



Messung von Grundwasserströmungen mittels thermischem Flowmeter – “Thermo-Flowmeter”

Innovatives Know-how der Berghof Analytik + Umweltingeering, basierend auf mehr als 25 Jahren Erfahrung, führen fortwährend zu neuen technischen Entwicklungen in Zusammenarbeit mit universitären Forschungseinrichtungen.

Mit dem, mit der Universität Stuttgart / VEGAS, neu entwickelten Thermo-Flow-Gerät ist eine präzise Messung von Grundwasserströmungen möglich. Heterogene Wechsel von wasserdurchlässigen und -undurchlässigen Schichten sind im Dezimeterbereich auflösbar. Dies ermöglicht eine gezielte Beprobung von schadstoffführenden Horizonten und trägt zur Kostenminimierung bei Sanierungsmaßnahmen bei. Bei einem unbefriedigenden Sanierungsverlauf kann das Fließverhalten im Untergrund räumlich differenzierter betrachtet und die Eignung der Grundwassermessstellen, gerade im Hinblick auf hydraulische Kurzschlüsse, überprüft werden.

■ Anwendung

Planungssicherheit im Grundwasser erfordert verlässliche Informationen über das lokale Grundwasserfließverhalten. Bei Grundwassererkundungen und Sanierungsüberwachungen werden in der Regel Wassermischproben (Grundwasser + Kontaminationen) gewonnen, ohne im Einzelnen zu wissen, aus welchem Horizont das Grundwasser zufließt bzw. welche Schadstoffkonzentration der Horizont liefert. Um die Erkenntnislage über den Grundwasser-Aquifer zu verbessern, bietet die Thermo-Flow-Messung folgende Vorteile:

- Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des neu entwickelten Sensors können Fließgeschwindigkeiten von wenigen Millimeter pro Sekunde aufgelöst und wasserführende Schichten im Dezimeterbereich detektiert werden.
- Eventuell vorhandene Vermischungen von Grundwasservorkommen aus unterschiedlichen Stockwerken (hydraulischer Kurzschluss) können nachgewiesen werden.
- Grundwassermessstellen können besser auf ihre Eignung zur Sanierungsüberwachung überprüft werden.

Durch das Wissen, welche Wassermenge der überprüften Messstelle in welchen Tiefenbereichen zufließt, ist eine genaue Interpretation der Zuströme und Schadstoffeinträge erzielbar. Daraus resultieren folgende Nutzeffekte:

- Getrennte Beprobung der schadstoffführenden Grundwasserhorizonte mittels Packersystem.



Abb. Thermo-Flowmeter

- Ermittlung der Schadstofffrachten bzw. deren Anteile in den einzelnen Grundwasserstockwerken.
- Größere Planungssicherheit bei Sanierungsentscheidungen.
- Optimierung von Sanierungsanlagen durch die ausschließliche Behandlung der belasteten Grundwasserhorizonte.
- Reduzierung der Abwassergebühren.
- Kostenminimierung bei einer Sanierung.

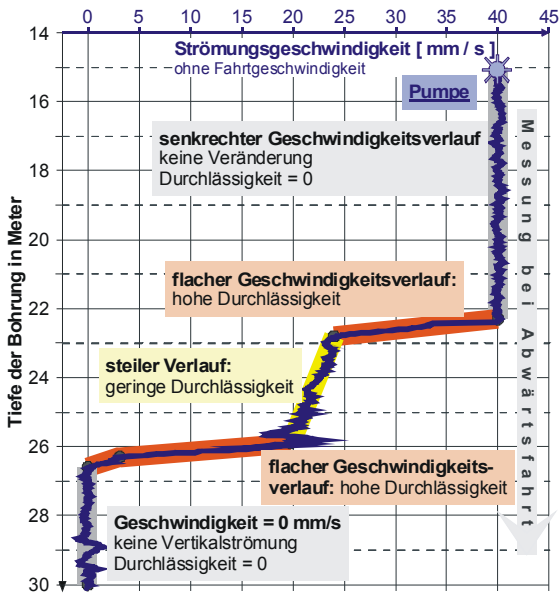
■ Bestimmung von vertikalen Zuflusshorizonten

Die Strömungsmessungen werden in der Grundwassermessstelle während des Pumpbetriebes durchgeführt. Durch das Abpumpen fließt innerhalb des verfilterten Bereiches Grundwasser zu, so dass sich eine vertikale Strömung in Richtung Pumpe aufbaut.

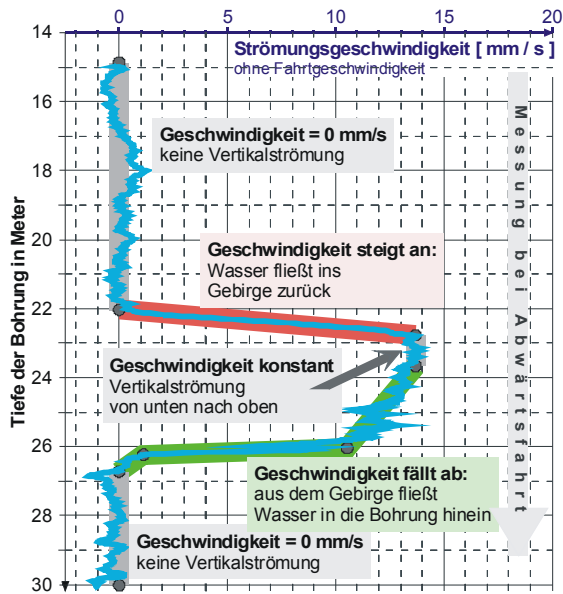
Bei einem homogenen Aquifer fließt der Messstelle pro Einheitsstrecke gleichviel Wasser zu, so dass die Strömungsgeschwindigkeit in der Messstelle von unten nach oben linear zunimmt. Auf Höhe des Pumpeneinlaufs wird die maximale Strömungsgeschwindigkeit gemessen. Liegen vertikal unterschiedlich durchlässige Horizonte vor, so macht sich dies in einer Änderung des Geschwindigkeitsanstieges bemerkbar. Je höher die Durchlässigkeiten sind, desto schneller steigt die Strömungsgeschwindigkeit an - die Messkurve verflacht (siehe Abb.).

Aus der Höhe der verschiedenen Zuflussraten und deren vertikaler Verteilung können stockwerksbezogene Durchlässigkeitsbeiwerte (kf-Werte) berechnet werden. Voraussetzung hierfür ist, dass die Durchlässigkeit über die gesamte Aquifermächtigkeit, z. B. aus Pumpversuchen bekannt, ist.

Beispiel zur Bestimmung der vertikalen Durchlässigkeitsverteilung
Messung bei Einsatz einer Pumpe

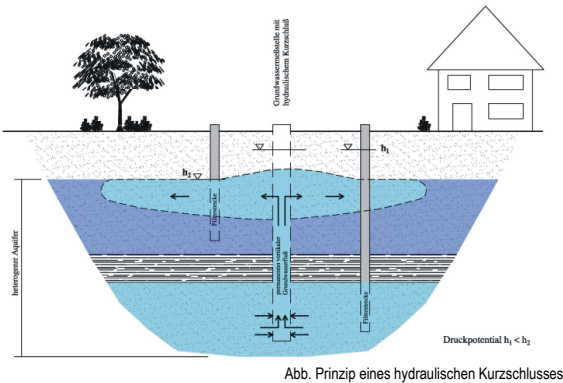


Beispiel eines Hydraulischen Kurzschlusses
Ruhemessung - ohne Einsatz einer Pumpe



Messung von hydraulischen Kurzschlüssen

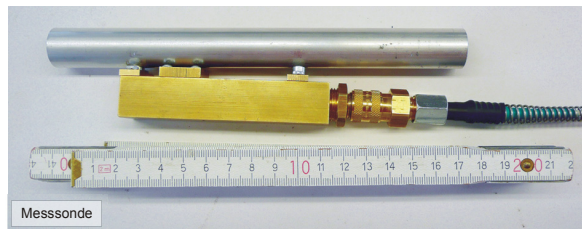
Liegt bei einer Grundwassermessstelle ein hydraulischer Kurzschluss vor, so kommt es durch den kontinuierlich vorhandenen vertikalen Grundwasserfluss zu permanenten Vermischungen von Grundwasservorkommen aus unterschiedlichen Stockwerken. Diese Vermischungen führen bei einer Grundwasserprobenahme zu Fehleinschätzungen der tatsächlichen Grundwasserbeschaffenheit.



Über die Messung der vertikalen Strömungsgeschwindigkeit mit Thermo-Flow in Grundwassermessstellen, lassen sich eventuell vorhandene Kurzschlüsse nachweisen. Die Messung erfolgt ohne Einsatz einer Pumpe. Der Sensor wird mit einer konstanten Geschwindigkeit in der Messstelle abgesenkt. Wenn kein Kurzschluss vorliegt, ist keine Strömung erkennbar - die Messung gibt über die gesamte Mächtigkeit nur die Fahrgeschwindigkeit des Sensors wieder.

Ist ein Kurzschluss vorhanden, so verändert sich die Geschwindigkeit in den Tiefen, in denen der Messstelle Grundwasser zufließt. Die Strömungsgeschwindigkeit geht wieder zurück, sobald das Wasser in höher oder tiefer liegende Grundwasserstockwerke abfließt.

Messprinzip



Die Fließgeschwindigkeit im Thermo-Flow-Gerät wird über Temperaturmessungen ermittelt. In einem Sensor wird eine kleine Platte aufgeheizt. Die Temperatur der Platte wird auf einer konstanten Temperaturdifferenz zu einem zweiten Temperaturfühler gehalten. Wird die Sonde mit Wasser umströmt kühlt die Platte ab.

Die zur Aufrechterhaltung der konstanten Temperaturdifferenz notwendige Heizenergie ist ein Maß für die vorhandene Strömungsgeschwindigkeit. Die geringe Masse des Sensors führt zu schnellen Reaktions- und kurzen Aufwärmzeiten. Aufgrund dieser hohen Empfindlichkeit können minimale Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit gemessen werden.

Ihre Ansprechpartner in Tübingen:

Dipl.-Geologe Rainer Söhlmann	r.soehlmann@berghof-pbu.de Tel.: 07071 9328-12
Dipl.-Geologe Peter Halla	p.halla@berghof-pbu.de Tel.: 07071 9328-23

Ihr Ansprechpartner in Ravensburg:

Dipl.-Geologe Andreas Sonntag	a.sonntag@berghof-pbu.de Tel.: 0751 50921-62
-------------------------------	---

Änderungen jederzeit vorbehalten. Die hier enthaltenen Informationen stellen lediglich eine allgemeine Information dar. Sie können in der beschriebenen Form im konkreten Anwendungsfall nicht immer zutreffend sein bzw. können sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern. Leistungsmerkmale sind nur verbindlich, wenn diese bei Vertragsabschluss ausdrücklich vereinbart werden. Printed in Germany