



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 398 540 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1592/92

(51) Int.Cl.⁵ : **B09B 5/00**

(22) Anmeldetag: 5. 8.1992

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 5.1994

(45) Ausgabetag: 27.12.1994

(56) Entgegenhaltungen:

US-A 4336136 DE-A1 2030617 EP-A1 0002727 EP-A1 0388487

(73) Patentinhaber:

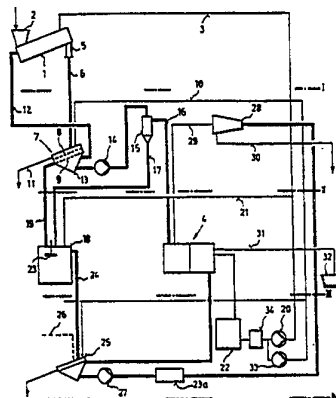
PORR UMMELTTECHNIK AKTIENGESELLSCHAFT
A-1190 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

ZORZI MICHAEL DR.
WIEN (AT).
BARTMANN ALFRED ING.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KONTINUIERLICHEN WASCHEN VON KÖRNICHTEN SUBSTRATEN

(57) Vorrichtung und Verfahren zum Waschen von, gegebenenfalls mit Kohlenwasserstoffen, kontaminierten körnigen Substraten mit im Kreislauf geführtem Wasser, einem Wäscher (1), welcher eine Aufnahme (2) für das Substrat und eine Wasserzuführung (3) aufweist, wobei ein Ausgang (5) für eine Grobfraction des Substrates mit einer Siebvorrichtung (7), verbunden ist, in welche eine Wasserzuführung (10) mündet und eine Ableitung (11) für eine Grobfraction aufweist, wobei in einer ersten Siebvorrichtung (7) eine Auftrennung in zumindest drei Fraktionen, u. zw. zumindest eine Grobfraction mit anhaftendem Wasser und eine Mittelfraction mit anhaftendem Wasser und einer Suspension erfolgt, wobei die Suspension über eine Leitung einem Hydrozyklon (15) und die Mittelfraction über eine Zuführung einem weiteren Wäscher (18), zuführbar ist.



AT 398 540 B

Aus der EP-A-0 002 727 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Filtrieren von Flüssigkeiten bekannt. Die zu filtrierende Flüssigkeit wird von unten nach oben gefördert, wohingegen das Filtermaterial, u. zw. Sande, von oben nach unten bewegt werden. Der am unteren Ende austretende Sand muß sodann je nach Beschaffenheit der Verunreinigungen einer Aufarbeitung unterworfen werden.

5 Zur Auftrennung von Substraten mit unterschiedlichen Korngrößen sind unterschiedlichste Vorrichtungen bekannt. So wird in der DE-A-20 30 617 eine Scheidevorrichtung beschrieben, die eine hohe Anzahl von Schikanen aufweist. Es sind Scheidedurchlässe mit sich in Längsrichtung erstreckenden Erhebungen und Senken und ein Satz von vertikalen Führungskanälen vorgesehen. Die Erhebungen oder Senken von aufeinanderfolgenden Durchlässen sind miteinander verbunden. Eine derartige Vorrichtung ist zum Abscheiden von in einer Flüssigkeit suspendierten Teilchen geeignet, wobei durch die Vermeidung von Turbulenzen ein erneutes Mischen der Teilchen mit der Flüssigkeit vermieden werden soll.

10 Aus der US-A-4,336,136 wird eine Vorrichtung zur Rekonditionierung von Erden bekannt, welche mit Rohöl oder raffinierten Rohölprodukten kontaminiert sind. Das kontaminierte Erdreich wird hierbei mit einer Flüssigkeit und Dampf zu einem Schlamm vermischt, wobei Felsen oder andere größere Fremdstoffe vorab abgeschieden werden. Ein Zusatz von Natriumhydroxid ist ebenfalls möglich. Dieser Schlamm wird sodann in einer rotierenden, geneigt zur Horizontalen angeordneten Trommel mit Sprüher und Prallblechen mit Flüssigkeit und gegebenenfalls Dampf homogenisiert. In einer nachgeordneten Auftrenneinrichtung wird mit dem Schlamm der Großteil des Öles als Schaum abgeleitet. In einer nachgeordneten höheren Anzahl von Flotationseinheiten erfolgt eine weitere Abtrennung von Ölpartikelchen. Nachfolgend werden die Öltröpfchen von der Flüssigkeitsmischung aus den Flotationszellen abgetrennt und in einem Tank für den Abtransport gesammelt.

Aus der EP-A-0 388 487 wird ein Verfahren zur Reinigung von verunreinigten Böden bekannt, bei dem vor einem trockenen oder nassen Glassiervorgang eine Fraktion mit Korngrößen bis 150 µm abgetrennt werden und diese einer Destillation, insbesondere Vakuumdestillation bei 380 ° C, unterworfen wird. Die 25 Abtrennung der Fraktion mit einer Korngröße bis 150 µm vor der Extraktion kann in einem Hydrozyklon erfolgen, wobei der Unterlauf sodann einer Flotationseinrichtung zugeführt wird.

Bei mit Kohlenwasserstoff kontaminierten Substraten ist es bekannt, das Substrat einer Verbrennungsanlage alleine oder gemeinsam mit weiteren Stoffen zuzuführen, so daß eine vollkommene Inertisierung eintritt. Nachteilig dabei sind die hohen energetischen Kosten und auch, daß das körnige Substrat entweder mit anderen Stoffen, wie Aschen u. dgl., vermischt ist, oder daß es vollkommen steril ist und beispielsweise erst längerfristig als Substrat für Pflanzen Verwendung finden kann.

Ein weiteres Verfahren besteht darin, daß die körnigen Substrate mit organischen Lösungsmitteln extrahiert werden. Auch hier liegt ein energetisch besonders aufwendiges Verfahren vor, da einerseits die organischen Lösungsmittel, in welche die kontaminierenden Stoffe aufgenommen haben, destillativ aufgearbeitet werden müssen, um den Rückstand zu erhalten und andererseits das dekontaminierte körnige Substrat anschließend von den anhaftenden Resten des organischen Lösungsmittels befreit werden muß.

35 Aus der EP 0 185 831 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Waschen von Erdreich mit Wasser bekannt. Nach einer gegebenenfalls händischen Aussortierung von Sperrgut, das mit Dampfstrahlern gereinigt wird, gelangt das körnige Substrat in einen Schwertwäscher, in welchem dasselbe mit Prozeßwasser aus einer Wasserreinigungsanlage vermischt wird. In einem anschließenden Sieb erfolgt eine Abtrennung einer Kornfraktion bis 2 mm, und diese Kornfraktion wird am Sieb gewaschen und kann einer unbedenklichen Deponierung zugeführt werden. Die ablaufende Suspension wird in anschließenden Wäschern mit weiterem Prozeßwasser vermischt. Eine Abscheidung der Feststoffe erfolgt über Hydrozyklone, weitere Siebe und Filter. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß das Waschwasser aus dem ersten Schritt gemeinsam mit dem weiteren Anteil des körnigen Substrates im Verfahren gehalten wird, so daß 45 hohe Schadstoffkonzentrationen bedingt sind, die lediglich durch starke Verdünnung herabgesetzt werden können.

Die vorliegende Erfindung hat sich zum Ziel gesetzt, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die ein kontinuierliches Waschen von, insbesondere mit Kohlenwasserstoffen, kontaminierten körnigen Substraten erlaubt, wobei einerseits das Waschwasser im Kreislauf geführt werden kann und andererseits 50 möglichst geringe Konzentrationen an kontaminierenden Stoffen im Endprodukt erlaubt und das eine möglichst einfache Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren geht von einem Stand der Technik aus, wie er durch die europäische Patentschrift 0 185 831 gegeben ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zum kontinuierlichen Waschen von, insbesondere mit Kohlenwasserstoffen, kontaminierten körnigen Substraten, z. B. Boden, Erdreich, Sande, Bauschutt od. dgl. mit Wasser, das zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, im Kreislauf geführt wird, wobei zumindest zwei, insbesondere drei, Fraktionen des körnigen Substrates aus einer wäßrigen Suspension abgetrennt werden, und das Wasser zumindest teilweise nach Reinigung, insbesondere einer Flotation

- desselben, dem Waschen rückgeführt wird, wobei das körnige kontaminierte Substrat, gegebenenfalls nach Abtrennung einer Sperrfraktion, z. B. mit einer Mindestkorngröße von 70 mm bis 100 mm, mit im Kreislauf geführtem Wasser, z. B. in einem Schwertwäscher, vermischt wird, ein Teil des körnigen Substrates als Grobfraction abgetrennt wird, die gegebenenfalls mit Wasser auf einem Sieb gewaschen wird und daß ein
- 5 weiterer Teil des körnigen Substrates einem weiteren Waschen mit Wasser, das einer Reinigung unterzogen wurde, unterworfen wird, besteht im wesentlichen darin, daß die Grobfraction, insbesondere eine Korngröße von 10 mm bis 80 mm, vorzugsweise von 12 mm bis 70 mm, aufweist und der weitere Teil des körnigen Substrates vor dem weiteren Waschen vom Wasser abgetrennt wird und sodann mit Wasser, das einer Reinigung unterzogen wurde, gewaschen wird.
- 10 Durch diese Vorgangsweise wird eine Abtrennung des körnigen Substrates in zumindest zwei Stufen durchgeführt, wobei eine Grobfraction, die damit eine relativ geringe Oberfläche hat, bereits nach einer ersten Waschung und einem Nachspülen auf einem Sieb als gereinigt dem Verfahren entnommen werden kann. Eine weitere Kornfraktion, die eine geringere Korngröße aufweist als die Grobfraction besitzt bereits eine größere Oberfläche, so daß an dieser mehr von dem kontaminierenden Stoff haften kann. Durch die
- 15 Abtrennung dieser Kornfraktion aus der Suspension kann auch diese Fraktion besonders wirksam gewaschen werden, da nicht die gesamten Schadstoffe vorliegen, welche mit der Suspension abgeführt werden, sondern lediglich die am körnigen Substrat noch anhaftenden Schadstoffe durch Waschung entfernt werden müssen. Da ein körniges Substrat vorliegt, ist eine Reibwäsche gegeben und es kann, wie bei einem Waschprozeß durchaus üblich, die Verunreinigung entweder gelöst oder im Wasser suspendiert werden.
- 20 Wird ein weiterer Teil des körnigen Substrates in einem Hydrozyklon, insbesondere mit einer Korngröße von unter 3 mm, vorzugsweise unter 2 mm, vom Wasser abgetrennt, so können auch besonders feine Teilchen vom Wasser abgetrennt werden, die sodann einer besonders wirksamen Wäsche, da auch hier die Schadstoffgesamtmenge bereits geringer ist, unterzogen werden können.
- Wird ein weiterer Teil des, insbesondere mit einer Korngröße von 2 mm bis 70 mm, vorzugsweise 3
- 25 mm bis 12 mm, körnigen Substrates in einem Sieb vom Wasser abgetrennt, so kann eine mittlere Fraktion gewonnen werden, die mit besonders geringem Energieaufwand erhalten werden kann.
- Werden der weitere Teil des körnigen Substrates aus dem Sieb und aus dem Hydrozyklon einer gemeinsamen Waschung unterworfen, so kann mit besonders geringem apparativem Aufwand die Waschung durchgeführt werden, wobei gleichzeitig die Konzentrationen im anhaftenden Wasser bzw. im
- 30 begleitenden Wasser gering gehalten werden können.
- Wird eine bei der Abtrennung der Grobfraction anfallende Suspension aus im Wasser suspendiertem Anteil des körnigen Substrates, gegebenenfalls gemeinsam mit dem Wasser, das bei der Waschung der Grobfraction am Sieb anfällt, in dem Hydrozyklon abgetrennt, so erfolgt eine Herabsetzung der Schadstoffkonzentration im Hydrozyklon, womit das aus diesem abgezogene körnige Substrat eine geringere Bela-
- 35 stung an Schadstoffen aufweist.
- Wird nach der weiteren Waschung der Anteil an körnigem Substrat, insbesondere mit einem Sieb abgetrennt und das anfallende Wasser, insbesondere nach Schwerkraftabscheidung, der Wasserreinigung zugeführt, so wird vermieden, daß Waschwasser mit höheren Schadstoffkonzentrationen im Kreislauf gehalten werden, wobei gleichzeitig eine besonders einfache Abscheidung des Feinanteiles an körnigem
- 40 Substrat erfolgt.
- Wird der vom Wasser abgetrennte Anteil an körnigem Substrat mit Frischwasser gewaschen, so kann eine besonders rasche und effiziente Reinigung durchgeführt werden, da die Reinigung vom Konzentrationsunterschied des zu reinigenden Stoffes und dem Waschwasser abhängig ist.
- Wird das aus dem Hydrozyklon abgezogene Wasser der Wasserreinigung zugeführt, so wird auch
- 45 damit erreicht, daß die Konzentration der kontaminierten Wasser besonders gering gehalten werden kann.
- Wird zumindest eine Waschung mit, insbesondere auf 40 ° C bis 80 ° C, vorzugsweise 50 ° C bis 60 ° C, erwärmtem Wasser durchgeführt, so kann der Einsatz von Tensiden verringert oder auch vermieden werden oder gegebenenfalls besonders hohe Mengen an Schadstoffen im Waschwasser aufgenommen werden.
- 50 Wird zumindest eine Suspension, insbesondere aus einer Siebung vor einer Schwerkraftabscheidung mit Ultraschall beaufschlagt, so kann ein besonders schadstoffarmes Sediment erhalten werden, da die vom Ultraschall erzeugte Kavitationswirkung eine besonders intensive Reinigung auch der kleinsten Korngrößen des Sedimentes erlaubt.
- Werden Sedimente aus der Abwasserreinigung einer weiteren Schwerkraftabscheidung, gegebenenfalls
- 55 gemeinsam mit dem Wasser aus der weiteren Waschung, unterworfen, so ist eine besonders einfache Führung des Verfahrens gegeben.
- Wird das Wasser im Schwertwäscher im Gegenstrom zum körnigen Substrat geführt, so ist ein besonders vorteilhafter Waschvorgang gegeben, der den Konzentrationsverlauf im Substrat und im Wasch-

wasser Rechnung trägt.

Wird in zumindest einem Wäscher oberflächenaktive Substanzen zugesetzt, so kann damit, wie an sich bekannt, die Wirkung der Wäschen besonders einfach erhöht werden.

Wird Abluft aus der Flotation der Wasserreinigung und gegebenenfalls ein Teilstrom einer Abluft einer Adsorptionsanlage, insbesondere mit Aktivkohle, zugeführt, so kann einerseits eine Geruchsbelästigung selbst in der unmittelbaren Umgebung der Anlage vermieden werden, und andererseits können beispielsweise explosive Gemische u. dgl., wie sie durch niedrigsiedendere Kohlenwasserstoffe entstehen können, ebenfalls einfach vermieden werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum kontinuierlichen Waschen von gegebenenfalls mit Kohlenwasserstoffen kontaminierten körnigen Substraten geht von einem Stand der Technik aus, wie er durch die EP 0 185 831 beschrieben ist, wobei ein Wäscher, insbesondere Schwertwäscher, eine Aufnahme für das Substrat und eine Wasserzuführung aus einer Wasseraufbereitungsanlage aufweist, wobei ein Ausgang für eine Grobfraction des Substrates mit einer Siebvorrichtung, insbesondere Schwingsieb, verbunden ist, in welche eine Wasserzuführung aus der Wasserbereitungsanlage mündet und eine Ableitung für eine Grobfraction aufweist, wobei eine weitere Fraction des Substrates über eine Leitung, einem Hydrozyklon zuführbar ist und eine Wasserabführung aus dem Hydrozyklon zur Wasseraufbereitungsanlage vorgesehen ist, besteht im wesentlichen darin, daß in einer ersten Siebvorrichtung eine Auftrennung in zumindest drei Fraktionen, u. zw. zumindest in eine Grobfraction mit anhaftendem Wasser und eine Mittelfraction mit anhaftendem Wasser und eine Suspension durchführbar ist, wobei die Suspension über eine Leitung einem Hydrozyklon und die Mittelfraction über eine Zuführung einem weiteren Wäscher zuführbar ist. Durch die Siebvorrichtung, welche eine Auftrennung in zumindest zwei Fraktionen mit lediglich anhaftendem Wasser und eine Suspension ermöglicht, wird der Anteil an Schadstoffkonzentrationen besonders gering gehalten, wobei gleichzeitig die Fraktionen an körnigem Substrat nach einer weiteren Waschung der mittleren Fraction diese auf einfache Art und Weise abgetrennt und sodann einer unbedenklichen Lagerung zugeführt werden kann.

Ist ein Ausgang des Hydrozyklons für eine in einer Suspension aufgenommenen Fraction des Substrates mit dem weiteren Wäscher verbunden, so können die Feststoffteilchen, die in dem Hydrozyklon abgeschieden werden und welche in etwa eine analoge Belastung mit dem kontaminierenden Stoff aufweisen, in dem weiteren Wäscher gemeinsam mit der abgetrennten Mittelfraction gewaschen werden, so daß ein besonders geringer konstruktiver Aufwand bei gleichzeitiger Berücksichtigung der jeweiligen Schadstoffbelastungen gegeben ist.

Mündet in den weiteren Wäscher eine Wasserzuführung aus der Wasseraufbereitung, so kann eine Waschung mit im wesentlichen gereinigtem Wasser durchgeführt werden.

Weist der weitere Wäscher eine Zuleitung zu einer weiteren Siebvorrichtung auf, die eine Wasserzuleitung, gegebenenfalls aus der Wasseraufbereitung und/oder eine Frischwasserzuleitung zur Waschung einer abgetrennten Mittelkornfraction aufweist, so kann die Mittelkornfraction besonders wirksam gewaschen werden, wobei gleichzeitig die Zufuhr von Frischwasser so erfolgt, daß ein besonders vorteilhafter Waschvorgang gegeben ist. Eine Frischwasserzufuhr ist erforderlich, da mit dem körnigen Substrat anhaftendes Prozeßwasser aus dem Verfahren ausgetragen wird, so daß bei keiner Zuführung von Frischwasser die Gesamtwassermenge stetig abnehmen würde.

Ist eine Suspensionsableitung aus der weiteren Siebvorrichtung zu einem Schwerkraftscheider, insbesondere Dekanter, vorgesehen, so kann auch der feine Anteil aus dem körnigen Substrat besonders einfach, unter Einsatz von geringsten Energiemengen, abgeschieden werden.

Ist der Schwerkraftabscheider über eine Ableitung mit der Wasseraufbereitungsanlage verbunden, so wird vermieden, daß bereits kontaminiertes Wasser für weitere Waschvorgänge verwendet wird.

Weist die Wasseraufbereitungsanlage an ihrem Ausgang für das gereinigte Wasser einen Sammelbehälter für dasselbe auf, so kann auch bei unterschiedlichem Anfall von Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage mit einem kontinuierlichen Fluß an Waschwasser der kontinuierliche Verfahrenslauf sichergestellt sein.

Eine besonders gute Wasseraufbereitung ist durch eine, insbesondere zweistufige, Flotationsanlage gegeben.

Ist der erste Wäscher oberhalb der ersten Siebvorrichtung und diese oberhalb des weiteren Wäschers angeordnet, so kann ein Teil des Materialstromes ohne zusätzliche Fördereinrichtungen, die einen weiteren Energieaufwand bedingen, erreicht werden.

Ist unterhalb des weiteren Wäschers die weitere Siebvorrichtung angeordnet, so kann auch der Materialtransport zwischen dem weiteren Wäscher und der weiteren Siebvorrichtung besonders einfach unter Schwerkrafteinwirkung durchgeführt werden.

Ist in Fließrichtung gesehen, nach der Wasseraufbereitungsanlage ein Wärmetauscher für das gereinigte Wasser, insbesondere für die weitere Waschung, vorgesehen, so kann besonders einfach eine Erwärmung des Wassers durchgeführt werden, ohne nachteilige Wirkung bei der Wasserreinigungsanlage zu verursachen.

- 5 Ist die Vorrichtung gasdicht, gegebenenfalls durch Anordnen in gasdichten Räumen, ausgebildet und Abluft über zumindest eine Adsorptionsanlage an die Atmosphäre leitbar, so kann auch jegliche Kontamination mit Gasen vermieden werden, wobei beispielsweise aus verfahrensökonomischen Gründen auch für die Gase ein geschlossener Kreislauf in der Anlage aufrechterhalten werden kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

- 10 Es zeigen:

In Fig. 1 ist ein schematisches Fließschema des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt, wohingegen in den Fig. 2a bis 2d der Grundriß der verschiedenen Ebenen entsprechend den Ebenen I, II, III, IV der Fig. 1 dargestellt sind.

- In den Fig. 3 und 4 ist der Schnitt entsprechend der Linien A/A bzw. B/B gemäß den Fig. 2a bis 2d dargestellt.

- 15 In Fig. 1 ist ein Fließschema des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. In den ersten Wäscher 1, welcher als Schwertwäscher ausgebildet ist, und eine Aufnahme 2 für das kontaminierte Substrat aufweist, wird über die Wasserzuführung 3 Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage 4 zugeführt. In den Schwertwäscher werden im Durchschnitt 20 t Boden- und
20 Abbruchmaterial od. dgl. kontaminiertes körniges Substrat pro Stunde zugeführt. Wird mit einem Substrat, das lediglich mit höhersiedenden Kohlenwasserstoffen, insbesondere mit Kohlenwasserstoffen, die über 55° C sieden, die Anlage beschickt, so können Vorkehrungen gegen Explosionen entfallen. Vor der Zuleitung des Substrates in den ersten Wäscher kann eine Sperrfraktion, beispielsweise mit einer Korngröße von 70 mm bis 100 mm abgetrennt werden. Diese Sperrfraktion weist bezüglich ihres Gewichtes eine
25 besonders geringe Oberfläche auf, so daß die Kontamination nur geringfügig sein kann. Die Sperrfraktion kann aus dem Verfahren ausgeschieden werden und einem eigenen Reinigungsprozeß je nach physikalischen und chemischen Eigenschaften des Kontaminates zugeführt werden. Im ersten Wäscher wird das körnige Substrat im Gegenstrom zum Waschwasser geführt. Mit einer derartigen Verfahrensführung kann mit der relativ geringsten Wassermenge eine besonders große Reinigung des körnigen Substrates erfolgen, da das Reinigungsvermögen von dem Konzentrationsunterschied abhängig ist.

- 30 Der erste Wäscher 1 weist einen Ausgang 5 für eine Grobfraktion des Substrates auf, die über eine Leitung 6 mit einer ersten Siebeinrichtung, u. zw. einem Schwingsieb 7 verbunden ist. Dieses Schwingsieb 7 weist zwei Siebe 8 und 9 auf, wobei zwei Kornfraktionen, u. zw. eine Grobkornfraktion mit einer Korngröße von 10 mm bis 80 mm und eine Mittelkornfraktion von 3 mm bis 7 mm abgetrennt wird. Beide
35 Kornfraktionen werden mit Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage 4 über die Wasserzuleitung 10 gewaschen. Über die Wasserzuleitung 10 werden 70 m³ Wasser, das aus der Wasserbereitungsanlage stammt, in die Siebeinrichtung 7 eingeleitet, womit beide Kornfraktionen, u. zw. sowohl die Grobkornfraktion als auch die Mittelkornfraktion mit an sich von Kontaminat freiem Wasser noch gewaschen werden. Die Grobkornfraktion wird über die Ableitung 11 aus dem Verfahren abgezogen und einer unbedenklichen
40 Endlagerung oder Wiedereinsetzung zugeführt. Das Spülwasser, mit welchem die Grobkornfraktion und die Mittelkornfraktion gewaschen wurde, wird mit jener Suspension, die aus dem Schwertwäscher über die Leitung 12 im Auffanggefäß 13 vereinigt. Aus diesem wird es über die Pumpe 14 in den Hydrozyklon 15 geleitet. Dieser Hydrozyklon weist für das von dem körnigen Substrat befreite Wasser eine Leitung 16 auf, die in die Wasseraufbereitungsanlage 4 mündet. Über eine weitere Leitung 17 werden die Anteile des
45 körnigen Substrates aus dem Hydrozyklon 15 in einen weiteren Wäscher 18 geleitet. Die Mittelkornfraktion, welche am Sieb 7 anfällt, wird ebenfalls in den weiteren Wäscher 18 über eine Leitung 19 zugeführt. Aus dem Sammelbehälter 22 für das in der Wasseraufbereitungsanlage gereinigte Wasser wird über die Pumpe 20 sowie Leitung 3 und Zweigleitung 21 dem weiteren Wäscher gereinigtes Wasser, u. zw. in einer Menge von 30 m³, zugeführt. Der weitere Wäscher weist einen Ultraschallgeber 23 auf. Die im weiteren Wäscher
50 anfallende Suspension wird über eine Ableitung 24 einer weiteren Siebeinrichtung 25, die ebenfalls als Schwingsieb ausgebildet ist, zugeleitet. In diesem Schwingsieb wird eine Kornfraktion von 3 mm bis 12 mm abgeschieden. Über die Leitung 26 kann Frischwasser, u. zw. in einer Menge von 6,5 m³/h zugeführt werden. Der Rückstand auf dem Sieb, der ausschließlich mit Frischwasser gewaschen werden kann, ist auch mit Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage zu waschen und wird einer unbedenklichen Deponie
55 zugeführt. Die aus dem weiteren Siebeinrichtung 25 ablaufende Suspension wird über die Pumpe 27 über einen mit Ultraschallgeber versehenen Durchlaufreaktor 23a einem Schwerkraftabscheider 28, u. zw. einem Dekanter, zugeführt. Der Überlauf aus dem Dekanter 28 gelangt über die Leitung 29 in die Wasseraufbereitungsanlage 4, die als zweistufige Flotation ausgebildet ist. Das im Dekanter anfallende Sediment wird über

die Leitung 30 abgezogen und kann ebenfalls einer unbedenklichen Endlagerung zugeführt werden. Aus der Wasseraufbereitungsanlage 4 wird über die Leitung 31 das Flotat abgezogen und im Behälter 32 gesammelt und muß, da es die Schadstoffe enthält, einer besonderen Endlagerung zugeführt werden. Das aus der Wasseraufbereitungsanlage 4 austretende Wasser kann über den Wärmetauscher 34 erwärmt werden.

5 Das der ersten Siebeinrichtung 7 über die Pumpe 33 und die Leitung 10 zugeführte Wasser weist eine Menge von 10 m³/h auf. Die Mengenbilanz ergibt folgende Darstellung: In dem ersten Wäscher, in welchem 20 t kontaminiertes körniges Substrat eingebracht werden, wird dasselbe mit 40 m³/h Wasser aus der Wasseraufbereitungsanlage gewaschen. Die Grobkorn- und Mittelkornfraktion wird auf der ersten Siebeinrichtung mit 10 m³ Wasser/h aus der Wasseraufbereitungsanlage gewaschen. Der wäßrige Ablauf bzw. die
10 Suspension, u. zw. in einer Menge von 65 m³/h, wird dem Hydrozyklon zugeführt. Im zweiten Wäscher werden aus der ersten Siebeinrichtung und aus dem Hydrozyklon 20 t körniges Substrat/h zugeführt, wobei in den zweiten Wäscher 70 m³ Wasser/h aus der Wasseraufbereitungsanlage zugeführt werden. Der weiteren Siebeinrichtung wird eine Mittelkornfraktion, u. zw. in einer Menge von 5 t/h entnommen, wobei aus der Flotationsanlage eine Suspension mit dem Substrat in einer Menge von 20 m³/h zugeführt werden. Aus dem
15 Auffanggefäß unterhalb der Siebeinrichtung 25 wird eine Suspension, u. zw. 70 m³/h dem Dekanter zugeführt. Als Sedimente werden 5 t/h abgeführt, wohingegen die restliche Wassermenge in die Wasseraufbereitungsanlage geleitet wird.

Durch die verschiedenen Ebenen I, II, III und IV werden unterschiedliche Höhen angezeigt. So ist der erste Wäscher 1 oberhalb der ersten Siebeinrichtung 7 und diese oberhalb des zweiten Wäschers 18
20 angeordnet, welcher seinerseits oberhalb der weiteren Siebeinrichtung 25 situiert ist.

Das dem Schwertwäscher zugeführte Substrat wies eine Kontamination von 3,20 kg/t von Kohlenwasserstoffen auf. Die über die Leitung 11 abgezogene Kornfraktion war im wesentlichen von dem kontaminierenden Stoff befreit, wobei eine durchschnittliche Analyse aus fünf gezogenen Proben, u. zw. in einer Menge von jeweils 10 kg, die mit organischen Lösungsmittel extrahiert wurden, folgenden Gehalt an
25 Kohlenwasserstoffen ergab:
0,052 kg/t (52 mg/kg).

Die der Siebeinrichtung 25 entnommene Kornfraktion wies eine Kontaminierung von 35 mg/kg (0,035 kg/t) auf, wobei die Bestimmung analog für die Grobkornfraktion durchgeführt wurde. Das aus dem Dekanter anfallende körnige Substrat wies folgende Konzentration an Schadstoffen auf:
30 67 mg/kg (0,067 kg/t).

In Fig. 2a ist der Grundriß der Ebene I dargestellt. Wie ersichtlich, wird dem Wäscher 1 über ein Förderband 35, das bis zum Boden reicht, das kontaminierte körnige Substrat zugeführt. In dieser Ebene sind auch die Aktivkohlefilter 36 der Adsorptionsanlage und die Absaugung 37 angeordnet, die die Abluft aus sämtlichen Wäschern 7, 18 und gegebenenfalls aus dem Dekanter 28 und Wasseraufbereitungsanlage
35 4 absaugt. Über nicht dargestellte Leitungen gelangt die Grobfraktion aus dem ersten Wäscher 1 in die erste Siebeinrichtung 7, die in der Ebene II unter dem ersten Wäscher 1 angeordnet ist (Fig. 2b). Der Zyklon 15, welcher über den Elektromotor 38 angetrieben wird, dient zur Abtrennung der Feststoffe, welche dem weiteren Wäscher 18 zugeleitet werden. Der Raum 39 dient zur Aufnahme von Schaltschränken, Warten u. dgl., wobei der Dekanter 28 einerseits einen Ausgang 30 aufweist, über welchen die Sedimente
40 abgezogen werden, und dieser weiters mit der Wasserreinigungsanlage 4 verbunden ist, die in der Ebene III angeordnet ist (Fig. 2c). Die Wasserreinigungsanlage 4 weist zwei Stufen 41 und 42 auf, die über Pumpen 43, 44 und Vorlagebehälter 45, 46 mit Chemikalien zur Flotation, u. zw. Flockungsmittel, Tenside, versorgt werden. Flockungsmittel liegen in den Vorratsbehältern 47 und 48 vor.

In der untersten Ebene IV, die in Fig. 2d dargestellt ist, ist die weitere Siebeinrichtung 25 angeordnet,
45 die mit dem weiteren Wäscher 18 verbunden ist. Im Auffangbehälter 49 wird die in der weiteren Siebvorrichtung 25 abgetrennte Fraktion gesammelt. Der Sammelbehälter 22 dient zur Aufnahme des aus der Wasserreinigung anfallenden gereinigten Wassers, wobei gegebenenfalls über die Behälter 51 Tenside zudosiert werden können. Über die Pumpen 20 bzw. 33 wird das aus der Wasseraufbereitungsanlage anfallende Wasser den einzelnen Stufen zugeführt.

50 In den Fig. 2a bis 2d sind die Rohrleitungen, welche für die Zuführung des Prozeßwassers, Frischwasser und auch für den Lauf des körnigen Substrates dienen, nicht in ihrer Gesamtheit aus Gründen der Übersicht dargestellt.

Bei den in den Fig. 3 und 4 dargestellten Schnitt entsprechen der Linien A/A bzw. B/B ist besonders deutlich die höhenmäßige Anordnung der einzelnen Vorrichtungen zu entnehmen. Der erste Wäscher 1 ist
55 oberhalb der ersten Siebeinrichtung 7 und diese wiederum oberhalb des weiteren Wäschers 18 angeordnet, unter welchem die weitere Siebeinrichtung 25 vorgesehen ist. Die Behälter 51 enthalten Flockungsmittel.

In der Fig. 4 ist in der obersten Ebene die Adsorptionsanlage mit Aktivkohlefilter 36 dargestellt, neben welchen eine Absaugung 37 für die Abluft situiert ist. Der Ebene darunter ist der Schwerkraftabscheider, u.

zw. der Dekanter 28 vorgesehen, wobei eine Leitung 30 zur Ableitung eines Anteiles an körnigem Substrat dient. In der darunter angeordneten Ebene ist die Wasserreinigungsanlage 4 mit Pumpen 20 und 33 vorgesehen, wobei eine zweistufige Flotation 4 vorgesehen ist. In der untersten Ebene ist ein Sammelbehälter 22 für das Prozeßwasser vorgesehen.

- 5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren wurden anhand von mit höhersiedenden Kohlenwasserstoffen kontaminiertem körnigen Substrat, u. zw. Boden- und Abbruchmaterial, näher erläutert. Als körniges Substrat kommen allerdings auch andere Substanzen mit unterschiedlichen Korngrößen in Frage, wobei der wesentliche Gedanke des erfindungsgemäßen Verfahrens eine stufenweise, im wesentlichen trockene Abtrennung des körnigen Substrates von besonderer Bedeutung ist, da mit dieser
- 10 Vorgangsweise, sowohl apparativ als auch verfahrensmäßig ein besonders geringer Aufwand erforderlich wird. Typische Beispiele für kontaminierende Stoffe sind: Mineralölkohlenwasserstoffe, PAK und PCB. Typische Beispiele für körnige Substrate sind: Kiesig-sandige Böden mit unterschiedlich hohem Schluffanteil.

- Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die verschiedenen Einheiten, wie sie in den Fig. 2 bis 4 dargestellt sind, in mobilen Containern angeordnet sind, wobei die Verbindungsleitung zwischen den einzelnen Containern lösbare Verbindungen aufweisen, so daß entsprechend den Schnittdarstellungen in den Fig. 2 und den Fig. 3 und 4 acht verschiedene Container vorgesehen sein können, die einen entsprechend leichten Transport der gesamten Anlage erlauben, so daß ein aufwendiger Transport des zu kontaminierenden Erdreiches, Sande od. dgl. nicht durchgeführt werden muß,
- 20 womit einerseits das kontaminierte Material vor Ort entnommen werden kann und in der dadurch entstandenen Ausnehmung Grube od. dgl. das bereits dekontaminierte Material wieder einer Lagerung, bei welcher keine Kontamination des Grundwassers od. dgl. erfolgen kann, zuführbar ist.

- Die Einheiten, in welche die einzelnen Einrichtungen angeordnet sind, sind gasdicht ausgebildet, so daß ein geschlossener Gaskreislauf innerhalb der Vorrichtung durchgeführt werden kann. Der Gasstrom wird
- 25 hiebei über die Adsorptionsanlage mit Aktivkohle geführt, so daß die gasförmigen Schadstoffe ebenfalls aus dem Kreislauf ausscheidbar sind.

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zum kontinuierlichen Waschen von, insbesondere mit Kohlenwasserstoffen, kontaminierten körnigen Substraten, z. B. Erdreich, Sande, Bauschutt od. dgl., mit Wasser, das zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, im Kreislauf geführt wird, wobei zumindest zwei, insbesondere drei, Fraktionen des körnigen Substrates aus einer wäßrigen Suspension abgetrennt werden, und das Wasser zumindest teilweise nach Reinigung, insbesondere einer Flotation desselben, dem Verfahren rückgeführt wird, wobei das körnige kontaminierte Substrat, gegebenenfalls nach Abtrennung einer Sperrfraktion, z. B. mit einer Mindestkorngröße von 70 mm bis 100 mm, mit im Kreislauf geführttem Wasser, z. B. in einem Schwertwäscher, vermischt wird, ein Teil des körnigen Substrates als Grobfraction abgetrennt wird, die gegebenenfalls mit Wasser auf einem Sieb gewaschen wird, wobei ein weiterer Teil des körnigen Substrates einem weiteren Waschen mit Wasser, das einer Reinigung unterzogen wurde, unterworfen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grobfraction, insbesondere eine Korngröße von 10 mm bis 80 mm, vorzugsweise von 12 mm bis 70 mm, aufweist und der weitere Teil des körnigen Substrates vor dem weiteren Waschen vom Wasser abgetrennt wird und sodann mit Wasser, das einer Reinigung unterzogen wurde, gewaschen wird.
- 45 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein weiterer Teil des körnigen Substrates, insbesondere mit einer Korngröße von unter 3 mm, vorzugsweise unter 2 mm, in einem Hydrozyklon vom Wasser abgetrennt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein weiterer Teil, insbesondere mit einer Korngröße von 2 mm bis 70 mm, vorzugsweise 3 mm bis 12 mm, des körnigen Substrates mit einem Sieb vom Wasser abgetrennt wird.
- 50 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der weitere Teil des körnigen Substrates aus dem Sieb und dem aus dem Hydrozyklon einer gemeinsamen Waschung unterzogen wird.
- 55 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine bei der Abtrennung der Grobfraction anfallende Suspension aus im Wasser suspendiertem Anteil des körnigen Substrates,

gegebenenfalls gemeinsam mit dem Wasser, das bei der Waschung der Grobfractionen am Sieb anfällt, in dem Hydrozyklon getrennt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach der weiteren Waschung der Anteil an körnigem Substrat, insbesondere mit einem Sieb abgetrennt und das anfallende Wasser, insbesondere nach Schwerkraftabscheidung, der Wasserreinigung zugeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der vom Wasser abgetrennte Anteil an körnigem Substrat mit Frischwasser gewaschen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das aus dem Hydrozyklon abgegebene Wasser der Wasserreinigung zugeführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Waschung mit, insbesondere 40° C bis 80° C, vorzugsweise 50° C bis 60° C, erwärmtem Wasser durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Suspension, insbesondere aus einer Siebung, vor einer Schwerkraftscheidung mit Ultraschall beaufschlagt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß Sedimente aus der Wasserreinigung einer weiteren Schwerkraftabscheidung, gegebenenfalls gemeinsam, mit dem Wasser aus der weiteren Waschung, unterworfen wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Wasser im Schwertwäscher im Gegenstrom zum körnigen Substrat geführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß in zumindest einem Wäscher oberflächenaktive Substanzen zugeführt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß Abluft aus der Flotation der Wasserreinigung und gegebenenfalls ein Teilstrom einer Abluft einer Adsorptionsanlage, insbesondere mit Aktivkohle, zugeführt wird.
15. Vorrichtung zum Waschen von, gegebenenfalls mit Kohlenwasserstoffen, kontaminierten körnigen Substraten, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 14, mit in Kreislauf geführttem Wasser, einem Wäscher (1), insbesondere Schwertwäscher, welcher eine Aufnahme (2) für das Substrat und eine Wasserzuführung (3) aus einer Wasseraufbereitungsanlage aufweist, wobei ein Ausgang (5) für eine Grobfraction des Substrates mit einer Siebvorrichtung (7), insbesondere Schwingsieb, verbunden ist, in welche eine Wasserzuführung (10) aus der Wasseraufbereitungsanlage (4) mündet und eine Ableitung (11) für eine Grobfraction aufweist, wobei eine weitere Fraction des Substrates über eine Leitung einem Hydrozyklon (15) zuführbar ist und eine Wasserabführung (29) aus dem Hydrozyklon zur Wasseraufbereitungsanlage vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer ersten Siebvorrichtung (7) eine Auftrennung in zumindest drei Fractionen, u. zw. zumindest eine Grobkornfraction mit anhaftendem Wasser und eine Mittelkornfraction mit anhaftendem Wasser und einer Suspension erfolgt, wobei die Suspension über eine Leitung einem Hydrozyklon (15) und die Mittelfraction über eine Zuführung einem weiteren Wäscher (18) zuführbar ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Ausgang des Hydrozyklons (15) für eine in einer Suspension aufgenommenen Fraction des Substrates mit dem weiteren Wäscher (18) verbunden ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den weiteren Wäscher (18) eine Wasserzuführung aus der Wasseraufbereitung (4) mündet.
18. Vorrichtung nach Anspruch 15, 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, daß der weitere Wäscher (18) eine Ableitung zu einer weiteren Siebvorrichtung (25) aufweist, die eine Wasserzuleitung, gegebenen-

falls aus der Wasseraufbereitung (4) und/oder eine Frischwasserzuleitung (26) zur Waschung einer abgetrennten Mittelkornfraktion aufweist.

- 5 19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Suspensionsableitung aus der weiteren Siebvorrichtung (25) zu einem Schwerkraftabscheider (28), insbesondere Dekanter, vorgesehen ist.
- 10 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwerkraftabscheider (28) über eine Ableitung (29) mit der Wasseraufbereitungsanlage verbunden ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wasseraufbereitungsanlage an ihrem Ausgang für das gereinigte Wasser einen Sammelbehälter (22) für dasselbe aufweist.
- 15 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wasseraufbereitungsanlage (4) als, insbesondere zweistufige, Flotation ausgebildet ist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Wäscher (1) oberhalb der ersten Siebvorrichtung (7) und diese oberhalb des weiteren Wäschers (18) angeordnet ist.
- 20 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, daß unterhalb des weiteren Wäschers (18) die weitere Siebvorrichtung (25) angeordnet ist.
- 25 25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, daß in Wasserfließrichtung gesehen, nach der Wasseraufbereitungsanlage (4) ein Wärmetauscher (34) für das gereinigte Wasser, insbesondere für die weitere Waschung, vorgesehen ist.
- 30 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung gasdicht, gegebenenfalls durch Anordnen in gasdichten Räumen, ausgebildet ist und Abluft über zumindest eine Adsorptionsanlage an die Atmosphäre leitbar ist.

Hiezu 4 Blatt Zeichnungen

35

40

45

50

55

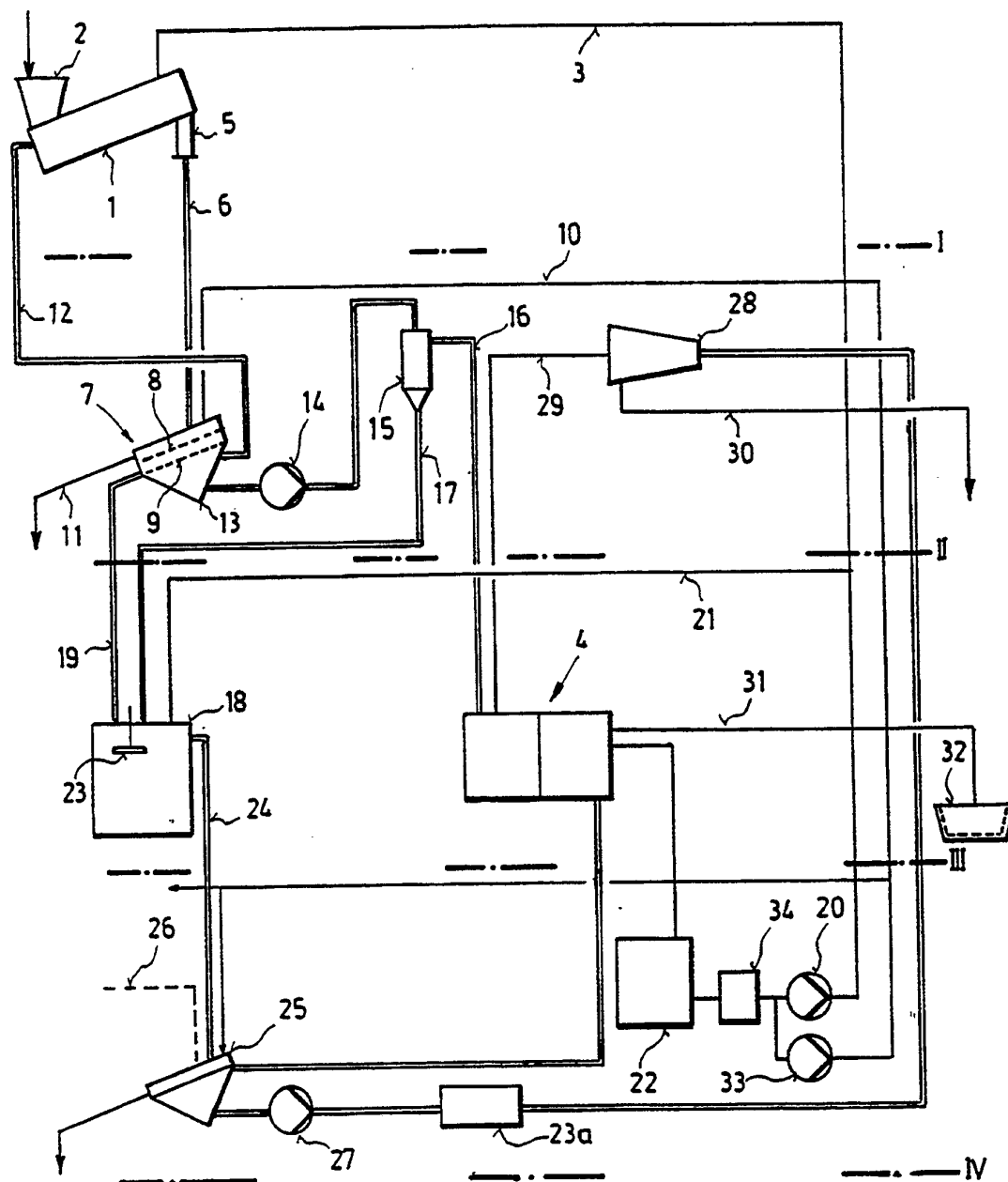


Fig.1

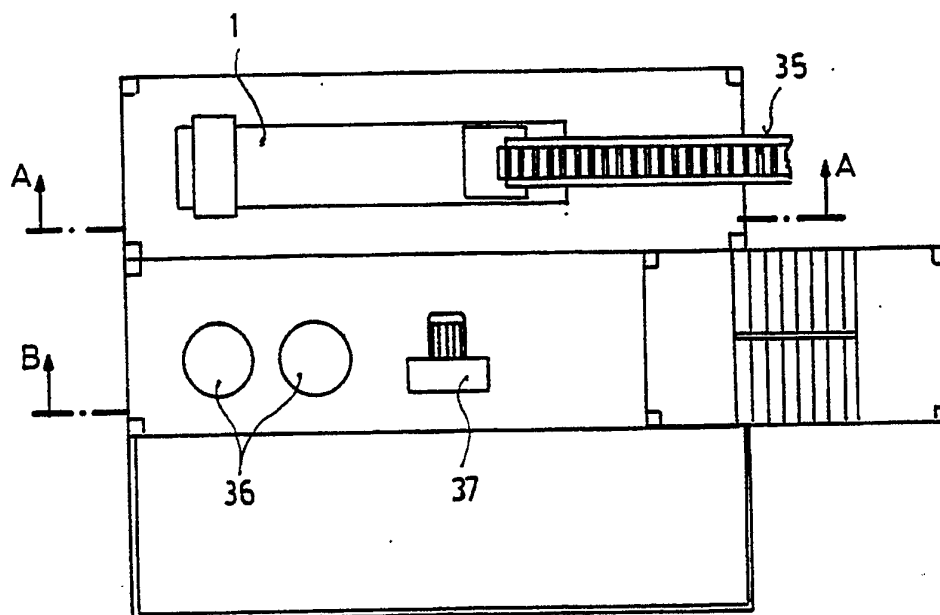


Fig. 2a

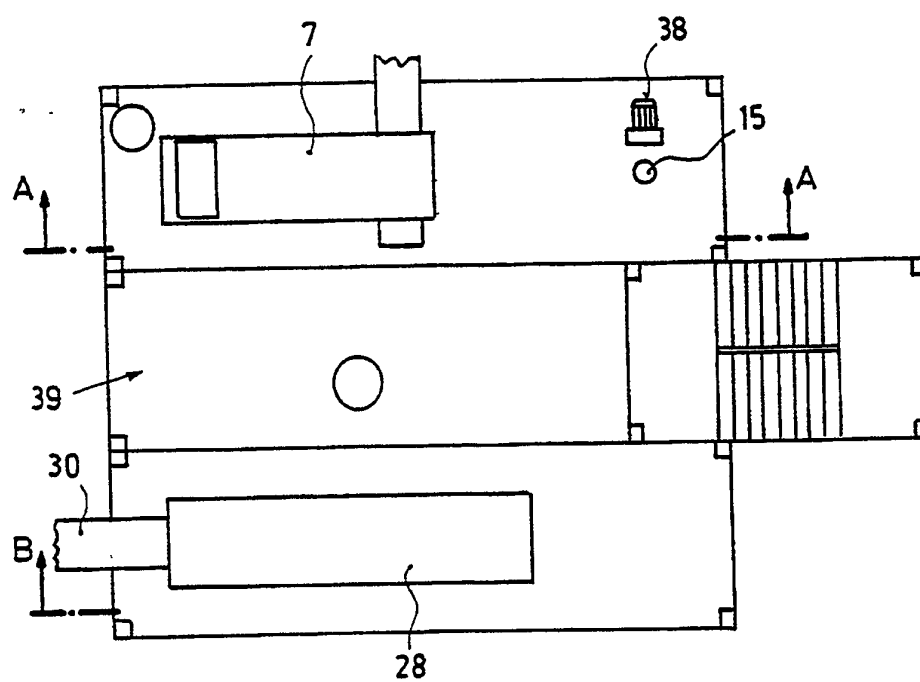


Fig. 2b

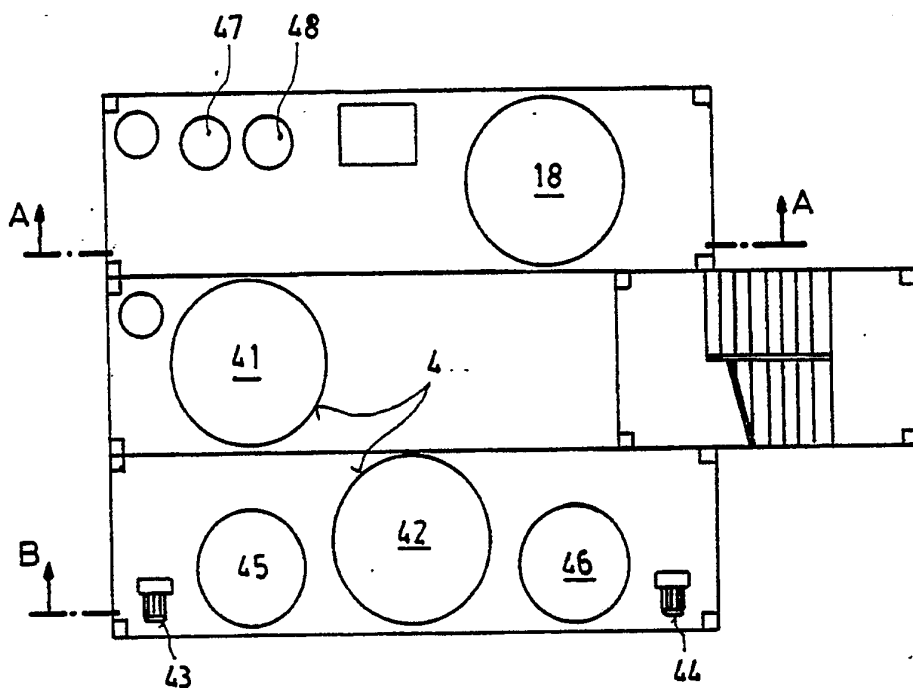


Fig. 2c

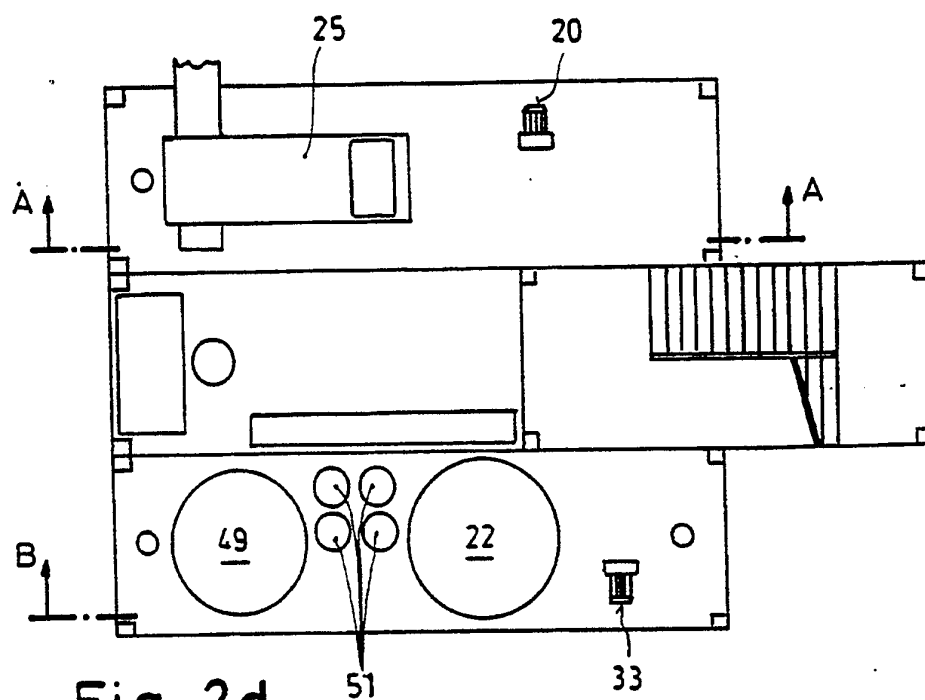


Fig. 2d

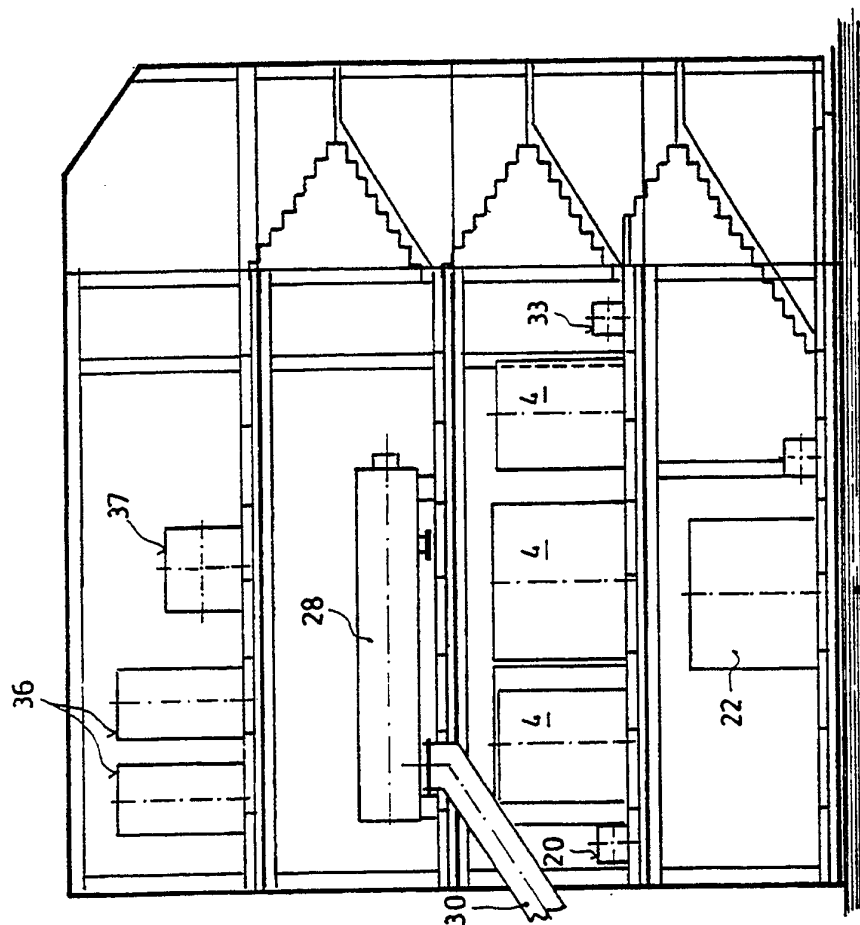


Fig. 4

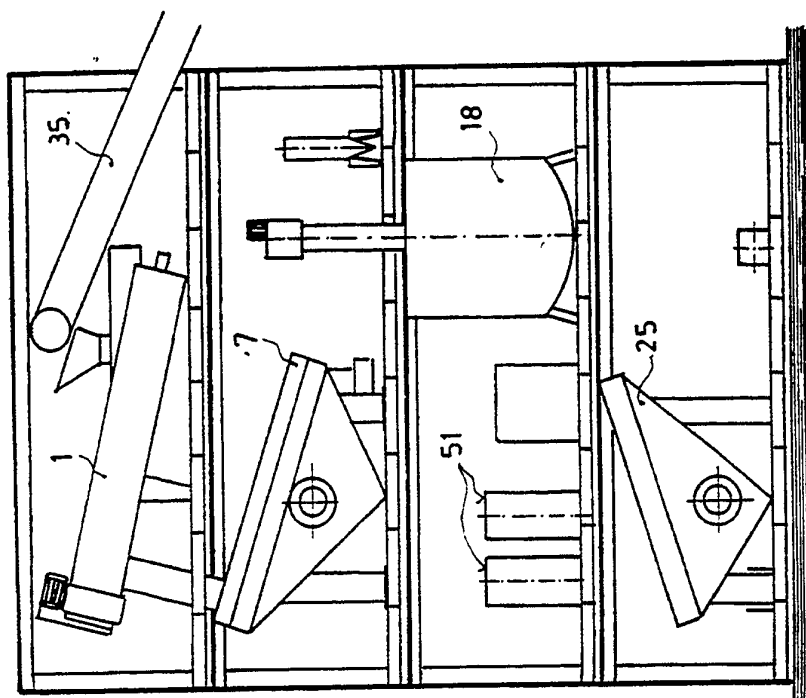


Fig. 3