

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 47/2020 (51) Int. Cl.: **B01D 17/025** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 20.02.2020 **B01D 17/12** (2006.01)  
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2021

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3504847 A1  
DE 19908254 A1  
DE 60307690 T2  
EP 1518614 B1  
EP 3064476 A1  
US 3901811 A  
US 4469170 A  
US 4761225 A  
US 5207897 A  
US 5326458 A

(73) Patentinhaber:  
TERRA Umwelttechnik GmbH  
1230 Wien (AT)  
(72) Erfinder:  
Philipp Robert Dipl.Ing.  
1230 Wien (AT)  
(74) Vertreter:  
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH  
1010 Wien (AT)

(54) **Vorrichtung zur Entfernung einer auf einer Grundwasseroberfläche schwimmenden flüssigen Phase**

(57) Bei einer Vorrichtung zur Entfernung einer auf einer Grundwasseroberfläche (4) schwimmenden flüssigen Phase umfassend ein in einen Brunnen oder Schacht (1) absenkbares Skimmer(5) , der eine Einlauföffnung (10) für die flüssige Phase, einen Sammelbehälter (9) und eine Entleerungsleitung (12 ) aufweist, eine mit dem Skimmer (5) zusammenwirkende Hubvorrichtung (8) mit einem Antrieb zur Höhenverstellung des Skimmers (5) , eine Sensorvorrichtung (15) zur Messung des Flüssigkeitsspiegels im Brunnen oder Schacht (1) und eine Steuervorrichtung, welcher die Messsignale der Sensorvorrichtung (15) zugeführt sind und welche mit dem Antrieb der Hubvorrichtung (8) derart zusammenwirkt, dass der Skimmer (5) in Abhängigkeit von Änderungen des Flüssigkeitsspiegels höhenverstellbar ist, ist die Sensorvorrichtung (15) als unter der Wasseroberfläche (4) anordenbarer Drucksensor zur Messung des hydrostatischen Drucks ausgebildet.

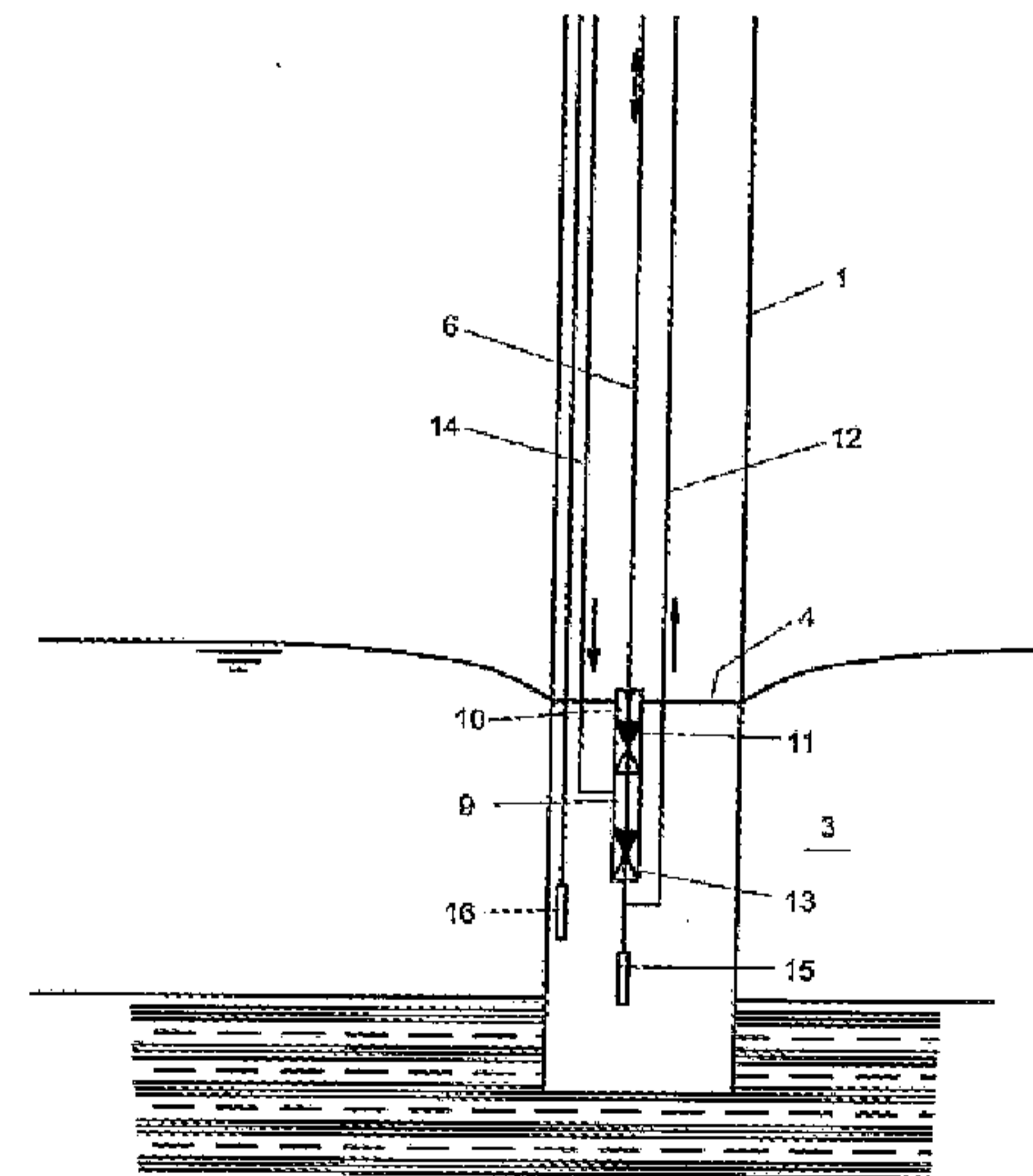


Fig. 2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Entfernung einer auf einer Grundwasseroberfläche schwimmenden flüssigen Phase umfassend ein in einen Brunnen oder Schacht absenkbares Skimmer, der eine Einlauföffnung für die flüssige Phase, einen Sammelbehälter und eine Entleerungsleitung aufweist, eine mit dem Skimmer zusammenwirkende Hubvorrichtung mit einem Antrieb zur Höhenverstellung des Skimmers, eine Sensorvorrichtung zur Messung des Flüssigkeitsspiegels im Brunnen oder Schacht und eine Steuervorrichtung, welcher die Messsignale der Sensorvorrichtung zugeführt sind und welche mit dem Antrieb der Hubvorrichtung derart zusammenwirkt, dass der Skimmer in Abhängigkeit von Änderungen des Flüssigkeitsspiegels höhenverstellbar ist.

**[0002]** Eine derartige Vorrichtung ist in der DE 3504847 A1 beschrieben. Der technische Hintergrund der vorliegenden Erfindung wird weiters von den Dokumenten DE 3504847 A1, DE 19908254 A1, DE60307690 T2, EP 1518614 B1, EP 3064476 A1, US 3901811 A, US 4469170 A, US 4761225 A, US 5207897 A sowie US 5326458 A gebildet.

**[0003]** Häufig sind Öl oder andere Kontaminanten am Grundwasserspiegel als oben aufschwimmende flüssige Reinphase vorhanden und können so direkt abgepumpt werden. Um die aufschwimmende Phase möglichst rein abfordern zu können, muss die Absaugung genau an der Oberfläche des Grundwassers erfolgen. Hierfür werden Skimmer eingesetzt.

**[0004]** Es ist bekannt, in Gebieten mit durch Öl verunreinigtem Grundwasser Brunnen zu errichten, in denen sich das verunreinigte Grundwasser sammelt. Zum Absaugen des Öls wird ein Skimmer in den Schacht abgesenkt, wobei das an der Grundwasseroberfläche abgesaugte Öl mittels Pumpen entfernten Abscheideanlagen zugeführt werden kann. Gegebenenfalls werden mehrere solcher Brunnen in dem Gebiet mit dem durch Öl verunreinigten Grundwasser errichtet. Die Einbringung eines Skimmers in einen Bohrbrunnen sowie dessen Betrieb gestalten sich umso schwieriger, je kleiner der Durchmesser des Brunnens ist und je tiefer die Grundwasseroberfläche unter dem Niveau der Erdoberfläche liegt. Der nutzbare Durchmesser des Brunnens kann zudem durch andere Brunneneinbauten verringert sein. Die Abförderung der abgesaugten Ölphase kann durch eine an der Erdoberfläche angeordnete Pumpe erfolgen, dies ist aber auf eine Förderhöhe von < 10m begrenzt. Bei tiefer liegendem Grundwasserspiegel muss zusätzlich eine Pumpe im Skimmer oder nahe des Skimmer im Brunnen eingebaut werden, was wiederum einen größeren Durchmesser des Brunnens erfordert. Ein größerer Durchmesser des Brunnens verschlechtert jedoch die Wirtschaftlichkeit, weil die Kosten für die Brunnenerrichtung mit dessen Durchmesser exponentiell steigen.

**[0005]** Eine weitere Herausforderung bei in Schachtbrunnen angeordneten Skimmern ist es, die effiziente Absaugung der aufschwimmenden Phase ohne Beeinträchtigung durch Niveauänderungen des Grundwasserspiegels unter Beibehaltung der bereits vorzufindenden Trennung von Wasser und leichter Phase in kurzer Zeit und mit geringem Aufwand sicherzustellen. Es ist daher bereits bekannt geworden, den Skimmer an einer Hubvorrichtung zu befestigen, welche den Skimmer in Abhängigkeit von Änderungen des Flüssigkeitsspiegels im Brunnenschacht in Höhenrichtung nachführen kann. Um hierbei sicherzustellen, dass der Skimmer stets möglichst nur die aufschwimmende Phase absaugt bzw. die mitgesaugte Wassermenge minimiert wird, kann die Steuerung der Hubvorrichtung so erfolgen, dass die Einlauföffnung des Skimmers den Flüssigkeitsspiegel um ein vorgegebenes geringes Maß unterschneidet. Dadurch ist es möglich, eine auf einer Grundwasseroberfläche schwimmende leichte flüssige Phase, beispielsweise Kohlenwasserstoffe getrennt abzupumpen, und damit die bereits im Erdbereich oder im Brunnenschacht erfolgte Abscheidung der flüssigen Phase zu nutzen.

**[0006]** Die kontinuierliche und genaue Messung des Flüssigkeitsspiegels des Grundwassers, welche für die Steuerung der Hubvorrichtung erforderlich ist, wird durch verschiedene Störeinflüsse erschwert. Beispielsweise werden bei herkömmlichen Pegelsensoren Fehlmessungen bzw. schwankende Messwerte erzeugt, wenn die Wasseroberfläche des Grundwasser beispielsweise auf Grund von Wellenbildungen unruhig ist. Die Absaugung der aufschwimmenden Phase

durch den Skimmer kann einer der Gründe für eine Wellenbildung sein. Weiters muss der Sensor zur Messung des Flüssigkeitsspiegels über lange Zeiten zuverlässig arbeiten und keinen hohen Wartungsaufwand verursachen, weil jede Störung eine Unterbrechung des Betriebs zur Folge hätte und Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten ein aufwändiges Herausheben der gesamten Vorrichtung erfordern.

**[0007]** Die Erfindung zielt daher darauf ab, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass der Skimmer den Änderungen des Flüssigkeitsspiegels überaus feinfühlig und schnell folgen kann, um den Reinheitsgrad der abgesaugten Phase möglichst hoch zu halten. Weiters soll der Skimmer mit hoher Zuverlässigkeit arbeiten und die Höhennachführung soll von allfälligen Störeinflüssen unbeeinträchtigt bleiben.

**[0008]** Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art im Wesentlichen vor, dass die Sensorvorrichtung als unter der Wasseroberfläche anordenbarer Drucksensor zur Messung des hydrostatischen Drucks ausgebildet ist. Die Messung des Flüssigkeitsspiegels erfolgt erfindungsgemäß somit unter der Wasseroberfläche, sodass allfällige Wellenbildungen an der Oberfläche keine relevanten Messwertschwankungen verursachen können. Der Drucksensor misst hierbei den hydrostatischen Druck und kann daher auch als hydrostatischer Füllstandmesser bezeichnet werden. Hydrostatische Füllstandmesser sind dem Fachmann in verschiedenen Ausführungen bekannt. Besonders bevorzugt ist der Drucksensor hierbei als Pegelsonde ausgebildet.

**[0009]** Pegelsonden sind spezielle Druckmessumformer zur Füllstandmessung von Flüssigkeiten in offener Umgebung. Pegelsonden werden direkt in die zu messende Flüssigkeit abgelassen und verbleiben dauerhaft schwebend in der Flüssigkeit. Der Schweredruck der Flüssigkeitssäule verursacht eine Dehnung an einem druckempfindlichen Sensorelement der Pegelsonde, welches den erfassten Druck in ein elektrisches Signal umwandelt. Die Pegelsonde kann bevorzugt als Relativdrucksensor ausgeführt werden, welcher als Nullpunkt seines Messbereiches den aktuellen Umgebungsdruck nutzt.

**[0010]** Bevorzugt ist vorgesehen, dass der Drucksensor bzw. die Pegelsonde an einem Anschlusskabel aufgehängt ist, welches sowohl dem Halten der Position als auch der Spannungsversorgung und Signalweiterleitung an die Steuervorrichtung dient. Außerdem kann das Kabel einen dünnen Luftschlauch aufweisen, mit dem der Umgebungsluftdruck zur Pegelsonde geleitet wird.

**[0011]** Der Drucksensor bzw. die Pegelsonde kann entweder in einer vorgegebenen, festen Höhenposition unter der Wasseroberfläche angeordnet werden oder verstellbar angeordnet sein. Im zweiten Fall ist es bevorzugt, wenn der Drucksensor mit dem Skimmer zur gemeinsamen Höhenverstellung gekoppelt ist. Dadurch wird ein vorteilhafter Regelkreis realisiert, mit dem die Steuerung des Hubantriebs auf die möglichst konstante Einhaltung eines vorgegebenen Sollwerts des hydrostatischen Drucks hin erfolgt.

**[0012]** Die Aufhängung des Skimmers erfolgt gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung derart, dass die Hubvorrichtung ein Hängemittel, wie z.B. ein Seil, ein Kabel oder eine Kette, zum Abhängen des Skimmers in den Brunnen oder den Schacht aufweist, das mit einer Zug- oder Auf- /Abrollvorrichtung zusammenwirkt.

**[0013]** Für die Entleerung des Sammelbehälters sieht eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung vor, dass eine Fördereinrichtung zum Fördern der aufgesammelten flüssigen Phase aus dem Sammelbehälter über die Entleerungsleitung vorgesehen ist. Die Entleerungsleitung führt hierbei vom Skimmer durch den Brunnen bzw. Schacht an die Erdoberfläche, wo die aufgesammelte flüssige Phase weiterverarbeitet werden kann. Die Entleerungsleitung kann hierbei bevorzugt als flexible Leitung ausgeführt sein, sodass die Gefahr eines Bruchs auf Grund von Knick- oder Biegebelastungen oder dgl. hintangehalten wird.

**[0014]** Wie bereits erwähnt besteht das Problem, dass die Abförderung der aufgesammelten flüssigen Phase bei einer Förderhöhe von über 10 Metern den Einbau einer Pumpe am Skimmer oder in der Nähe des Skimmers im Brunnen erfordert. Bei Brunnen oder Schächten mit kleinem

Durchmesser wäre die Anordnung einer Pumpe in Skimmernähe aus Platzgründen nicht möglich.

**[0015]** Um dennoch in Bezug auf die mögliche Förderhöhe flexibel zu bleiben, ist gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Fördereinrichtung eine Druckluftleitung umfasst, welche in den Sammelbehälter mündet. Die Förderung der flüssigen Phase erfolgt somit mit Hilfe von Druckluft, die beispielsweise durch einen an der Erdoberfläche angeordneten Kompressor zur Verfügung gestellt und über eine Druckluftleitung zum Skimmer geleitet werden kann. Bevorzugt wird die Druckluft hierbei nicht genutzt, um ein Pumpenrad oder dgl. anzutreiben, sondern es wird der durch die Druckluft bereitgestellte Druck direkt verwendet, um die flüssige Phase vom Skimmer nach oben zu drücken. Die Verwendung von Druckluft als Fördermedium führt in vorteilhafter Weise zu einer explosionsgeschützten Ausführung der Fördereinrichtung.

**[0016]** Die besagte Druckluftleitung kann als flexible Leitung ausgeführt werden, sodass auch hier die Gefahr eines Bruchs auf Grund von Knick- oder Biegebelastungen oder dgl. hintangehalten wird.

**[0017]** Wie an sich bereits aus der DE 3504847 A1 bekannt, sieht eine bevorzugte Ausführung des Skimmers bzw. der Fördereinrichtung vor, dass die Einlauföffnung über ein verschließbares Ventil, insbesondere ein Kugelventil, mit dem Sammelbehälter in Verbindung steht, wobei die Mündung der Druckluftleitung in den Sammelbehälter derart angeordnet ist, dass das Ventil auf Grund des von der Druckluft aufgebrachtten Drucks geschlossen wird. Dies ermöglicht abwechselnde Betriebsmodi, wobei der Sammelbehälter im Sammelmodus nicht druckbeaufschlagt wird, sodass die aufzusammelnde flüssige Phase über die Einlauföffnung und das geöffnete Ventil in den Sammelbehälter gelangen kann. Im Entleerungsmodus wird der Sammelbehälter entleert, indem über die Druckluftleitung Druckluft in den Sammelbehälter gedrückt wird, was einerseits zu einem Schließen des Ventils und andererseits zu einem Herausdrücken der flüssigen Phase aus dem Sammelbehälter führt, wobei die flüssige Phase auf Grund des herrschenden Drucks über die Entleerungsleitung auf das Niveau der Erdoberfläche gehoben wird, wo sie einem Abscheider oder dgl. zur weiteren Verarbeitung zugeführt werden kann.

**[0018]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigen Fig. 1 eine schematische Gesamtdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Fig. 2 eine Detaildarstellung des Skimmers in einem Brunnenschacht.

**[0019]** Fig. 1 zeigt einen Brunnenschacht 1, der sich von der Erdoberfläche 2 in das Grundwasser 3 hinein erstreckt, wobei der Flüssigkeitsspiegel des Grundwassers 3 mit 4 bezeichnet ist. Im Grundwasser 3 ist ein Skimmer 5 angeordnet, der an einem Seil oder Kabel 6 höhenverstellbar aufgehängt ist. Das Seil ist um eine Umlenkrolle 7 geführt und mittels einer Hubvorrichtung 8, wie z.B. einer Seilwinde, antreibbar, um so die Höhenverstellung des Skimmers 5 zu bewerkstelligen.

**[0020]** Der Skimmer 5 umfasst, wie dies insbesondere in der Detaildarstellung in Fig. 2 ersichtlich ist, einen Sammelbehälter 9, in den die auf der Wasseroberfläche 4 des Grundwassers 3 aufschwimmende flüssige Phase, wie z.B. Öl, über eine oder mehrere Einlauföffnung(en) 10 gelangt. An der Einlauföffnung ist ein Kugelventil 11 angeordnet. Die sich im Sammelbehälter 9 sammelnde Phase kann über ein Ventil 13 und eine Entleerungsleitung 12 nach oben an die Erdoberfläche 2 gefördert werden.

**[0021]** Die Förderung der aufgesammelten flüssigen Phase erfolgt mittels der über die Druckluftleitung 14 in den Sammelbehälter 9 eingeführten Druckluft. Sobald die Druckluft das Innere des Sammelbehälters 9 mit Druck beaufschlagt, wird die Ventilkugel des Kugelventils 11 nach oben gedrückt und verschließt dadurch den Zufluss der flüssigen Phase über die Einlauföffnung 10. Gleichzeitig wird das Ventil 13 geöffnet, sodass die Druckluft die flüssige Phase aus dem Sammelbehälter 9 über die Entleerungsleitung 12 nach oben fördert.

**[0022]** Am Skimmer 5 ist eine Pegelsonde 15 befestigt bzw. aufgehängt, welche den hydrostatischen Druck im Grundwasser 3 misst. Das Messsignal der Pegelsonde 15 wird einer nicht dargestellten Steuervorrichtung übermittelt, welche auf Basis des Messsignals die Hubvorrichtung 8

derart ansteuert, dass der Skimmer den Änderungen des Flüssigkeitsspiegels 4 folgt. Insbesondere wird hierdurch die Höhenlage des Skimmers 5 mit Hilfe der Hubvorrichtung 8 den Niveauänderungen des Flüssigkeitsspiegels automatisch angepasst, um das Einlaufen von Grundwasser in den Sammelbehälter 9 zu verhindern. Die bereits im Boden erfolgte Trennung von Wasser und leichter Phase wird somit beibehalten und ermöglicht eine Vereinfachung und Beschleunigung der Grundwassersanierung.

**[0023]** Eine weitere Pegelsonde ist mit 16 bezeichnet, welche über eine vom Skimmer unabhängige, eigene Aufhängung verfügt und insbesondere nicht gemeinsam mit dem Skimmer höhenverstellbar ist.

**[0024]** Wie in Fig. 1 dargestellt ist, erfolgt die Erzeugung der Druckluft in einem Kompressor 17. Eine Teilmenge der im Kompressor 17 erzeugten Druckluft wird über eine Leitung 19 und die Druckluftleitung 14 dem Skimmer 5 zugeführt. Eine weitere Teilmenge der Druckluft wird abgezweigt und über eine Steuerleitung 18 luftangetriebenen Absperrhähnen 20 zugeführt. Das Druckluftsystem ist derart ausgebildet, dass es über entsprechende Verzweigungen eine Mehrzahl von Skimmern 5 mit Druckluft versorgen kann, wobei ein Anschluss für einen weiteren Skimmer mit 21 bezeichnet ist. Dasselbe gilt für die Entleerungsleitung 12. Es kann eine Mehrzahl von Entleerungsleitungen 12 mit einem gemeinsamen Flüssigkeitsaufbereitungssystem verbunden werden, in dem die aufgesammelte flüssige Phase aufbereitet wird. Ein Anschluss für eine weitere Entleerungsleitung ist beispielsweise mit 22 bezeichnet.

**[0025]** Auf diese Art und Weise kann eine Vielzahl von Brunnen über ein einziges Druckluftsystem und ein einziges Flüssigkeitsaufbereitungssystem versorgt werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Entfernung einer auf einer Grundwasseroberfläche (4) schwimmenden flüssigen Phase umfassend ein in einen Brunnen oder Schacht (1) absenkbares Skimmer (5), der eine Einlauföffnung (10) für die flüssige Phase, einen Sammelbehälter (9) und eine Entleerungsleitung (12) aufweist, eine mit dem Skimmer (5) zusammenwirkende Hubvorrichtung (8) mit einem Antrieb zur Höhenverstellung des Skimmers (5), eine Sensorvorrichtung (15) zur Messung des Flüssigkeitsspiegels im Brunnen oder Schacht (1) und eine Steuervorrichtung, welcher die Messsignale der Sensorvorrichtung (15) zugeführt sind und welche mit dem Antrieb der Hubvorrichtung (8) derart zusammenwirkt, dass der Skimmer (5) in Abhängigkeit von Änderungen des Flüssigkeitsspiegels höhenverstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorvorrichtung (15) als unter der Wasseroberfläche (4) anordenbarer Drucksensor zur Messung des hydrostatischen Drucks ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Drucksensor mit dem Skimmer (5) zur gemeinsamen Höhenverstellung gekoppelt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein weiterer Drucksensor zur Messung des hydrostatischen Drucks vorgesehen ist, der in einer vorgegebenen Höhenposition angeordnet ist und bevorzugt an einem Hängemittel in den Schacht oder Brunnen (1) abgehängt ist und dessen Messsignale der Steuervorrichtung (15) zugeführt sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubvorrichtung (8) ein Hängemittel, wie z.B. ein Seil oder eine Kette, zum Abhängen des Skimmers (5) in den Brunnen oder den Schacht (1) aufweist, das mit einer Zug- oder Auf-/Abrollvorrichtung zusammenwirkt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Fördereinrichtung zum Fördern der aufgesammelten flüssigen Phase aus dem Sammelbehälter (9) über die Entleerungsleitung (12) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fördereinrichtung eine an einen Kompressor (17) anschließbare Druckluftleitung (14) umfasst, welche in den Sammelbehälter (9) mündet.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einlauföffnung (10) über ein verschließbares Ventil, insbesondere ein Kugelventil (11), mit dem Sammelbehälter (9) in Verbindung steht, wobei die Mündung der Druckluftleitung (14) in den Sammelbehälter (9) derart angeordnet ist, dass das Ventil (11) auf Grund des von der Druckluft aufgebrachten Drucks geschlossen wird.

**Hierzu 2 Blatt Zeichnungen**



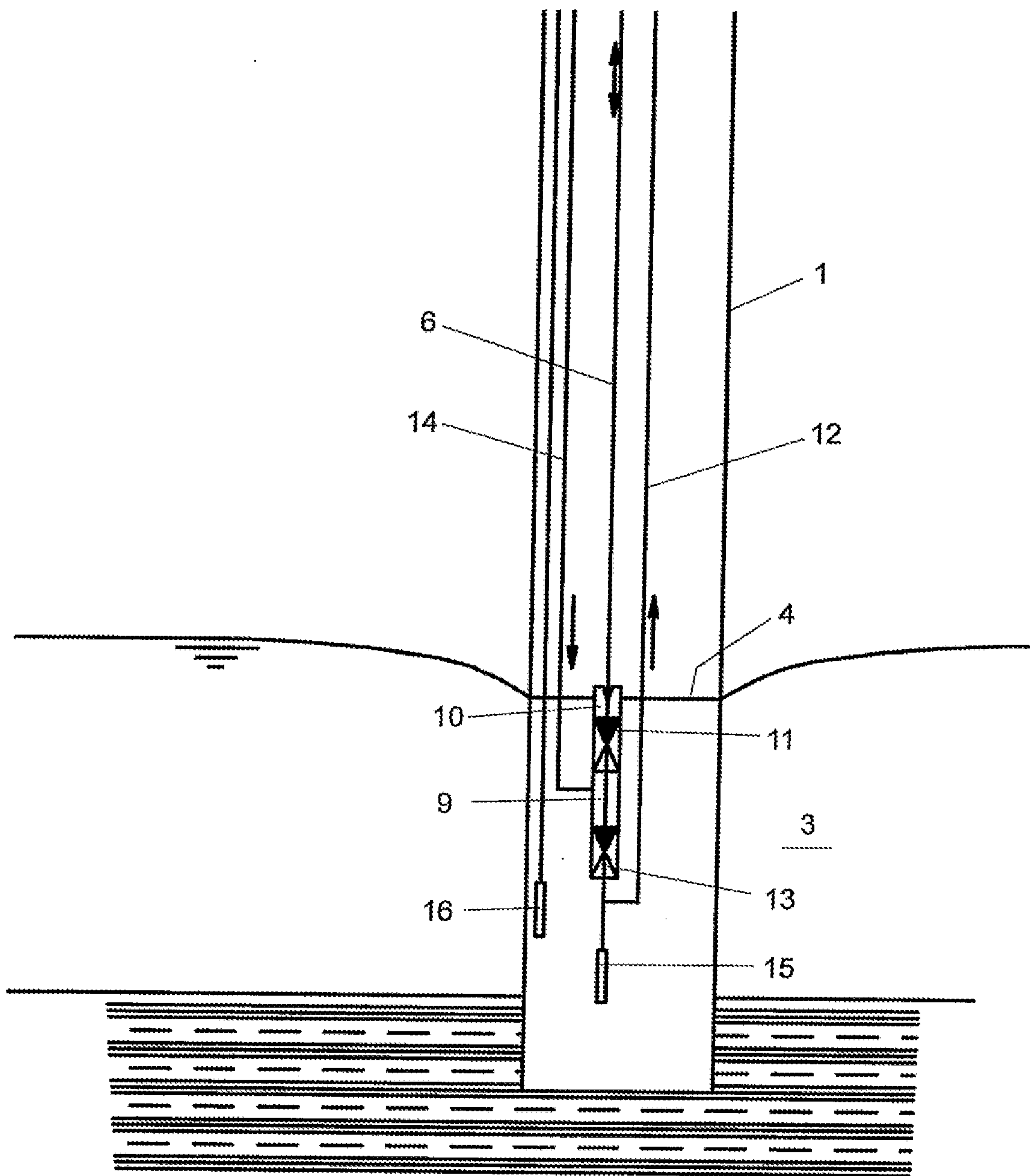


Fig. 2