

(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
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069154 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

E02D 17/16 (2006.01) *E21B 7/124* (2006.01)
E02F 3/20 (2006.01) *E21C 50/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/074650

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. September 2020 (03.09.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
19201977.6 08. Oktober 2019 (08.10.2019) EP

(71) Anmelder: **BAUER MASCHINEN GMBH** [DE/DE];
BAUER-Str. 1, 86529 Schrobenhausen (DE).

(72) Erfinder: **WEIXLER, Leonhard**; Michael-Maier-Str. 16,
86672 Thierhaupten (DE). **FINKENZELLER, Stefan Mi-**
chael; Bachhäcker 9, 85084 Reichertshofen (DE). **KLIP-**
PENSTEIN, Jürgen; Friedl-Urban-Str. 12a, 86169 Augs-
burg (DE).

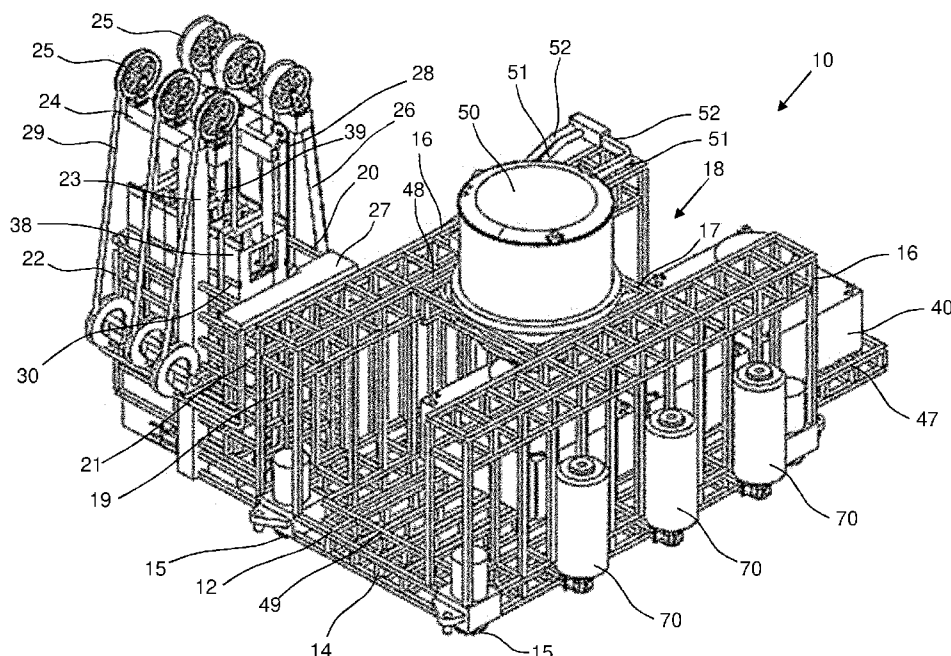
(74) Anwalt: **WUNDERLICH & HEIM**; Imgardstr. 3, 81479
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,

(54) Title: UNDERWATER DREDGING DEVICE AND METHOD FOR DREDGING UP BED MATERIAL UNDER WATER

(54) Bezeichnung: UNTERWASSER-ABTRAGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ABTRAGEN VON
BODENMATERIAL UNTER WASSER

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to an underwater dredging device having a base frame, which can be placed on the bed of a body of water, at least one dredging unit, which is supported in a vertically displaceable manner on the base frame and is designed to dredge bed material from the bed of the body of water at a first removal position and at least one transport container, which is designed to receive dredged bed material and is arranged on the base frame for transporting off dredged bed material. According to the invention, the at least one dredging unit is guided on the base frame in a first horizontal direction to at least one second dredging position, which differs from the first dredging position, and in which a further dredging of bed material can be carried out. The invention also relates to a method for dredging up bed material with the underwater dredging device.



WO 2021/069154 A1

RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung mit einem Basisrahmen, welcher auf einem Gewässergrund absetzbar ist, mindestens einer Abtragseinheit, welche vertikal verstellbar an dem Basisrahmen gelagert und zum Abtragen von Bodenmaterial des Gewässergrundes an einer ersten Abtragsposition ausgebildet ist und mindestens einen Transportbehälter, welcher zum Aufnehmen von abgetragenen Bodenmaterial ausgebildet und an dem Basisrahmen zum Abtransport von abgetragenen Bodenmaterial angeordnet ist. Gemäß der Erfindung ist vorgesehen, dass die mindestens eine Abtragseinheit an dem Basisrahmen in einer ersten horizontalen Richtung zu mindestens einer zweiten Abtragsposition verstellbar geführt ist, welche von der ersten Abtragsposition unterschiedlich ist und in welcher ein weiteres Abtragen von Bodenmaterial durchführbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial mit der Unterwasser-Abtragsvorrichtung.

UNTERWASSER-ABTRAGSVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ABTRAGEN VON BODENMATERIAL UNTER WASSER

Die Erfindung betrifft eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung, insbesondere zum Abbau von Rohstoffen, mit einem Basisrahmen, welcher auf einem Gewässergrund absetzbar ist, mindestens einer Abtragseinheit, welche vertikal verstellbar an dem Basisrahmen gelagert und zum Abtragen von Bodenmaterial des Gewässergrundes an einer ersten Abtragsposition ausgebildet ist, und mindestens einem Transportbehälter, welcher zum Aufnehmen von abgetragenen Bodenmaterial ausgebildet und an dem Basisrahmen zum Abtransport von abgetragenen Bodenmaterial angeordnet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial unter Wasser, insbesondere zum Abbau von Rohstoffen, mit einer Unterwasser-Abtragsvorrichtung, bei dem ein Basisrahmen der Unterwasser-Abtragsvorrichtung auf einem Gewässergrund abgesetzt wird, mindestens eine Abtragseinheit, welche an dem Basisrahmen verstellbar gelagert ist, in einer ersten Abtragsposition vertikal in den Gewässergrund verfahren und dabei Bodenmaterial abgetragen wird, und abgetragenes Bodenmaterial zu einem Transportbehälter an dem Basisrahmen gefördert wird, in welchem abgetragenes Bodenmaterial zum Abtransport aufgenommen wird, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

Aus der EP 2 562 346 A1 geht eine Unterwasser-Bohranordnung mit einer absenkbaren Arbeitsplattform hervor. An der Arbeitsplattform ist ein Bohrwerkzeug angeordnet,

welches mittels eines Bohrantriebes zum Erstellen eines Bohrloches in den Gewässergrund eintreibbar ist. Die Bohrvorrichtung dient zur Erstellung von Gründungselementen unter Wasser. Das beim Erstellen der Bohrung anfallende Bohrklein wird nach oben abgeführt und über eine Austrittsmündung in das umgebende Gewässer ausgebracht, wo es durch die Gewässerströmung abgeführt und verteilt wird.

Aus der WO 2015/178854 A1 und der WO 2015/178853 A1 gehen Unterwasser-Abbausysteme hervor. Bei diesen Systemen werden mehrere mobile Abbaueinheiten eingesetzt, von welchen abgebautes Bodenmaterial zu schwimmenden Behältern abgeführt wird, welche unter Wasser zwischen den Abbaueinheiten und einem Versorgungsschiff angeordnet sind.

Eine gattungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren gehen aus der EP 3 330 441 B1 hervor. In einem turmartigen Basisrahmen ist eine Abtragseinheit vertikal verstellbar gelagert, durch welche Bodenmaterial unter Wasser abgetragen und in einen Förderbehälter transportiert werden kann. Für den Abbau von Bodenmaterial auf einer größeren Fläche ist es bei dieser bekannten Vorrichtung erforderlich, diese nach jedem vertikalen Abtragsschritt zu verstellen. Dies kann unter Wasser, insbesondere bei größeren Tiefen, mit einem erhöhten Zeit- und Arbeitsaufwand erforderlich sein.

Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung und ein Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial anzugeben, mit welchen auch ein Abtragen größerer Mengen von Bodenmaterial an einem Gewässergrund effizient durchführbar sind.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung zum einen durch eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen durch ein Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial unter Wasser mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Abtragseinheit an dem Basisrahmen in einer ersten horizon-

talen Richtung zu mindestens einer zweiten Abtragsposition verstellbar geführt ist, welche von der ersten Abtragsposition unterschiedlich ist und in welcher ein weiteres Abtragen von Bodenmaterial durchführbar ist.

Ein Grundgedanke der Erfindung kann darin gesehen werden, eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung mit einem Basisrahmen vorzusehen, welche auf einem Gewässergrund absetzbar ist und entlang welchem in einer horizontalen Richtung die Abtragseinheit verstellbar gelagert ist. Damit kann die Unterwasser-Abtragsvorrichtung an dem Grund eines Gewässers abgestellt werden und es können anschließend mehrere vertikale Abtragsvorgänge durchgeführt werden, wobei die Abtragseinheit zwischen einem einzelnen vertikalen Abtragsvorgang, einem sogenannten Stich, entlang des Basisrahmens horizontal verfahren wird. Im Sinne der Erfindung ist horizontal dabei als eine Querrichtung zur vertikalen Gravitationsrichtung zu verstehen, wobei im Wesentlichen ein Verstellen entlang einer Oberfläche des Gewässerbodens erfolgt. Insgesamt kann so ein effizientes und exaktes Abtragen auch größerer Bodenbereiche in mehreren Stichen ohne oder mit einer reduzierten Anzahl von Verstellungen des Basisrahmens durchgeführt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass an dem Basisrahmen eine Abscheideeinrichtung angeordnet ist, zu welcher das abgetragene Bodenmaterial förderbar ist und welche ausgebildet ist, rohstoffhaltige Bestandteile abzuscheiden und diese an den mindestens einen Transportbehälter weiterzuleiten. Die Abscheideeinrichtung, welche ein Sieb, einen Dekanter, eine Zentrifuge und/oder eine sonstige Trenneinrichtung aufweisen kann, reduziert das von dem Transportbehälter aufzunehmende Bodenmaterial. Insbesondere sollen durch den Transportbehälter möglichst nur rohstoffhaltige Bestandteile aufgenommen werden, während rohstofffreie oder rohstoffarme Bestandteile von der Abscheideeinrichtung ausgeschieden werden. Vorzugsweise ist die mindestens eine Abtragseinrichtung über eine flexible Leitung, insbesondere eine Schlauchleitung, mit der Abscheideeinrichtung verbunden.

Besonders vorteilhaft ist es nach einer Weiterbildung der Erfindung, dass die Abscheideeinrichtung oberhalb des Transportbehälters in einer Beladestation angeordnet ist. Der Transportbehälter kann dabei in die Beladestation verfahren werden, in welcher er sich dann unterhalb der Abscheideeinrichtung befindet. Die abgeschiedenen roh-

stoffhaltigen Bestandteile können dabei insbesondere unter Schwerkrafteinwirkung effizient von der Abscheideeinrichtung in den Transportbehälter geleitet werden. Die Abscheideeinrichtung kann ortsfest oder verstellbar am Basisrahmen gelagert sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung kann darin gesehen werden, dass eine Aufnahme- und Verschiebeeinrichtung für den mindestens einen Transportbehälter an dem Basisrahmen vorgesehen ist, wobei die Aufnahme- und Verschiebeeinrichtung ausgebildet ist, mindestens einen Transportbehälter aufzunehmen und zumindest zu einer Beladestation zum Aufnehmen von abgetragenen Bodenmaterial zu verschieben. Vorzugsweise kann der Basisrahmen ausgebildet sein, mehrere Transportbehälter gleichzeitig aufzunehmen. Hierfür kann ein entsprechender Zwischenlagerbereich am Basisrahmen vorgesehen sein. Weiterhin kann an dem Basisrahmen eine Aufnahmestation ausgebildet sein, in welcher Transportbehälter von der Wasseroberfläche, insbesondere einem Transportschiff, auf den Basisrahmen abgesetzt werden können. Über die Verschiebeeinrichtung kann der so aufgenommene Transportbehälter in einen Zwischenlagerbereich oder direkt zu der Abscheideeinrichtung bewegt werden. Die Verschiebeeinrichtung kann Führungsschienen für den Transportbehälter und mindestens ein Verschiebeelement aufweisen, etwa einen Stellzylinder oder eine Transportkette mit Kettenantrieb.

Nach Befüllen des Transportbehälters kann über die Verschiebeeinrichtung der Transportbehälter zu einer Rückführstation am Basisrahmen weiterbewegt werden. Von der Rückführstation kann der Transportbehälter, etwa durch ein Transportseil, erfasst und von einem Schiff an die Wasseroberfläche rückgeholt werden. Die Aufnahmestation und die Rückführstation können getrennt voneinander oder ortsgleich ausgebildet sein, so dass die Aufnahmestation gleichzeitig die Rückführstation bildet.

Ein kompakter Aufbau der Unterwasser-Abtragsvorrichtung kann insbesondere dadurch erzielt werden, dass die mindestens eine Abtragseinheit vertikal verstellbar an einem Führungsrahmen gelagert ist, welcher horizontal verschiebbar an dem Basisrahmen gelagert ist. Der vertikal gerichtete Führungsrahmen kann dabei an einem Schlitten angebracht sein, welcher entlang einer Führung am Basisrahmen horizontal verschiebbar gelagert ist. Grundsätzlich können auch mehrere Abtragseinheiten an der Unterwasser-Abtragsvorrichtung vorgesehen sein, welche unabhängig voneinander vertikal und horizontal verstellbar sind oder gemeinsam verstellt werden können.

Grundsätzlich kann die mindestens eine Abtragseinheit durch einen Linearantrieb vertikal verstellt werden. Eine besonders kompakte Anordnung wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, dass die mindestens eine Abtragseinheit an einem Tragseil aufgehängt ist. Insbesondere kann das Tragseil über eine Umlenkrolle an einer Oberseite des Führungsrahmens geführt sein. Ein Absenken der Abtragseinheit kann allein durch Schwerkrafteinwirkung oder durch ein weiteres Zugseil, welches um eine untere Umlenkrolle an einem unteren Bereich des Führungsrahmens geführt ist, oder einen Stellzylinder in Richtung auf den Boden mit Kraft verstellt werden. Das Tragseil und/oder das Zugseil können über eine Seilwinde mittels eines Windenmotors betätigt werden.

Ein effizientes und möglichst großflächiges Abtragen von Bodenmaterial an einem Gewässergrund kann nach einer Weiterentwicklung der erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung dadurch erzielt werden, dass an dem Basisrahmen eine Bewegungseinrichtung angeordnet ist, mit welcher die Unterwasser-Abtragsvorrichtung an dem Gewässergrund verstellbar ist. Die Bewegungseinrichtung kann grundsätzlich beliebig ausgebildet sein, insbesondere ein Schreitwerk aufweisen.

Grundsätzlich kann die Abtragseinheit ein Bohrgerät sein, bei welchem ein Bohrwerkzeug um eine vorzugsweise vertikale Bohrachse drehend angetrieben wird. Ein besonders effizientes Abtragen von Bodenmaterial wird nach einer Ausführungsvariante der Erfindung dadurch erreicht, dass mindestens eine Abtragseinheit als eine Fräseinheit ausgebildet ist. Bei der Fräseinheit sind insbesondere Fräszähne vorgesehen, welche um im Wesentlichen horizontale Fräsachsen umlaufen. Die Fräseinheit kann Fräsräder und/oder Fräsketten aufweisen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, dass die Fräseinheit einen kastenförmigen Rahmen mit mindestens zwei Paaren von Fräsrädern umfasst, wobei die Fräsräder eines Paares eine gemeinsame Fräsradachse aufweisen und die Fräsradachsen der Paare parallel und axial zueinander versetzt sind. Die Fräseinheiten können dabei im Wesentlichen wie herkömmliche Schlitzwandfräsen ausgebildet sein. Der kastenförmige Rahmen kann insbesondere als ein Führungsrahmen ausgebildet sein, wobei der Rahmenquerschnitt einem Fräsquerschnitt angepasst ist, welcher durch die Fräsräder hergestellt wird. Mit einem derartigen kastenförmigen Führungsrahmen kann sich die Fräseinheit im Frässchlitz selbst führen. Die parallel zueinander

gerichteten Fräsradaachsen können dabei parallel zur horizontalen Verschieberichtung am Basisrahmen oder quer hierzu, insbesondere in einem rechten Winkel hierzu sein.

Ein besonders effizientes Abtragen von Bodenmaterial kann nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erzielt werden, dass mehrere Fräseinheiten nebeneinander angeordnet und zu einer gemeinsamen Trageinrichtung zusammengefasst werden. Insbesondere können mehrere Fräseinheiten mit jeweils zwei Paaren von Fräsrädern nebeneinander angeordnet und zusammengefasst sein. Die Anordnung kann dabei in Achsrichtung der Fräsräder oder rechtwinkelig zur Achsrichtung der Fräsräder erfolgen.

Grundsätzlich kann eine Energieversorgung der Unterwasser-Abtragsvorrichtung mittels einer Versorgungleitung, einem sogenannten Umbilical, von einem Versorgungsschiff aus erfolgen. Die Energieversorgung kann dabei ein Druckfluid, insbesondere Hydraulikfluid, und/oder elektrischer Strom sein. Alternativ oder ergänzend kann es nach einer erfindungsgemäßen Weiterentwicklung vorgesehen sein, dass mindestens eine elektrische Energieversorgungseinheit, insbesondere ein Akkumulator, an dem Basisrahmen angeordnet ist. Die Energieversorgung kann ein Energiewandlungsaggregat umfassen, welches beispielsweise elektrische Energie in hydraulische Energie wandelt oder der Umgebung Wärmeenergie entzieht und in elektrische Energie oder hydraulische Energie transformiert. Die Energieversorgungseinheit stellt ein sogenanntes Power Pack dar. Die Energieversorgungseinheit kann auch einen Akkumulator mit einer hohen Energiedichte aufweisen. Insbesondere können mehrere Energieversorgungseinheiten angeordnet sein, so dass eine autarke Energieversorgung der Unterwasser-Abtragsvorrichtung auch über mehrere Betriebsstunden sichergestellt ist.

Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragseinrichtung besteht darin, dass die Unterwasser-Abtragsvorrichtung aus mindestens zwei Modulen besteht, die während oder nach dem Absetzen auf den Gewässergrund zusammensetzbar sind. Insbesondere kann auch der Basisrahmen aus verschiedenen Modulen zusammengesetzt sein. Die Module können die einzelnen Abtragseinheiten, die Abtragseinrichtung, der Führungsrahmen, die Transportbehälter oder weitere

Komponenten der Unterwasser-Abtragsvorrichtung sein. Die Module sind mit Schnellverbindungseinrichtungen versehen, so dass diese in relativ einfacher Weise während oder nach dem Absetzen auf den Gewässergrund zusammensetzbar sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial unter Wasser ist dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abtragen von Bodenmaterial in der ersten Abtragsposition die mindestens eine Abtragseinheit entlang einer Führung am Basisrahmen in einer horizontalen Richtung von der ersten Abtragsposition in mindestens eine zweite Abtragsposition verstellt wird, welche unterschiedlich zu der ersten Abtragsposition ist, und dass weiteres Bodenmaterial in der zweiten Abtragsposition durch vertikales Verfahren der mindestens einen Abtragseinheit abgetragen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere durch eine erfindungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung durchgeführt werden, wie sie zuvor beschrieben worden ist.

Eine bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung besteht darin, dass entlang der ersten horizontalen Richtung ein erster Abbauschlitz erstellt wird, wobei zunächst mehrere vertikale Primärstiche erstellt werden, welche entlang der ersten horizontalen Richtung definiert beabstandet sind, wobei mindestens ein Restbodenabschnitt zwischen den Primärstichen verbleibt, und dass nach dem Erstellen der Primärstiche in der horizontalen Richtung jeder Restbodenabschnitt mit mindestens einem Sekundärstich zum Bilden eines durchgehenden Abbauschlitzes in der horizontalen Richtung entfernt wird. Auf diese Weise können durchgehende Abbauschlitze effizient erstellt werden, wobei sichergestellt ist, dass an zwei gegenüberliegenden Seiten der insgesamt kastenförmigen Abtragseinheit möglichst gleiche Druck- oder Umgebungsverhältnisse bestehen, so dass ein möglichst vertikales Abteufen der Abtragseinheit sichergestellt und ein Verlaufen vermieden ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsvariante des Verfahrens nach der Erfindung kann darin gesehen werden, dass nach Erstellen eines ersten Abbauschlitzes die mindestens eine Abtragseinheit in einer zweiten horizontalen Richtung, welche quer, insbesondere senkrecht zur ersten horizontalen Richtung gerichtet ist, um einen definierten Versatzbetrag verstellt und mindestens ein zweiter Abbauschlitz etwa parallel zum ers-

ten Primär-Abbauschlitz erstellt wird. Der zweite Abbauschlitz kann an den ersten Abbauschlitz unmittelbar angrenzen. Es können weitere Abbauschlitze nebeneinander erstellt werden, so dass der Gewässergrund großflächig abgetragen wird.

Alternativ kann der Versatzbetrag so groß gewählt sein, dass ein Restbodenbereich zwischen zwei benachbarten Primär-Abbauschlitzen verbleibt, und dass anschließend der Restbodenbereich zwischen zwei Primär-Abbauschlitzen unter Einbringung eines Sekundär-Abbauschlitzes abgetragen wird. Gemäß dieser Verfahrensvariante wird also der Boden nicht nur im Bereich eines einzelnen Schlitzes abgetragen, sondern es kann ein planmäßiger flächiger Abbau des Gewässerbodens erfolgen. Dabei werden zunächst zwei oder mehr jeweils voneinander beabstandete und insbesondere parallele Primär-Abbauschlitze erstellt, so wie dies zuvor beschrieben wurde. Der Abstand zwischen zwei Primär-Abbauschlitzen ist dabei insbesondere so ausgebildet, dass der dazwischen verbliebene Restbodenbereich in horizontaler Richtung eine Wanddicke aufweist, welche der Abbaubreite einer Abtragseinheit entspricht. Der Restbodenbereich kann so durch einen Sekundär-Abbauschlitz mit den Abtragseinheiten vollständig abgetragen werden, was eine gute Ausbeute an abgetragenen Bodenmaterial bedeutet.

Nach einer Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es bevorzugt, dass abgetragenes Bodenmaterial zu einer Abscheideeinrichtung gefördert wird, dass in der Abscheideeinrichtung rohstoffhaltige Bestandteile von rohstoffarmen Bestandteilen abgeschieden und zu dem mindestens einen Transportbehälter gefördert werden, und dass die rohstoffarmen Bestandteile von der Abscheideeinrichtung in einen Bodenbereich des Gewässergrundes rückgeleitet werden. Vorzugsweise werden die rohstoffarmen Bestandteile wieder in die ausgehobenen Schlitzte rückgeführt, so dass diese zumindest wieder teilweise verfüllt werden. Dies schont den Gewässerboden und reduziert die Menge an zu transportierendem Bodenmaterial zu einem Bereich über Wasser.

Grundsätzlich kann die Unterwasser-Abtragsvorrichtung als Gesamtanlage auf dem Gewässergrund abgesetzt werden. Eine Vereinfachung des Transportes wird nach einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erzielt, dass eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung aus mindestens zwei Modulen zusammengesetzt ist, welche während oder nach Ablassen der Module auf dem Gewässergrund miteinander verbunden werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen weiter beschrieben, welche schematisch in den Zeichnungen dargestellt sind. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung;
- Fig. 2 eine Vorderansicht der Unterwasser-Abtragsvorrichtung von Fig. 1;
- Fig. 3 eine Seitenansicht der Unterwasser-Abtragsvorrichtung von Fig. 1 und Fig. 2;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf die Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 3;
- Fig. 5 eine perspektivische Ansicht der Abtragseinheiten der Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 4;
- Fig. 6 eine Vorderansicht der Abtragseinheiten von Fig. 5;
- Fig. 7 eine Seitenansicht der Abtragseinheiten gemäß den Figuren 5 und 6;
- Fig. 8 eine vergrößerte perspektivische Darstellung des Transportbehälters der Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 4;
- Fig. 9 eine vergrößerte perspektivische Darstellung einer Abscheideeinrichtung der Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 4;
- Fig. 10 eine Seitenansicht der Abscheideeinrichtung gemäß Fig. 9 mit geöffneter Bodenklappe;
- Fig. 11 eine Seitenansicht der Abscheideeinrichtung gemäß Fig. 9 mit geschlossener Bodenklappe;
- Figs. 12-19 Draufsichten auf eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß Figuren 1 bis 4 in verkleinerter Darstellung in verschiedenen Verfahrensschritten beim Abtrag von Boden;
- Fig. 20 eine perspektivische Aussicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung;

Fig. 21 eine Draufsicht auf die Unterwasser-Abtragsvorrichtung von Fig. 20; und
Figs. 22-29 Draufsichten auf die Unterwasser-Abtragsvorrichtung gemäß den Figuren 20 und 21 in verkleinerter Darstellung in verschiedenen Verfahrensschritten beim Abtrag von Boden.

Eine erste erfindungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 mit einem gerüstartigen Basisrahmen 12 ist in den Figuren 1 bis 4 dargestellt. Der Basisrahmen 12 weist einen horizontalen Bodenabschnitt 14 und zwei daran angebrachte und voneinander beabstandete Wandabschnitte 16 auf. In dem so gebildeten etwa U-förmigen Basisrahmen 12 ist zwischen den beabstandeten Wandabschnitten 16 ein Aufnahmeraum 18 für kastenförmige Transportbehälter 14 vorgesehen. Zum Ausrichten der Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 auf einem Gewässergrund sind an der Unterseite des Basisrahmens 12 vertikal ausfahrbare Stützfüße 15 vorgesehen. Die Stützfüße 15 können mit Abtragszähnen versehen sein, wobei die Stützfüße 15 drehbar angetrieben und in den Gewässergrund eingebracht werden können.

Zur Energieversorgung sind an dem in Fig. 1 rechtsseitigen Wandabschnitt 16 drei Energieversorgungseinheiten 70 lösbar angebracht. Die Energieversorgungseinheiten 70 können insbesondere als sogenannte Power Packs ausgebildet sein, d. h. Energiewandlungsaggregate, z. B. als elektro-hydraulische Aggregate, welche über eine Nabelschnur, ein sogenanntes Umbilical, von einem nicht dargestellten Versorgungsschiff von der Wasseroberfläche aus gelieferte elektrische Energie in hydraulische Energie umwandeln. Alternativ oder ergänzend können sie auch als Akkumulatoren ausgebildet sein, welche zum Speichern von z. B. elektrischer Energie ausgebildet sind. Im Übrigen kann die erfindungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 nach Absetzen auf dem Gewässergrund weitgehend unabhängig von einem Versorgungsschiff arbeiten. Nach Abschluss der Arbeiten kann die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 in grundsätzlich bekannter Weise wieder gehoben werden.

An dem in Fig. 1 linksseitigem Wandabschnitt 16 ist eine Linearführung 19 angeordnet, entlang welcher ein Führungsrahmen 20 horizontal verstellbar entlang der Außenseite des Wandabschnittes 16 geführt ist.

Der Führungsrahmen 20 weist eine vertikale Führungswand 21 auf, welche zum horizontalen Verfahren mit der Führung 19 an dem Basisrahmen 12 zusammen wirkt. An

der Führungswand 21 ist ein gerüstartiger Führungskasten 22 ausgebildet, in welchem eine blockartige Abtragseinrichtung 38 aufgenommen ist, welche im dargestellten Ausführungsbeispiel aus mehreren Abtragseinheiten 30 zusammengesetzt ist.

An dem Führungsrahmen 20 ist eine jochartige Mastanordnung 23 mit einem Mastkopf 24 vorgesehen. An dem Mastkopf 24 sind Umlenkrollen 25 für Versorgungsschläuche 26 und Förderschläuche 29 zu den drei Abtragseinheiten 30 der Abtragseinrichtung 38 drehbar gelagert. Die blockartige Abtragseinrichtung 38 ist über eine Aufhängung 39 und ein Tragseil 28 am Mastkopf 24 vertikal verstellbar gelagert, wobei die blockartige Abtragseinrichtung 38 in dem Führungskasten 22 des Führungsrahmens 20 vertikal und linear geführt ist.

Die Versorgungsschläuche 26 sind zur Zuführung von hydraulischer und/oder elektrischer Energie ausgebildet, während die Förderschläuche 29 für ein Abpumpen und Abfordern des abgetragenen Bodenmaterials ausgebildet sind. Die Förderschläuche 29 sind über eine Schottplatte 27, an welcher sie in einer Förderleitung 52 am Basisrahmen 12 zusammengefasst werden, geführt, durch welche das abgetragene Bodenmaterial zu einer Abscheideeinrichtung 50 geleitet wird. Die Abscheideeinrichtung 50 ist lösbar in eine Halterung 17 an der Oberseite des Basisrahmens 12 eingesetzt. Die Abscheideeinrichtung 50 ist dabei etwa in einem Mittenbereich des Basisrahmens 12 oberhalb des Aufnahmeraumes 18 angeordnet. Hierdurch ist eine Beladestation 48 gebildet, in welcher rohstoffhaltige Bestandteile des abgetragenen Bodenmaterials von der Abscheideeinrichtung 50 nach unten zu einem darunter angeordneten Transportbehälter 40 abgegeben werden können. Die rohstoffhaltigen Bestandteile des abgetragenen Bodenmaterials werden dabei in der Abscheideeinrichtung 50, welche etwa eine Zentrifuge aufweisen kann, von rohstoffarmen oder rohstofffreien Bestandteilen getrennt. Diese rohstoffarmen oder rohstofffreien Bestandteile können von der Abscheideeinrichtung 50 über Rückführleitungen 51 zurück in einen Bodenbereich des Gewässergrundes rückgeleitet werden.

Wie anschaulich in Fig. 3 dargestellt ist, sind an dem Basisrahmen 12 insgesamt drei Transportbehälter 40 angeordnet. Zum Bilden einer Aufnahmestation 47 springt der horizontale Bodenabschnitt 14 gegenüber den Wandabschnitten 16 zumindest an einer Stirnseite vor, so dass an dieser Aufnahmestation 47 neue Transportbehälter 40 von einem Versorgungsschiff auf der Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 abgesetzt

werden können. Von der Aufnahmestation 47 wird der Transportbehälter 40 dann über eine nicht näher dargestellte Aufnahme- und Bewegungseinrichtung zur Beladestation 48 unterhalb der Abscheideeinrichtung 50 weitergeschoben. Gleichzeitig können befüllte Transportbehälter 40 von der Beladestation 48 entlang des Aufnahmeraumes 18 zu einer Rückführstation 49 (Figur 4) an dem Bodenabschnitt 14 weiter gefördert werden. Die Rückführstation 49 liegt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Aufnahmestation 47 am Basisrahmen 12 gegenüber. Von der Rückführstation 49 kann der befüllte Transportbehälter 40 von einer grundsätzlich bekannten Kraneinrichtung ergriffen und zu einem Versorgungsschiff rückgeholt werden.

In den Figuren 5 bis 7 ist die zuvor beschriebene blockartige Abtragseinrichtung 38 näher dargestellt. Die Abtragseinrichtung 38 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus drei jeweils gleich ausgebildeten Abtragseinheiten 30 aufgebaut. Jede Abtragseinheit 30 ist als eine Fräseinheit ausgebildet, welche einen kastenförmigen Rahmen 32 aufweist. An der Unterseite von jedem Rahmen 32 sind mittig Frässchilder 35 angeordnet, zu welchen an beiden Seiten jeweils ein Fräsrاد 34 mit gemeinsamer Fräsrادachse drehbar gelagert sind. An jeder Abtragseinheit 30 sind zwei Paare von Fräsrädern 34 drehend angetrieben gelagert. Durch die zwei Paare von Fräsrädern 34 wird ein rechteckiger Fräsquerschnitt durch jede Abtragseinheit 30 erzeugt, welcher dem Querschnitt des kastenförmigen Rahmens 32 entspricht. Wie dies von sogenannten Schlitzwandfräsen bekannt ist, kann sich die Abtragseinheit 30 im gefrästen Schlitz selbst führen.

Bei der Abtragseinrichtung 38 sind drei Abtragseinheiten 30 in Richtung der Fräsrادachsen nebeneinander angeordnet, so dass die jeweils vorderen Fräsrادpaare und die jeweils hinteren Fräsrادpaare coaxial zueinander ausgerichtet sind. Die einzelnen Rahmen 32 bilden dabei einen Gesamtrahmen der Abtragseinrichtung 38, deren Gesamtquerschnitt einem Öffnungsquerschnitt des kastenförmigen Führungsrahmens 20 an dem Basisrahmen 12 entspricht. Somit kann der Führungsrahmen 20 als eine Anfangsführung zum anfänglichen Führen der Abtragseinrichtung 38 zum Beginn eines Frässchrittes dienen. Die aneinander unmittelbar angrenzenden Abtragseinheiten 30 fräsen gemeinsam einen Abtragsquerschnitt ab, welcher dem Querschnitt des Gesamtrahmens der Abtragseinrichtung 38 entspricht.

An der Oberseite der mittleren Abtragseinheit 30 ist eine bockartige Aufhängung 39 aus Stützblechen gebildet, wobei mittels der Aufhängung 39 die Abtragseinrichtung 38 insgesamt an dem Tragseil 28 der Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 lösbar angebracht werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel eines Transportbehälters 40 für die erfindungsgemäße Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 ist näher in Fig. 8 dargestellt. Der Transportbehälter 40 weist einen kastenförmigen Grundkörper 42 auf, welcher an seiner Oberseite etwa mittig einen sich nach oben öffnenden Einführtrichter 43 aufweist. An den Eckbereichen an der Oberseite des Grundkörpers 42 sind ösenartige Verbindungselemente 44 angebracht. Die Verbindungselemente 44 dienen zur Verbindung mit einem Hebezeug, insbesondere Haken eines Kranseiles, so dass der Transportbehälter 40 etwa von einem Versorgungsschiff mit dem Hebezeug abgesenkt und nach dem Befüllen wieder gehoben werden kann.

Gemäß den Figuren 9 bis 11 ist ein Ausführungsbeispiel der Abscheideeinrichtung 50 gezeigt, welche ein Gehäuse 54 mit einem Zylinderabschnitt 55 und einem Konusabschnitt 56 aufweist. Zwischen dem oberen Zylinderabschnitt 55 und dem unteren Konusabschnitt 56 ist ein radial vorspringender Aufsatzring 57 ausgebildet, mit welchem die Abscheideeinrichtung 50 auf der rahmenartigen Halterung 17 am Basisrahmen 12 lösbar von oben aufgesetzt werden kann.

An der Unterseite des Konusabschnittes 56 ist eine Austrittsöffnung 58 vorgesehen. Diese kann mittels eines klappbar angelenkten Bodens 59 geöffnet (Fig. 10) und geschlossen (Fig. 11) werden. An der Oberseite des Gehäuses 54 sind Verbindungsösen 53 angebracht, mit welchen die Abscheideeinrichtung 50 beispielsweise zu Wartungszwecken über ein grundsätzlich bekanntes Hebezeug zu einem Versorgungsschiff gehoben und wieder abgesenkt werden kann. Innerhalb der Abscheideeinrichtung 50 ist eine geeignete Trenneinrichtung vorgesehen, mit welcher beispielsweise rohstoffhaltige Bestandteile des abgetragenen Bodenmaterials von taubem Material getrennt werden können.

Nachfolgend wird der Einsatz der erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 bis 4 bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens näher im Zusammenhang mit den Figuren 12 bis 19 erläutert.

Die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 ist auf einen Gewässergrund 1 abgesetzt, welcher insbesondere ein Meeresgrund in einer Tiefe bis zu einigen tausend Metern sein kann. Dabei weist die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 eine Bewegungseinrichtung 60 mit zwei parallelen Schienen 62 am Gewässergrund 1 auf. Die Bewegungseinrichtung 60 kann eine nicht näher dargestellte Antriebseinheit umfassen, mit welcher der Basisrahmen 12 entlang den Schienen 62 linear verfahren werden kann.

Bei dem Ausgangszustand gemäß Fig. 12 sind drei Transportbehälter 40 auf dem Basisrahmen 12 angeordnet, wobei sich ein Transportbehälter 40 unmittelbar unter der Abscheideeinrichtung 50 in der Beladestation 48 befindet. Der Führungsrahmen 20 mit der Abtragseinrichtung 38 wird in eine Ausgangs- oder Anfangsposition entlang des Basisrahmens 12 verfahren. In dieser Position wird die Abtragseinrichtung 38 mit den Abtragseinheiten 30, welche in einem rechten Winkel zur Seitenfläche des Basisrahmens 12 nebeneinander angeordnet sind, vertikal in den Boden abgeteuft, wobei Bodenmaterial abgetragen und zu der Abscheideeinrichtung 50 gefördert wird. Von der Abscheideeinrichtung 50 wird zumindest ein Teil des abgetragenen Bodenmaterials in den darunter befindlichen Transportbehälter 40 in der Beladestation 48 weiter gefördert.

Nach dem Befüllen des ersten Transportbehälters 40 wird dieser gemäß Fig. 13 von der Beladestation 48 in die Rückführstation 49 weitergeschoben, wobei gleichzeitig der zweite Transportbehälter 40 in die Beladestation 48 bewegt wird.

Nach Erstellen eines ersten Primärstiches 3 wird die Abtragseinrichtung 38 mit dem Führungsrahmen 20 entlang des Basisrahmens 12 in einer horizontalen ersten Richtung um einen definierten Versatzbetrag weitergeschoben, wobei dann ein zweiter Primärstich 3 erstellt wird. Am Grund jedes einzelnen Primärschlitzes 3 bilden sich aufgrund der gegenüberliegenden Fräsradaare zwei halbzyklindrische Rinnen aus, zwischen denen ein nur schematisch angedeuteter Steg 8 ausgebildet ist.

Wie anschaulich in Fig. 14 dargestellt ist, sind der erste und der zweite Primärstich 3 parallel und beabstandet zueinander angeordnet, so dass ein Restbodenabschnitt 4 zwischen den benachbarten Primärstichen 3 verbleibt. Zwischenzeitlich kann der befüllte Transportbehälter 40 in der Rückführstation 49 gehoben und zu einem Versorgungsschiff rückgeholt werden.

Nachdem eine gewünschte Anzahl von Primärstichen 3 zum Bilden eines ersten Abbauschlitzes 2 entlang des Basisrahmens 12 in der ersten Richtung erstellt sind, wird die Abtragseinrichtung 38 gemäß Fig. 15 entlang des Basisrahmens 12 wieder rückgefahren, um den ersten Restbodenabschnitt 4 zwischen dem ersten und dem zweiten Primärstich 3 mit einem Sekundärstich 5 abzutragen. Durch Wiederholung dieses Vorganges können die verbliebenen Restbodenabschnitte 4 zwischen den Primärstichen 3 durch Sekundärstiche 5 entfernt werden, so dass der durchgehende erste Abbauschlitz 2 erstellt wird, welcher in Fig. 17 dargestellt ist. Durch die Fräsradaare bedingt ergibt sich eine rinnenförmige Konturierung des Grundes des ersten Abbauschlitzes 2 mit dazwischenliegenden Graten oder Stegen 8.

Während des Abbauvorganges werden Transportbehälter 40 weiter befüllt und an die Rückführstation 49 zum Abtragsport weitergeleitet. Gleichzeitig können leere Transportbehälter 40 zu der Aufnahmestation 47 zugeführt werden, so dass diese zum Befüllen zur Verfügung stehen.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel können an der Aufnahmestation 47 auch befüllte Transportbehälter 40 abtransportiert werden, während gleichzeitig auch an der Rückführstation 49 leere Transportbehälter 40 zum Befüllen abgestellt werden können.

Nach Abschluss des ersten Abbauschlitzes 2, welcher parallel zum rechteckigen Basisrahmen 12 in der ersten Richtung verläuft, wird der Basisrahmen 12 entlang der Schienen 62 mit der Bewegungseinrichtung 60 etwa rechtwinklig zum ersten Abbauschlitz 2 in einer horizontalen zweiten Richtung um die Abtragsbreite der Abtragseinrichtung 38 verfahren, um einen zweiten Abbauschlitz 6 parallel und unmittelbar angrenzend an den ersten Abbauschlitz 2 zu erstellen.

Wie in den Figuren 18 und 19 schematisch dargestellt ist, können zum Erstellen des zweiten Abbauschlitzes 6 in entsprechender Weise zunächst zueinander beabstandete Primärstiche 3 in einer ersten Verfahrrichtung der Abtragseinrichtung 38 erstellt werden. Anschließend werden verbliebene Restbodenabschnitte 4 zwischen den Primärstichen 3 durch Sekundärstiche 5 entfernt.

Insgesamt kann so ein planmäßiger flächiger Abtrag von Bodenmaterial an einem Gewässergrund 1 mit großer Positionsgenauigkeit durchgeführt werden. Erst anschließend muss die gesamte Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 versetzt werden, um einen weiteren Bodenbereich abzutragen.

Eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 ist in den Figuren 20 und 21 dargestellt. Der Aufbau dieser Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 entspricht der Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 gemäß den Figuren 1 bis 4 mit einigen Ausnahmen, auf welche eingegangen wird.

Der Aufbau des Basisrahmens 12, des Führungsrahmens 20, der Abtragseinheiten 30, der Transportbehälter 40, der Abscheideeinrichtung 50, der Bewegungseinrichtung 60 sowie der Energieversorgungseinheit 70 sind weitgehend gleich aufgebaut, wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist die Abtragseinrichtung 38, welche ebenfalls aus drei Abtragseinheiten 30 aufgebaut ist, längs zur Führung 19 des Basisrahmens 12 gerichtet. Die Achsen der Fräsräder der Abtragseinheiten 30 sind dabei parallel zur horizontalen ersten Richtung, also der Verschieberichtung des Führungsrahmens 20 entlang des Basisrahmens 12.

Weiterhin ist die Abscheideeinrichtung 50 in einer Halterung 17 angeordnet, welche selbst verschiebbar entlang des Basisrahmens 12 gelagert ist. Hierfür können entsprechende Schienen an der Oberseite des Basisrahmens 12 für die Halterung 17 vorgesehen sein.

Nachfolgend wird der Einsatz dieser zweiten erfindungsgemäßen Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 gemäß den Figuren 20 und 21 bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens näher im Zusammenhang mit den Figuren 22 bis 29 erläutert.

Die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 wird ebenfalls auf einen Gewässergrund 1 abgesetzt. Die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 weist dabei eine Bewegungseinrichtung 60 mit zwei parallelen Schienen 62 am Gewässergrund 1 auf.

Bei dem Ausgangszustand gemäß Fig. 22 sind drei Transportbehälter 40 auf dem Basisrahmen 12 angeordnet, wobei sich die Abscheideeinrichtung 50 auf einer Halterung

17 befindet, welche verschiebbar entlang des Basisrahmens 12 gelagert ist. Im Ausgangszustand gemäß Fig. 22 befindet sich die Abscheideeinrichtung 50 zusammen mit dem Führungsrahmen 20 mit der Abtragseinrichtung 38 mit den drei Abtragseinheiten 30 in einer seitlichen Ausgangsposition. Die Abscheideeinrichtung 50 befindet sich dabei oberhalb eines ersten Transportbehälters 40 an einem Seitenbereich des Basisrahmens 12.

In dieser Position wird die Abtragseinrichtung 38 mit den Abtragseinheiten 30, welche parallel zur Seitenfläche des Basisrahmens 12 nebeneinander angeordnet sind, vertikal in den Boden abgeteuft, wobei Bodenmaterial abgetragen und zu der daneben liegenden Abscheideeinrichtung 50 gefördert wird. Von der Abscheideeinrichtung 50 wird zumindest ein Teil des abgetragenen Bodenmaterials in den darunter befindlichen Transportbehälter 40 weitergefördert.

Der Transportbehälter 40 ist insbesondere so ausgelegt, um das Abtragsmaterial oder zumindest den wertstoffhaltigen Teil des Abtragsmaterials eines ersten Primärstiches 3 aufzunehmen.

Nach Erstellen des ersten Primärstiches 3 wird gemäß Fig. 23 die Abtragseinrichtung 38 mit dem Führungsrahmen 20 entlang des Basisrahmens 12 in einer ersten horizontalen Richtung um einen definierten Versatzbetrag weitergeschoben, welcher der Länge des ersten Primärstiches 3 entspricht. Gleichzeitig wird mit dem Führungsrahmen 20 die Abscheideeinrichtung 50 mit dem Halterahmen 17 entlang des Basisrahmens 12 über den nächsten, mittleren Transportbehälter 40 verschoben. In dieser Position wird ein zweiter Primärstich 3 durchgeführt, während das abgetragene Bodenmaterial zu der verstellten Abscheideeinrichtung 50 über die Förderleitung 52 weitertransportiert wird. Gleichzeitig kann nunmehr der erste Transportbehälter 40 von seiner Ursprungsposition unmittelbar über ein Hebezeug zu einem Versorgungsschiff rückgeführt werden.

Anschließend werden der Führungsrahmen 20 mit der Abtragseinrichtung 38 und die Abscheideeinrichtung 50 mit der Halterung 17 um einen weiteren Förderschritt entlang des Basisrahmens 12 zu einer dritten Abtragsposition verschoben, welche anschaulich in Fig. 24 dargestellt ist. Die Abscheideeinrichtung 50 befindet sich dabei über dem dritten Transportbehälter 40 an einem Seitenbereich des Basisrahmens 12, welcher

dem anfänglichen Seitenbereich gegenüber liegt. Während der dritte Primärstich 3 zum Erstellen des ersten Abbauschlitzes 2 durchgeführt wird, kann der zweite befüllte Transportbehälter 40 ebenfalls unmittelbar durch ein Hebezeug von seiner mittleren Position am Basisrahmen 12 nach oben zu einem Versorgungsschiff abgehoben werden. Durch die Fräsradgeometrien bedingt erstreckt sich mittig entlang des Grundes des Primärstichs 3 ein Steg 8.

Nach Abschluss des ersten Abbauschlitzes 2 durch die unmittelbar aneinander grenzenden Primärstiche 3 wird der Führungsrahmen 20 mit der Abtragseinrichtung 38 wieder in die Anfangsposition rückgeführt. Gleichzeitig wird der Basisrahmen 12 entlang der Schienen 62 mit der Bewegungseinrichtung 60 in einer zweiten Richtung, welche quer zur Längsrichtung des Abbauschlitzes 2 gerichtet ist, um einen Versatzbetrag verfahren, welcher der Breite des ersten Abbauschlitzes 2 entspricht.

Zuvor wurden vom Versorgungsschiff zwei leere Transportbehälter 40 wieder auf dem Basisrahmen 12 abgestellt. Sodann können die Abbauschritte gemäß den Figuren 22 bis 24 zum Bilden eines zweiten Abbauschlitzes 6 wiederholt werden, wie anschaulich in den Figuren 25 bis 27 dargestellt ist. Aufgrund der rinnenförmigen Konturierung des Grundes der Abbauschlitze 2 und 6 ergeben sich angedeutete Stege 8.

Wie in den Figuren 28 und 29 angedeutet wird, kann dann ein abermaliges Rückstellen des Führungsrahmens 20 mit der Abtragseinrichtung 38 einschließlich der Abscheideeinrichtung 50 mit der Halterung 17 erfolgen, wobei auch der Basisrahmen 12 entlang der Schienen 62 um einen weiteren Versatzbetrag verfahren wird, wie anschaulich in Fig. 28 dargestellt ist. Anschließend kann ein dritter Abbauschlitz 7 durch eine weitere Abfolge der bekannten Verfahrensschritte durchgeführt werden, wie Fig. 29 zu entnehmen ist.

Anschließend kann die Unterwasser-Abtragsvorrichtung 10 auf den Gewässergrund 1 versetzt werden, um einen weiteren Bodenbereich am Gewässergrund 1 durch Wiederholung der zuvor beschriebenen Schritte abzutragen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Unterwasser-Abtragsvorrichtung, insbesondere zum Abbau von Rohstoffen, mit
 - einem Basisrahmen (12), welcher auf einem Gewässergrund (1) absetzbar ist,
 - mindestens einer Abtragseinheit (30), welche vertikal verstellbar an dem Basisrahmen (12) gelagert und zum Abtragen von Bodenmaterial des Gewässergrundes (1) an einer ersten Abtragsposition ausgebildet ist, und
 - mindestens einen Transportbehälter (40), welcher zum Aufnehmen von abgetragenen Bodenmaterial ausgebildet und an dem Basisrahmen (12) zum Abtransport von abgetragenen Bodenmaterial angeordnet ist,dadurch gekennzeichnet,
 - dass die mindestens eine Abtragseinheit (30) an dem Basisrahmen (12) in einer ersten horizontalen Richtung zu mindestens einer zweiten Abtragsposition verstellbar geführt ist, welche von der ersten Abtragsposition unterschiedlich ist und in welcher ein weiteres Abtragen von Bodenmaterial durchführbar ist.
2. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Basisrahmen (12) eine Abscheideeinrichtung (50) angeordnet ist, zu welcher das abgetragene Bodenmaterial förderbar ist und welche ausgebildet ist, rohstoffhaltige Bestandteile abzuscheiden und diese an den mindestens einen Transportbehälter (40) weiterzuleiten.

3. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abscheideeinrichtung (50) oberhalb des Transportbehälters (40) in einer Beladestation (48) angeordnet ist.
4. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Aufnahme- und Verschiebeeinrichtung für den mindestens einen Transportbehälter (40) an dem Basisrahmen (12) vorgesehen ist, wobei die Aufnahme- und Verschiebeeinrichtung ausgebildet ist, mindestens einen Transportbehälter (40) aufzunehmen und zumindest zu einer Beladestation (48) zum Aufnehmen von abgetragenem Bodenmaterial zu verschieben.
5. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Abtragseinheit (30) vertikal verstellbar an einem Führungsrahmen (20) gelagert ist, welcher horizontal verschiebbar an dem Basisrahmen (12) gelagert ist.
6. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Abtragseinheit (30) an einem Tragseil (28) aufgehängt ist.
7. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Basisrahmen (12) eine Bewegungseinrichtung (60) angeordnet ist, mit welcher die Unterwasser-Abtragsvorrichtung (10) auf dem Gewässergrund (1) verstellbar ist.
8. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Abtragseinheit (30) als eine Fräseineinheit ausgebildet ist.

9. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fräseineinheit einen kastenförmigen Rahmen (32) und mindestens zwei Paare von Fräsrädern (34) umfasst, wobei die Fräsräder (34) eines Paares eine gemeinsame Fräsrachse aufweisen und die Fräsrachsen der Paare parallel und radial zueinander versetzt sind.
10. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Fräseinheiten nebeneinander angeordnet und zu einer gemeinsamen Abtragseinrichtung (38) zusammengefasst sind.
11. Unterwasser-Abtragsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Energieversorgungseinheit (70), insbesondere ein Power Pack, insbesondere ein Akkumulator, an dem Basisrahmen (12) angeordnet ist.
12. Unterwasser-Abtragseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterwasser-Abtragsvorrichtung (10) aus mindestens zwei Modulen besteht, die während oder nach dem Absetzen auf den Gewässergrund (1) zusammensetzbar sind.
13. Verfahren zum Abtragen von Bodenmaterial unter Wasser, insbesondere zum Abbau von Rohstoffen, mit einer Unterwasser-Abtragsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem
- ein Basisrahmen (12) der Unterwasser-Abtragsvorrichtung (10) auf einem Gewässergrund (1) abgesetzt wird,
 - mindestens eine Abtragseinheit (30), welche an dem Basisrahmen (12) verstellbar gelagert ist, in einer ersten Abtragsposition vertikal in den Gewässergrund (1) verfahren und dabei Bodenmaterial abgetragen wird, und
 - abgetragenes Bodenmaterial zu einem Transportbehälter (40) an dem Basisrahmen (12) gefördert wird, in welchem abgetragenes Bodenmaterial zum Abtransport aufgenommen wird,
- dadurch gekennzeichnet,

- dass nach dem Abtragen von Bodenmaterial in der ersten Abtragsposition die mindestens eine Abtragseinheit (30) entlang einer Führung (19) am Basisrahmen (12) in einer horizontalen Richtung von der ersten Abtragsposition in mindestens eine zweite Abtragsposition verstellt wird, welche unterschiedlich zu der ersten Abtragsposition ist, und
- dass weiteres Bodenmaterial in der zweiten Abtragsposition durch vertikales Verfahren der mindestens einen Abtragseinheit (30) abgetragen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass entlang der ersten horizontalen Richtung ein erster Abbauschlitz (2) erstellt wird, wobei zunächst mehrere vertikale Primärstiche (3) erstellt werden, welche entlang der ersten horizontalen Richtung definiert beabstandet sind, wobei mindestens ein Restbodenabschnitt (4) zwischen den Primärstichen (3) verbleibt, und dass nach dem Erstellen der Primärstiche (3) in der horizontalen Richtung jeder Restbodenabschnitt (4) mit mindestens einem Sekundärstich (5) zum Bilden eines durchgehenden Abbauschlitzes (2) in der ersten horizontalen Richtung entfernt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach Erstellen eines ersten Abbauschlitzes (2) die mindestens eine Abtragseinheit (30) in einer zweiten horizontalen Richtung, welche quer, insbesondere senkrecht, zur ersten horizontalen Richtung gerichtet ist, um einen definierten Versatzbetrag verstellt und mindestens ein zweiter Abbauschlitz (6) etwa parallel zum ersten Abbauschlitz (2) erstellt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass abgetragenes Bodenmaterial zu einer Abscheideeinrichtung (50) gefördert wird,
dass in der Abscheideeinrichtung (50) rohstoffhaltige Bestandteile von rohstoffarmen und/oder rohstofffreien Bestandteilen abgeschieden und zu dem mindestens einen Transportbehälter (40) gefördert werden, und

dass die rohstoffarmen und/oder rohstofffreien Bestandteile von der Abscheideeinrichtung (50) in einen Bodenbereich des Gewässergrundes (1) rückgeleitet werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Unterwasser-Abtragsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aus mindestens zwei Modulen zusammengesetzt ist, welche während oder nach Ablassen der Module auf den Gewässergrund (1) miteinander verbunden werden.

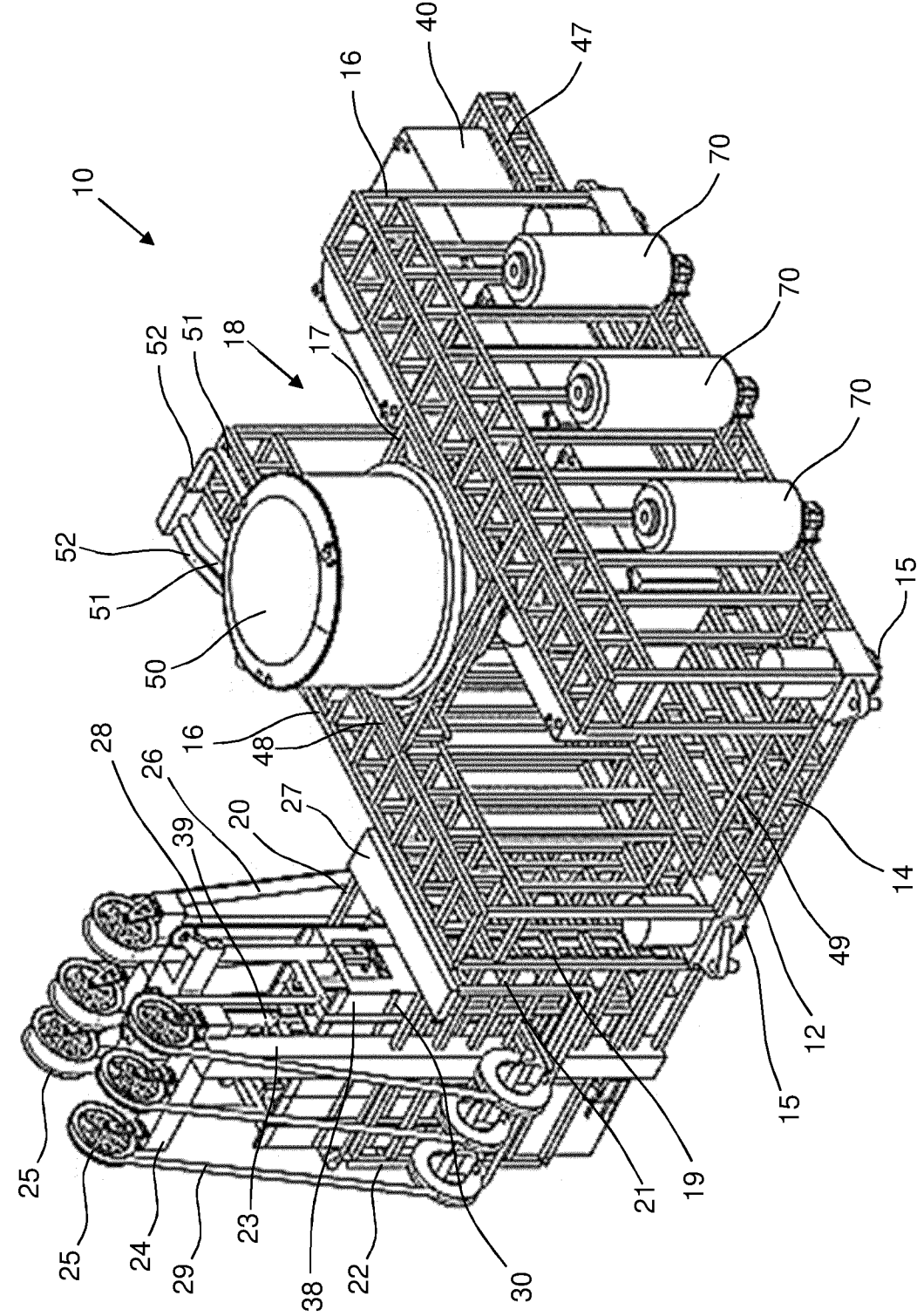


Fig. 1

Fig. 2

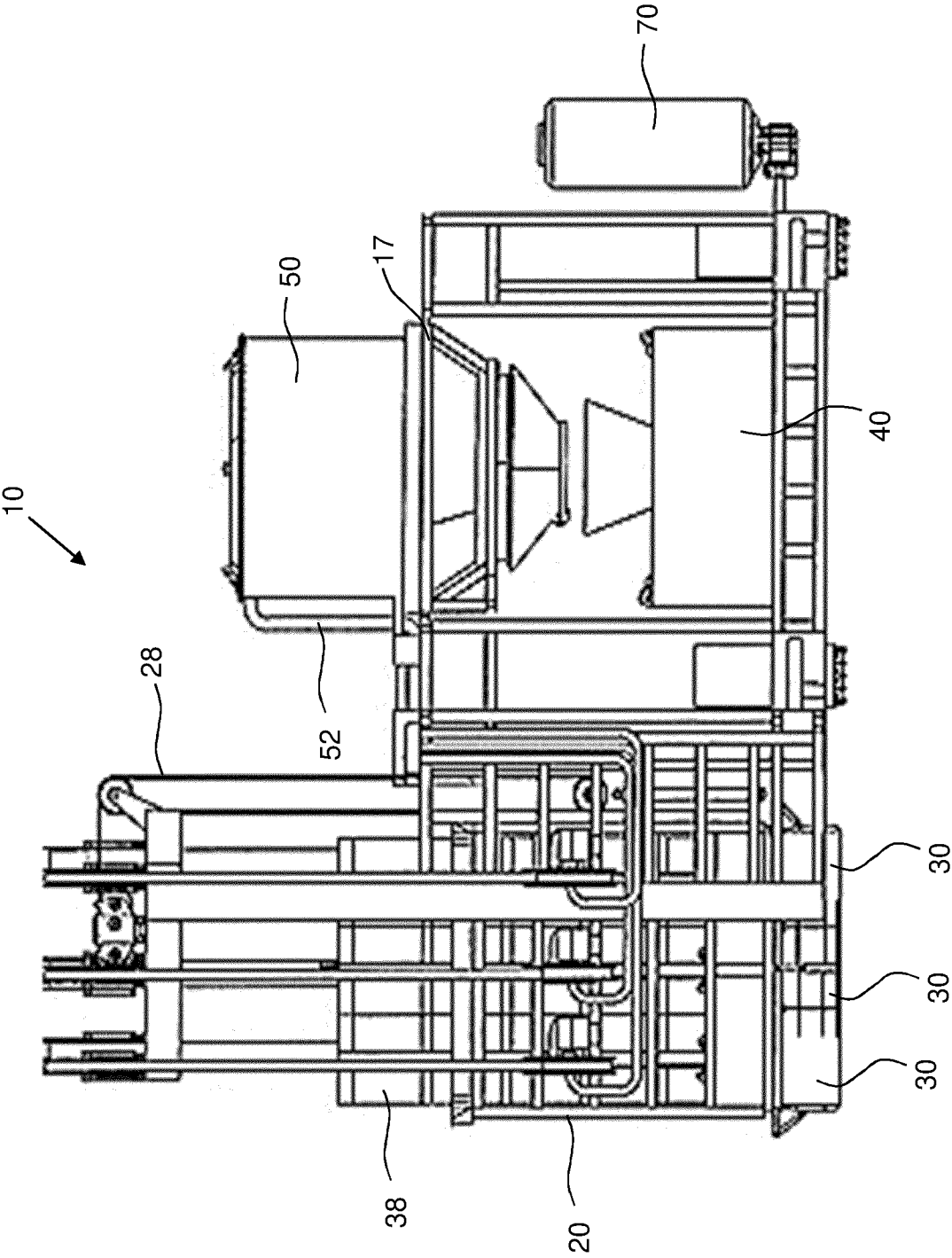


Fig. 3

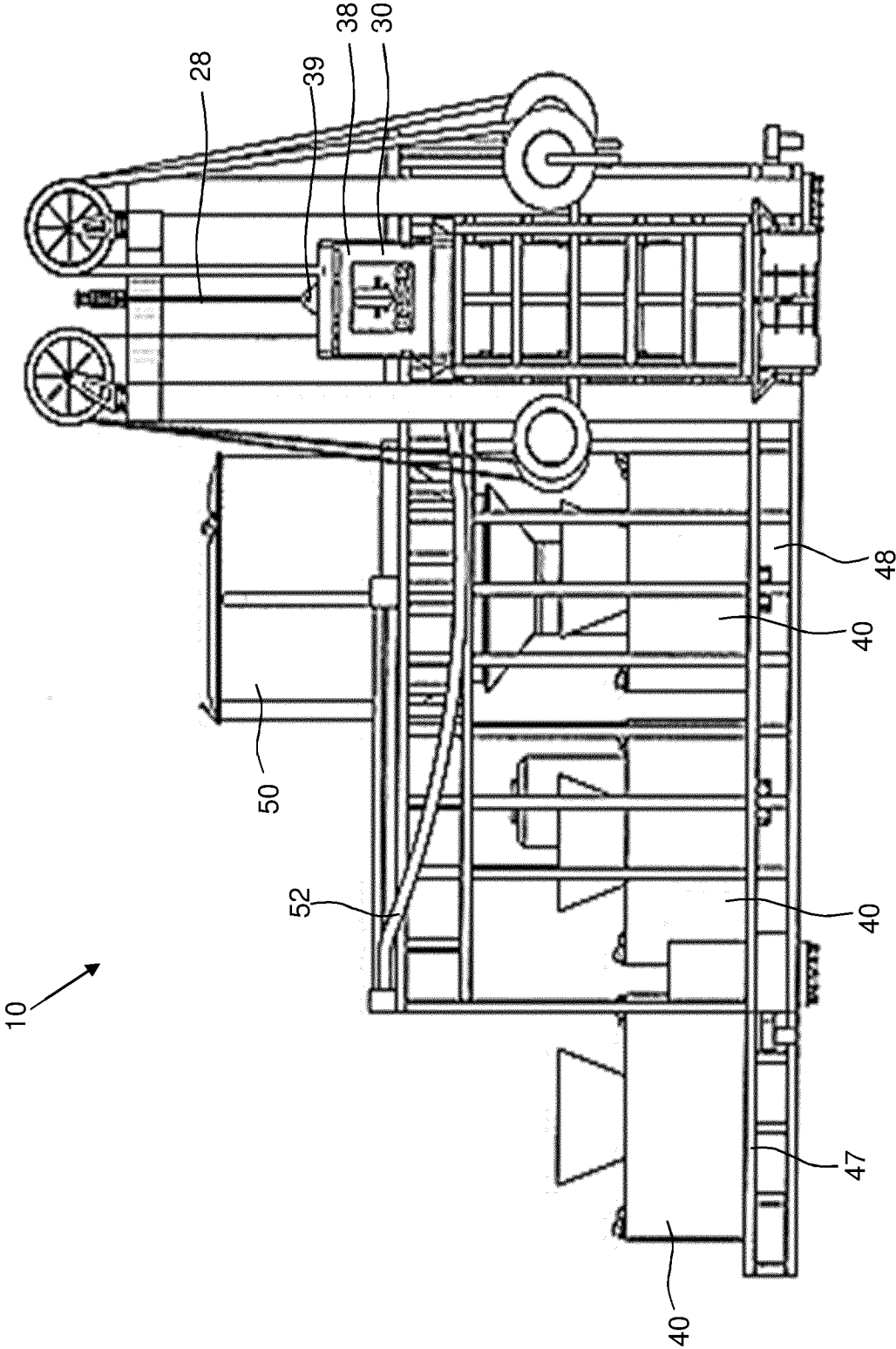
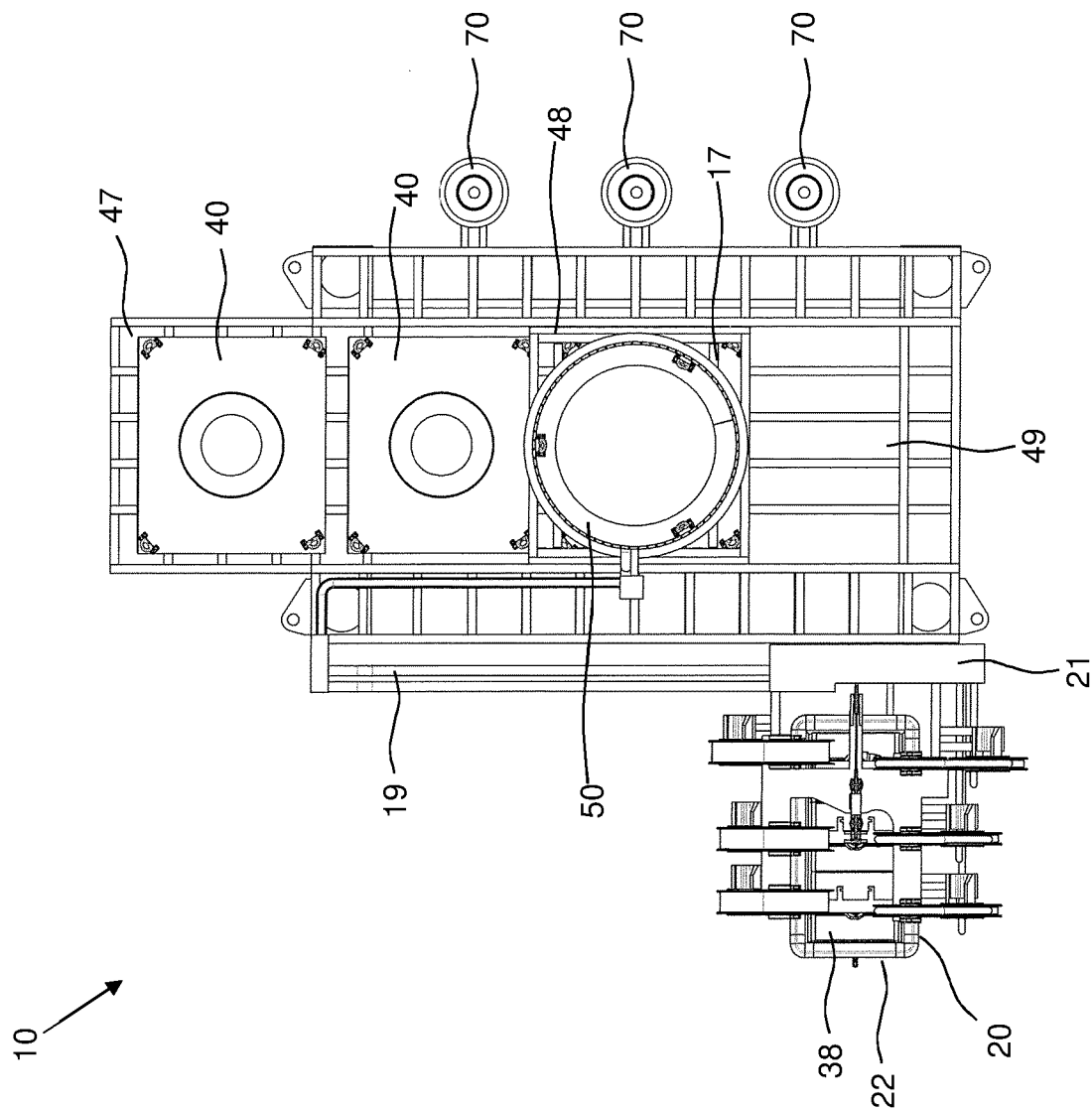


Fig. 4



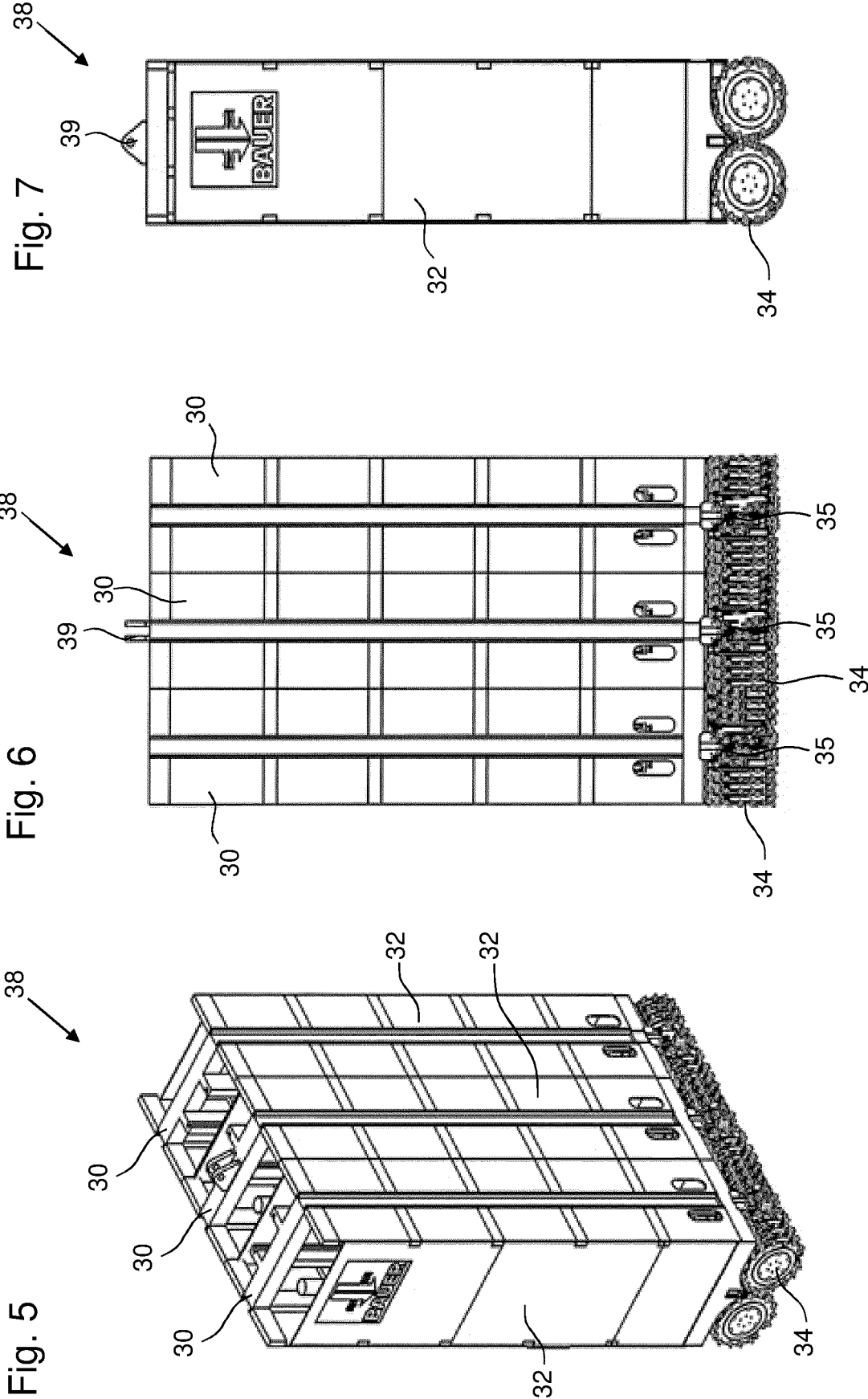


Fig. 8

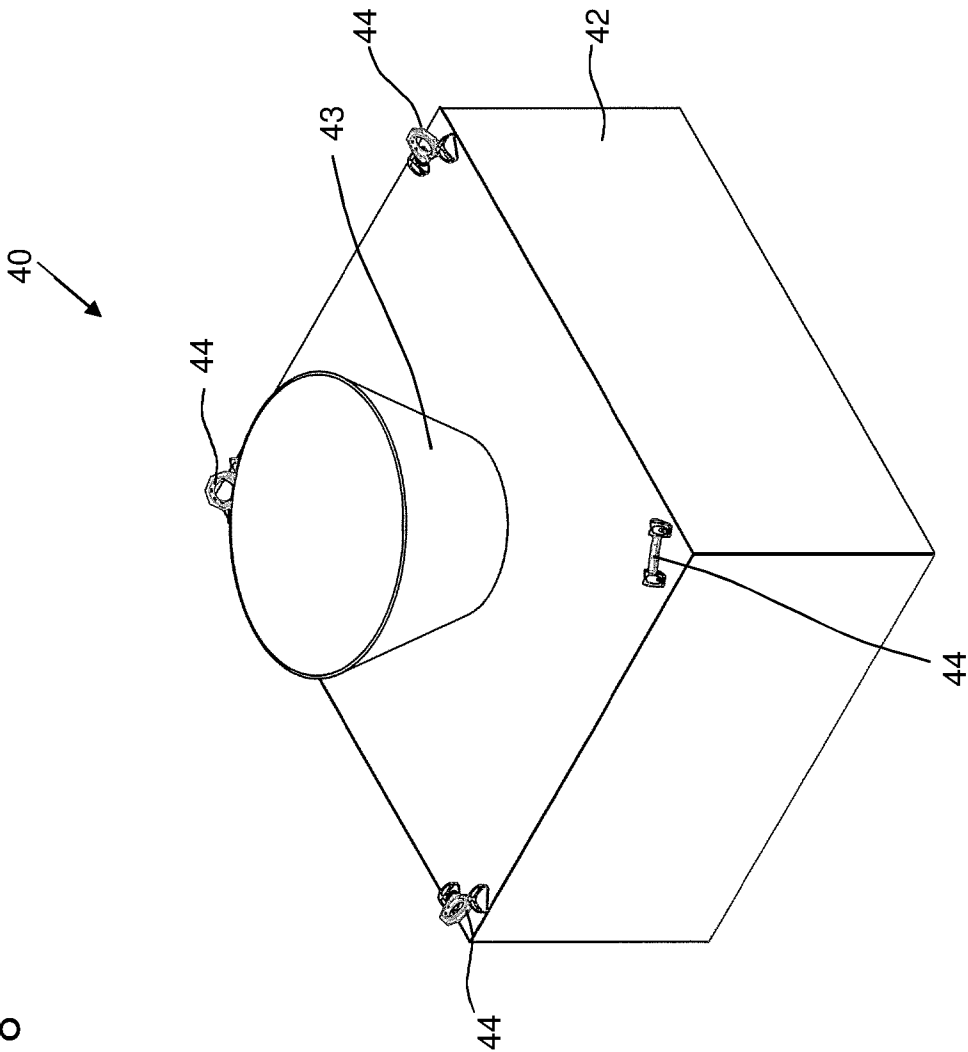


Fig. 9

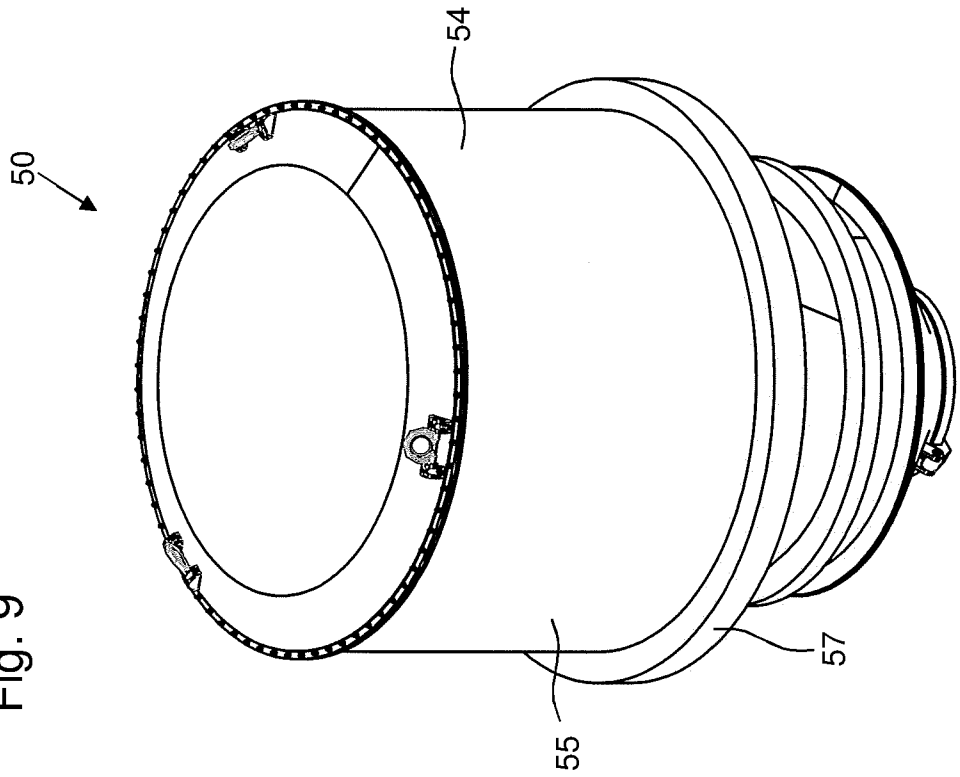
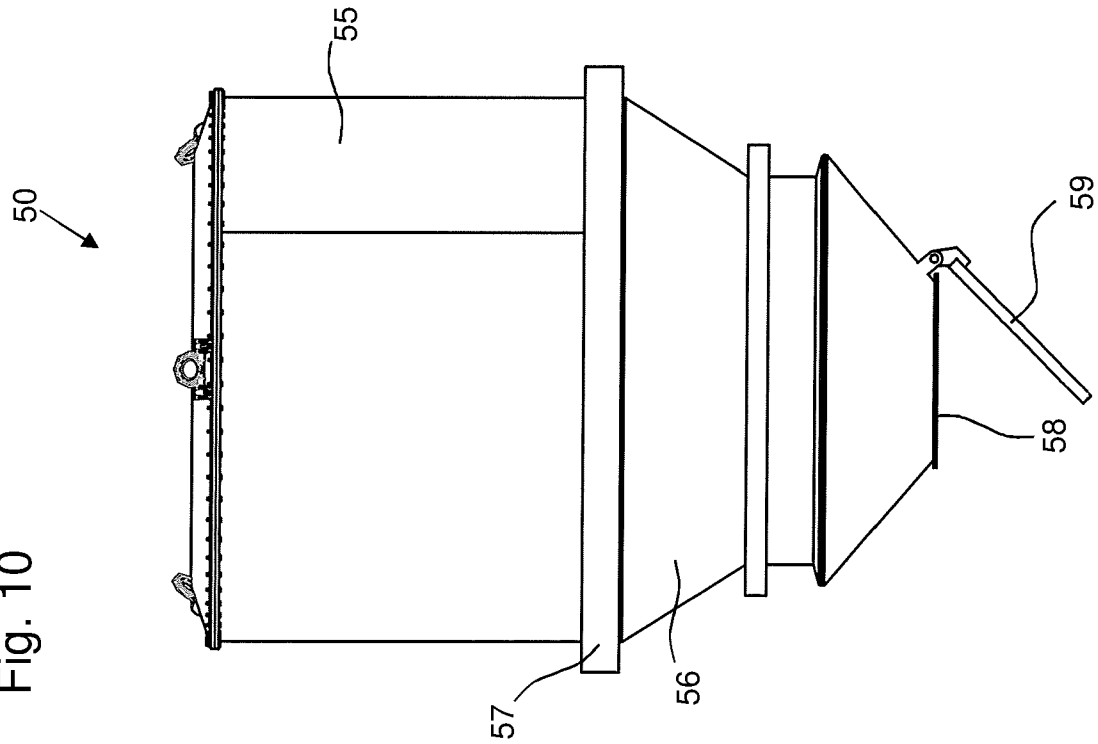
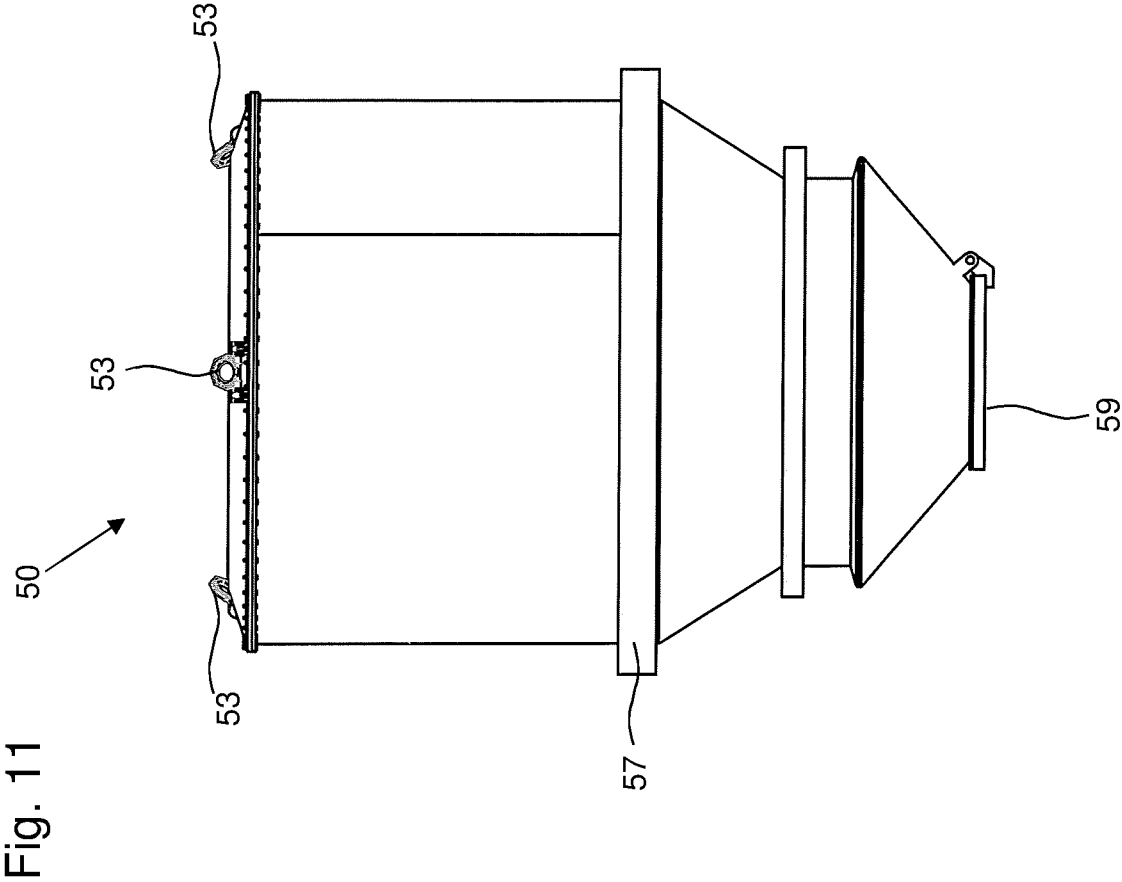


Fig. 10





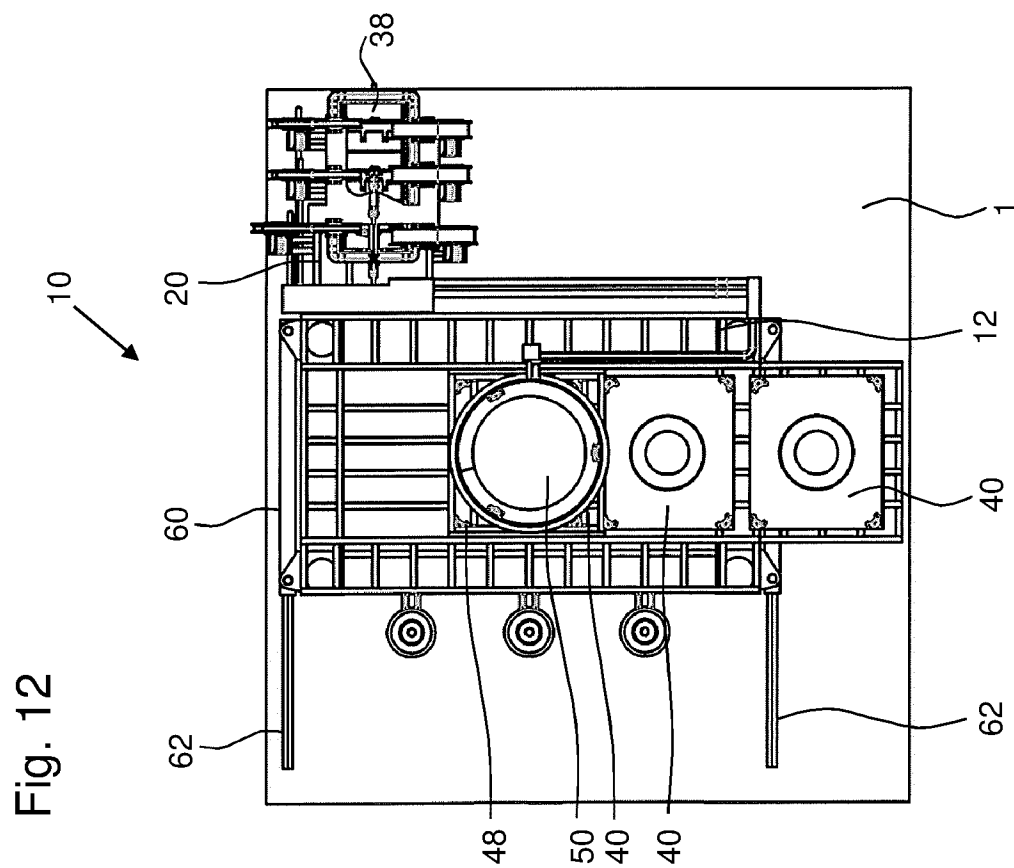
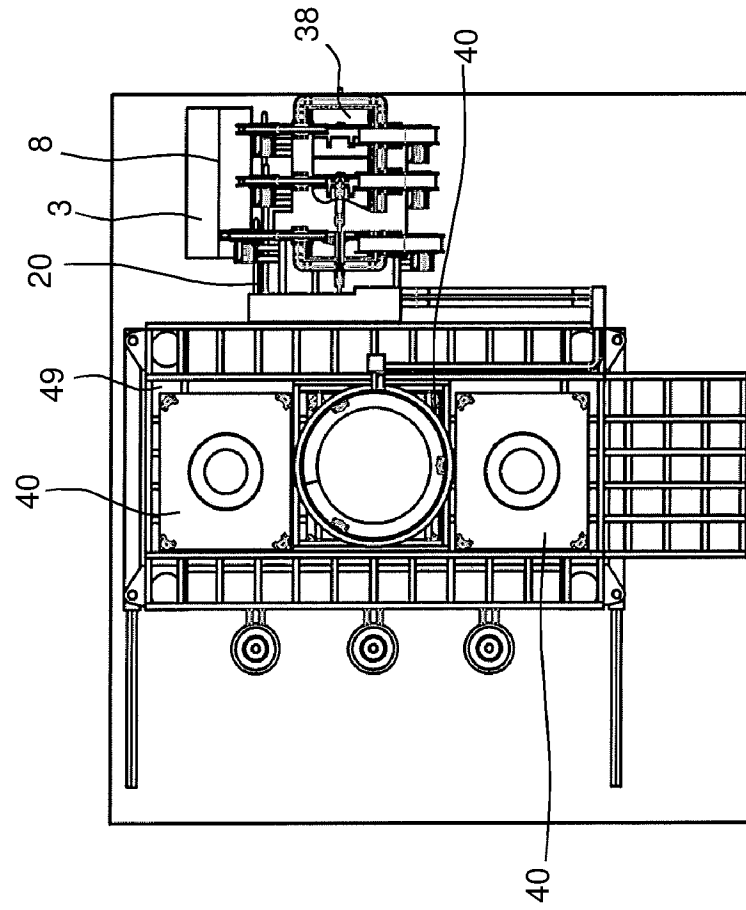


Fig. 15

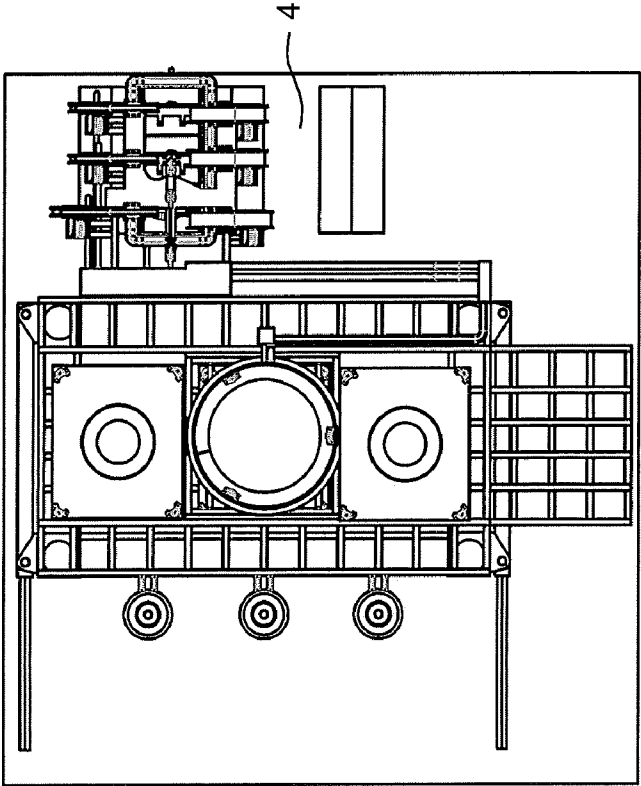


Fig. 14

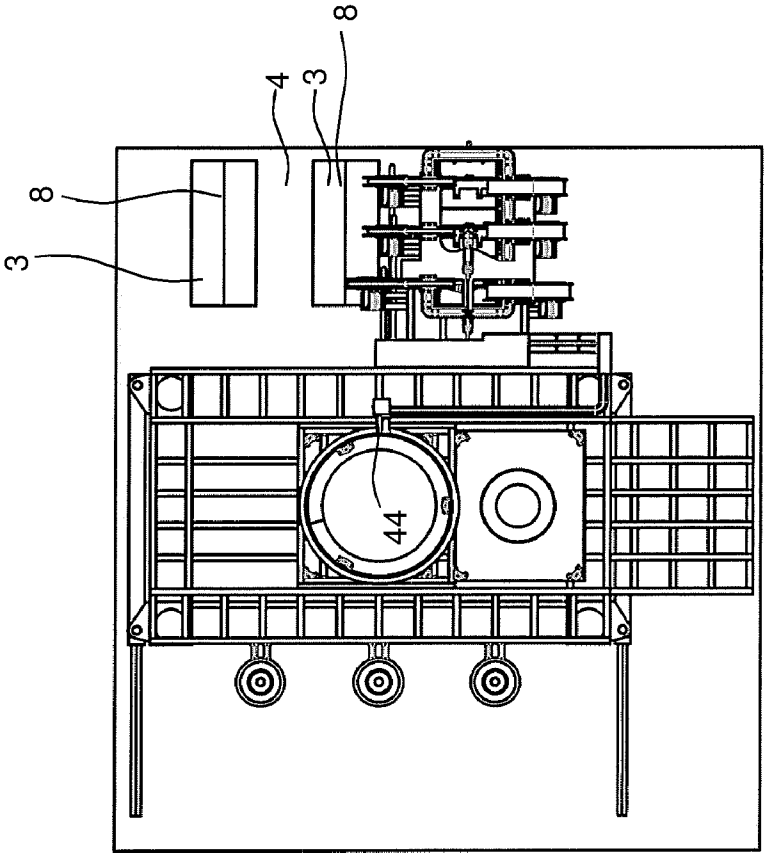


Fig. 16

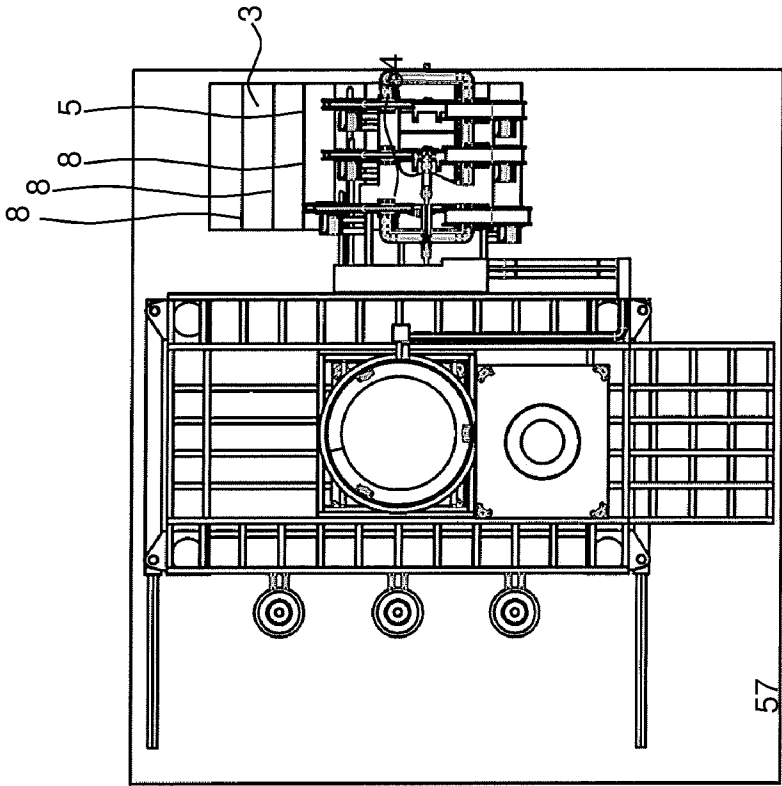


Fig. 17

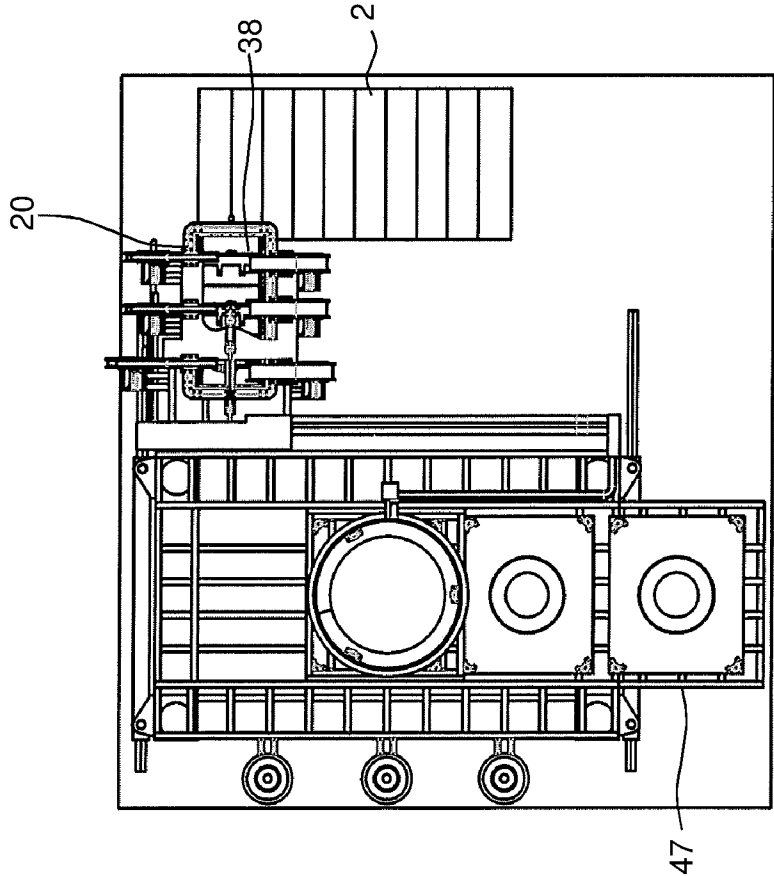


Fig. 19

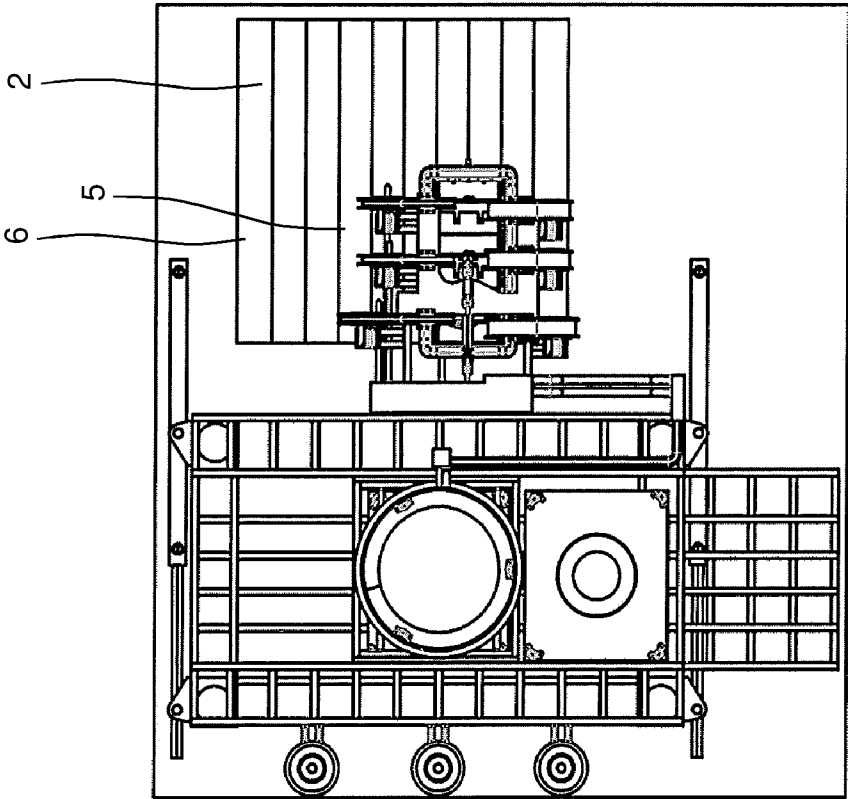
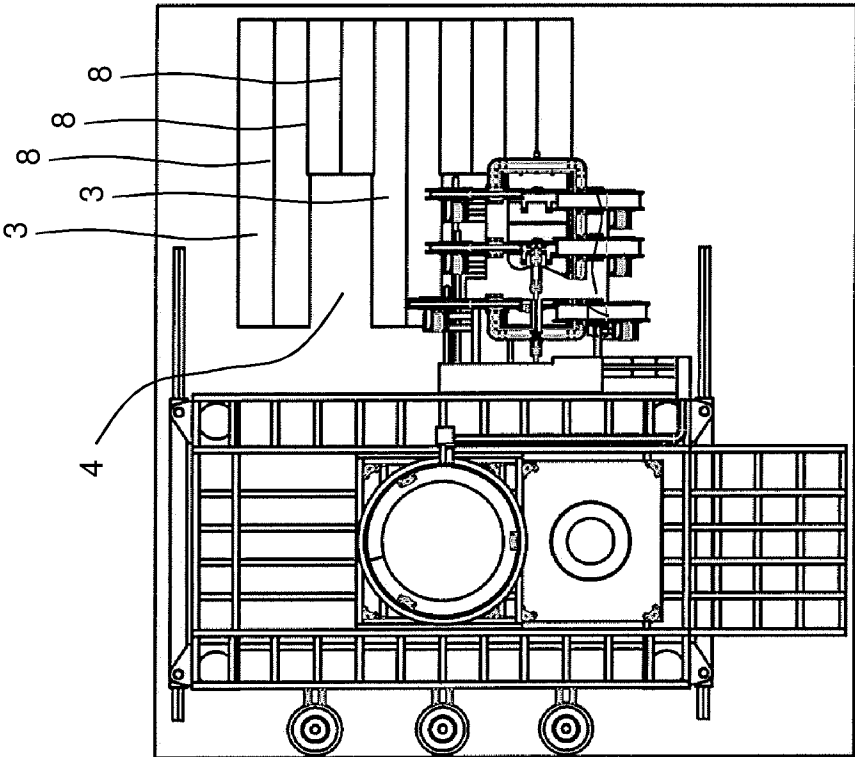


Fig. 18



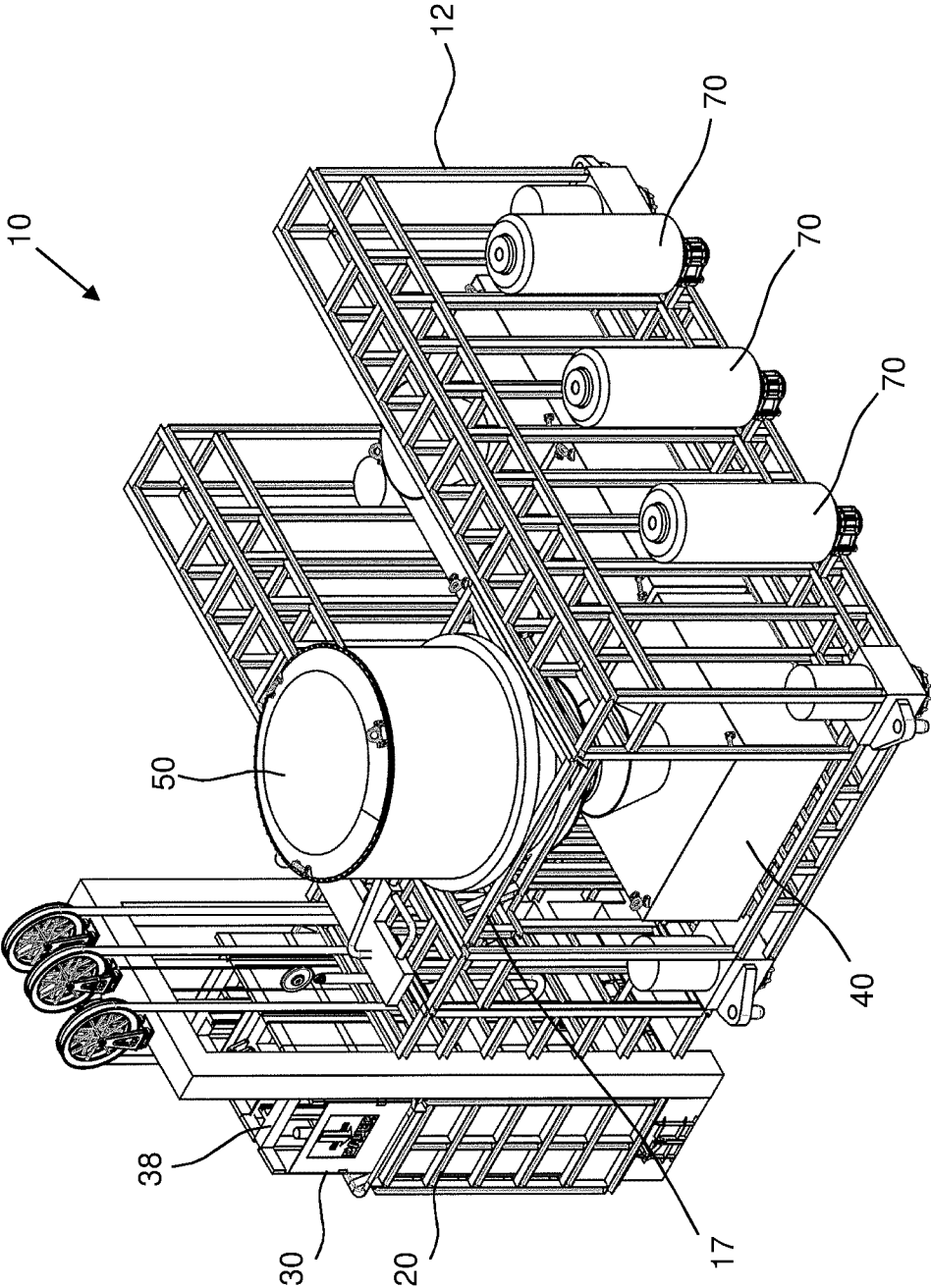


Fig. 20

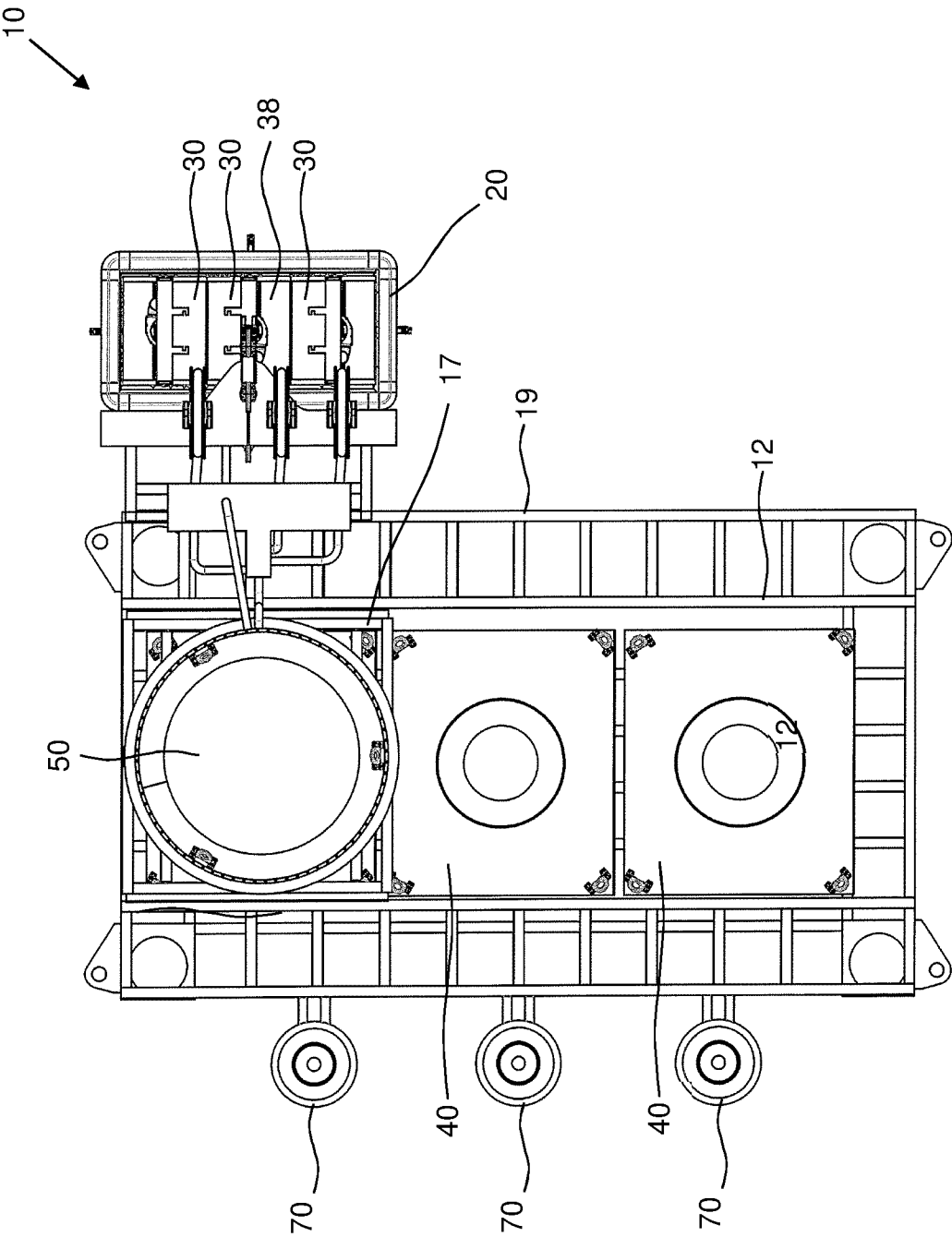


Fig. 21

Fig. 23

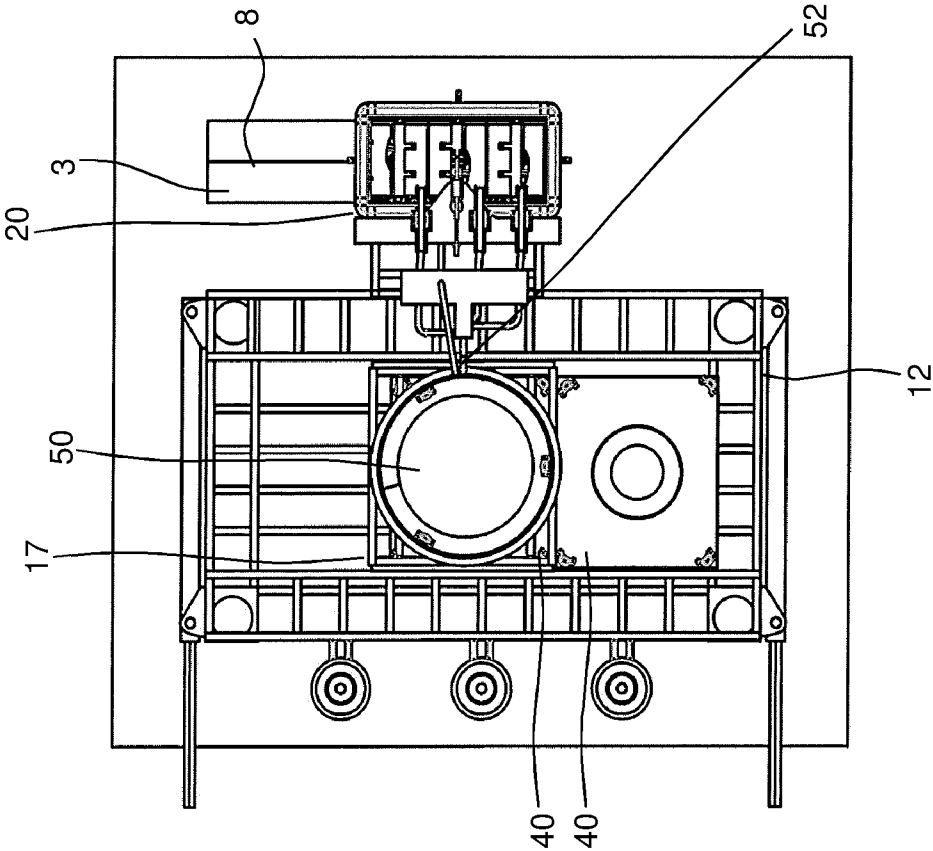


Fig. 22

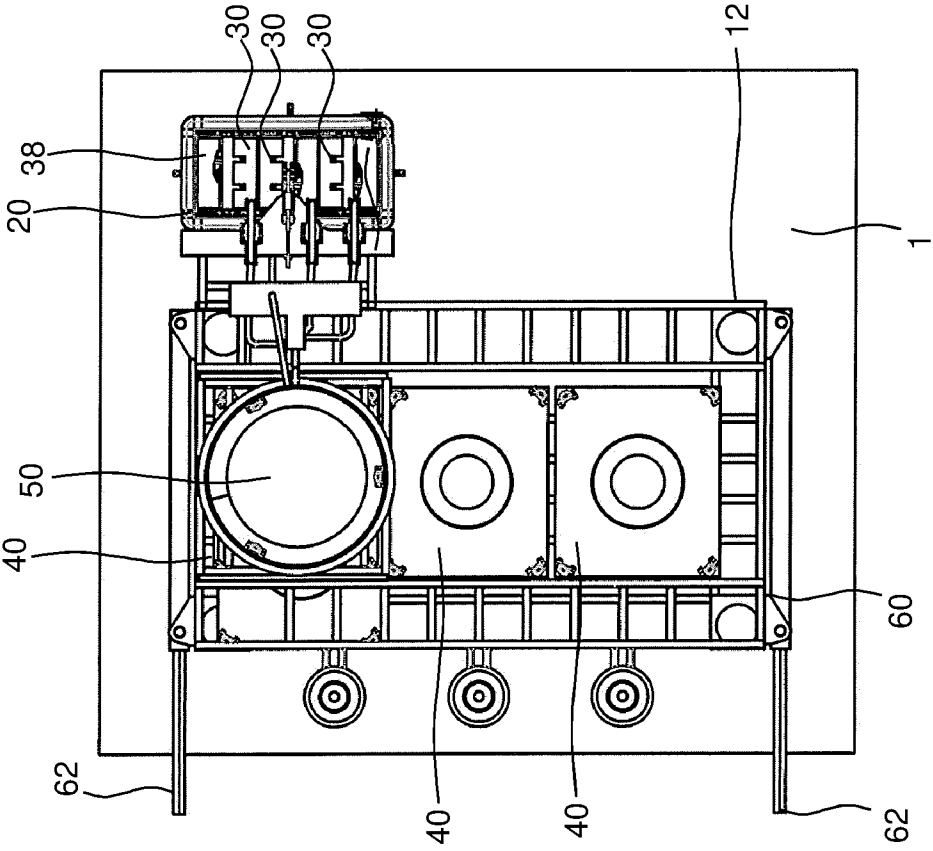


Fig. 25

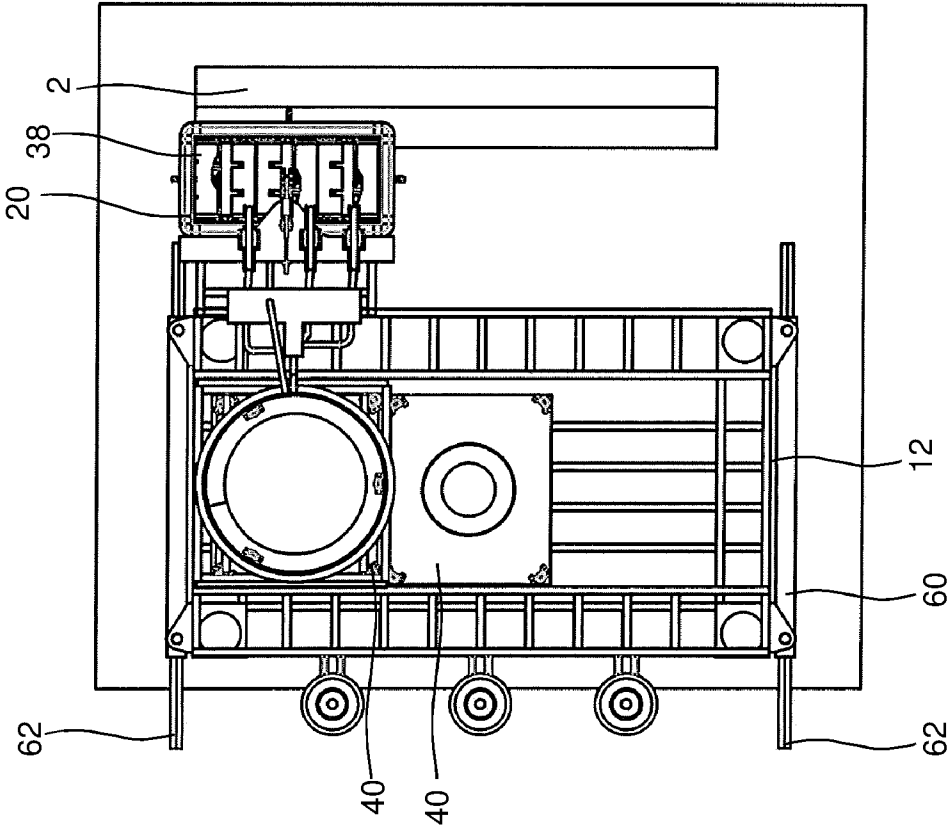


Fig. 24

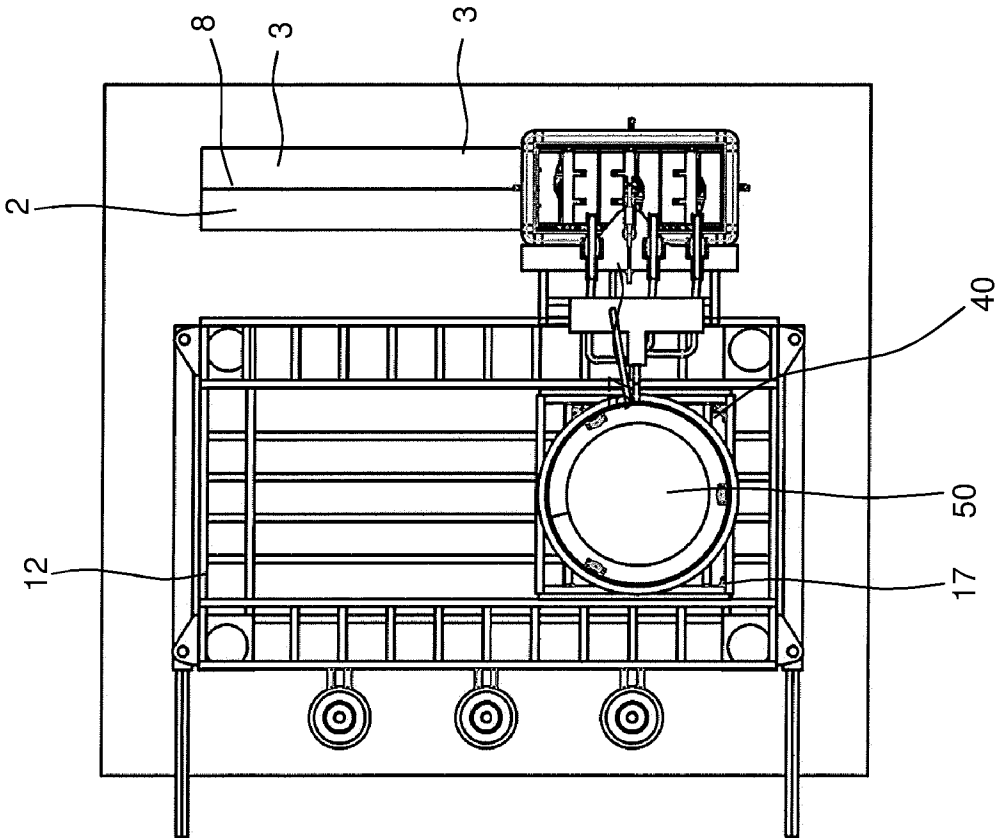


Fig. 27

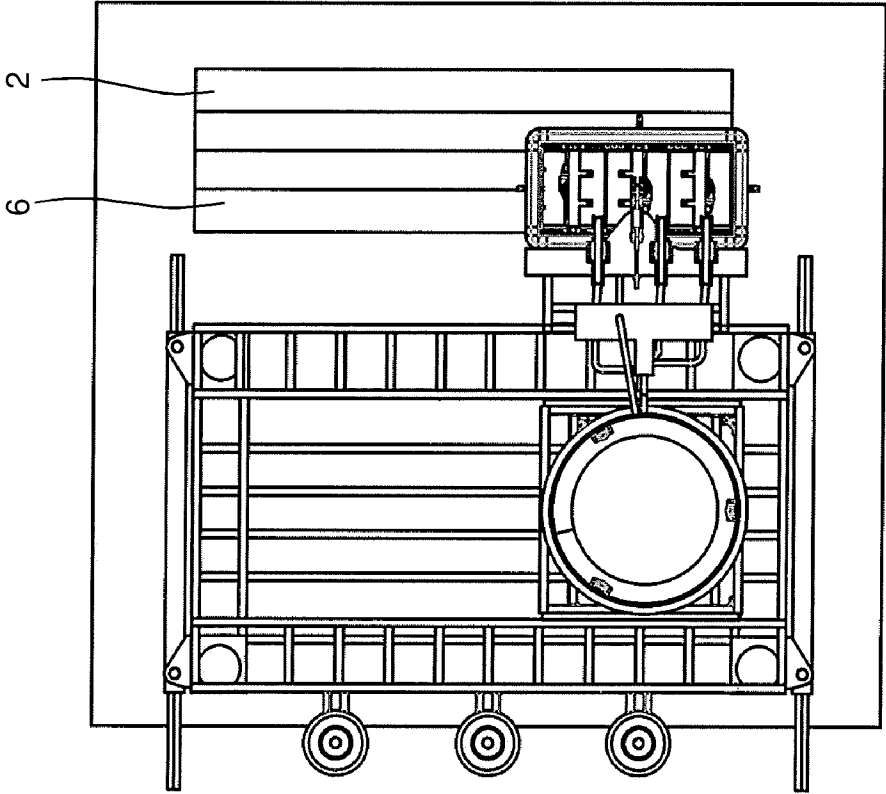


Fig. 26

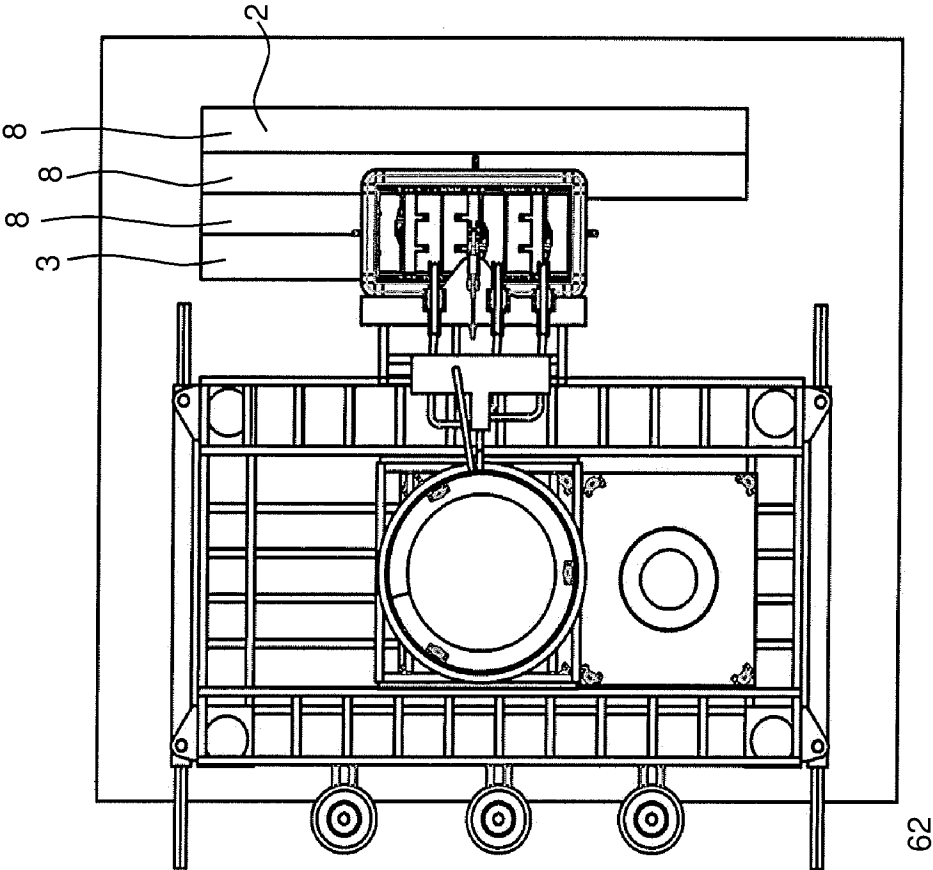


Fig. 29

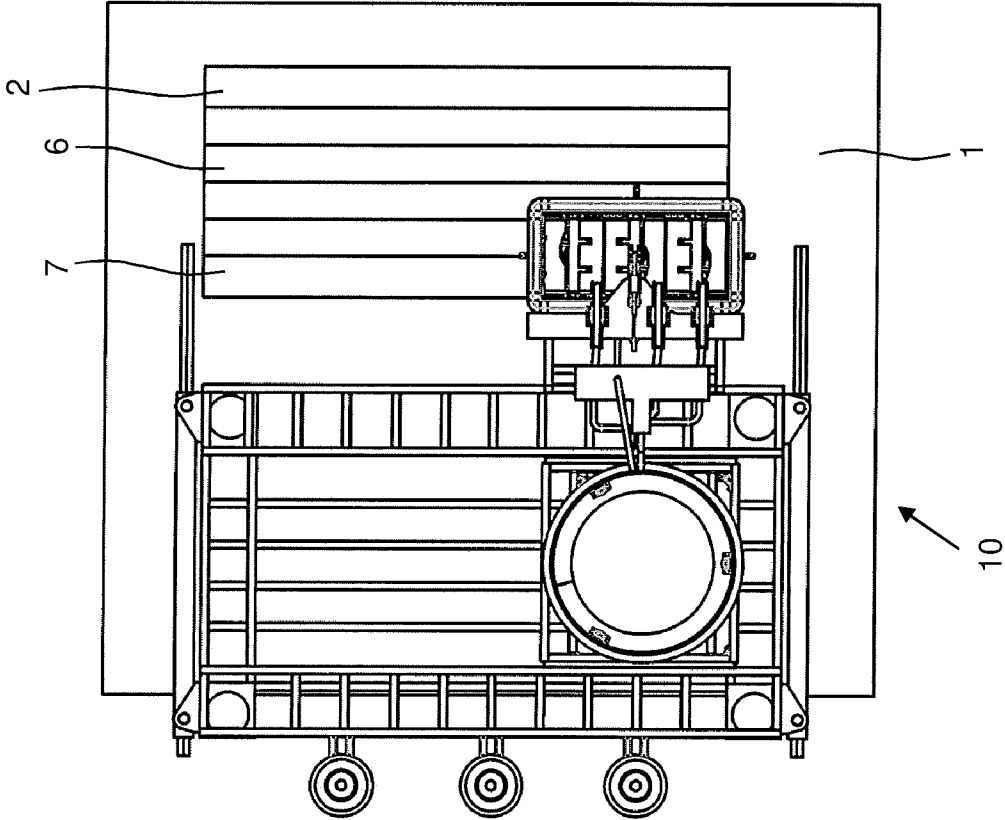
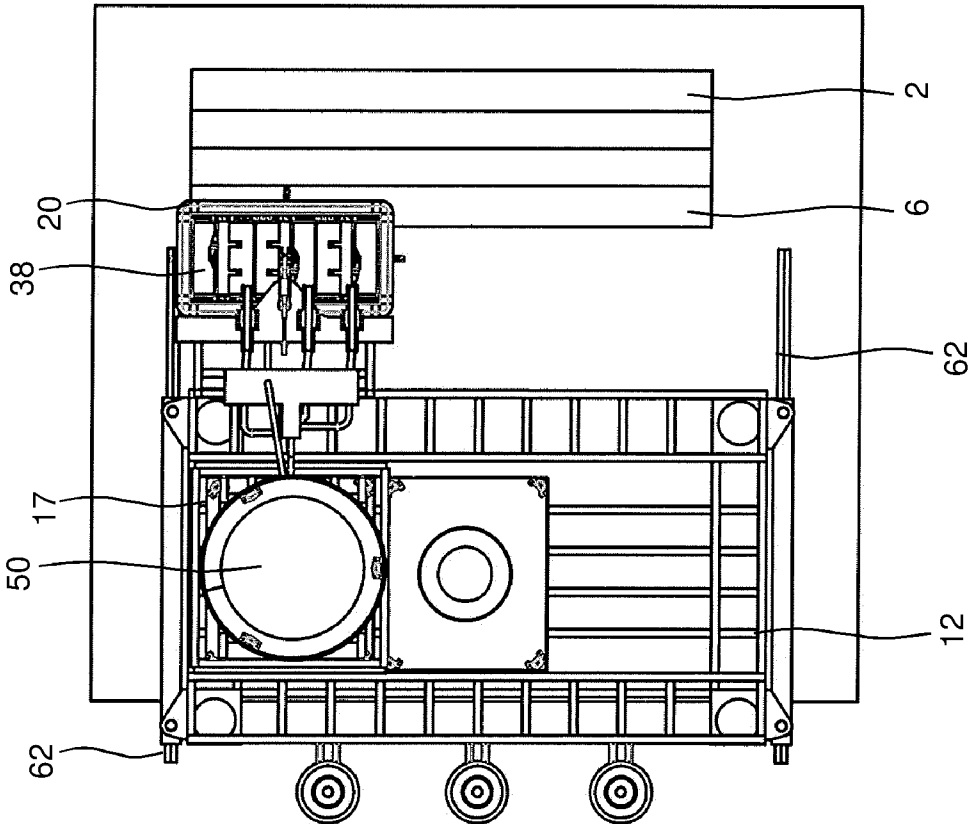


Fig. 28



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/074650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*E02D 17/16*(2006.01)i; *E02F 3/20*(2006.01)i; *E21B 7/124*(2006.01)i; *E21C 50/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E02D; B03B; E02F; E21B; E21C; E02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2013306524 A1 (WELCH MICHAEL DUDLEY [US]) 21 November 2013 (2013-11-21) paragraph [0043] - paragraph [0069]; figures 3,9	1,2,6-8,10,11,13,16 3-5,9,12,14,15,17
X A	CN 109139016 A (CHANGSHA RES INST MINING & METALLURGY CO LTD) 04 January 2019 (2019-01-04) page 4 - page 6; figures 3-4	1-3,7,11,13,16 4-6,8-10,12,14,15,17
A	EP 3330441 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]; COMBI LIFT GMBH [DE]) 06 June 2018 (2018-06-06) paragraph [0025] - paragraph [0035]; figures 1,3	1-17
A	DE 102014002968 A1 (HERRENKNECHT AG [DE]) 10 September 2015 (2015-09-10) paragraph [0027] - paragraph [0051]; figures 2,6	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 October 2020

Date of mailing of the international search report

06 November 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Geiger, Harald

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/074650

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2013306524	A1	21 November 2013	NONE			
CN	109139016	A	04 January 2019	NONE			
EP	3330441	A1	06 June 2018	CN	108150174	A	12 June 2018
				EP	3330441	A1	06 June 2018
				JP	6535068	B2	26 June 2019
				JP	2018091130	A	14 June 2018
				KR	20180063833	A	12 June 2018
				PT	3330441	T	19 June 2019
				RU	2674492	C1	11 December 2018
DE	102014002968	A1	10 September 2015	DE	102014002968	A1	10 September 2015
				DK	3114283	T3	12 October 2020
				EP	3114283	A1	11 January 2017
				EP	3620579	A1	11 March 2020
				WO	2015131984	A1	11 September 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. E02D17/16 E02F3/20 E21B7/124 E21C50/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) E02D B03B E02F E21B E21C E02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/306524 A1 (WELCH MICHAEL DUDLEY [US]) 21. November 2013 (2013-11-21)	1,2,6-8, 10,11, 13,16
A	Absatz [0043] - Absatz [0069]; Abbildungen 3,9	3-5,9, 12,14, 15,17
X	----- CN 109 139 016 A (CHANGSHA RES INST MINING & METALLURGY CO LTD) 4. Januar 2019 (2019-01-04)	1-3,7, 11,13,16
A	Seite 4 - Seite 6; Abbildungen 3-4 ----- -/-	4-6, 8-10,12, 14,15,17
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Oktober 2020		06/11/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Geiger, Harald

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 3 330 441 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]; COMBI LIFT GMBH [DE]) 6. Juni 2018 (2018-06-06) Absatz [0025] - Absatz [0035]; Abbildungen 1,3 -----	1-17
A	DE 10 2014 002968 A1 (HERRENKNECHT AG [DE]) 10. September 2015 (2015-09-10) Absatz [0027] - Absatz [0051]; Abbildungen 2,6 -----	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/074650

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2013306524	A1	21-11-2013	KEINE	
CN 109139016	A	04-01-2019	KEINE	
EP 3330441	A1	06-06-2018	CN 108150174 A	12-06-2018
			EP 3330441 A1	06-06-2018
			JP 6535068 B2	26-06-2019
			JP 2018091130 A	14-06-2018
			KR 20180063833 A	12-06-2018
			PT 3330441 T	19-06-2019
			RU 2674492 C1	11-12-2018
DE 102014002968	A1	10-09-2015	DE 102014002968 A1	10-09-2015
			DK 3114283 T3	12-10-2020
			EP 3114283 A1	11-01-2017
			EP 3620579 A1	11-03-2020
			WO 2015131984 A1	11-09-2015