



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **93118183.8**

Int. Cl.⁵: **E03B 3/15**

Anmeldetag: **10.11.93**

Priorität: **19.11.92 DE 4238969**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.05.94 Patentblatt 94/21

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

Anmelder: **IEG Industrie-Engineering GmbH**
Lilienthalstrasse 6
D-72770 Reutlingen(DE)

Erfinder: **Bernhardt, Bruno**
Burgstrasse 65
D-72764 Reutlingen(DE)

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

Verfahren zur Umwälzung von Grundwasser in Bodenbereichen mit einem Gefälle des Grundwasserspiegels.

Ein Verfahren zur Umwälzung von Grundwasser in Bodenbereichen (14) mit einem Gefälle des Grundwasserspiegels (15), bei dem mindestens zwei Brunnenschächte (11, 12) in Richtung fallenden Grundwasserspiegels hintereinander ins Erdrreich eingebracht werden und anschließend eine Querver-

bindung (19) zwischen dem ersten Brunnenschacht (11) und dem oder den zweiten Brunnenschächten (12) derart geschaffen wird, daß Grundwasser vom ersten Brunnenschacht (11) unter Ausnutzung des Grundwasserspiegelgefälles in den oder die zweiten Brunnenschächte (12) fließen kann.

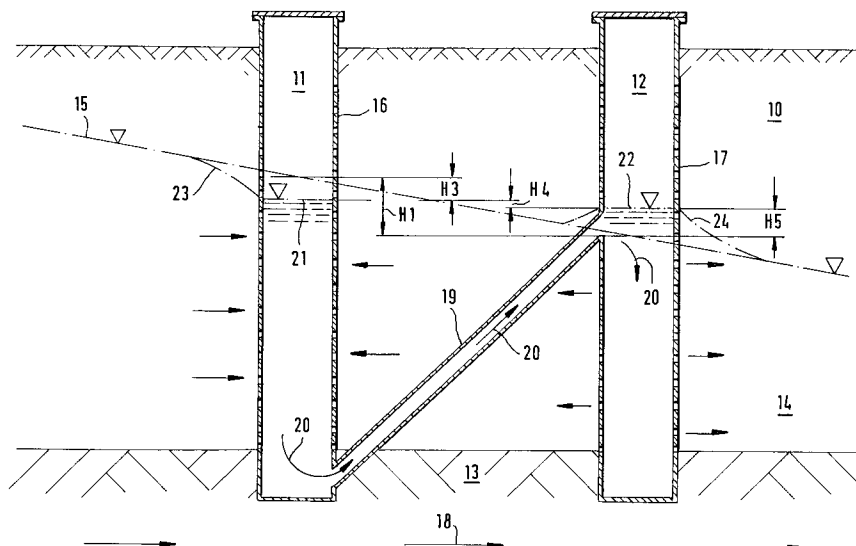


FIG. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umwälzung von Grundwasser in Bodenbereichen mit einem Gefälle des Grundwasserspiegels.

Es ist bereits bekannt, Entnahme- und Schluckbrunnen in grundwasserdurchströmtes Erdreich einzubringen, um anschließend aus dem Entnahmehrunnen Grundwasser abzupumpen und dem Schluckbrunnen wieder zuzuführen. Dadurch entsteht ein Einzugsbereich in der Umgebung des Entnahmehrunnens, aus dem Grundwasser diesem Brunnen zufließt, was sich durch eine Absenkung des Grundwasserspiegels in der Umgebung des Entnahmehrunnens bemerkbar macht. Andererseits entsteht ein Grundwasserausstoßbereich mit einem erhöhten Grundwasserspiegel in der Umgebung des Schluckbrunnens, so daß sich insgesamt eine erwünschte Umwälzung des Grundwassers durch des Erdreich ergibt. Durch diese Umwälzung kann das Grundwasser nach aufgetretenen Kontaminationen gereinigt und/oder zur Trinkwassergewinnung aufbereitet werden.

Das bekannte Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß für das Abpumpen des Grundwassers aus dem Entnahmehrunnen bis über die Erdoberfläche ein hoher Energieaufwand notwendig ist. Außerdem erleidet das Grundwasser durch die Dichteänderung beim Pumpen eine Erwärmung. Dies führt zu Problemen beim Wiedereinleiten des Wassers in die Schluckbrunnen. Die warme Wasserschicht verbleibt an der Oberfläche der grundwasserführenden Schicht, so daß sich nur eine geringe Durchmischung und Umwälzung des Grundwassers und damit verbunden nur eine geringe Effizienz bei der Reinigung des Grundwassers ergibt. Außerdem führt das Abpumpen des Grundwassers zu einer Änderung der Isobare und Isotherme im Grundwasser, was bei einer Phasensättigung beispielsweise mit Eisen oder Kalk stets zu kristallinen Ausfällungen und damit zu Verockerungen von Brunnen und Boden führt.

Demgegenüber weist ein Verfahren zur Umwälzung von Grundwasser in Bodenbereichen mit einem Gefälle des Grundwasserspiegels, bei dem erfindungsgemäß zunächst ein erster Brunnenschacht mit wasserdurchlässiger Schachtwandung in das grundwasserdurchströmte Erdreich und anschließend mindestens ein zweiter Brunnenschacht mit wasserdurchlässiger Schachtwandung im Abstand vom ersten Brunnenschacht in einen Bodenbereich mit geringerem Grundwasserspiegel eingebracht wird, bevor eine Querverbindung zwischen dem ersten Brunnenschacht und dem oder den zweiten Brunnenschächten derart geschaffen wird, daß Grundwasser vom ersten Brunnenschacht unter Ausnutzung des Grundwasserspiegel-Gefälles in den oder die zweiten Brunnenschächten fließen kann, den Vorteil auf, daß die Energie des natürlichen Grundwassergefälles im Erdreich zum Was-

sertransport von dem als Entnahmehrunnen dienenden ersten Brunnen zu dem oder den zweiten, als Schluckbrunnen dienenden Brunnen ausgenutzt wird. Ein Grundwassergefälle ist fast überall vorhanden, insbesondere in Quellgebieten und in der Nähe von Flüssen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist daher nahezu überall einsetzbar. Wenn die Querverbindungen zu den jeweils durch Rohre oder Schläuche vom unteren Schachtende des ersten Brunnens zu dem oder den Schächten der zweiten Brunnen dicht unterhalb des dort herrschenden Grundwasserspiegels gebildet werden, wird kühleres Wasser vom unteren Schachtende des ersten Brunnens in wärmere Wasserbereiche des oder der zweiten Brunnen eingeleitet, das anschließend aufgrund seiner größeren Dichte in den zweiten Brunnen nach unten strömt und somit dort eine vertikale Strömung verbunden mit einer guten Durchmischung des Grundwassers bewirkt. Das in die Schluckbrunnen wieder eingeleitete Wasser entströmt damit nicht mehr nur an der Oberfläche des Grundwasserleiters dem Schluckbrunnen sondern auch in tieferen Schichten, so daß sich insgesamt eine breitere Strömungszone im Erdreich und damit ein besserer Reinigungseffekt ergibt. Der Grundwasserfluß in den Querverbindungen kann dabei durch eine Pumpe unterstützt werden. Zur Erzielung eines möglichst großen Einzugsbereiches für die Grundwasserumwälzung können auch mindestens drei Brunnenschächte in einer sich in Richtung abnehmenden Grundwasserspiegels erstreckenden Reihe hintereinanderliegend angeordnet werden, wobei aufeinanderfolgende Brunnen jeweils durch eine Querverbindung hydraulisch miteinander verbunden werden. Hierbei können die mittleren Brunnen jeweils durch eine Querwandung in zwei gegeneinander abgedichtete Schachtbereiche aufgeteilt werden, von denen einer der Abgabe von Grundwasser ins umliegende Erdreich und der andere der Aufnahme von Grundwasser aus dem Erdreich dienen kann. Durch die Aufteilung der mittleren Brunnen in zwei vertikale Bereiche wird die obenbeschriebene vertikale Strömung in den Schluckbrunnen auf das umliegende Erdreich verlagert, so daß sich in der Umgebung der mittleren Brunnen eine verstärkte vertikale Fließbewegung des Grundwassers im Erdreich ergibt, wodurch der Reinigungseffekt noch zusätzlich erhöht werden kann. Die Abstände der Brunnen untereinander können dabei vorteilhafterweise größer gewählt werden als die Höhe der Wassersäule in den Brunnenschächten, da der Radius eines Einzugsgebietes eines Brunnens stets größer als die Grundwasserhöhe im Brunnenschacht ist. Ein zu dichtes Anordnen der einzelnen Brunnen zueinander würde den insgesamt erzielbaren Einzugsbereich für die Grundwasserumwälzung unnötig einschränken.

Weiterhin ist es möglich, in die Brunnen von außen Zusätze zur Wasserbehandlung zuzugeben oder die Brunnen mindestens teilweise mit Filtereinrichtungen zu versehen. Auf diese Weise kann beispielsweise eine pH-Wert-Regulierung des Grundwassers oder eine Neutralisierung einer zu hohen Belastung mit Nitraten oder Chlorkohlenwasserstoffen durchgeführt werden. Bei entsprechenden Grundwassergefällenhöhen und entsprechenden Drücken können in den Brunnenschächten über entsprechende Filterkörnungen auch wirkungsvoll Strahlungsträger, beispielsweise Plutonium, ausgefiltert werden.

Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand zweier Realisierungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch zwei hintereinander in Richtung des Grundwassergefälles angeordnete Brunnen;
- Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch drei in Richtung des Grundwassergefälles hintereinander angeordnete Brunnen.

In Fig. 1 sind in ein grundwasserdurchströmtes Erdreich 10 ein erster Brunnenschacht 11 und ein zweiter Brunnenschacht 12 bis zu einer Sohle 13, die eine grundwasserführende Bodenschicht 14 nach unten hin begrenzt, eingebracht. Der Grundwasserspiegel weist in dem dargestellten Bodenbereich 10 das strichpunktierte eingezeichnete Gefälle 15 auf. Auf diese Weise differieren die Grundwasserspiegel im ersten Brunnen 11 und im zweiten Brunnen 12 um einen Betrag H1. Beide Brunnenschächte 11 und 12 weisen wasserdurchlässige Schachtwandungen 16 und 17 auf. Die Brunnen 11 und 12 sind außerdem durch ein in Grundwasserfließrichtung 18 von unten nach oben schräg verlaufendes Rohr 19 hydraulisch miteinander verbunden. Aufgrund des Grundwassergefälles H1 zwischen den beiden Brunnen ist die sich im ersten Brunnen 11 ausbildende Wassersäule höher als im zweiten Brunnen 12. Der daraus resultierende Druckunterschied bewirkt ein Fließen von Wasser aus dem ersten Brunnen 11 durch das Rohr 19 in den zweiten Brunnen 12, was in Fig. 1 durch Pfeile 20 angedeutet ist. Durch die Rohrverbindung 19 kommt es daher nahezu zu einer Angleichung der in den Schächten herrschenden Grundwasserspiegel 21 und 22. Der Grundwasserspiegel 21 im ersten Schacht 11 sinkt um den Betrag H3 ab, während der Grundwasserspiegel 22 im zweiten Brunnenschacht 12 um nahezu den gleichen Betrag H4 ansteigt. Der auch nach Schaffung der Querverbindung zwischen den beiden Brunnenschächten 11 und 12 durch das Rohr 19 festzustellende Unterschied H5 in den Grundwasserspiegeln

21 und 22 der Brunnenschächte 11 und 12 ist auf Verluste durch Wasserwiderstände in den Brunnen und im Rohr 19 zurückzuführen. Nach Schaffung der hydraulischen Querverbindung 19 zwischen den beiden Brunnen 11 und 12 wird das durch das Rohr 19 aus dem Brunnen 11 abfließende Wasser durch aus dem umgebenden Erdreich 14 zustörmendes Wasser wieder ersetzt. In der Umgebung des Brunnenschachtes 11 ergibt sich dabei eine trichterförmige Absenkung des Grundwasserspiegels 15, was durch die strichpunktierte Linie 23 angedeutet ist. Im Gegensatz dazu bildet sich in der Umgebung des zweiten Brunnenschachtes 12 eine Anhöhung des Grundwasserspiegels 15 aus, angedeutet durch die strichpunktierte Linie 24, und es fließt Wasser durch die seitlichen Schachtwände 17 des Brunnens 12 in das umgebende Erdreich 14 ab. Da das Grundwasser in größeren Tiefen kälter ist und somit über das Rohr 19 relativ kaltes Wasser am Boden des Brunnenschachtes 11 entnommen und in vergleichsweise wärmere Wasserschichten in Brunnen 12 zugeführt wird, sinkt dort dieses Wasser aufgrund seiner höheren Dichte im Schacht nach unten, bevor es durch die Öffnungen in der Schachtwandung 17 nach außen tritt. Auf diese Weise tritt eine gute Vermischung des Wassers im Brunnenschacht 12 und ein gleichmäßiges Ausströmen in das umgebende Erdreich 14. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann also ohne motorischen Antrieb Grundwasser einem Brunnen zu- und von einem zweiten Brunnen abgeführt werden, um Grundwasser zu mischen oder zu behandeln.

Im Beispiel in Fig. 2 sind in ein Erdreich 30 mit einer wasserleitenden Schicht 31 drei Brunnenschächte 32, 33 und 34 bis zu einer die grundwasserleitende Schicht nach unten hin begrenzenden Sohle 35 eingebracht. Die Brunnen 32 - 34 liegen dabei in einer Reihe in Richtung der Fließrichtung 36 und damit in Richtung des fallenden Grundwasserspiegels 37 im Erdreich 30 hintereinander. Der Brunnenschacht 32 und der Brunnenschacht 33 sind mit einem dem Rohr 19 in Fig. 1 entsprechenden Rohr 38 und die Brunnenschächte 33 und 34 mit einem weiteren Rohr 39 hydraulisch miteinander verbunden. Die Rohre 38 und 39 transportieren dabei wieder jeweils Wasser vom unteren Bereich des vorhergehenden Brunnenschachtes bis dicht unterhalb des Grundwasserspiegels im nachfolgenden Brunnenschacht. Die sich dadurch in den einzelnen Brunnenschächten 32 - 34 ausbildenden Grundwasserspiegel 40, 41 und 42 erreichen dadurch wieder ein weitgehend gleiches Niveau. Die Brunnen 32 und 34 entsprechen dabei den Brunnen 11 und 12 in Fig. 1. Brunnen 32 dient als Entnahmekbrunnen und der Brunnen 34 als Schluckbrunnen. Der mittlere Brunnen 33 hingegen weist eine nur bereichsweise wasserdurchlässige

Schachtwandung 43 auf und ist dazwischen durch eine Dichtung 44 in zwei vertikale Schachtbereiche 45 und 46 aufgeteilt. Das vom Rohr 38 geförderte Grundwasser kann dadurch nicht im Brunnenschacht 33 selbst nach unten strömen sondern wird nach außen in das umgebende Erdreich 31 gedrückt und sinkt dort aufgrund seiner höheren Dichte nach unten, von wo es mindestens teilweise in den unteren Schachtbereich 46 des mittleren Brunnens 33 wieder angesaugt wird, so daß sich eine vertikale Strömung im Erdreich 31 in der Umgebung des Brunnens 33 ausbildet. Die Durchmischung und Umwälzung des Grundwassers wird dadurch noch verbessert und damit der Wirkungsgrad der Anordnung erhöht.

Der Brunnenschacht 32 sowie der untere Schachtbereich 46 des mittleren Brunnens 33 sind mit Filterschüttungen 47 angefüllt. Der Brunnen 33 ist außerdem auf der Außenseite der Schachtwandung 43 von Filterkies umgeben. Durch diese Filter können weitere Kontaminationen aus dem Grundwasser entfernt werden.

Selbstverständlich könnten auch mehr als drei Brunnen hintereinander angeordnet werden, um das Einzugsgebiet für die Grundwasserumwälzung zu erhöhen. Auch ein gleichzeitiges Vorsehen solcher Brunnenketten in mehreren Geländerichtungen mit fallendem Grundwasserspiegel ist denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umwälzung von Grundwasser in Bodenbereichen mit einem Gefälle des Grundwasserspiegels, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Einbringen eines ersten Brunnenschachtes (11, 32) mit wasserdurchlässiger Schachtwandung (16) in das grundwasserdurchströmte Erdreich (14, 31),
- Einbringen mindestens eines zweiten Brunnenschachtes (12, 33, 34) mit wasserdurchlässigen Schachtwandungen (17, 43) im Abstand (L) vom ersten Brunnenschacht (11, 32) in einen Bodenbereich mit geringerem Grundwasserspiegel (15, 37) als im ersten Brunnenschacht (16, 32),
- Schaffung einer Querverbindung (19) zwischen dem ersten Brunnenschacht (11) und dem oder den zweiten Brunnenschächten (12) derart, daß Grundwasser vom ersten Brunnenschacht (11) unter Ausnutzung des Grundwasserspiegelgefälles in den oder die zweiten Brunnenschächte (12) fließen kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Querverbindungen (19) je-

weils durch Rohre oder Schläuche vom unteren Schachtende des ersten Brunnens (11) zu dem oder den Schächten der zweiten Brunnen (12) dicht unterhalb des dort herrschenden Grundwasserspiegels (22) gebildet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundwasserfluß in den Querverbindungen (19) durch eine Pumpe unterstützt wird.

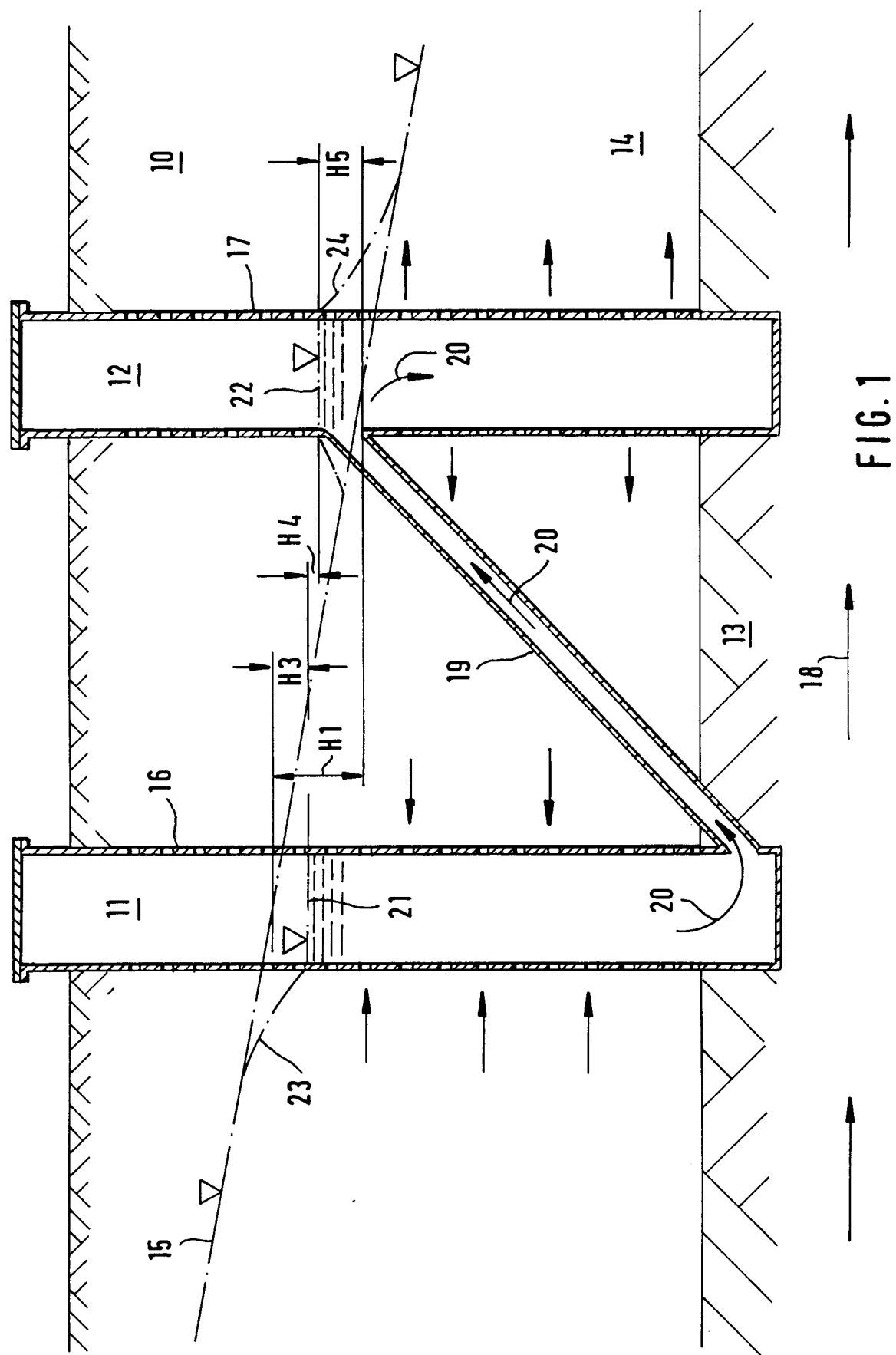
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens drei Brunnenschächte (32, 33, 34) in einer sich in Richtung abnehmenden Grundwasserspiegels (37) erstreckenden Reihe hintereinander angeordnet werden, wobei aufeinanderfolgende Brunnen (32, 33; 33, 34) jeweils durch eine Querverbindung (36, 39) hydraulisch miteinander verbunden werden.

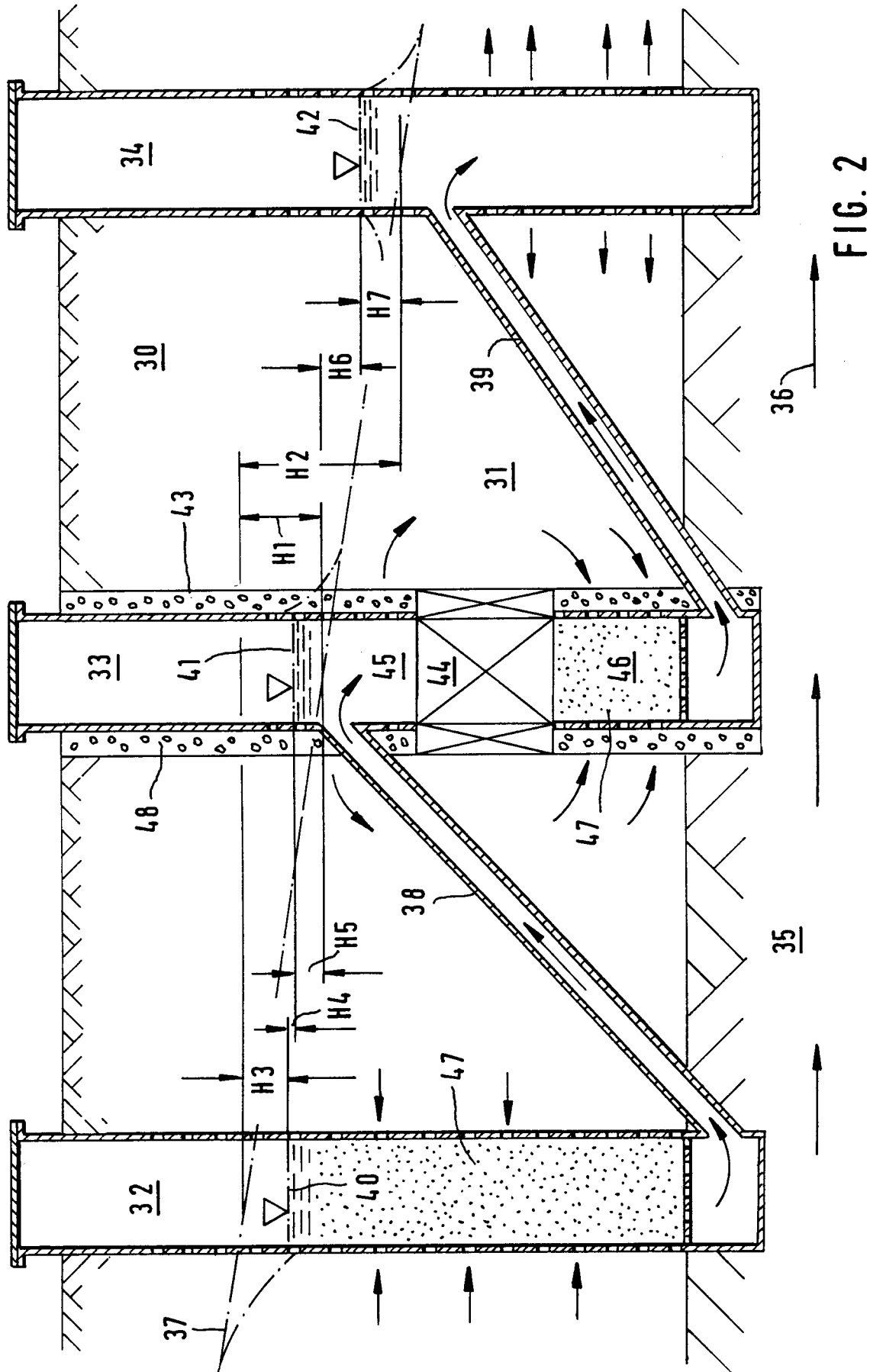
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die mittleren Brunnen (32) jeweils durch eine Querverbindung (44) in zwei gegeneinander abgedichtete Schachtbereiche (45, 46) aufgeteilt werden, von denen einer (45) der Abgabe von Grundwasser ins umliegende Erdreich (31) und der andere (46) der Aufnahme von Grundwasser aus dem Erdreich (31) dient.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände (L) der Brunnen untereinander größer gewählt werden als die Höhe der Wassersäule in den Brunnenschächten (11, 12; 32, 33, 34).

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß in die Brunnen (11, 12; 32, 33, 34) von außen Zusätze zur Wasserbehandlung zugegeben werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Brunnen (11, 12; 32, 33, 34) mindestens teilweise mit Filtereinrichtungen (47, 48) versehen werden.







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 8183

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	US-A-4 288 174 (LAWS) * Spalte 4, Zeile 9 - Spalte 5, Zeile 57; Abbildung 2A *	1,2	E03B3/15
A	US-A-3 368 355 (SHROYER)		
A	EP-A-0 418 570 (IEG INDUSTRIE-ENGINEERING GMBH)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			E03B E21B E02B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7. März 1994	Prüfer Van Beurden, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	