



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 260 339 A1

4(51) G 01 V 9/02

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 V / 302 555 7

(22) 08.05.87

(44) 21.09.88

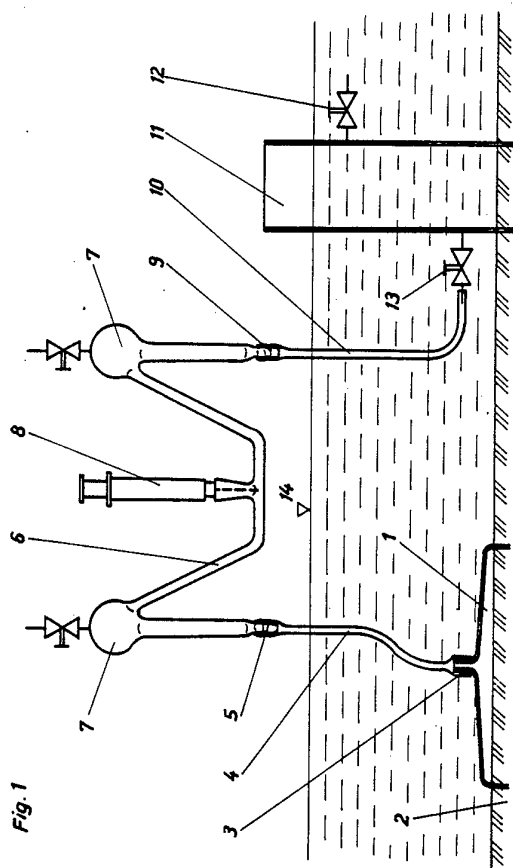
(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Geographie und Geoökologie, Dimitroffplatz 1, Leipzig, 7010, DD

(72) Driescher, Eva, Dr. sc.; Driescher, Hans, Dr. rer. nat., DD

(54) Meßeinrichtung zur Bestimmung von Sickervorgängen an der Grenze zwischen Oberflächen- und Grundwasser

(55) Meßeinrichtung, Sickervorgänge, Oberflächenwasser, Grundwasser, Meßsensor, Markierungsgeber, Fließrichtung, Flachgewässer

(57) Die Erfindung dient zur Bestimmung von Sickervorgängen im Grenzbereich zwischen Oberflächen- und Grundwasser. Ziel und Aufgabe der Erfindung bei ihrem vorgesehenen Einsatz in Flachgewässern ist der meßtechnische Nachweis eines Übertritts von Grundwasser in das Oberflächenwasser und umgekehrt bei relativ kurzer Meßzeit. Erfindungsgemäß wird dieses durch eine Meßeinrichtung erreicht, die aus zwei vertikal stehend angeordneten Glasrohren mit jeweils seitlich geneigt angeschmolzenen Glasrohren, den Meßschenkeln, besteht. Die beiden schenkelbildenden Glasrohre sind durch ein Verbindungsglasrohr, in dessen Mitte sich ein Aufnahmekegel für einen Markierungsgeber mit Farbflüssigkeit befindet, glastechnisch verbunden. Die Meßeinrichtung ist über zwei Schläuche mit zwei im Seeboden befindlichen Gefäßen verbunden. Fig. 1



Patentanspruch:

1. Meßeinrichtung zur Bestimmung von Sickervorgängen an der Grenze zwischen Oberflächen- und Grundwasser, **gekennzeichnet dadurch**, daß
 - zwei gleichlange über den Seewasserspiegel senkrecht stehend angeordnete durchsichtige Rohre mit gleichem Durchmesser an ihren dem Seewasserspiegel zugewandten Enden mit einem Anschlußstutzen, an ihren dem Seewasserspiegel abgewandten Enden mit einer kugelförmigen Erweiterung versehen sind,
 - sich an jeder der beiden kugelförmigen Erweiterung mit Belüftungsventil ein zum Seewasserspiegel geneigtes gleichlanges Kapillarrohr, Meßschenkel genannt, mit gleichem Durchmesser befindet,
 - die Meßschenkel über ein Verbindungsglasrohr mit gleichem Durchmesser wie die Meßschenkel verbunden sind,
 - der Rohrdurchmesser der senkrecht angeordneten Rohre größer als der der Meßschenkel ist,
 - in der Mitte des Verbindungsglasrohres eine kegelförmige Aufnahme für einen mit einer Farbflüssigkeit gefüllten Markierungsgeber angeordnet ist,
 - die Meßschenkel und das Verbindungsglasrohr den Meßsensor der Meßeinrichtung bilden,
 - der eine Anschlußstutzen der beiden senkrecht zum Seewasserspiegel angeordneten durchsichtigen Rohre über einen Schlauch mit einem Anschlußstutzen eines nach unten offenen, im Seeboden steckenden zylindrischen Gefäßes, der andere Anschlußstutzen über einen zweiten Schlauch mit einem im Seewasser befindlichen Anschlußstutzen eines zweiten nach oben und unten offenen im Seeboden steckenden Gefäßes, welches mit seinem oberen Teil aus dem Seewasserspiegel hinausragt und Beruhigungsgefäß genannt wird, verbunden ist,
 - am Beruhigungsgefäß ein Ausgleichventil an seinem im Seewasser befindlichen Teil vorhanden ist.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Fernbeobachtung des Strömungsvorganges jeweils hinter einem Meßschenkel des Meßsensors eine CCD-Zeile, vor dem Meßschenkel eine Lichtquelle angeordnet ist, wobei die von der Lichtquelle ausgesendeten Lichtstrahlen den Meßschenkel durchstrahlen und auf die CCD-Zeile gerichtet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von Sickervorgängen im Grenzbereich zwischen Oberflächen- und Grundwasser. Sie kann zur quantitativen Bestimmung der zwischen Oberflächen- und Grundwasser ausgetauschten Wassermengen eingesetzt werden und damit als Hilfsmittel zur Überwachung der Trinkwasserressourcen dienen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Im Zusammenhang mit dem zunehmenden Verbrauch an Trinkwasser und den daraus resultierenden Forderungen nach der Erschließung weiterer Trinkwasserquellen sind die Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser und ihr meßtechnischer Nachweis von besonderem Interesse. So dient der meßtechnische Nachweis dazu, ob und an welchen Stellen von Gewässerböden, z. B. eines Sees, Grundwasser in das Oberflächenwasser eintritt oder Oberflächenwasser in das Grundwasser versickert. Die Schwierigkeit einer solchen Messung besteht vor allem darin, auch sehr geringe Wassermengen, die aus dem Grundwasser in das Oberflächenwasser eintreten oder vom Oberflächenwasser in das Grundwasser versickern, mit möglichst geringem Zeitaufwand nachzuweisen.

So muß eine derartige Meßeinrichtung in der Lage sein, auch Fließgeschwindigkeiten bis zu einem Millimeter pro Tag zu messen.

Bekannte Meßeinrichtungen, im englischen Sprachgebrauch mit „seepage meter“ bezeichnet, sind überwiegend für die Messung von aus Kanälen und Wasserläufen versickerndem Wasser konzipiert (Carr, M. R. & Winter, T. C. 1980: An Annotated Bibliography of Devices Developed for Direct Measurement of Seepage; United States Department of Interior, Geological Survey, Denver, Open File Report 80-344). Diese Meßeinrichtungen bestehen in der Regel aus einem zylindrischen oder glockenförmigen, unten offenen Gefäß, das mehrere Zentimeter bis Dezimeter tief in den Gewässerboden gedrückt wird. An der Deckplatte des Gefäßes befindet sich eine Austrittsöffnung, die mit einem Wasservorratsbehälter durch einen Schlauch verbunden ist. Aus der Wasserabnahme in dem Wasservorratsbehälter wird die versickernde Wassermenge bestimmt.

Eine andere Meßmöglichkeit zur Bestimmung der versickernden Wassermenge besteht in der Verwendung eines unten und oben offenen zylindrischen Gefäßes, welches in den zu untersuchenden Gewässerboden gedrückt wird und über die Gewässeroberfläche hinausragt. Die Messung der versickernden Wassermenge beruht auf der Ermittlung des sich nach einiger Zeit einstellenden Pegelunterschiedes zwischen der Gewässeroberfläche und der Wasseroberfläche im Innern des Gefäßes (Driescher, E., 1986: Field measurements of bank filtration; Conjunctive Water Use (Proceedings of the Budapest Symposium, July 1986). IAHS Publ. no. 156, p. 29–32).

Beide genannten Meßeinrichtungen eignen sich nur zur Bestimmung des Eintritts von Oberflächenwasser in das Grundwasser.

Für den umgekehrten Fall des Eintritts von Grundwasser in das Oberflächenwasser sind Meßeinrichtungen bekannt, bei denen ein zylindrisches Gefäß über eine Auslaßöffnung an seinem Deckel mit einem komprimierbaren Behälter, z. B. einem Folienbehälter, verbunden ist. Aus der sich im Folienbehälter ansammelnden Wassermenge wird die pro Flächen- und Zeiteinheit austretende Grundwassermenge berechnet (Lee, D. R. 1977: A device for measuring seepage flux in lakes and estuaries; Limnology & Oceanography, vol. 22, No. 1, p. 140–147). Beim Einsatz dieser Meßeinrichtung sollte die Fließrichtung des Wassers bekannt sein. Ist die Fließrichtung des Wassers nicht bekannt, kann erst nach längerer Zeit eine Aussage darüber getroffen werden, ob überhaupt ein Fließvorgang stattfindet. Um dieses zu verdeutlichen, sei als Beispiel angenommen, daß eine Austrittsgeschwindigkeit des Grundwassers in das Oberflächenwasser von 1 mm pro Tag bei einem Durchmesser des zylindrischen Gefäßes von 600 mm vorhanden sei. Unter diesen Voraussetzungen käme es zu einer Wasseransammlung im angeschlossenen Folienbeutel von 283 Kubikzentimetern pro Tag. Eine eindeutige Aussage über die Existenz eines Grundwasseraustritts läßt sich folglich erst nach mehreren Stunden treffen.

Ist keine Füllung des Folienbeutels eingetreten, wird dieser mit einer definierten Wassermenge gefüllt, verbunden, längere Zeit exponiert und die Wassermenge nach einer bestimmten Zeit gemessen. Aus der Wassermengenabnahme ergibt sich die Versickerungsmenge und damit die Feststellung, daß Oberflächenwasser in das Grundwasser eintritt.

Mit diesem Verfahren ist prinzipiell eine Aussage möglich, ob überhaupt ein Austausch zwischen Oberflächen- und Grundwasser stattfindet und in welcher Richtung dieser erfolgt. Es ist jedoch sehr zeitaufwendig und daher zweckmäßigerweise als zweiter Schritt zur quantitativen Bestimmung einzusetzen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von Sickervorgängen im Grenzbereich zwischen Grund- und Oberflächenwasser vorzuschlagen, mit der eine wesentliche Verkürzung der Meßzeit gegenüber den im Stand der Technik ausgewiesenen Meßeinrichtungen erzielt wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Meßeinrichtung für den Einsatz in Uferregionen und Flachgewässern zu entwickeln, die es gestattet, kurzfristige Aussagen über die Richtung des Wasseraustauschs von Grund- und Oberflächenwasser zu treffen und eine quantitative Abschätzung der Fließgeschwindigkeit vorzunehmen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zwei gleichlange über den Seewasserspiegel senkrecht stehend angeordnete Glasrohre mit jeweils gleichem Durchmesser an ihren dem Seewasserspiegel zugewandten Enden mit einem Anschlußstutzen, an ihren dem Seewasserspiegel abgewandten Enden mit einer glaskugelförmigen Erweiterung mit Belüftungsventil versehen sind. An jeder der beiden glaskugelförmigen Erweiterungen befindet sich ein unter z. B. ca. 45 Grad zum Seewasserspiegel geneigtes gleichlanges Kapillarrohr, Meßschenkel genannt. Die Meßschenkel sind über ein Verbindungsglasrohr mit gleichem Durchmesser wie die Meßschenkel verbunden. Der Durchmesser der senkrecht angeordneten Glasrohre ist im Verhältnis zu dem der Meßschenkel wesentlich größer, um Durchflußstörungen durch Gasblasen zu vermeiden. In der Mitte des Verbindungsglasrohres ist eine kegelförmige Aufnahme für einen mit einer gefärbten Flüssigkeit gefüllten Markierungsgeber, z. B. eine Injektionsspritze, angeordnet. Die beiden Meßschenkel und das Verbindungsglasrohr bilden den Meßsensor der Meßeinrichtung. Der eine Anschlußstutzen der beiden senkrecht zum Seewasserspiegel angeordneten Glasrohre ist über einen Schlauch mit einem Anschlußstutzen eines nach unten offenen, im Seeboden steckenden zylindrischen Gefäßes, der andere Anschlußstutzen ist über einen zweiten Schlauch mit einem im Oberflächenwasser befindlichen Beruhigungsgefäß verbunden. Es entsteht aus einem oben und unten offenen, im Seeboden steckenden Gefäß mit seitlich angeordnetem Anschlußstutzen, welches mit seinem oberen Teil aus dem Seewasserspiegel hinausragt. Am Beruhigungsgefäß ist ein Ausgleichsventil an seinem im Seewasser befindlichen Teil vorhanden.

Der Funktionsweise der Meßeinrichtung liegt der physikalische Sachverhalt zugrunde, daß ein Strömungsvorgang, der zum Eindringen von Grundwasser in das Oberflächenwasser oder umgekehrt führt, stets mit schwachen Druckdifferenzen einhergeht. Somit treten bei diesem Vorgang entsprechende Pegeldifferenzen zwischen dem Seewasserspiegel und dem im Schlauch befindlichen Wasserspiegel, der die Meßeinrichtung mit dem nach unten offenen Gefäß verbindet, auf.

Werden die Glasrohre und beide Schläuche vollständig mit Wasser gefüllt, so bildet sich wegen des Druckunterschieds zwischen dem Seewasserspiegel und dem Druck des Grundwassers in dem nach unten offenen Gefäß ein Strömungsvorgang aus. Diese Strömung ist im Meßsensor der Einrichtung bei geringen Strömungen relativ langsam und nur schwer zu erkennen. Zur Sichtbarmachung sowie zur quantitativen Erfassung des Strömungsvorganges wird über den im Mittelteil des Meßsensors (Verbindungsglasrohr) befindlichen Markierungsgeber ein Farbtracer in den Meßsensor eingebracht.

Die durch den Markierungsimpuls gebildete Farbwolke bewegt sich je nach Strömungsrichtung (aus dem Oberflächenwasser in das Grundwasser oder umgekehrt aus dem Grundwasser in das Oberflächenwasser) von der Mitte des Meßsensors (Verbindungsglasrohr) in den einen oder anderen Meßschenkel. Die beiden kugelförmigen Erweiterungen dienen zur Abscheidung von Gasbläschen, die in den beiden Schläuchen oder dem Meßsensor vorhanden oder durch das eintretende Grundwasser eingebracht worden sind.

Neben der visuellen, an der Meßeinrichtung unmittelbar vorzunehmenden Beobachtung und Bestimmung des Strömungsvorganges besteht auch die Möglichkeit der Fernübertragung der aktuellen Strömungsverhältnisse, indem eine hinter dem Meßschenkel des Meßsensors angeordnete CCD-Zeile die Bewegung des Farbtracers verfolgt. Hierzu

werden die beiden Meßschenkel des Meßsensors mit parallelem Licht durchstrahlt, wobei bei Vorhandensein des Farbtacers der Strahlengang zur CCD-Zeile so verändert wird, daß die Bewegung des Farbtacers optoelektronisch übertragen werden kann.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Beipfels gemäß Figur 1 näher erläutert werden.

In den Gewässerboden 2 ist ein oben geschlossenes zylindrisches Gefäß 1 mit einem Anschlußstutzen 3 eingebracht. Ein Verbindungsschlauch 4 verbindet den Anschlußstutzen 3 mit dem Anschlußstutzen 5 des Glasgerätes. Die symmetrisch bezüglich des Markierungsgebers 8 angeordneten Meßschenkel (Glaskapillarrohre) 6 haben an ihren höchsten Punkten je eine kugelförmige Erweiterung mit Belüftungsventil 7. Die Rohrverbindungen zwischen den kugelförmigen Erweiterungen 7 und den Anschlußstutzen 5 und 9 haben zweckmäßigerweise einen wesentlich größeren Durchmesser als die Meßschenkel 6, um eine Behinderung des Fließvorganges durch Reibung und Gasblasen zu vermeiden.

Der Anschlußstutzen 9 des Glasgerätes ist über den Verbindungsschlauch 10 mit dem Anschlußstutzen 13 des Beruhigungsgefäßes 11 verbunden.

Zur Messung werden das Glasgerät und die Verbindungsschläuche 4 und 10 blasenfrei mit Wasser gefüllt, und unter Wasser wird die Verbindung mit den Anschlußstutzen 3 und 13 hergestellt. Herrscht jetzt zwischen dem im Gewässerboden eingebrachten oben geschlossenen zylindrischen Gefäß 1 und dem Wasserspiegel des Oberflächengewässers 14 im Beruhigungsgefäß 11 ein Druckunterschied, so beginnt das Wasser durch den Meßsensor zu strömen. Ein Ausgleichsventil 12 am Beruhigungsgefäß 11 dient dazu, daß sich im Beruhigungsgefäß ein dem mittleren Wasserspiegel des Oberflächenwassers 14 entsprechender Wasserstand einstellt.

Mit Hilfe des Markierungsgebers 8 wird eine geringe Menge Farblösung in den Meßsensor 6 eingegeben.

Die Bewegungsrichtung des farbig markierten Wassers läßt sich nun im Meßsensor verfolgen und die Geschwindigkeit an einer Skala, die mit dem Meßsensor verbunden ist, ablesen bzw. meßtechnisch erfassen. Damit ist eine Aussage über die Richtung und Geschwindigkeit eines Wasseraustausches zwischen einem Oberflächengewässer und einem angrenzenden Grundwasser möglich.

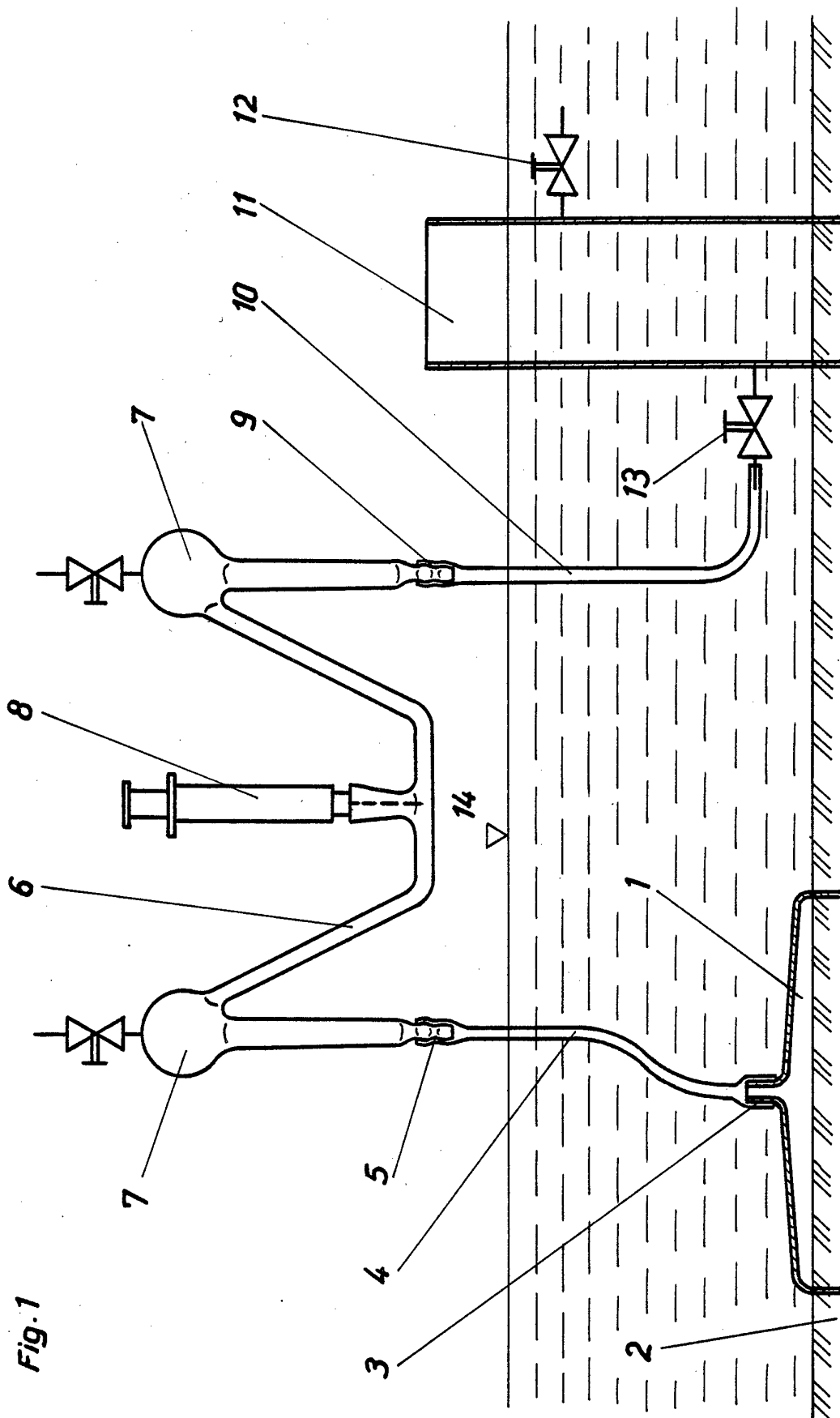


Fig. 1