wenigstens drei nicht auf einer gemeinsamen Ge-
10 raden angeordnete Markierungen heran, deren Anordnung relativ zueinander bekannt ist, um somit sowohl die Entfernung als auch die Ausrichtung ermitteln zu können und somit eine vollständige Bestimmung der Positionen und Ausrichtungen des Unterwasserfahrzeugs und der Bergevorrichtung relativ zueinander durchführen zu können.

15
Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform zieht die Erfindung zur Vereinfachung der Bestimmung bzw. zur Erhöhung der Genauigkeit wenigstens vier nicht in einer gemeinsamen Ebene angeordnete Markierungen heran.

20
Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Sensor der Bergevorrichtung eine Kamera auf, wobei mittels der Kamera ein Bild bzw. Abbild der Markierungen erstellt wird. Insbesondere wird ein räumliches Bild der Markierungen erstellt, so dass aus diesem Bild auf die Anordnung bzw. auf die Positionen bzw. Ausrichtungen der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zuei-
25 nander geschlossen werden kann, insbesondere wenn die Ausrichtung der am Unterwasserfahrzeug befestigten Kamera relativ zum Unterwasserfahrzeug bzw. der an der Bergevorrichtung befestigten Kamera relativ zu Bergevorrichtung bekannt ist.

30
Die Kamera ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eine optische Kamera. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Kamera eine akustische Kamera, die aus Wasserschallsignalen ein Bild generiert. Zur Erhöhung der Genauigkeit und zur Sicherheit, falls ein System ausfallen sollte, kann die Bestimmung der Wellenpositionen und Ausrichtungen sowohl optisch als auch akustisch und
35 ggf. zusätzlich auch magnetisch erfolgen. Der Sensor kann daher sowohl eine

optische als auch eine akustische Kamera sowie ggf. einen Magnetsensor umfassen.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform manövriert das Unterwasserfahrzeug mittels der bestimmten Anordnung bzw. Positionen und Ausrichtungen der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zueinander zu einer die Andockvorrichtung aufweisenden Garage der Bergevorrichtung bzw. eines die Bergevorrichtung aufweisenden U-Bootes. Das Unterwasserfahrzeug kann dabei entweder innerhalb der Garage an die Andockvorrichtung andocken. Alternativ
10 kann die Andockvorrichtung derart ausgebildet sein, dass sie aus der Garage ausfährt, das Unterwasserfahrzeug außerhalb der Garage an die Andockvorrichtung andockt und nachfolgend mittels der Andockvorrichtung in die Garage gezogen wird. In beiden Fällen wird das Unterwasserfahrzeug in der Garage aufgenommen bzw. fährt in die Garage ein oder wird in die Garage eingezogen. Die
15 Garage erlaubt eine sichere Unterbringung des Unterwasserfahrzeugs, insbesondere an einem U-Boot. Vorteilhafterweise ist die Garage am Bug des U-Bootes, insbesondere beabstandet von einem Turm des U-Bootes, angeordnet.

20 Das Unterwasserfahrzeug kann sich über dem Rumpf des U-Bootes zwischen dem Turm und der Garage der Andockvorrichtung annähern. Gemäß einer besonderen Ausführungsform nähert sich das Unterwasserfahrzeug jedoch seitlich in Bezug auf das U-Boot der Garage an. Dank der seitlichen Annäherung wird die Gefahr von Kollisionen des Unterwasserfahrzeugs mit Aufbauten am U-Boot
25 vermindert.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform peilt das Unterwasserfahrzeug die Bergevorrichtung bzw. peilt die Bergevorrichtung das Unterwasserfahrzeug lediglich horizontal und nicht vertikal an oder erst im Falle des Unterschreitens eines festgelegten Mindestabstandes zwischen dem Unterwasserfahrzeug und der Bergevorrichtung auch vertikal an. Mittels Peilen wird in diesem Fall lediglich eine horizontale Lage des Unterwasserfahrzeugs und der Bergevorrichtung relativ zueinander bzw. werden ein Peilwinkel sowie eine Entfernung bestimmt.

Zum Bestimmen der vertikalen Lage der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs relativ zueinander werden daher bevorzugt die Tauchtiefen der Bergevorrichtung bzw. des U-Bootes mit der Bergevorrichtung und des Unterwasserfahrzeugs miteinander verglichen. Die Tauchtiefe des Unterwasserfahrzeugs sowie vorzugsweise auch die Tauchtiefe der Bergevorrichtung bzw. des U-Bootes werden vorteilhafterweise durch Messen des Wasserdrucks ermittelt. Dadurch ist eine ausreichend präzise Bestimmung der Lage bzw. der Relativpositionen in vertikaler Richtung möglich. Die somit bestimmte vertikale Lage wird vorzugsweise zum Bestimmen der Anordnung des Unterwasserfahrzeugs und der Bergevorrichtung relativ zueinander herangezogen, so dass durch Peilen lediglich die horizontale Lage ermittelt werden muss.

Die erfindungsgemäße Bergevorrichtung und das erfindungsgemäße Unterwasserfahrzeug weisen jeweils die der Bergevorrichtung bzw. die dem Unterwasserfahrzeug zugeordneten Mittel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Bergeverfahrens auf. Die Bergevorrichtung und das Unterwasserfahrzeug wirken dabei zusammen.

Das erfindungsgemäße U-Boot weist die erfindungsgemäße Bergevorrichtung auf.

Das erfindungsgemäße System weist die Bergevorrichtung bzw. das U-Boot mit der Bergevorrichtung sowie das Unterwasserfahrzeug auf.

Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen sowie aus den anhand der Zeichnung näher erläuterten Ausführungsbeispielen. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein System mit einem U-Boot, das eine Bergevorrichtung aufweist, und mit einem Unterwasserfahrzeug bei seiner Annäherung an die Bergevorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Seitenansicht;

- Fig. 2 das Unterwasserfahrzeug und die Bergevorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel von Fig. 1 mit dem Unterwasserfahrzeug aufgenommen in der Bergevorrichtung in einer Schnittdarstellung von der Seite;
- 5 Fig. 3 ein System mit einem U-Boot, das eine Bergevorrichtung aufweist, und mit einem Unterwasserfahrzeug bei seiner Annäherung an die Bergevorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer perspektivischen Ansicht;
- 10 Fig. 4 ein System mit einem U-Boot, das eine Bergevorrichtung aufweist, und mit einem Unterwasserfahrzeug bei seiner Annäherung an die Bergevorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Seitenansicht ist;
- 15 Fig. 5 ein System mit einem U-Boot, das eine Bergevorrichtung aufweist, und mit einem Unterwasserfahrzeug bei seiner Annäherung an die Bergevorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Seitenansicht und
- 20 Fig. 6 ein Bergeverfahren zum Bergen des Unterwasserfahrzeugs mittels einer Bergevorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 1 zeigt ein System 2 mit einer Bergevorrichtung 4 bzw. mit einem nur teilweise dargestellten U-Boot 6, das die Bergevorrichtung 4 aufweist, sowie mit einem
25 beispielhaft als autonomes Unterwasserfahrzeug (AUV = Autonomous Underwater Vehicle) ausgebildeten unbemannten Unterwasserfahrzeug 8. Die Bergevorrichtung 4 dient zum Bergen des Unterwasserfahrzeugs 8 im Wasser bzw. unterhalb der Wasseroberfläche. Dabei manövriert das Unterwasserfahrzeug 8 selbsttätig zur Bergevorrichtung 4 und dockt an diese Bergevorrichtung 4
30 an. Hierfür weist die Bergevorrichtung 4 eine Andockvorrichtung 10 auf.

Die Bergevorrichtung 4 umfasst ferner einen am Körper des U-Bootes 6 befestigten Transponder 12 sowie einen ersten Sender 14, wobei der Transponder 12 und der erste Sender 14 Teile eines Unterwassernavigationssystems in Verbin-

10 dung mit einem am Unterwasserfahrzeug 8 angeordneten zweiten Sender 16
sowie mit mehreren am Unterwasserfahrzeug 8 angeordneten Wandlern 17 ist.

5 Das Unterwasserfahrzeug 8 weist neben einem Antrieb und einer Steuereinrich-
tung ferner als Quelle 18 von Wellen 19 ein Aktivsonar 20 bzw. eine aktive Quel-
le von Sonarwellen bzw. Wasserschallwellen 21 auf. Weiter weist das Unterwas-
serfahrzeug 8 eine akustische Kamera 22 auf, die Teil eines Sensors 24 ist und
neben Hydrophonen 25 Rechenmitteln 26 aufweist, welche Daten bzw. Signale
der Hydrophone 25 verarbeiten. Schließlich weist das Unterwasserfahrzeug 8
10 einen Wasserdrucksensor 28 auf, mittels dem über den Wasserdruck die Tauch-
tiefe des Unterwasserfahrzeugs 8 bestimmt werden kann.

15 Die vom Aktivsonar 20 ausgehenden Sonarwellen 21 sind lediglich im Nahbe-
reich des Unterwasserfahrzeugs 8 dargestellt sind, erreichen jedoch auch die
Bergevorrichtung 4. An der Bergevorrichtung 4 treffen die Sonarwellen bzw.
Wasserschallwellen 21 auf als Reflektoren 30 ausgebildete Markierungen 32 der
Bergevorrichtung 4. Die Markierungen 32 sind beispielhaft an freien Enden von
Führungsleisten 34 der Andockvorrichtung 10 angeordnet. Insbesondere sind die
Markierungen 32 an zwei in einer horizontalen nebeneinander liegenden Füh-
20 rungsleisten spiegelbildlich links und rechts von einer Zentrierachse Z angeord-
net, um welche die Führungsleisten 34 radialsymmetrisch angeordnet sind, wo-
bei die Führungsleisten 34, einen Trichter 36 bildend, gegenüber der Zentrier-
achse Z aufgespreizt sind. Die Führungsleisten 34 sind flexibel und daher dazu in
der Lage, das Unterwasserfahrzeug 8 nach Kontakt beschädigungsfrei in die
25 Andockvorrichtung 10 bzw. an eine Negativschale 38 bzw. an Kopplungsmittel
der Andockvorrichtung 10 zum Koppeln des Unterwasserfahrzeugs 8 mit der An-
dockvorrichtung 10 heran zu führen.

30 Die Führungsleisten 34 sind an der in Richtung der Zentrierachse Z verfahrbaren
Negativschale 38 befestigt. Die Negativschale 38 ist in ihrer Form an den Bug
des Unterwasserfahrzeugs 8 angepasst. Nachdem ein Kontakt zwischen dem
Unterwasserfahrzeug 8 und der Negativschale 38 hergestellt ist, kann die Nega-
tivschale 38 zusammen mit dem Unterwasserfahrzeug 8 entlang der Zentrierach-
se Z verschoben werden. Dabei kann das Verschieben mittels eines Motors oder
35 einer Hydraulik erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann das Unterwasserfahr-

zeug 8 für das Verschieben sorgen. Beim Verschieben werden die Führungsleisten 34 durch einen Führungsring 40 gezogen, welcher die Führungsleisten gegen das Unterwasserfahrzeug 8 bzw. in Richtung der Zentrierachse Z zusammendrückt und damit den Trichter 36 schließt, so dass das Unterwasserfahrzeug 8 entlang der Zentrierachse Z zentriert ist. Das Unterwasserfahrzeug 8 ist somit von den Führungsleisten 34 umschlossen und wird festgehalten bzw. ist in seiner Lage fixiert.

Fig. 2 zeigt die Bergevorrichtung 4 des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 zusammen mit dem von der Bergevorrichtung 4 aufgenommenen Unterwasserfahrzeug 8. Das Unterwasserfahrzeug 8 ist an die Andockvorrichtung 10 andockt bzw. mechanisch mit der Andockvorrichtung 10 verbunden und wird von den im Wesentlichen parallel zur Längsachse des Unterwasserfahrzeugs 8 ausgerichteten Führungsleisten 34 gehalten. Das Unterwasserfahrzeug 8 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel der Bergevorrichtung 4 nach seiner Aufnahme durch die Andockvorrichtung 10 beabstandet von einem Körper des U-Bootes 6 angeordnet, auf dem die Bergevorrichtung 4 angeordnet ist. Jedoch sind alternative Ausführungsbeispiele denkbar, gemäß denen die Negativschale 38 im Bereich des Körpers des U-Bootes 6 geführt wird, innerhalb einer Außenhülle des U-Bootes 6 angeordnet ist oder gegenüber dieser Außenhülle verschwenkt werden kann. Auch können alternative Ausführungsformen der Andockvorrichtung 10, bspw. ohne Negativschale 38 vorgesehen sein.

Fig. 3 zeigt ein System 2' mit einer Bergevorrichtung 4' eines U-Bootes 6' sowie mit einem Unterwasserfahrzeug 8'. Anstelle der Andockvorrichtung 10 des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 ist eine Garage 42 mit einer Andockvorrichtung 10' zum Andocken bzw. Ankoppeln durch das Unterwasserfahrzeug 8' bzw. zur Aufnahme des Unterwasserfahrzeugs 8' am U-Boot 6' vorgesehen. Die Garage 42 ist Teil der Bergevorrichtung 4' und weist ein Tor bzw. eine Öffnung 44 auf, durch welche das Unterwasserfahrzeug 8' in die Garage 42, insbesondere in einen von Wänden umschlossenen, gefluteten Raum der Garage 42, einfahren kann. Beiderseits der Öffnung 44 sind Markierungen 32' angeordnet, welche im Gegensatz zu den Markierungen 32 des ersten Ausführungsbeispiels von Fig. 1 nicht als Reflektoren, sondern als aktive Quellen 18', insbesondere Lichtquellen 46, zur aktiven Aussendung von Wellen 19, insbesondere zur aktiven Aussen-

derung von Licht, ausgebildet sind. Weitere Lichtquellen bzw. Leuchten 47 sind nach Art einer Landebahnmarkierung 48 paarweise vorzugsweise in gleichen Abständen vor der Garage 42 an der Außenhülle des U-Bootes 6' angeordnet.

- 5 Die Andockvorrichtung 10' kann ähnlich zur Andockvorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 und 2 ausgebildet sein. Alternativ umfasst die Andockvorrichtung 10' beispielsweise Düsen zum Erzeugen einer Positionierungsströmung, welche das Unterwasserfahrzeug 8' beim Einfahren in die Garage 42 positioniert bzw. zentriert.

10

Das Unterwasserfahrzeug 8' weist eine optische Kamera 49 als Teil eines Sensors 24' vorzugsweise an seinem Bug auf, mittels der die Lichtquellen 46 und 47 optisch erfasst werden können, um das Unterwasserfahrzeug 8' auf einem vorgesehenen Kurs in die Garage 42 bzw. zur Andockvorrichtung 10' zu leiten.

15

- Fig. 4 zeigt ein System 2'' mit einer Bergevorrichtung 4'' eines U-Bootes 6'' sowie mit einem Unterwasserfahrzeug 8'' in einer Seitenansicht. Das U-Boot 6'' weist einen Turm 50 auf. Eine Garage 42' der Bergevorrichtung 4'' ist am Bug 52 vor dem Turm 50 auf dem Deck des U-Bootes 6'' angeordnet. Der Bergevorrichtung und der Garage 42' sind ferner die Quelle 18 mit einem Aktivsonar 20' und der Sensor 24'' mit einer akustischen Kamera 22' zugeordnet. Das Unterwasserfahrzeug 8'' weist mehrere Markierungen 32'' auf, die als Reflektoren 30', insbesondere Sonarreflektoren, ausgebildet sind bzw. Reflektoren 30' umfassen.

20

- 25 Das Aktivsonar 20', die Markierungen 32'' und die akustische Kamera 22' wirken bei der Annäherung des Unterwasserfahrzeugs 8'' an die Garage 42' zusammen. Dabei werden Wasserschallsignale vom Aktivsonar 20' emittiert, treffen auf die Reflektoren 30', werden von diesen Reflektoren 30' reflektiert und werden schließlich derart mittels der akustischen Kamera 22' sensiert, dass ein Bild der Reflektoren 30' bzw. der Markierungen 32'' mittels der Bergevorrichtung 4'', insbesondere mittels einer Rechenvorrichtung dieser Bergevorrichtung 4'', erstellt wird. Aus diesem Bild wird die Anordnung des Unterwasserfahrzeugs 8''' und der Bergevorrichtung 4'' relativ zueinander ermittelt. Insbesondere werden die Positionen des Unterwasserfahrzeugs 8'' und der Bergevorrichtung 4'' relativ zueinander

30

der bestimmt, wobei zusätzlich auch die Ausrichtung des Unterwasserfahrzeugs 8'' relativ zur Bergevorrichtung 4'' ermittelt wird.

5 In Abweichung vom gezeigte Ausführungsbeispiel kann alternativ oder zusätzlich die Quelle 18 einen Scheinwerfer aufweisen und der Sensor 24'' eine optische Kamera bzw. Lichtsensoren umfassen. Die Markierungen 24'' sind bzw. umfassen in diesem Fall Lichtreflektoren.

10 Fig. 5 zeigt ein System 2''' mit einer Bergevorrichtung 4''' eines U-Bootes 6''' zusammen mit einem Unterwasserfahrzeug 8''' in einer Seitenansicht. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 unterscheidet sich zum einen dadurch vom Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4, dass Markierungen 32''' am Unterwasserfahrzeug 8''' als Lichtquellen 46' ausgebildet sind, die somit aktiv Licht erzeugen und somit als Quelle 18 von Wellen 19 im Sinne der Erfindung anzusehen sind. Zum anderen
15 ist die Bergevorrichtung 4''' hinter dem Turm 50 bzw. am Heck des U-Bootes 6''' angeordnet. Die Bergevorrichtung 4''' weist eine optische Kamera 49' auf, mittels welcher die Bergevorrichtung 4''' ein Bild der Markierungen 32''' erstellen und daraus die Positionen und Ausrichtungen des Unterwasserfahrzeugs 8''' und des U-Bootes 6''' bzw. der Bergevorrichtung 4''' relativ zueinander ermitteln kann.

20

Die Fig. 1-5 veranschaulichen lediglich beispielhaft mögliche Ausführungsformen der Erfindung. Darüber hinaus sind beliebige Kombinationen der Systeme 2, 2', 2'' und 2''' möglich, wobei beispielsweise für die Bestimmung der Positionen und/oder der Ausrichtungen des Unterwasserfahrzeugs 8, 8', 8'', 8''' und der Bergevorrichtung 4, 4', 4'' und 4''' relativ zueinander auch Licht und Wasserschall in
25 Kombination 32''' vorgesehen sein können. Die Markierungen 32, 32', 32'' können dabei als Reflektoren oder auch als Schallquellen bzw. Lichtquellen ausgebildet sein.

30 Fig. 6 zeigt ein vereinfachtes Blockdiagramm zur Veranschaulichung eines Bergeverfahrens 53 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Bergeverfahren 53 startet in einem Schritt 54 während oder vor einer mittels eines Unterwasserfahrzeugs, insbesondere des Unterwasserfahrzeugs 8, 8', 8'', 8''' gemäß einem der Ausführungsbeispiele 1-4 der Fig. 1-5, durchzuführenden Mission. Soweit nachfolgend auf Vorrichtungsmerkmale aus den Systemen 2, 2', 2''
35

und 2''' gemäß den Figuren 1-5 Bezug genommen wird, werden vereinfachend lediglich die Bezugszeichen ohne Hochstriche, also beispielsweise 32 für die Markierungen 32, 32', 32'' und/oder 32''', verwendet.

- 5 Gemäß einem Schritt 56 werden ein Zeitpunkt und ein Ort für ein Treffen des Unterwasserfahrzeugs 8 und der Bergevorrichtung 4 festgelegt. Dies kann vor Durchführung der Mission geschehen, wobei der Zeitpunkt und der Ort in einem Missionsplan mittels Speichermitteln des Unterwasserfahrzeugs 8 am Unterwasserfahrzeug 8 gespeichert werden. Alternativ oder zusätzlich kann das Unterwasserfahrzeug 8 während der Durchführung seiner Mission Daten, die einen Ort und/oder einen Zeitpunkt für ein derartiges Treffen festlegen, beispielsweise mittels Wasserschallsignalen, empfangen. Insbesondere kann das Unterwasserfahrzeug 8 ein Abbruchsignal zum Abbruch seiner Mission erhalten. Ggf. wird mit einem derartigen Abbruchsignal ein zuvor im Missionsplan festgelegter Ort und/oder Zeitpunkt durch einen neuen Ort bzw. Zeitpunkt überschrieben.
- 10
- 15

- Sobald das Unterwasserfahrzeug 8 das Abbruchsignal erhalten hat oder seine Mission abbricht, um den festgelegten Ort zum vereinbarten Zeitpunkt zu erreichen, stellt das Unterwasserfahrzeug 8 gemäß einem Schritt 58 einen akustischen Kontakt zur Bergevorrichtung 4 bzw. zum U-Boot 6 her. Nachfolgend erfolgt gemäß einem Schritt 60 ein Annähern des Unterwasserfahrzeugs 8 an die Bergevorrichtung 4. Sobald das Unterwasserfahrzeug 8 die Bergevorrichtung 4 erreicht hat, koppelt dieses Unterwasserfahrzeug 8 gemäß einem Schritt 62 an die Bergevorrichtung 4 bzw. an die Andockvorrichtung 10 der Bergevorrichtung 4 an. Damit ist gemäß einem Schritt 64 das Ende des Verfahrens, soweit dargestellt, erreicht.
- 20
- 25

- Nachfolgend wird das Annähern des Unterwasserfahrzeugs 8 an die Bergevorrichtung 4 gemäß dem Schritt 60 detaillierter beschrieben. Der Schritt 60 beinhaltet einen Schritt 66, gemäß dem beim Annähern die Richtung bzw. der Peilwinkel, in der bzw. dem sich die Bergevorrichtung 4 relativ zum Unterwasserfahrzeug 8 bzw. das Unterwasserfahrzeug 8 relativ zur Bergevorrichtung 4 befindet, sowie die Entfernung der Bergevorrichtung 4 und des Unterwasserfahrzeugs 8 relativ zueinander bestimmt werden. Dabei peilt gemäß einem Schritt 68 die Bergevorrichtung 4 das Unterwasserfahrzeug 8 bzw. das Unterwasserfahrzeug 8 die
- 30
- 35

Bergevorrichtung 4 lediglich in horizontaler Richtung an. Insbesondere wird dabei gemäß einem Schritt 70 eine Richtung in der Horizontalen sowie gemäß einem Schritt 72 eine Entfernung bestimmt.

- 5 Die Richtungsbestimmung erfolgt vorzugsweise mittels einer Peilanlage, insbesondere einer sogenannten USBL (Ultra Short Base Line)-Peilanlage, welche mehrere Wandler bzw. Transducer aufweist. Die Entfernungsbestimmung gemäß dem Schritt 72 erfolgt vorzugsweise mittels Transpondersignalen, vorzugsweise mittels eines USBL-Modems, welches vorzugsweise auch zur Datenübertragung
10 genutzt wird.

Die vertikale Lage der Bergevorrichtung 4 und des Unterwasserfahrzeugs 8 relativ zueinander wird gemäß einem Schritt 74 dadurch bestimmt, dass zunächst gemäß einem Schritt 76 der Wasserdruck am Unterwasserfahrzeug 8 gemessen
15 wird, daraus gemäß einem Schritt 78 die Tauchtiefe des Unterwasserfahrzeugs 8 bestimmt und nachfolgend die Tauchtiefen des Unterwasserfahrzeugs 8 und der Bergevorrichtung 4 bzw. des U-Bootes 6 gemäß einem Schritt 80 miteinander verglichen werden. Die Tauchtiefe des U-Bootes 6 bzw. der Bergevorrichtung 4 kann dabei auf gleiche Weise mittels Bestimmung des Wasserdrucks in der jeweiligen Umgebung oder auch auf andere Weise erfolgen. Zum Vergleichen der
20 ermittelten Tauchtiefen werden Daten bzw. Signale mit einer entsprechenden Information zwischen der Bergevorrichtung 4 und dem Unterwasserfahrzeug 8 ausgetauscht.

- 25 Bei der Annäherung des Unterwasserfahrzeugs 8 an die Bergevorrichtung 4 kann die Bergevorrichtung 4 bzw. das U-Boot 6 mit der Bergevorrichtung 4 bewegt sein. Alternativ kann es jedoch vorteilhaft sein, das U-Boot 6 ortsfest bzw. unbewegt im Wasser stehen zu lassen, während das Unterwasserfahrzeug 8 sich an das U-Boot 6 annähert, insbesondere um eine Kollision des Unterwasserfahrzeugs 8 mit dem Turm 50 des U-Bootes 6 zu verhindern.
30

Gemäß einem Schritt 82 wird die Anordnung bzw. werden die Positionen und Ausrichtungen des Unterwasserfahrzeugs 8 und der Bergevorrichtung 4 relativ zueinander bestimmt. Dies erfolgt beispielsweise mittels Licht und Sicht, wobei
35 die Markierungen 32 als aktive Lichtquellen 46, 47 bzw. als Reflektoren 30 aus-

gebildete Lichtmarkierungen sind, die mittels der optischen Kamera 49 erfasst werden. Die Kamera 49 kann dabei entweder an der Bergevorrichtung 4 oder am Unterwasserfahrzeug 8 vorgesehen sein. Ggf. werden die Markierungen 32 auch zur Höhenbestimmung herangezogen, wobei mehrere dieser Markierungen 32 in
5 verschiedenen Höhen am Unterwasserfahrzeug 8 bzw. an der Bergevorrichtung 4 angeordnet sind.

Alternativ oder zusätzlich erfolgt das Bestimmen der Anordnung bzw. der relativen Positionen und Ausrichtungen mittels des Aktivsonars 20, welches vorzugsweise am Unterwasserfahrzeug 8 vorgesehen ist und in diesem Fall als ein vom Bug des Unterwasserfahrzeugs 8 nach vorne blickendes bzw. Wellen 19 von vorne empfangendes, sogenanntes "Forward Looking Sonar" ausgebildet ist. Die Markierungen 32 sind in diesem Fall als Sonarreflektoren ausgebildet, die vorzugsweise links und rechts der Garage 42 sowie, insbesondere für eine vertikale
15 Abstandsbestimmung, auch oberhalb der Garage 42 angeordnet sind.

Alternativ oder zusätzlich wird akustisch gepeilt und ist eine akustische Kamera 22 an der Bergevorrichtung 4 oder am Unterwasserfahrzeug 8 vorgesehen. Ferner erfolgen das Peilen sowie das Bestimmen der Entfernung vorzugsweise hoch aufgelöst, insbesondere in einem unter einem Höchstabstand liegenden Abstand
20 des Unterwasserfahrzeugs 8 zur Bergevorrichtung 4.

Der Schritt 82 beinhaltet einen Block 84, in dem gemäß einem Schritt 86 eine Quelle 18, insbesondere Schall- oder Lichtquelle 20, Wellen 19, insbesondere
25 Schallwellen 21 oder Licht, erzeugt, wobei diese Wellen 19 gemäß einem Schritt 88 von den Markierungen 32 reflektiert werden. Alternativ sind gemäß einem Schritt 90 die Markierungen 32 die Quelle 18, welche die Wellen 19 aktiv erzeugen. Je nach dem, ob die Markierungen 32 als Quelle 18 oder als Reflektoren 30 ausgebildet sind, erstreckt sich die Gesamtausbreitung der Wellen 19 somit von
30 der Quelle 18 über die Markierungen 32 zurück bis zum Sensor 24 oder von den Markierungen 32 bis zu diesem Sensor 24. Vorzugsweise ist in dieser Gesamtausbreitung, veranschaulicht durch einen Schritt 94, eine Ausbreitung der Wellen 19 vom Unterwasserfahrzeug 8 zur Bergevorrichtung 4 enthalten.

Auf den Block 84 folgt das Sensieren der Wellen 19 gemäß einem Schritt 96, wobei entweder gemäß einem Schritt 98 die Wellen 19 am Unterwasserfahrzeug 8 oder gemäß einem Schritt 100 an der Bergevorrichtung 4 sensiert werden. Aus somit sensierten Daten bzw. Signalen wird gemäß einem Schritt 102 ein Bild der Markierungen 32 erstellt.

Auf den Schritt 82 bzw. 102 folgt ein Schritt 104, gemäß dem das Unterwasserfahrzeug 8 mittels der bestimmten Anordnung bzw. Positionen und Ausrichtungen des Unterwasserfahrzeugs 8 und der Bergevorrichtung 4 relativ zueinander zur Andockvorrichtung 10 bzw. zur Garage 42 der Bergevorrichtung 4 geführt wird.

Das nachfolgende Ankoppeln gemäß dem Schritt 62 umfasst vorzugsweise ein mechanisches Einfangen des Unterwasserfahrzeugs 8 mittels den zum Trichter 36 auf gespreizten Führungsleisten 34, die das Unterwasserfahrzeug zur Negativschale 38 führen, wobei nachfolgend die Führungsleisten 34 durch Schließen des Trichters 36 mittels Durchführen der Führungsleisten 34 durch den Führungsring 40 das Unterwasserfahrzeug 8 umklammern bzw. fixieren.

Alle in der vorstehenden Beschreibung und in den Ansprüchen genannten Merkmale sind sowohl einzeln als auch mehreren Kombinationen miteinander einsetzbar. Die Offenbarung der Erfindung ist somit nicht auf die beschriebenen bzw. beanspruchten Merkmalskombinationen beschränkt. Vielmehr sind alle Merkmalskombinationen als offenbart zu betrachten.

Ansprüche

1. Bergeverfahren zum Bergen eines Unterwasserfahrzeugs (8) mittels einer
5 Bergevorrichtung (4) für ein U-Boot (6), die eine Andockvorrichtung (10)
zum Andocken des Unterwasserfahrzeugs (8) aufweist, wobei zum zielge-
richteten Annähern (60) des Unterwasserfahrzeugs (8) an die Andockvor-
richtung (10) Wellen (19), insbesondere Lichtwellen und/oder Schallwellen
(21), die sich von mehreren Markierungen (32) zu wenigstens einem Sen-
10 sor (24) zwischen dem Unterwasserfahrzeug (8) und der Bergevorrich-
tung (4) ausbreiten, sensiert werden (96) und dadurch die Anordnung,
insbesondere die Positionen und Ausrichtungen, der Bergevorrichtung (4)
und des Unterwasserfahrzeugs (8) relativ zueinander bestimmt wird (82).
- 15 2. Bergeverfahren nach Anspruch 1, wobei die Gesamtausbreitung der Wel-
len (19) von ihrer Quelle (18) bis zum Sensor (24) eine Ausbreitung der
Wellen (19) vom Unterwasserfahrzeug (8) zur Bergevorrichtung (4) um-
fasst.
- 20 3. Bergeverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Markierungen (32) als
Reflektoren (30) die Wellen (19) von ihrer Quelle (18) zum Sensor (24) re-
flektieren (88).
4. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Markie-
25 rungen (32) als Quelle (18) der Wellen (19) aktiv die Wellen (19) erzeugen
(90).
5. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Berge-
vorrichtung (4) die Markierungen (32) aufweist und die Wellen (19) am
30 Unterwasserfahrzeug (8) sensiert werden (98).
6. Bergeverfahren nach Anspruch 5, wobei mehrere Markierungen (32), ins-
besondere nach Art einer Landebahnmarkierung (48), einen Weg vorge-
ben, entlang dem sich das Unterwasserfahrzeug (8) orientiert und da-
35 durch zur Andockvorrichtung (10) geführt wird.

7. Bergeverfahren nach einem der Ansprüche 1-4, wobei das Unterwasserfahrzeug (8) die Markierungen (32) aufweist und die Wellen (19) an der Bergevorrichtung (4) sensiert werden (100).
- 5
8. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei zum Bestimmen der Anordnung der Bergevorrichtung (4) und des Unterwasserfahrzeugs (8) relativ zueinander Vorwissen über eine bekannte Anordnung von wenigstens zwei, insbesondere wenigstens drei nicht auf einer gemeinsamen Geraden angeordneten oder wenigstens vier nicht in einer gemeinsamen Ebene angeordneten, Markierungen (32) relativ zueinander herangezogen wird.
- 10
9. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei mittels einer, insbesondere optischen und/oder akustischen, Kamera (49, 22) des Sensors (24) ein, insbesondere räumliches, Bild der Markierungen (32) erstellt wird und dieses Bild zum Bestimmen der Anordnung des Unterwasserfahrzeugs 8 und der Bergevorrichtung 4 relativ zueinander herangezogen wird.
- 15
- 20
10. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Unterwasserfahrzeug (8) mittels der bestimmten Anordnung der Bergevorrichtung (4) und des Unterwasserfahrzeugs (8) relativ zueinander zu einer die Andockvorrichtung (10) aufweisenden Garage (42) der Bergevorrichtung (4) manövriert und in der Garage (42) aufgenommen wird.
- 25
11. Bergeverfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei zum Bestimmen (74) der vertikalen Lage der Bergevorrichtung (4) und des Unterwasserfahrzeugs (8) relativ zueinander die Tauchtiefen der Bergevorrichtung (4), insbesondere eines U-Bootes (6) mit der Bergevorrichtung (4), und des Unterwasserfahrzeugs miteinander verglichen werden (80), wobei die Tauchtiefe des Unterwasserfahrzeugs (8) mittels Messen (76) des Wasserdrucks ermittelt wird, und die bestimmte vertikale Lage zum Bestimmen der Anordnung der Bergevorrichtung (4) und des Unterwasserfahrzeugs (8) relativ zueinander herangezogen wird.
- 30
- 35

12. Bergevorrichtung mit Mitteln zur Durchführung des Bergeverfahrens (53)
nach einem der vorherigen Ansprüche im Zusammenwirken mit einem
Unterwasserfahrzeug (8), insbesondere nach Anspruch 14.
- 5
13. U-Boot mit der Bergevorrichtung nach Anspruch 12.
14. Unterwasserfahrzeug mit Mitteln zur Durchführung des Bergeverfahrens
(53) nach einem der Ansprüche 1-11 im Zusammenwirken mit einer Ber-
gevorrichtung (4), insbesondere nach Anspruch 12, oder mit einem
10 U-Boot (6), insbesondere nach Anspruch 13.
15. System mit einer Bergevorrichtung (4), insbesondere nach Anspruch 12,
oder mit einem U-Boot (6), insbesondere nach Anspruch 13, mit einer
15 Bergevorrichtung (4), sowie mit einem Unterwasserfahrzeug (8), insbe-
sondere nach Anspruch 14, wobei die Bergevorrichtung (4) und das
Unterwasserfahrzeug (8) derart ausgebildet sind, dass sie zur Durchfüh-
rung des Bergeverfahrens (53) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zu-
sammenwirken können.