

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 641 916 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94113284.7**

(51) Int. Cl.⁶: **E21B 49/08**

(22) Anmeldetag: **25.08.94**

(30) Priorität: **03.09.93 DE 4329729**

D-72770 Reutlingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.95 Patentblatt 95/10

(72) Erfinder: **Bernhardt, Bruno**
Burgstrasse 85
D-72764 Reutlingen (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: **IEG Industrie-Engineering GmbH**
Lilienthalstrasse 6

(74) Vertreter: **Möbus, Rudolf, Dipl.-Ing. et al**
Hindenburgstrasse 65
D-72762 Reutlingen (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zur Entnahme von Gas- oder Flüssigkeitsproben aus verschiedenen Schichten.**

(57) Bei der Entnahme von Gas- oder Flüssigkeitsproben aus verschiedenen Schichten, beispielsweise Bodenschichten, über ein gemeinsames Meßrohr (10) ist das Meßrohr an den einzelnen Probenentnahmestellen nur über einen begrenzten und der Strömungsrichtung des Mediums zugekehrten Umfangsbereich mit Durchlaßöffnungen (23) versehen,

und sind die Entnahmepumpen so gesteuert, daß nicht mehr Medium als Probe entnommen wird, als durch die normale Strömung in das Meßrohr an der Probenentnahmestelle einfließt. Dadurch wird sichergestellt, daß nur Medium als Probe entnommen wird, das aus derjenigen Schicht stammt, in welcher sich die Probenentnahmestelle befindet.

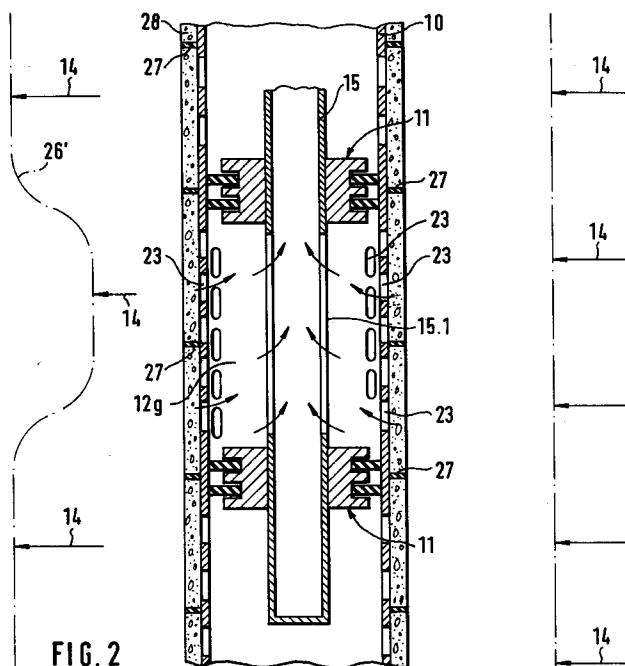


FIG. 2

EP 0 641 916 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Entnahme von Gas- oder Flüssigkeitsproben aus verschiedenen Schichten über ein gemeinsames, diese Schichten durchdringendes und durch Querwandungen in einzelne Längsabschnitte unterteiltes Meßrohr mit in den einzelnen Längsabschnitten durchlässiger Rohrwandung.

Bei der Probenentnahme über ein beispielsweise in den Boden oder in ein Gewässer eingebrachtes Meßrohr besteht die Gefahr, daß die einzelnen Entnahmestellen innerhalb des Meßrohres zwar gegeneinander abgedichtet sind, trotzdem aber eine Probenverfälschung auftritt, weil an einer Entnahmestelle nicht nur Gas oder Flüssigkeit, die aus der dort befindlichen Schicht stammt, aufgenommen wird, sondern auch Medium, das aus höherliegenden oder tieferliegenden Schichten zuströmt. Diese Gefahr tritt nicht nur beispielsweise bei leicht durchlässigen Bodenschichten auf, sondern ist auch dadurch vorgegeben, daß bei Bodenuntersuchungen in der Regel die Meßrohre in ein Bohrloch eingebracht werden, das einen größeren Durchmesser als das Meßrohr hat und bei welchem nachträglich der Zwischenraum zwischen der Bohrlochwandung und der Meßrohr-Außenwandung mit einer Kiesfüllung ausgefüllt wird. Diese Kiesfüllung am Umfang des Meßrohres begünstigt einen Medienaustausch in vertikaler Richtung zwischen den Bodenschichten, sobald hier Druckunterschiede auftreten, die vom Meßrohr ausgehen können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung der genannten Art so auszubilden, daß sichergestellt ist, daß das an einer Probenentnahmestelle im Meßrohr entnommene Gas oder die dort entnommene Flüssigkeit nur aus der dort befindlichen Umgebungsschicht stammt.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß aus den auf der Höhe interessierender Umgebungsschichten befindlichen Rohrabschnitten nur so viel oder weniger an Gas- oder Flüssigkeitsmenge abgezogen wird, wie durch normalen, ohne eine Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit vor dem Meßrohr erfolgenden Zustrom von außen in den betreffenden Rohrabschnitt zum Probenentnahmezeitpunkt eintritt. Hierzu können die Pumpen zum Abzug von Gas oder Flüssigkeit aus den einzelnen Meßrohrabschnitten über einen Mikroprozessor in Abhängigkeit von Strömungsmeßwerten, die in den Meßrohrabschnitten oder benachbart in den Schichten angeordnete Strömungsmesser liefern, in ihrer Förderleistung gesteuert sein.

Wenn die vorstehend genannten Verfahrensbedingungen eingehalten werden, wird ein in dem zu überwachenden Umgebungsbereich bestehendes Strömungsgeschwindigkeitsprofil durch die Entnahme von Gas oder Flüssigkeit auf der Zuströmseite

5 nicht gestört, und es treten keine Druckdifferenzen auf, die veranlassen könnten, daß Gas oder Flüssigkeit aus höherliegenden oder tieferliegenden Schichten zu einer unterhalb oder oberhalb von diesen Schichten befindlichen Probenentnahmestelle abgeleitet werden, bei Bodenuntersuchungen auch nicht über eine gut durchlässige Kiesummantelung des Meßrohres. Damit ist sichergestellt, daß die entnommenen Proben nur eine Aussage über die überwachte Schicht machen. Dies ist vor allem bei der Überwachung von Trinkwasserbrunnen, einschließlich Mineralwasserbrunnen, oder von offenen Gewässern ein sehr wichtiger Vorteil.

10 Das Verfahren gemäß der Erfindung läßt sich mit einer Einrichtung, die ein in die zu überwachten Schichten eingebrachtes Meßrohr mit mindestens bereichsweise gas- und flüssigkeitsdurchlässiger Wandung und einem durch Querwandungen in einzelne Längsabschnitte unterteilten Innenraum und mit aus den Längsabschnitten nach einem Meßrohrende führenden, an mindestens eine Pumpe anschließbaren Entnahmeleitungen durchführen, bei welcher erfindungsgemäß in den Meßrohrabschnitten die Wandungsöffnungen auf einen bestimmten, der Strömungsrichtung des in den Schichten fließenden und zu untersuchenden Mediums zugekehrten ersten Umfangsbereich beschränkt sind. Vorteilhafterweise können in den Meßrohrabschnitten zusätzliche Wandungsöffnungen in einem zweiten, dem ersten Umfangsbereich gegenüberliegenden Umfangsbereich ausgebildet sein.

30 Flüssigkeiten und Gase weisen in den überwiegenden Fällen eine mehr oder minder starke Längsströmung in Gewässer-, Raum- oder Bodenschichten auf und nicht nur ein Steigen oder Fallen ihres oberen Pegels. Erfindungsgemäß werden die Meßrohre auf die ermittelte Strömungsrichtung mit ihren durchlässigen Wandungsbereichen ausgerichtet, die sich zweckmäßig jeweils über einen Umfangswinkel von 90° erstrecken. Dadurch ist sichergestellt, daß bei den vorstehend genannten Entnahmekriterien bezüglich der Probenmenge aus der an der Entnahmestelle befindlichen Schicht nur neu zufließendes Medium in den Meßrohrabschnitt gelangt. Bei einer kontinuierlichen Probenentnahme aus einem Meßrohrabschnitt genügt ein erster und der Zuflußrichtung zugekehrter durchlässiger Wandungsbereich. Bei einer intermittierenden Probenentnahme muß in diesem Fall zunächst in dem Meßrohrabschnitt angestautes älteres Medium eine Zeitlang abgesaugt werden, bis mit Sicherheit frisch einströmendes Medium erfaßt wird. Ansonsten empfiehlt sich für eine intermittierende Probenentnahme der Einsatz von auf die Strömungsrichtung ausgerichteten Rohren mit ersten und zweiten, auf entgegengesetzten Seiten ausgebildeten durchlässigen Wandungsbereichen. Hier kann

in den Entnahmepausen das Medium die Meßrohrabschnitte quer zur Rohrlängsachse durchströmen, steht in den Meßrohrabschnitten also immer frisches Medium zur Entnahme an.

In den Fällen, wo Probenentnahmen in Schichten durchgeführt werden müssen, in welchen praktisch keine oder nur eine sehr geringe Längsströmung des zu entnehmenden Mediums auftritt, kann erfindungsgemäß in einer durch die beiden durchlässigen Wandungsbereiche der Meßrohrabschnitte und die Meßrohrachse verlaufenden Strömungsebene in der Umgebung mindestens ein freies Rohr mit durchlässiger Wandung oder eine nicht unterteilte Zusatzbohrung über die ganze Länge des Meßrohres ausgebildet werden, die zur Auslösung einer Zwangsströmung des zu untersuchenden Mediums unter Unterdruck gesetzt und über welche Medium abgepumpt wird. Wichtig ist hierbei, daß diese Unterdruckwirkung in allen von dem Meßrohr erfaßten Schichten vorhanden ist, so daß unter Einhaltung der für die Entnahmemenge geltenden Bedingungen auch bei einer solchen Einrichtung sichergestellt ist, daß das in einen der Meßrohrabschnitte einfließende Medium auch nur aus der diesen Meßrohrabschnitt umgebenden Schicht stammt.

Zur Bestimmung der Strömungsstärke in den einzelnen Schichten kann zweckmäßig seitlich oder stromaufwärts von dem Meßrohr ein Zusatzrohr angeordnet oder eine benachbarte Zusatzbohrung geschaffen werden, das oder die ebenfalls in einzelne Abschnitte unterteilt und mit einer durchlässigen Wandung versehen ist. In die einzelnen Rohrabchnitte sind Strömungsmesser der Pumpsteuer Einrichtung auf der Höhe der interessierenden Umgebungsschichten eingesetzt und messen das auf dieser Schichthöhe die Rohrabchnitte durchströmende Medium zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit und damit der pro Zeiteinheit in die Meßrohrabschnitte einströmenden und maximal entnehmbaren Gas- oder Flüssigkeitsmenge.

Eine Ablenkung der im wesentlichen waagerechten Strömung in eine darüber oder darunter liegende Strömungsebene wird innerhalb des Meßrohres durch die Querwandungen vermieden. Zwischen Meßrohr und Erdreich befindet sich aber eine Kiesschicht, in der ebenfalls Ablenkungen möglich sind. Um eine ausschließlich waagerechte Strömung auch in der Kiesschicht zu erhalten, können beim Befüllen des Hohlraumes zwischen Meßrohr und Erdreich in bestimmten Abständen ringförmige Trennflächen waagerecht um das Meßrohr herum angeordnet werden. Diese Trennflächen können ringförmige Scheiben oder Folien sein. Als Trennfläche kann aber auch ein in dünner Schicht aufgespritztes wasserdurchlässiges Material dienen. Auf dieselbe Weise kann die Strömung zwi-

schen Zusatzrohr und Erdreich auf waagerechten Ebenen gehalten werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten, für die Entnahme von Proben aus dem Erdreich vorgesehenen Einrichtung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert.

Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch ein in das Erdreich eingesetztes Meßrohr und durch benachbarte Zusatzbohrungen;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 1 mit II gekennzeichneten Meßrohrabschnittes;

Fig. 3 einen Querschnitt durch das Meßrohr in einem Wandungsbereich.

Fig. 1 ist bezüglich der Ausbildung der einzelnen Einrichtungsteile als rein schematische Darstellung zu sehen. Sie zeigt ein Meßrohr 10, das in eine durch mehrere übereinanderliegende Bodenschichten a - h hindurchgeführte Bohrung eingesetzt ist. Das Meßrohr ist durch Querwandungen 11 in mehrere Meßrohrabschnitte 12 unterteilt, von denen diejenigen Meßrohrabschnitte, aus welchen eine Probenentnahme vorgesehen ist, in Fig. 1 mit der Bezugsziffer 12, gefolgt von dem Buchstaben der zugehörigen Bodenschicht, bezeichnet sind. Es sind dies die Brunnenrohrabschnitte 12b, 12c, 12e, 12f und 12g. Der Grundwasserpegel 13 in der Bodenschicht b ist mit einer gestrichelten Linie angedeutet. Die Strömungsrichtung des Grundwassers ist mit Pfeilen 14 gekennzeichnet.

Alle Querwandungen 11 des Meßrohres 10 sind auf einem zentralen Rohr 15 in einem Abstand von etwa 30 cm voneinander befestigt und zusammen mit diesem Rohr 15 auch gemeinsam im Meßrohr 10 verschiebbar. Das Rohr 15 kann gleichzeitig auch die Probenentnahmeleitungen 16 aufnehmen, die von einzelnen Meßrohrabschnitten zu einer außerhalb des Meßrohres 10 befindlichen Fördervorrichtung 17 führen. Diese Probenentnahmeleitungen 16 sind in der schematischen Darstellung der Fig. 1 alle gesondert und außerhalb des Rohres 15 befindlich dargestellt. Hier können aber unterschiedliche Anordnungen getroffen sein, wie sie beispielsweise in der DE-PS 41 25 141 oder der Patentanmeldung P 43 16 973.2 der Anmelderin beschrieben sind.

In der Fördervorrichtung sind in der Zeichnung schematisch angedeutete Pumpen 17.1 angeordnet, die über einen Mikroprozessor hinsichtlich ihrer veränderbaren Förderleistung in Abhängigkeit von Steuersignalen gesteuert oder geregelt sind, die über eine elektrische Sammelleitung 18 von Strömungsmessern 19 geliefert werden, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel in einem dem Meßrohr benachbarten Rohr 20 auf der Höhe der in

die Überwachung genommenen Bodenschichten b, e, f und g angeordnet sind und mit welchen die Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers in den einzelnen Bodenschichten gemessen wird. Das Rohr 20 ist durchgehend mit einer durchlässigen Wandung versehen, und die Strömungsmesser 19 sind in Rohrabschnitten angeordnet, die durch Querwandungen 21 voneinander getrennt sind. Die Trennwandungen 21 sind auf einem zentralen Tragrohr 22 befestigt, durch welches die elektri-

schen Verbindungsleitungen zu den einzelnen Strömungsmessern 19 hindurchgeführt sind. Das Meßrohr 10 ist sowohl im Bereich der Meßrohrabschnitte, aus welchen Grundwasserproben entnommen werden sollen, als auch in den übrigen Abschnitten mit Wandungsöffnungen 23 versehen, die aber nicht über den gesamten Umfangsbereich des Meßrohres verteilt sind. Dies wird nachfolgend in Verbindung mit den Fig. 2 und 3 erläutert.

In Fig. 1 ist mit strichpunktiierten Linien in der Grundwasserströmungsrichtung gesehen hinter dem Meßrohr 10 eine Zusatzbohrung 24 in der Nachbarschaft des Meßrohres niedergebracht, die sich über die gesamte Länge des Meßrohres 10 erstreckt, die nur einen kleinen Durchmesser aufweisen kann und die durch keine Querwandungen unterteilt ist. In dieser Zusatzbohrung 24 wird mittels eines ebenfalls mit strichpunktiierten Linien angedeuteten Ventilators 25 ein Unterdruck erzeugt oder mittels einer Pumpe auch Grundwasser abgesaugt, wodurch bei weitgehend stehendem Grundwasser eine Zwangsströmung von Grundwasser durch die einzelnen Meßrohrabschnitte 12 des Meßrohres 10 hindurch erzwungen werden kann.

Aus der gegenüber Fig. 1 vergrößerten Darstellung des Meßrohrabschnittes 12g in Fig. 2 ist der die einzelnen Meßrohrabschnitte gegeneinander abdichtende Aufbau der Querwandungen 11 ersichtlich. Das Meßrohr 10 ist von einer Kiesschicht 28 umgeben. Innerhalb dieser Kiesschicht liegen waagrecht ringförmige Scheiben 27, die in regelmäßigen Abständen (etwa 15 cm) beim Befüllen des Hohlraumes zwischen Meßrohr 10 und Erdreich auf die Kiesschicht aufgelegt werden. Das Meßrohr 10 hat über seine gesamte Längsausdehnung Wandungsöffnungen 23. Diese sind vorteilhafterweise so verteilt, daß in regelmäßigen Abständen (ca. 15 cm) schmale Streifen um das Rohr gebildet sind, auf denen keine Öffnungen liegen. Im Bereich dieser Bänder ist eine gute Abdichtung zwischen Meßrohr 10 und Querwandung 11 zu erzielen. Die in dem Meßrohr 10 vorhandenen Wandungsöffnungen 23 sind aber auf zwei einander gegenüberliegende Umfangsbereiche des Meßrohres beschränkt, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist. Diese beiden durchlässigen Wandungsbereiche sind jeweils auf einen Umfangswinkel von 90° be-

grenzt und sind auf die durch die Pfeile 14 gekennzeichnete Strömungsrichtung des Grundwassers ausgerichtet. Die beiden Wandungsbereiche definieren zusammen mit der Meßrohrachse eine Strömungsebene, in welcher die Zusatzbohrung 24 (Fig. 1) angeordnet ist. In den Figuren von rechts anströmendes Grundwasser kann durch den ersten mit Öffnungen 23 versehenen Wandungsbereich in die Meßrohrabschnitte einströmen und durch den entgegengesetzten zweiten durchlässigen Wandungsbereich wieder aus den Meßrohrabschnitten abströmen, solange keine Probenentnahme in das Rohr 15 erfolgt. Da bei der Probenentnahme die Pumpen der Fördervorrichtung 17 in ihrer Förderleistung so gesteuert sind, daß höchstens so viel Grundwasser aus einem Meßrohrabschnitt entnommen wird, wie durch den stromaufwärts ausgerichteten ersten durchlässigen Wandungsbereich in den Meßrohrabschnitt, hier 12g, im Verlauf der natürlichen Grundwasserströmung einfließt, bleibt stromaufwärts eine in den Fig. 2 und 3 mit einer strichpunktiierten Linie angedeutete Strömungspotentiallinie 26 erhalten, die hier geradlinig vertikal verläuft und sicherstellt, daß bei der Probenentnahme in einem Meßrohrabschnitt nicht auch Grundwasser aus benachbarten Bodenschichten in unerwünschter Weise angesaugt wird. Nur stromabwärts, hinter dem Meßrohr 10, macht sich eine Probenentnahme in einem Meßrohrabschnitt durch eine verminderte Abströmgeschwindigkeit des Grundwassers und eine entsprechend deformierte Strömungspotentiallinie 26' bemerkbar. Eine in diesem Bereich dadurch mögliche Vermischung von Grundwasser benachbarter Schichten hat aber keine Rückwirkungen auf den Probenentnahmebereich.

Das Meßrohr 10 kann in seinen für eine Probenentnahme vorgesehenen Meßrohrabschnitten Wandungsöffnungen 23 auch nur in dem stromaufwärts gerichteten ersten Bereich aufweisen. Bei einer kontinuierlichen Probenentnahme wird das einfließende Grundwasser zumindest annähernd vollständig über die Probenentnahmeleitung abgeführt. Bei einer intermittierenden Probenentnahme muß in diesem Fall zunächst das die Füllung des Meßrohrabschnittes bildende angestaute ältere Grundwasser abgesaugt werden, bis neu zufließendes Grundwasser in die Probenentnahmeleitung gelangt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entnahme von Gas- oder Flüssigkeitsproben aus verschiedenen Schichten, beispielsweise Bodenschichten, über ein gemeinsames, diese Schichten durchdringendes und durch Querwandungen (11) in einzelne Längsabschnitte (12) unterteiltes Meßrohr (10)

- mit in den einzelnen Längsabschnitten durchlässiger Rohrwandung, dadurch gekennzeichnet, daß aus den auf der Höhe interessierender Schichten (a - h) befindlichen Rohrabschnitten (12b, 12c, 12e, 12f, 12g) nur so viel oder weniger an Gas- oder Flüssigkeitsmenge abgezogen wird, wie durch normalen, ohne eine Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit vor dem Meßrohr (10) erfolgenden Zustrom von außen in den betreffenden Rohrabschnitt zum Probenentnahmezeitpunkt eintritt. 5 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpen (17.1) zum Abzug von Gas oder Flüssigkeit aus den einzelnen Meßrohrabschnitten (12b - 12g) über einen Mikroprozessor in Abhängigkeit von Strömungsmesswerten, die in den Meßrohrabschnitten oder benachbart in den Schichten angeordnete Strömungsmesser (19) liefern, in ihrer Förderleistung gesteuert sind. 15 20
3. Einrichtung zur Entnahme von Gas- oder Flüssigkeitsproben aus verschiedenen Schichten gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, mit einem in die Schichten eingebrachten Meßrohr (10) mit bereichsweise gas- und flüssigkeitsdurchlässiger Wandung und mit einem durch Querwandungen (11) in einzelne Längsabschnitte (12) unterteilten Innenraum und mit aus den Längsabschnitten nach einem Meßrohr führende, an mindestens eine Pumpe (17.1) anschließbare Entnahmeleitungen (16), dadurch gekennzeichnet, daß in den Meßrohrabschnitten (12b, 12c, 12e, 12f, 12g) die Wandungsöffnungen (23) auf einen bestimmten, der Strömungsrichtung des in den Schichten fließenden und zu untersuchenden Mediums zugekehrten ersten Umfangsbereich beschränkt sind. 25 30 35 40
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Meßrohrabschnitten zusätzliche Wandungsöffnungen (23) in einem zweiten, dem ersten Umfangsbereich gegenüberliegenden Umfangsbereich ausgebildet sind. 45
5. Einrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die durchlässigen Wandungsbereiche des Meßrohres (10) sich jeweils über einen Umfangswinkel von 90° erstrecken. 50
6. Einrichtung nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß in einer durch die beiden durchlässigen Wandungsbereiche der Meßrohrabschnitte (12) und die Meßrohrachse verlaufenden Strömungsebene dem Meßrohr be- 55
- nachbart mindestens ein nicht unterteiltes Rohr mit durchlässiger Wandung oder eine nicht unterteilte Zusatzbohrung (24) über die ganze Länge des Meßrohres (10) angeordnet oder ausgebildet ist, das oder die zur Auslösung einer Zwangsströmung des zu untersuchenden Mediums unter Unterdruck gesetzt ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Nähe und seitlich oder stromaufwärts von dem Meßrohr (10) ein Rohr (20) oder eine Zusatzbohrung, die in einzelne Abschnitte unterteilt und mit einer durchlässigen Wandung versehen ist, für die Aufnahme mindestens eines Strömungsmessers (19) der Pumpsteuereinrichtung angeordnet oder eingebracht ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß um das Meßrohr (10) herum ringförmige Trennflächen (27) in einem Abstand zueinander angeordnet sind.
9. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß um das Rohr (20) herum ringförmige Trennflächen in einem Abstand zueinander angeordnet sind.

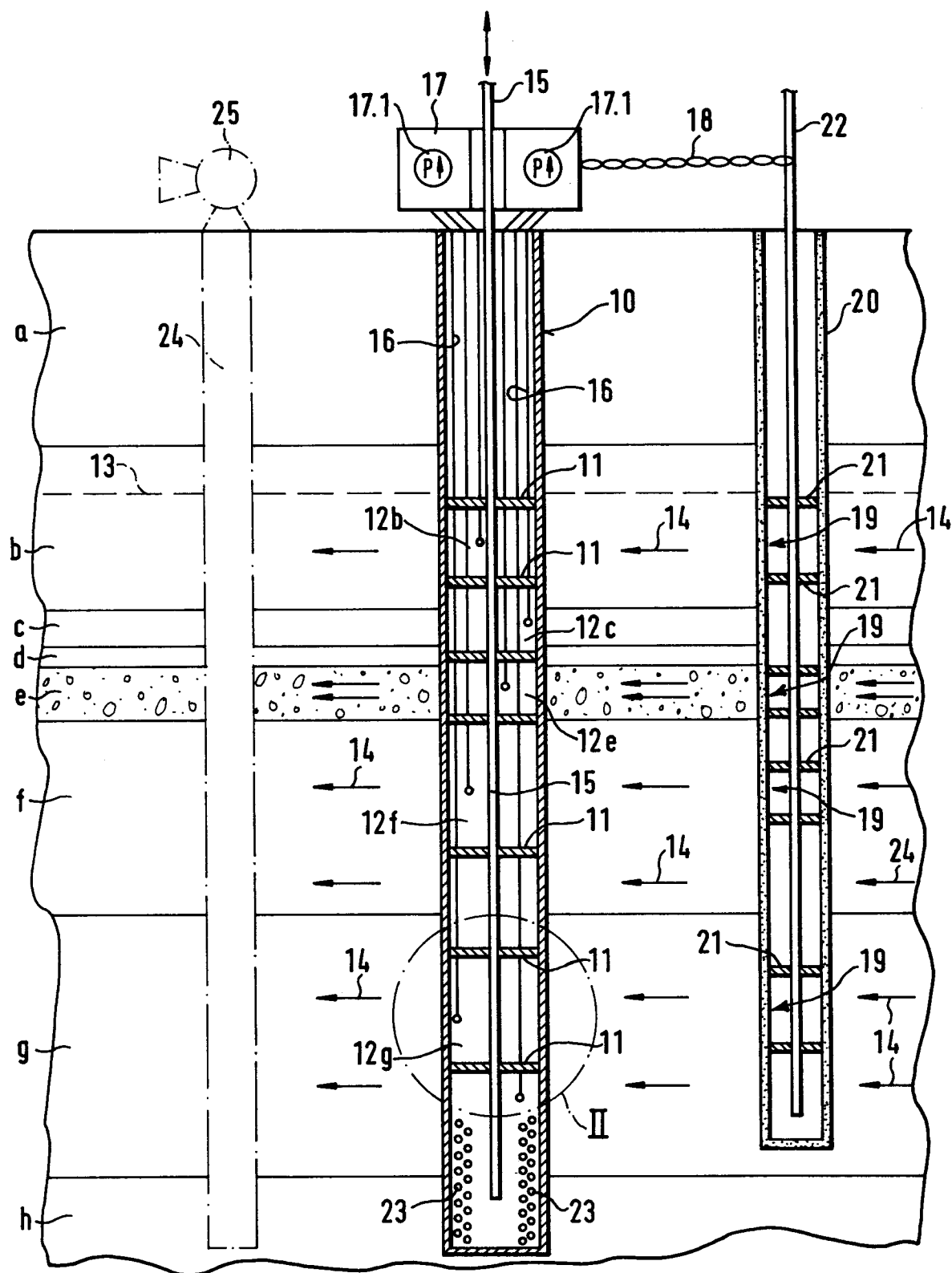


FIG. 1

