

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Februar 2005 (03.02.2005)

PCT

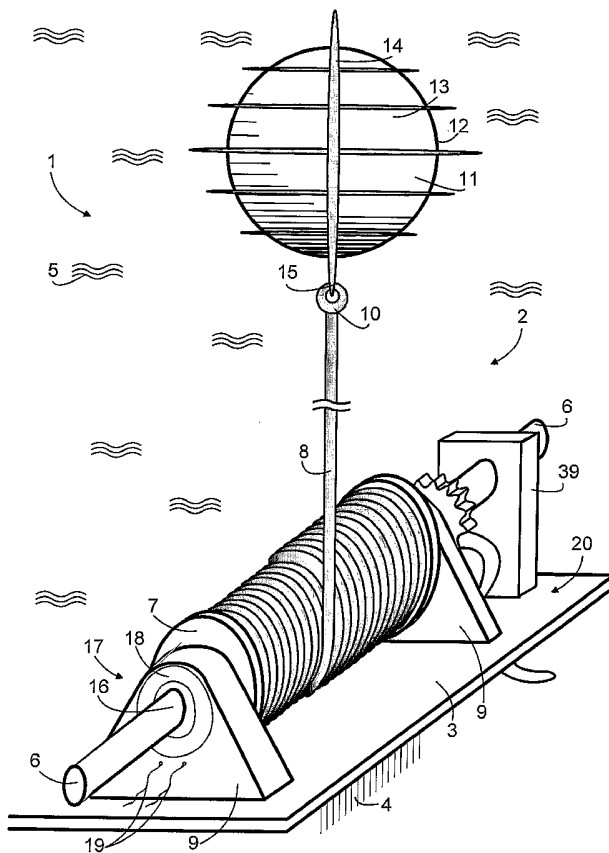
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/010352 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F03B 17/02** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG** [DE/DE]; Columbusstrasse, 27568 Bremerhaven (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/001381
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2004 (27.06.2004) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WEGNER, Jan** [DE/DE]; Gagelstrasse 14 B, 27574 Bremerhaven (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: **STIFTUNG ALFRED-WEGENER-INSTITUT FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG**; Kersten, U., Gewerbliche Schutzrechte und Lizenzen, Postfach 120161, 27515 Bremerhaven (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
103 33 513.7 17. Juli 2003 (17.07.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVE FOR A WORKING MACHINE TO BE APPLIED UNDER WATER

(54) Bezeichnung: ANTRIEB FÜR EINE ARBEITSMASCHINE IM UNTERWASSEREINSATZ



(57) Abstract: The operation of devices for measurements and experiments in the sea requires energy for various consumers. Whilst certain drives exclusively require electric energy, drives are also capable of using depth-independent buoyancy forces produced by floating bodies (buoyancy drives). Up to now, only continuous operation buoyancy drives which are capable of operating under the water surface in a sealed manner, because of the need thereof for a constant supply of energy, are known. The aim of the invention is to produce a discontinuous operation drive which is suitable for all water depths and can be charged once with the required amount of energy. Said aim is achieved, whereby a drive (1) for a working machine to be applied under water, particularly, in the deep sea, is provided, whereby the power transmission device (2) consists of a driven shaft (6), a coupled rope winch (7) with a cable (8) which can be rolled up, transmission elements and a ratchet mechanism (20), the floating body (11), at the free end of the rope, being a closed, incompressible floatation sphere (12) which can be loaded with buoyancy energy. During the lowering of the drive (1), potential energy is absorbed by means of the stopped floating body (11) and, after the placement of the drive (1), said energy may be converted into a mechanical work by a controlled release of the ratchet mechanism (20).

(57) Zusammenfassung: Der Betrieb von Geräten für Messungen und Experimente im Meer erfordert Energie für diverse Verbraucher. Während einige nur elektrische Energie verarbeiten, können Antriebe auch tiefenunabhängige Auftriebskräfte von Auftriebskörpern

ausnutzen (Auftriebsantriebe). Bisher sind nur kontinuierlich arbeitende

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/010352 A2



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

und wegen ihres Bedarfs an ständig zugeführter Energie nur dicht unter der Wasseroberfläche einsatzfähige Auftriebsantriebe bekannt. Es ist daher die Aufgabe, einen diskontinuierlich arbeitenden, für alle Wassertiefen geeigneten Antrieb zu entwickeln, der jeweils mit der benötigten Energiemenge einmalig geladen werden kann. Dazu wird ein Antrieb (1) für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz, insbesondere in der Tiefsee, vorgeschlagen, bei dem die Kraftübertragungseinrichtung (2) aus einer Abtriebswelle (6), einer verbundenen Seilrolle (7) mit abwickelbarem Seil (8), Kraftkopplungselementen und einer Verklüpfung (20) besteht und der Auftriebskörper (11) am freien Seilende eine geschlossene, inkompressible, mit Auftriebsenergie aufladbare Auftriebskugel (12) ist. Beim Ablassen des Antriebs (1) wird über den arretierten Auftriebskörper (11) potenzielle Energie aufgenommen, die nach dem Absetzen des Antriebs (1) durch gesteuertes Entriegeln der Verklüpfung (20) in mechanische Arbeit umgesetzt werden kann.

Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz

Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz mit einer Kraftübertragungseinrichtung mit Abtriebswelle und einem Auftriebskörper als Energiequelle.

- 10 Alle Schichten des Meeres von der Oberfläche bis tief in die Sedimente am Meeresgrund sind Gegenstand von Messungen, Probenentnahmen und Experimenten aller Art. Dabei kommen Messgeräte zur Erfassung physikalischer, biologischer und chemischer Parameter, Probennehmer zur
- 15 Entnahme von Material zu Laboruntersuchungen und Experimente zur Untersuchung der Wirkungen gezielter Beeinflussung der Umgebung zum Einsatz. Zum Betrieb dieser Geräte wird Energie benötigt. Hauptenergiekonsumenten sind Antriebe aller Art, z.B. zum Befüllen und Verschließen von Probengefäßen, zum Bewegen von Roboterarmen, zum
- 20 Verfahren auf dem Meeresgrund und zur Penetration des Untersuchungsmaterials. Weiterhin wird Energie für den Betrieb von Lichtquellen für den Einsatz bildgebender Verfahren, die Sensorik, Datenaufbereitung, Signalverarbeitung usw. benötigt.

- Während Letztere ausschließlich elektrische Energie aus Batterien oder auch
- 25 leitungsgebunden von der Oberfläche benötigen, können Antriebe ihre Energie auch aus alternativen Kraftquellen beziehen. Hier sind insbesondere Federspeicher mit mechanischen oder Gasfedern zu nennen, die vor dem Einsatz schnell aufgeladen und vor Ort über Reduziereinrichtungen über eine geplante Zeit an der Arbeitsmaschine langsam wieder entladen werden.
- 30 Batterien für den Tiefseeinsatz müssen druckfest ausgeführt werden und sind dadurch, neben Isolationsproblemen in den Bereichen der Steckverbinder und Leitungen, zusätzlich schwer und teuer. Mechanische Speicher haben oft

aufgrund ihrer Konstruktionsprinzipien ein ungünstiges Energie-Masse-Verhältnis und sind teuer. Gegebenenfalls können sie zum Grundgewicht beitragen und den erforderlichen Ballast verringern. Eine weitere Form alternativer Kraftquellen stellen Auftriebskörper dar. Ein in das Wasser
5 gebrachter schwimmfähiger Körper übt eine tiefenunabhängige, nach oben gerichtete Kraft aus, die zu Antriebszwecken genutzt werden kann.

Das archimedische Auftriebsprinzip besagt, dass ein Körper soweit in das Wasser eintaucht, bis das Gewicht des verdrängten Wassers dem
10 Gesamtgewicht des eintauchenden Körpers entspricht. Ein Körper mit einem spezifischen Gewicht größer als Wasser wird untergehen. Ein unter Wasser gedrückter schwimmfähiger Körper wird der nach unten drückenden Kraft die Differenz zwischen dem Gewicht des beim Schwimmen verdrängten und dem Gewicht des bei vollständigem Untertauchen verdrängten Wassers als
15 Auftriebskraft entgegensetzen. Die Auftriebskraft berechnet sich aus dem Volumen des Auftriebskörpers multipliziert mit dem spezifischen Gewicht von Wasser abzüglich des Eigengewichtes des Auftriebskörpers. Solange das Ergebnis positiv ist, liegt eine nach oben gerichtete Kraft vor. Ist das Ergebnis Null, schwebt der Körper in jeder Wassertiefe kraftlos. Ist das Ergebnis
20 negativ, sinkt der Körper ab. Bei diesen Betrachtungen wird zulässig vernachlässigt, dass Wasser in geringem Umfang kompressibel ist und je 1000 m Tiefe um ca. 0,45 % verdichtet wird (Kompressibilität $\beta = 4,4 \times 10^{-10} / \text{Pa}$), wobei sein spezifisches Gewicht und damit die Auftriebskraft auf einen nicht bzw. ebenfalls vernachlässigbar gering
25 kompressiblen, Körper etwas zunimmt. Danach wird also z.B. ein 10 kg schwerer luftgefüllter Hohlkörper mit 40 l Gesamtvolumen in jeder Tiefe eine Auftriebskraft von ca. 294 N bewirken. Diese Kraft steht zur Nutzung selbst über große Wassertiefen, z.B. 6000 m und mehr, praktisch konstant zur Verfügung

30

Antriebe mit Auftriebskörpern, kurz Auftriebsantriebe, arbeiten verlustarm, da sie nur Reibungswiderstände und keine energetischen Umwandlungen zu

überwinden haben. Derartige Auftriebsantriebe können in allen solchen Medienkombinationen existieren, die eine ausreichende Differenz der spezifischen Gewichte aufweisen und die die notwendige Bewegung gestatten. Bei der Medienkombination kann es sich also um zwei Gase, eine Flüssigkeit und ein Gas oder auch Vakuum, zwei Flüssigkeiten oder auch eine Flüssigkeit und einen Festkörper handeln. Dabei kommen massive Kunststoffe oder ggf. teure syntaktische Schäume in Frage. Ebenso sind Auftriebskörper aus Kompositwerkstoffen denkbar. Naturgemäß wird bei der Kombination aus einer Flüssigkeit und einem Gas oder Vakuum die höchste Auftriebskraft erzielt. Aus praktischen Gründen kommt Auftriebsantrieben mit Wasser als flüssigem und Luft als gasförmigem Medium die größte Bedeutung zu. Der Auftriebsantrieb stellt von der Wirkungsweise her die Umkehrung des Gewichtsantriebs, z.B. einer alten Standuhr, dar.

So wird zum Beispiel in der Patentschrift **GB 2 190 965 A** (Compressed air or gas powered buoyancy machine) ein kontinuierlich arbeitender Auftriebsantrieb beschrieben. An einem über zwei Rollen umlaufenden Band sind einseitig offene Auftriebskörper befestigt. Der Auftriebsantrieb steht in einem Wassertank und eine der Rollen ist mit einer Abtriebswelle versehen. Das über die Rollen umlaufende Band und die Abtriebswelle stellen die Kraftübertragungseinrichtung dar. Die in Aufwärtsrichtung unten offenen Auftriebskörper werden beim Durchlauf durch den unteren Totpunkt mit Druckluft aus einer von unten in den Wassertank ragenden Leitung befüllt, treiben das Band solange, bis sie am oberen Totpunkt ihr offenes Ende nach oben kehren, die Luft verlieren und leer nach unten fahren. Der ganze Auftriebsantrieb ist auf die ständige Nachförderung von Luft, die z.B. aus einem Tank unter geringem Druck durch die Leitung unter die Auftriebskörper drückt, angewiesen. Die Maschine arbeitet wirtschaftlich nur, wenn die Luft z.B. als Abfallprodukt eines anderen Prozesses zur Verfügung steht.

30

Aus der Druckschrift **DE 39 09 154 C2** (Vorrichtung zum Erzeugen einer Drehbewegung mittels eines in eine Flüssigkeitssäule untergetauchten und

darin aufsteigenden Auftriebskörpers), von der die vorliegende Erfindung als nächstliegendem Stand der Technik ausgeht, ist ebenfalls ein kontinuierlich arbeitender, umlaufender Auftriebsantrieb bekannt. Hier wird die Arbeitsenergie durch das oben ständig nachfließende Wasser geliefert, das
5 unten durch Ablassen des in der für den Wechsel der luftgefüllten, nach unten offenen Auftriebskörper notwendigen Tauchkammer vorhandenen Wassers verloren geht. Die Tauchkammer wird zur Ankoppelung eines Auftriebskörpers an das im wassergefüllten Tank stehende Auftriebsband geflutet und anschließend wieder abgedichtet. Zum Einschieben eines neuen luftgefüllten
10 Auftriebskörpers von dem im leeren Tank stehenden Abtriebsband wird die Kammer nach unten entleert. Auf- und Abtriebsbänder und die Koppelungselemente bilden die Kraftübertragungseinrichtung. Zumindest eine der Achsen der die umlaufenden Bänder tragenden Rollen stellt die Abtriebswelle dar. Die Auftriebsarbeit wird durch Koppelung der Bänder vom
15 Auftriebs- auf das Abtriebsband, auf die Mechaniken zum Übersetzen der Auftriebskörper vom Auftriebs- auf das Abtriebsband und zum Verschieben der Auftriebskörper vom Abtriebsband in die Tauchkammer sowie zum Öffnen und Schließen der Ventile der Tauchkammer aufgeteilt. Allerdings bleibt selbst bei einiger Größe der gesamten Anordnung nur noch wenig messbare
20 Antriebsenergie für eine Arbeitsmaschine an der Abtriebswelle übrig.

Die aus der Literatur vorgestellten Auftriebsantriebe arbeiten immer kontinuierlich und sind auf eine ständige externe Energiezufuhr angewiesen. Sie weisen offene und damit kompressible Auftriebskörper auf. Sie können
25 daher nur in geringen Wassertiefen arbeiten und sind für den wissenschaftlichen Einsatz am Meeresboden, speziell in größeren bis großen Tiefen, nicht verwendbar. Es ist daher die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, den eingangs beschriebenen Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz mit einer Kraftübertragungseinrichtung mit Abtriebswelle
30 und einem Auftriebskörper als Energiequelle so weiterzubilden, dass ein diskontinuierlich arbeitender Antrieb entsteht, der jeweils mit einer für einen definierten Arbeitseinsatz unter Wasser benötigten Energiemenge einmalig

geladen werden kann. Der Antrieb soll für alle, insbesondere aber für größere Wassertiefen geeignet, einfach im Aufbau, sicher und zuverlässig im Betrieb und problemlos handhabbar sein.

- 5 Zur **Lösung** ist bei einem gattungsgemäßen Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kraftübertragungseinrichtung von einer mit der Abtriebswelle fest verbundenen Seilrolle, einem von der Seilrolle abwickelbaren Seil, mit der Abtriebswelle kraftschlüssig verbundenen Kraftkopplungselementen sowie einer beim
- 10 Ablassen des Antriebs an einem Tragseil im Wasser eingreifenden, gesteuert lösbaren Verklüngung der Seilrolle und der Auftriebskörper von einem geschlossenen, inkompressiblen, bei aufgerolltem Seil und verklüngter Seilrolle mit durch Auftriebskraft, Tauchtiefe und abwickelbarer Seillänge bestimmter Antriebsenergie aufladbaren Körper mit einer Anordnung am freien Seilende
- 15 gebildet ist, wobei die Arbeitsmaschine und / oder der Antrieb ein die Auftriebskraft überkompensierendes Gewicht aufweisen..

- Mit dem erfindungsgemäßen Antrieb wird ein zuverlässig arbeitender
- 20 diskontinuierlicher Antrieb zur Verfügung gestellt, der während des Ablassens in seine Arbeitstiefe automatisch Energie in einen Energiespeicher in Form eines Auftriebskörpers aufnimmt und diese dann im Arbeitseinsatz gesteuert wieder abgibt. Danach muss eine erneute Aufladung des Energiespeichers erfolgen, indem der Antrieb wieder an die Wasseroberfläche geholt und das
- 25 Seil aufgewickelt wird. Der Antrieb hat einen hohen Wirkungsgrad, da er ohne Energieumwandlung auskommt, er ist umweltfreundlich, da er mit regenerierbarer Energie arbeitet und er ist einfach handhabbar. Gegenüber elektrischen Systemen weist er keinerlei Energieverlust durch Selbstentladung auf und ist deswegen insbesondere für Langzeiteinsätze gut geeignet. Der
- 30 „Antrieb durch Auftrieb“ erfüllt damit alle Anforderungen an ein modernes Antriebssystem, insbesondere für die experimentelle Forschung.

Bei wissenschaftlichen Experimenten am Meeresboden in hunderten bis tausenden Metern Tiefe kommt es darauf an, ein geplantes Experiment wissenschaftlich-technisch korrekt, aber mit geringem Aufwand an Ausrüstung und Energie durchzuführen. Der logistische Aufwand für die große Zahl der an

5 Bord von Forschungsschiffen während der genau terminierten Forschungsreisen befindlichen Projekten ist groß und jede Einsparung an Kosten und Schiffszeit willkommen. Darüber hinaus sind Etats begrenzt und je preiswerter ein Experiment durchgeführt werden kann, desto vielseitiger kann geforscht werden. Für die Zurverfügungstellung von Energie in der Tiefsee sind entweder

10 sehr teure und schwere hochdruckfeste oder druckkompensierte Batterien oder sehr lange, fehleranfällige Zuleitungen von der Wasseroberfläche erforderlich. Speziell bei der Kabelvariante wird man in der Regel die Energieversorgung von Bord eines Forschungsschiffes gewährleisten. Hierdurch wird das Schiff über die Dauer des Experimentes gebunden und die

15 sehr kostspielige Schiffszeit stark beansprucht. Außerdem ergeben sich besondere Anforderungen hinsichtlich der Manövrierfähigkeit des Schiffs. Aus diesem Grunde werden kabelgebundene Experimente stark beschränkt und der Einsatz von autonom operierenden Systemen bevorzugt. Um Energie zu sparen, wird bei batteriebetriebenen autonomen Systemen vielfach auf die

20 besonders aufwändigen bildgebenden Verfahren zur Steuerung von Experimenten verzichtet oder nur in größeren Zeitabständen ein Standbild erzeugt. Sensor- oder zeitgesteuerte, automatisch ablaufende Versuche werden bevorzugt. In vielen Fällen wird nur Antriebsenergie zur Betätigung von Penetrations- oder Verschlussmechanismen, Greifern, Verfahreinrichtungen

25 oder Roboterarmen benötigt. Anstelle von teuren elektrischen Motoren mit der Problematik z.B. druckfester Wellendichtung zur Betätigung solcher Elemente ist es deshalb die Grundidee der vorliegenden Erfindung, eine begrenzte, vorab genau kalkulierbare, nicht alternde Quelle potenzieller Energie zur Verfügung zu stellen, die über entsprechende mechanische Übertragungselemente mechanische Arbeit leisten kann. Dabei erzeugt der Auftriebskörper,

30 der bei der Erfindung als nicht kompressibler Körper ausgebildet ist, in der Wassertiefe eine von seiner Größe abhängige Auftriebskraft, die, über ein Seil

und eine Seilrolle auf eine Abtriebswelle gebracht und mit mechanischen Steuermitteln versehen, eine ganze Reihe von Aufgaben erfüllen kann. Durch das Befestigen des Auftriebskörpers am freien Ende des auf die Seilrolle aufgerollten, der vorgesehenen Tauchtiefe des Antriebs entsprechend langen
5 Seils und durch das Ablassen auf den Gewässergrund wird der erfindungsgemäße Antrieb mit potenzieller Energie geladen. Dabei ist die gesamte Arbeitsmaschine durch ihr ohnehin zur sicheren Positionierung am Gewässergrund erforderliches Grundgewicht durch zusätzlichen Ballast ausreichend schwer, um die Auftriebskraft beim Absenken zu überwinden.
10 Sofort zu Beginn des Ablassens entfaltet der Auftriebskörper seine antreibende Auftriebskraft. Damit dem Experiment am Gewässerboden die ganze Auftriebsenergie zur Verfügung steht, muss also eine Einrichtung vorhanden sein, die den Auftriebskörper an der vorzeitigen Abwicklung des Seils während des Ablassens hindert und die erst bei Erreichen der Position am
15 Meeresboden den Auftriebskörper frei gibt. Geeignet hierzu ist eine Verklüpfung, die die Seilrolle während des Vorgangs des Ablassens der Arbeitsmaschine zuverlässig sichert. Nach dem Absetzen am Gewässergrund wird der erfindungsgemäße Antrieb durch eine gesteuerte Freigabe der Seilrolle aktiviert und zur Durchführung entsprechend geplanter und
20 konstruierter Experimente beitragen.

Die äußere Formgebung des Auftriebskörpers ist grundsätzlich nicht bedingend relevant, dennoch ist es eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Antriebs, wenn der Auftriebskörper von zumindest einer
25 handelsüblichen Auftriebskugel gebildet ist. Derartige Auftriebskugeln sind für die geforderte Tauchtiefe des Antriebs auf Druckfestigkeit geprüft, verfügen über eine äußere Schutzhülle gegen Beschädigungen bei der Handhabung an Bord und über Ankopplungsstellen für das Seil. Außerdem sind sie in verschiedenen Größen kommerziell erhältlich und relativ preiswert. Die
30 umsetzbare Antriebsenergie hängt von dem Gesamtvolumen des Auftriebskörpers, seinem Eigengewicht, der abwickelbaren Seilstrecke vom Grund bis maximal an die Gewässeroberfläche und dem Seilgewicht ab. Dabei

kann der Auftriebskörper beispielsweise auch aus mehreren in beliebiger Anordnung am Seil angeordneten Einzelkörpern gebildet sein. Sofern das Seil gemäß einer weiteren Fortführung der Erfindungsidee aus einem weitgehend auftriebsneutralen Material besteht, geht das Seilgewicht nur geringfügig in die
5 resultierende Auftriebskraft ein und verursacht kaum Antriebsenergieverlust. Da ein in allen Tiefen konkret auftriebsneutrales Seilmaterial prinzipiell nicht zur Verfügung steht, kann hier z.B. ein Aramid-Seil zum Einsatz kommen, das ein besonders günstiges Verhältnis von Belastbarkeit zu Eigengewicht unter Wasser aufweist.

10

Die vom Auftriebskörper über die aus dem Seil, der Seilrolle, der Abtriebswelle und den Kraftkopplungselementen bestehende Kraftübertragungseinrichtung bereitgestellte Antriebsenergie muss der anzutreibenden Arbeitsmaschine zugeleitet werden. Dazu kann nach einer weiteren Ausgestaltung des
15 erfindungsgemäßen Antriebs vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Kraftkopplungselemente als Zahnrad, Keilriemenscheibe, Exzeterscheibe, Nockenscheibe, Kurvenscheibe, oder Schneckenrad ausgebildet sind. Die genannte Auswahl an Kraftkopplungselementen kann über allgemein übliche Verbindungen wie Passfedern, Flansche, angeformte Ritzel usw. formschlüssig
20 oder durch Pressen oder Kleben kraftschlüssig mit der Abtriebswelle verbunden sein. Die angegebenen Ausgestaltungsmöglichkeiten sind nur Beispiele für beliebige, den Erfordernissen des jeweiligen Experiments und den Gegebenheiten unter Wasser Rechnung tragenden konstruktiven Kombinationen mechanischer Elemente. Grundsätzlich kann jede
25 mechanische Aufgabenstellung bewältigt werden, den Ausführungsformen sind hier lediglich Aufwandsgrenzen gesetzt.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Fortführung des erfindungsgemäßen Antriebs kann die Abtriebswelle mit Permanentmagneten bestückt den Rotor und ein Lager der Abtriebswelle mit Spulen ausgerüstet den Stator eines
30 elektrischen Generators bilden. Die damit vom Antrieb nach der Erfindung erzeugbare elektrische Energie von bis zu einigen 100 W kann für Verbraucher

zur Verfügung stehen, die mit mechanischer Energie nicht arbeiten können, beispielsweise Einrichtungen der Datenverarbeitung und -übertragung, der Sensorversorgung, Beleuchtungs- und Bildaufnahmeeinrichtungen und/oder der Steuerung von Aktoren zur mechanischen Energieverteilung.

5

Gemäß weiterer vorteilhafter Fortführungen des erfindungsgemäßen Antriebs kann außerdem vorgesehen sein, dass die die Kraftübertragungseinrichtung und den damit verbundenen Auftriebskörper beim Ablassen festhaltende Verklüpfung von einer in ein auf der Abtriebswelle fixiertes Klinkenrad eingreifenden Verriegelungsklinke gebildet ist, die Verklüpfung durch eine beim Aufsetzen des Antriebs auf einen Gewässergrund betätigte Entriegelungseinrichtung automatisch gelöst wird und dass die Entriegelungseinrichtung eine durch eine Uhrfeder betriebene Verzögerungseinrichtung zur Freigabe der Verklüpfung aufweist. Die Verklüpfung dient der Verhinderung des vorzeitigen Abwickelns des Seils mit dem Auftriebskörper bei Ablassen der Arbeitsmaschine auf den Gewässergrund. Es ist also eine beispielsweise durch das Aufsetzen auf den Gewässergrund zuverlässig funktionierende Entriegelungseinrichtung erforderlich, die die Verklüpfung aufhebt. Durch beim Aufsetzen auf einen Meeresboden verursachte Sedimentverwirbelungen kann es sinnvoll sein, das Experiment erst nach einer Wartezeit zu beginnen, d.h. den Antrieb zeitverzögert zu aktivieren. Dazu kann vorteilhaft eine mechanische Verzögerungseinrichtung, die wie ein Uhrwerk federbetätigt abläuft, zwischen die Entriegelungseinrichtung und die Verklüpfung so eingebracht sein, dass die Entriegelungseinrichtung den Mechanismus der Verzögerungseinrichtung auslöst und dieser nach seinem Ablauf das Aufheben der Verklüpfung bewirkt. Eine Auslösung der Entriegelungseinrichtung durch eine einfache elektronische Gerätesteuerung mit minimaler Ausstattung an elektrischer Energie ist ebenfalls möglich.

Schließlich kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Fortführung des erfindungsgemäßen Antriebs an der Kraftübertragungseinrichtung eine durch die Kraftkopplungselemente oder durch eine elektronische Kontrollvorrichtung

steuerbare, die Abgabe der Antriebsenergie regulierende Bremsvorrichtung angeordnet sein. Die Geschwindigkeit, mit der sich die Seilrolle dreht und damit die Arbeitsmaschine antreibt, wird ohne weitere Vorkehrungen nur davon abhängen, mit welcher Geschwindigkeit der Auftriebskörper an die Wasseroberfläche steigt. Dies ist aber wiederum nur von der Auftriebskraft, dem Strömungswiderstand des Auftriebskörpers und des Seils und den Reibungswiderständen in der Kraftübertragungseinrichtung und dem Experiment abhängig. Für einen fest vorgegebenen zeitlichen Ablauf eines Experiments ist es aber von Vorteil, wenn unabhängig von diesen verschiedenen Gegebenheiten eine steuerbare Hemmung der Ablaufgeschwindigkeit in Form einer Bremsvorrichtung vorhanden ist, die die Drehung der Seilrolle entsprechend den jeweiligen Anforderungen des Experiments mehr oder weniger stark drosselt. Außerdem kann so ein Intervallbetrieb mit zwischenliegenden Pausen realisiert und die Abgabe der Antriebsenergie gezielt gesteuert werden. Die Bremsvorrichtung kann beispielsweise in steuerbarer Version als modifizierte Trommelbremse mit direkt auf die Abtriebswelle wirkenden Bremsbacken, als Scheibenbremse mit auf der Abtriebswelle fest montierter Bremsscheibe und auf diese wirkende Bremsbacken oder als den Generator ausnutzende Wirbelstrombremse ausgestaltet sein. Auch nicht weiter steuerbare Bremsvorrichtungen, z.B. den Wasserwiderstand ausnutzende, auf der Abtriebswelle oder an der Seilrolle angeordnete Flügelräder, können zum Einsatz kommen.

Abschließend kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass an der Kraftübertragungseinrichtung eine durch die Kraftkopplungselemente oder durch eine elektronische Kontrollvorrichtung steuerbare, Ballast abwerfende weitere Entriegelungseinrichtung angeordnet ist. In der Regel nach Beendigung des Experiments, allgemein aber zu jedem wählbaren Zeitpunkt kann aus unterschiedlichen Gründen vorgesehen sein, die gesamte Arbeitsmaschine zurück an die Wasseroberfläche zu holen. Dann ist es sinnvoll, den Auftriebskörper zum Aufholen zu benutzen. Dazu kann eine weitere Entriegelungseinrichtung ausgelöst werden, die neutralen Ballast von der

Arbeitsmaschine löst und so dafür sorgt, dass der Auftrieb das Gewicht der Arbeitsmaschine überwiegt. Beim Abheben vom Grund greift die Verklüpfung wieder ein und verhindert das weitere Abrollen des Seils von der Seilrolle, sofern noch Seilvorrat vorhanden ist. Wenn der Auftriebskörper an der Wasseroberfläche angekommen ist, kann die Antriebsmaschine und damit das Experiment mit seinen gewonnenen Daten an dem Seil des Auftriebsantriebs geborgen werden.

10

Ausbildungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der schematischen Figuren näher erläutert. Dabei zeigt

- Figur 1** einen Antrieb nach der Erfindung mit einem Generator, einer Verklüpfung und einer Bremsvorrichtung in der Perspektive,
- Figuren 2a-2b** einen Antrieb nach der Erfindung mit Verklüpfung und Entriegelungseinrichtung in zwei Stellungen,
- Figur 3** einen Antrieb nach der Erfindung mit Entriegelungseinrichtung mit Verzögerung, und
- Figuren 4a-4d** einen Antrieb nach der Erfindung mit einer Auswahl an Kraftkopplungselementen.

Die **Figur 1** zeigt einen Antrieb **1** nach der Erfindung schematisch in perspektivischer Ansicht. Eine Kraftübertragungseinrichtung **2** ist auf einer Basisplatte **3** einer nicht weiter dargestellten Arbeitsmaschine montiert und steht, verankert beispielsweise durch sein Eigengewicht, auf dem Gewässergrund **4** eines Meeres **5**. Eine mit einer Abtriebswelle **6** verbundene Seilrolle **7** trägt die gesamte vorgesehene Länge eines Seils **8**, die maximal die Tauchtiefe der Arbeitsmaschine betragen kann. Im abgesenkten Zustand vor Beginn der Arbeit ist das Seil **8** vollständig auf die Seilrolle **7** aufgewickelt und der Antrieb **1** verriegelt. Die Abtriebswelle **6** ruht in Lagern **9**, die auf der

Basisplatte 3 fixiert sind. Das Ende des Seils 8 bildet eine Befestigungseinrichtung 10, beispielsweise ein Karabinerhaken, für einen Auftriebskörper 11. Sofern mehrere Auftriebskörper 11 vorgesehen sind, können mehrere Befestigungseinrichtungen 10 parallel oder übereinander
5 vorhanden sein. Der Auftriebskörper 11 hat die Form einer handelsüblichen Auftriebskugel 12 aus Glas mit einer Schutzhülle 13 mit Schutzrippen 14 und einer Öse 15 zur Ankoppelung an die Befestigungseinrichtung 10 des Seils 8.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die mit Permanentmagneten
10 bestückte Abtriebswelle 6 der Rotor 16 eines elektrischen Generators 17, dessen Stator 18 das Lager 9 mit integrierten Spulen bildet. Magnete und Spulen sind hier nicht näher dargestellt. Die elektrische Energie wird an den Anschlüssen 19 abgegriffen und dient beispielsweise der Steuerung der Kraftverteilung mit mechanische Aktoren, der Sensorversorgung,
15 Datenübertragungseinrichtungen und anderen Verbrauchern im Experiment, die nicht mit mechanischer Energie arbeiten können.

Weiterhin ist eine in **Figur 2a** und **Figur 2b** noch näher ausgeführte Verklüpfung 20 und eine Bremsvorrichtung 39 schematisch dargestellt.

20

Figur 2 zeigt schematisch einen Antrieb 1 mit einer Verklüpfung 20 und einer Entriegelungseinrichtung 21, der sich beim Aufsetzen auf den Gewässergrund 4 selbsttätig aktiviert. **Figur 2a** zeigt dabei den verklüpfen Zustand während des Absenkens (angedeutet durch zwei abwärts gerichtete Pfeile) des Antriebs
25 1, montiert auf der Basisplatte 3. Die Seilrolle 7 mit dem Seil 8, an dem der Auftriebskörper 11 (hier nicht dargestellt) nach oben zieht, ist mit der Abtriebswelle 6 fest verbunden. Auf der Abtriebswelle 6 ist ein Klinkenrad 22 befestigt, in das eine Verriegelungsklinke 23 eingreift und damit die Seilrolle 7 am Abläufen hindert. Die Verriegelungsklinke 23 stützt sich dabei über eine
30 Drehachse 24 und einen Entriegelungshebel 25 auf einem fest montierten Block 26 ab und wird von einer Rückholfeder 27 angedrückt. Der

Entriegelungshebel **25** sitzt auf einer weiteren Drehachse **28** und wird seinerseits durch eine weitere Rückholfeder **29** an den Block **26** angedrückt.

Figur 2b zeigt den entriegelten Zustand nach Aufsetzen des Antriebs **1** auf den Boden **4**. Der Entriegelungshebel **25** wird durch die Aufsetzkraft entgegen dem Uhrzeigersinn um seine weitere Drehachse **28** bis in eine mit der Basisplatte **3** bündige Position gedreht. Dabei drückt der Entriegelungshebel **25** die Verriegelungsklinke **23** nach oben und dreht sie im Uhrzeigersinn um ihre Drehachse **24**. Dadurch gibt die Verriegelungsklinke **23** schließlich das Klinkenrad **22** frei und die Seilrolle **7** kann sich auf Grund der Auftriebskraft des Auftriebskörpers **11** (hier nicht dargestellt) am Seil **8** zu drehen beginnen. Beim erneuten Abheben des Antriebs **1** vom Boden **4** (z.B. nach Abwurf von Ballast) wird die Verriegelungsklinke **23** durch ihre Rückholfeder **27** und der Entriegelungshebel **25** durch seinen weitere Rückholfeder **29** in die ursprünglichen Positionen zurückgedreht, kommen am Block **26** zur Anlage und der Verriegelungshebel **23** greift wieder in das Klinkenrad **22** ein. Der Antrieb **1** ist wieder verriegelt und das Gerät kann nach dem Aufschwimmen am Seil **8** geborgen werden.

Figur 3 zeigt ebenfalls schematisch einen Antrieb **1** mit einer Verklinkung **20**, einer Entriegelungseinrichtung **21** und einer Verzögerungseinrichtung **30**. Bei Bodenkontakt löst die Entriegelungseinrichtung **21** aus und startet den federbetätigten Ablaufmechanismus der Verzögerungseinrichtung **30**. Nach Ablauf des Federmechanismus betätigt die Verzögerungseinrichtung **30** ihrerseits die Verklinkung **20** und entriegelt damit den Antrieb **1**. Nach Lösen des Bodenkontakts fällt die ganze Betätigungskette in den ursprünglichen Zustand zurück und der Antrieb **1** ist wieder verriegelt.

Die **Figuren 4a** bis **4d** zeigen einen Antrieb **1** nach der Erfindung mit verschiedenen Kraftkopplungselementen mit jeweils spezifischen Aufgaben für das anzutreibende Experiment. In **Figur 4a** ist ein Zahnrad **31** dargestellt, das

ein weiteres Zahnrad **32** oder eine Kette zur Drehrichtungsumkehr antreiben kann. **Figur 4b** zeigt eine Keilriemenscheibe **33** mit einem Keilriemen **34**, beispielsweise als Transmissionsriemen mit gleichbleibendem Drehsinn. **Figur 4c** stellt eine stirnseitige Exzeterscheibe **35** dar, mit der über einen
5 passend gelagerten Gelenkhebel **36** eine oszillierende Bewegung erzeugt werden kann. **Figur 4d** schließlich zeigt eine Nockenscheibe **37**, mit deren Hilfe über einen Kipphebel **38** eine beliebige Steuerbewegung winkelabhängig und mit variablem Hub erzeugt werden kann.

Weitere Fortleitungselemente wie Kurvenscheiben, Schnecken, nach-
10 geschaltete Getriebe usw. sind ebenfalls möglich.

15

Bezugszeichenliste

	1	Antrieb
20	2	Kraftübertragungseinrichtung
	3	Basisplatte
	4	Gewässergrund
	5	Meer
	6	Abtriebswelle
25	7	Seilrolle
	8	Seil
	9	Lager
	10	Befestigungseinrichtung
	11	Auftriebskörper
30	12	Auftriebskugel
	13	Schutzhülle

- 14 Schutzrippen
- 15 Öse
- 16 Rotor
- 17 Generator
- 5 18 Stator
- 20 Verklückung
- 21 Entriegelungseinrichtung
- 22 Klinkenrad
- 23 Verriegelungsklinke
- 10 24 Drehachse
- 25 Entriegelungshebel
- 26 Block
- 27 Rückholfeder
- 28 weitere Drehachse
- 15 29 weitere Rückholfeder
- 30 Verzögerungseinrichtung
- 31 Zahnrad
- 32 weiteres Zahnrad
- 33 Keilriemenscheibe
- 20 34 Keilriemen
- 35 Exzeterscheibe
- 36 Gelenkhebel
- 37 Nockenscheibe
- 38 Kipphebel
- 25 39 Bremsvorrichtung

Patentansprüche

1. Antrieb für eine Arbeitsmaschine im Unterwassereinsatz mit einer Kraftübertragungseinrichtung mit Abtriebswelle und einem Auftriebskörper als
5 Energiequelle,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Kraftübertragungseinrichtung (2) von einer mit der Abtriebswelle (6) fest verbundenen Seilrolle (7), einem von der Seilrolle (7) abwickelbaren Seil (8), mit der Abtriebswelle (6) kraftschlüssig verbundenen Kraftkopplungselementen
10 sowie einer beim Ablassen des Antriebs (1) an einem Tragseil im Wasser eingreifenden, gesteuert lösbaren Verklüpfung (29) der Seilrolle (7) und der Auftriebskörper (11) von einem geschlossenen, inkompressiblen, bei aufgerolltem Seil (8) und verklüpfter Seilrolle (7) mit durch Auftriebskraft, Tauchtiefe und abwickelbarer Seillänge bestimmter Antriebsenergie
15 aufladbaren Körper mit einer Anordnung am freien Seilende gebildet ist, wobei die Arbeitsmaschine und / oder der Antrieb (1) ein die Auftriebskraft überkompensierendes Gewicht aufweisen.

2. Antrieb nach Anspruch 1,

20 **dadurch gekennzeichnet, dass**

der Auftriebskörper (11) von zumindest einer handelsüblichen Auftriebskugel (12) gebildet ist.

3. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

25 **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Seil (8) aus einem weitgehend auftriebsneutralen Material besteht.

4. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kraftkopplungselemente als Zahnrad (31), Exzentrerscheibe (35),
Nockenscheibe (37), Kurvenscheibe, Keilriemenscheibe oder Schneckenrad
5 ausgebildet sind.

5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abtriebswelle (6) mit Permanentmagneten bestückt den Rotor (16) und ein
10 Lager der Abtriebswelle (6) mit Spulen ausgerüstet den Stator (18) eines
elektrischen Generators (17) bilden.

6. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Verklückung (20) von einer in ein auf der Abtriebswelle (6) fixiertes
Klinkenrad (22) eingreifenden Verriegelungsklinke (23) gebildet ist.

7. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Verklückung (20) durch eine beim Aufsetzen des Antriebs (1) auf einen
Gewässergrund (4) betätigte Entriegelungseinrichtung (21) automatisch gelöst
wird.

8. Antrieb nach Anspruch 7,
25 **dadurch gekennzeichnet, dass**
die Entriegelungseinrichtung (21) eine durch eine Uhrfeder betriebene
Verzögerungseinrichtung (30) zur Freigabe der Verklückung (20) aufweist.

9. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
an der Kraftübertragungseinrichtung (2) eine durch die Kraftkopplungs-
elemente oder durch eine elektronische Kontrollvorrichtung steuerbare, die
5 Abgabe der Antriebsenergie regulierende Bremsvorrichtung (39) angeordnet
ist.

10. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 an der Kraftübertragungseinrichtung (2) eine durch die Kraftkopplungs-
elemente oder durch eine elektronische Kontrollvorrichtung steuerbare, Ballast
abwerfende weitere Entriegelungseinrichtung angeordnet ist.

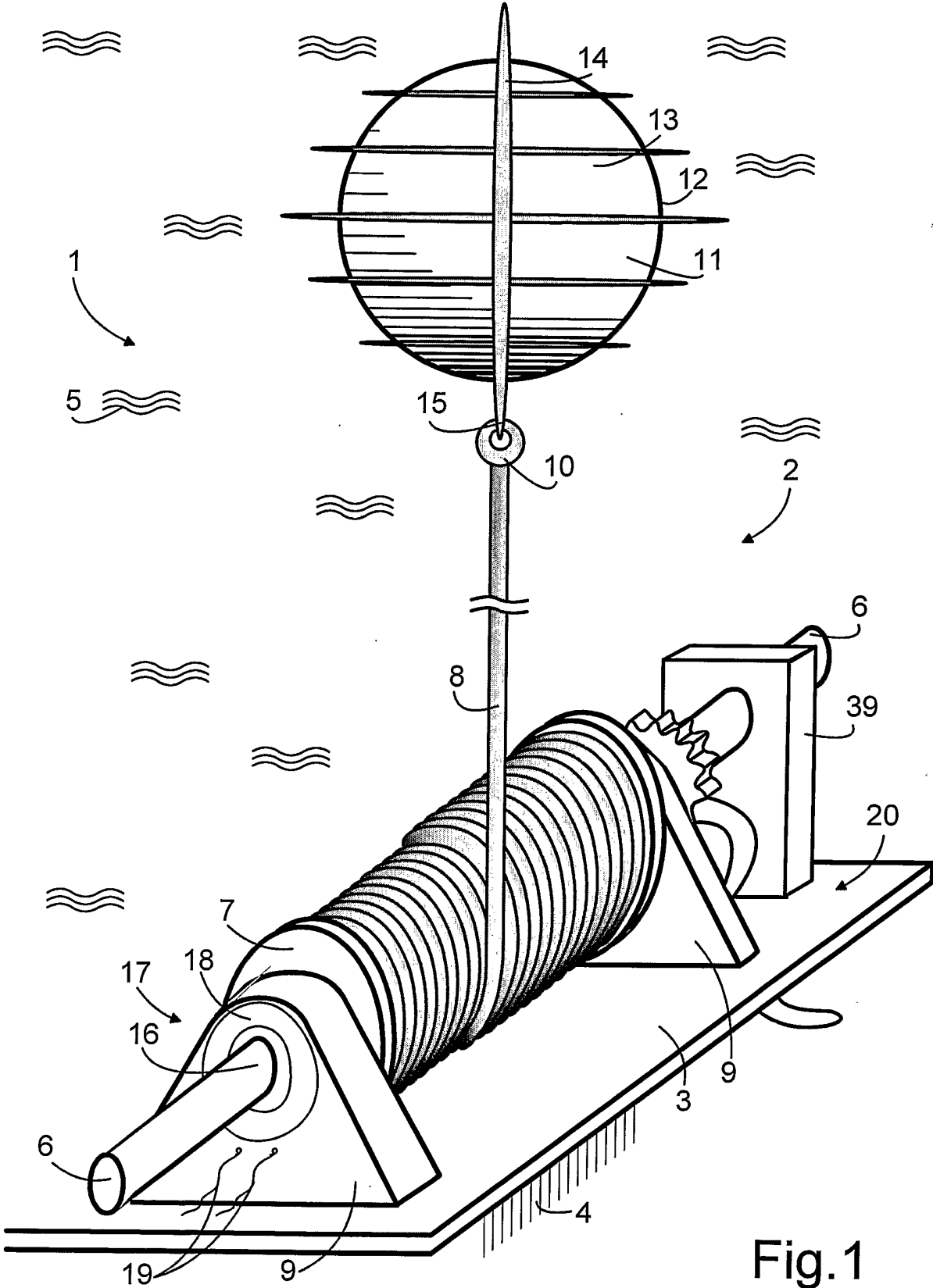
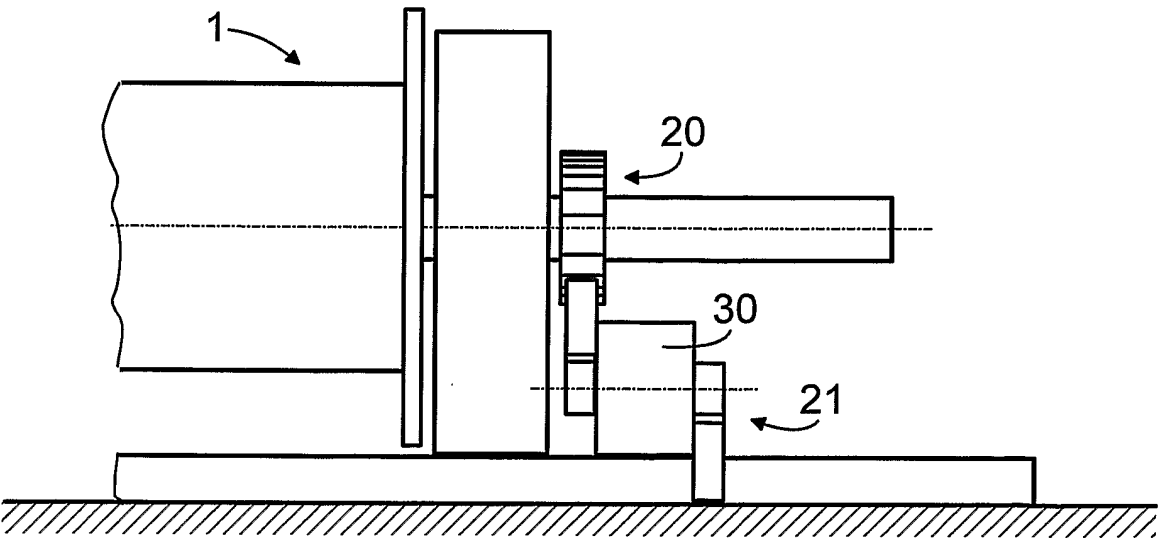
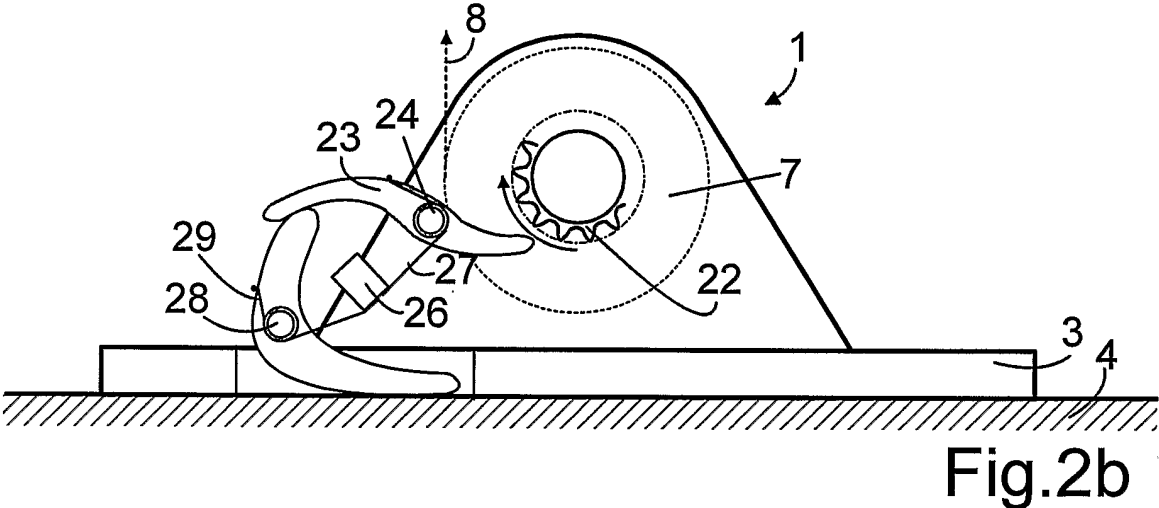
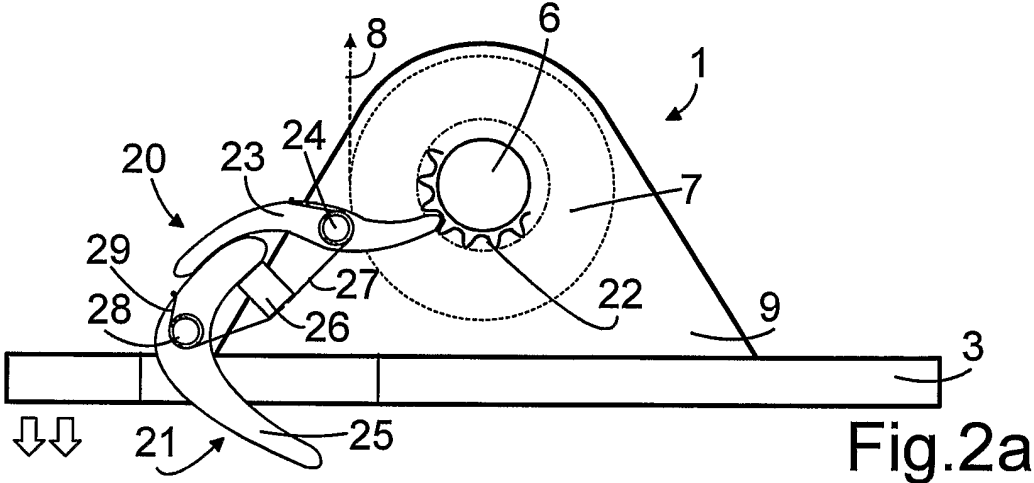


Fig.1

2/3



3/3

