

Grundwassermessstellen mit Barometerfunktion

W4

WOLF-PETER VON PAPE

Die Wasserstände in Grundwassermessstellen haben natürliche Schwankungen, die vor allem von der jahreszeitlich veränderlichen Grundwasserneubildung aus dem Niederschlag geprägt wird. Im Sommerhalbjahr sinkt das Grundwasser, da die Verdunstung bei höherer Temperatur und aktiver Vegetation groß ist. Im Winterhalbjahr wird es durch einen größeren versickernden Teil der Niederschläge wieder aufgefüllt. Der Jahresverlauf der Grundwasserstände, der in Grafiken oft sinusförmig ist, wird von mehrjährigen Trocken- und Nassperioden überprägt. Die gesamte Schwankungshöhe des Grundwassers beträgt oft das Doppelte des Jahresverlaufes.

Nicht selten gibt es Grundwassermessstellen, in denen die Wasserstände in mehrtägigen, oft wöchentlichen Zeiträumen, mit Höhen bis zu ± 15 cm um die mittleren Wasserstände schwanken (Abb.1). Meist sind diese Schwankungen mit wenigen Millimetern unauffällig und kaum zu erkennen. Da die Abotung der Grundwassermessstellen meist wöchentlich und länger erfolgt, wirken diese

Schwankungen wie ein Zappeln entlang einer gedachten mittleren Linie.

Die kurzfristigen Schwankungen der Grundwasserspiegel korrelieren häufig mit dem Luftdruck. Das Phänomen ist bekannt und wurde in Messstellen in Frankfurt und im Vogelsberg von R. Mügge¹ (1954) untersucht und beschrieben. Damals waren die Messungen und deren Registrierung ein kniffliges feinmechanisches Unterfangen. Mügge beschreibt sogar die Beobachtung von Erdbebenwellen in Grundwasserständen. Die Amplituden sind bis einem Dezimeter groß und die Ausschläge dauern nur Sekunden. Zu erwähnen ist auch ein möglicher Gezeiteneinfluss des Mondes auf das Grundwasser. Dieser müsste sich in Messstellen mit freier Grundwasseroberfläche zeigen. Die Drucksonden mit der Empfindlichkeit von einem Zentimeter zeigen keinen eindeutigen Einfluss. Heutzutage werden an einer Auswahl von Luftmessstationen des HLUg die Luftdrücke im 30 Minutentakt gemessen und die Messwerte im Internet veröffentlicht. Ein Teil der Messstellen des Lan-

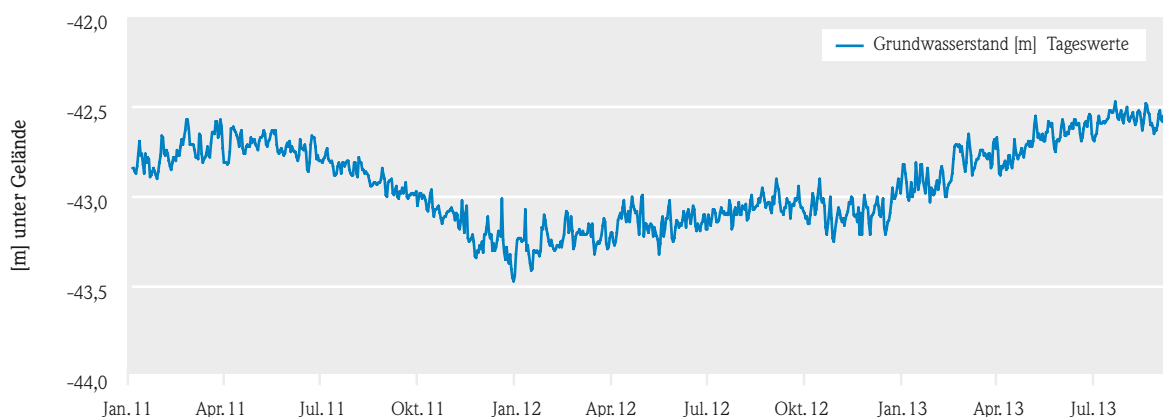


Abb. 1: Grundwasserstände der Messstelle Gedern Nr. 486060.

¹ MÜGGE R (1954) Das Grundwasser als geophysikalischer Indikator. Z f Geophysik 20: 65–74, 5 Abb.

des Grundwasserdienstes ist ebenfalls mit Messgeräten und Datenfernübertragung ausgerüstet, so dass tägliche Messwerte im Internet veröffentlicht werden. Die Geräte in Grundwassermessstellen sind Drucksonden, die mit Batterien versorgt werden. Eine tägliche Datenübertragung muss ausreichen, damit der Stromverbrauch gering ist und die Batterien länger als ein Jahr halten. Die Grundwasserstände verändern sich meist nur gemächlich, so dass die Datendichte ausreichende Informationen bietet. Für die Untersuchung der Wirkung des Luftdruckes auf die Grundwasserstände wurden die Messungen an passenden Messstellen eine Zeit lang zeitgleich auf den 30-Minutentakt der Luftdruckmessungen eingestellt.

Das Phänomen, dass der Luftdruck die Grundwasserstände verändert, ist nur unter bestimmten geologischen Bedingungen möglich. Normalerweise hat die Außenluft durch Klüfte und Poren im Boden Kontakt mit dem Grundwasser, so dass sich der Luftdruck gleichmäßig auf die Grundwasseroberfläche oder die Grundwasserdruckfläche² auswirkt. Diese Grundwasserstände lassen sich nicht durch den Luftdruck verändern. Wenn das Grundwasser von sehr dichtem und wenig luftdurchlässigem Gestein überdeckt ist, lassen veränderte Luftdrücke in geringem Maße, aber wenig zeitverzögert auf das Grundwasser. Steht das Grundwasser in einer solchen geologischen Situation nur in dem Loch einer Messstelle direkt mit der Aussenluft in Kontakt, so kann ein veränderter Luftdruck das Wasser heben und senken, aber nur in dieser Stelle. Steigender Luftdruck (rote Linien) drückt die Wassersäule (blaue Linien) nach unten, umgekehrt steigt der Wasserspiegel bei sinkendem Luftdruck. Diese Gegenläufigkeit wird beim Betrachten der nachfolgenden Abbildungen besonders deutlich.

Aus gleicher Ursache gibt es Bohrlöcher und Brunnen, die bei Luftdruckänderung Luft ausblasen oder einsaugen. Hier gibt es einen luftgefüllten Kluft- oder Porenraum im Gestein zwischen Grundwasseroberfläche und einer dichten Deckschicht, der durch die Öffnung des Loches den Druck auszugleichen versucht. Dieses Phänomen gibt es im Vogelsberg, da hier wechselnde klüftige Basalte mit dichten verwitterten Tuffiten und Lehmen mehrere Grundwasserstockwerke mit luftgefüllten Zwischenhorizonten

ausgebildet haben. Der Luftaustritt kann sehr stark sein, so dass durchaus der Eindruck eines Erdgasausbruches entstehen kann.

Es wurden Messwerte von vier Grundwassermessstellen mit deutlichen und kurzzeitigen Schwankungen der Wasserspiegel mit Messwerten von Luftdrücken der am nächsten gelegenen Luftmessstationen ausgewertet und verglichen.

Die Grundwassermessstelle **Frischborn Nr. 462070** (Abb. 2) liegt im nordöstlichen Vogelsberg. Die Bohrtiefe ist 60 m. Das Gestein ist ein klüftiger Basalt, der von 20 m lehmig basaltischem Verwitterungsgestein überdeckt ist. Die Reaktion des Grundwasserspiegels kann bei Luftabschluss die gesamte Luftdruckänderung abbilden. Das ist in der Messstelle Frischborn zu 100 % der Fall, da der Luftdruck von 1 Hektopascal [1 hPa = 1 Millibar] praktisch 1 cm Wassersäule entspricht.

Die Grundwassermessstelle **Rixfeld Nr. 462069** (Abb. 3) liegt ebenfalls im nordöstlichen Vogelsberg. Die Bohrtiefe ist 67 m. Das Gestein ist ein klüftiger Basalt, der von 23 m Tuffit, Basalt und lehmig basaltischem Verwitterungsgestein überdeckt ist. Das natürliche Absinken des Grundwassers im Sommer wird mit untergeordneten Druckschwankungen überlagert. Die stufige Grafik entsteht durch die kleinste Auflösung der Drucksonde von 1 cm. Die Druckschwankung des Grundwassers beträgt ca. 2/3 des Luftdruckes. Das Grundwasser hat hier schwachen Kontakt zur Aussenluft.

Die Grundwassermessstelle **Berndorf Nr. 383021** (Abb. 4) liegt im Nordwesten Hessens. Die Bohrtiefe ist 168 m. Der Grundwasserleiter ist Dolomit und Schiefertone des Zechsteins (Plattendolomit) überdeckt von 132 m Ton- und Sandstein des Unteren Buntsandsteins. Der Grundwasserleiter unterliegt hier ständigen Schwankungen, die einen Anteil des Luftdruckes enthalten. Die Ursache der stärkeren überlagernden Schwankungen können die Grundwasserentnahmen aus Brunnen in der Ortslage Berndorf sein. Der Druck in dem gespannten Grundwasserleiter² kann sich über lange Distanzen und weit über das Grundwassereinzugsgebiet von Brunnen hinaus ausbreiten.

² Eine Grundwasserdruckfläche ist eine gedachte Fläche gleicher Grundwasserstände, die durch eine undurchlässige Schicht über dem Grundwasser gestaut wird. Ein unter Druck stehender Grundwasserleiter ist ein gespannter Grundwasserleiter.

WOLF-PETER VON PAPE
Grundwassermessstellen mit Barometerfunktion

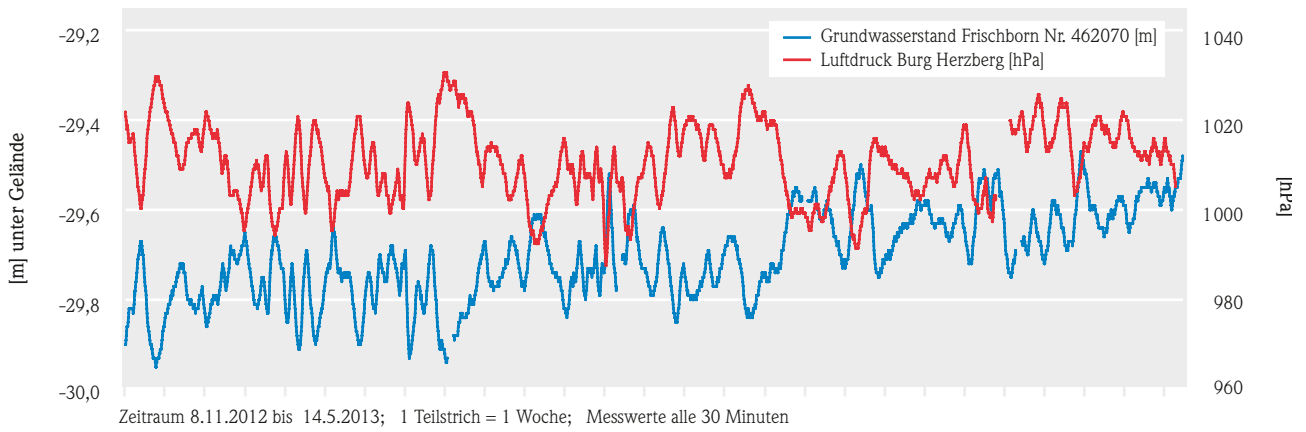


Abb. 2: Grundwassermessstelle Frischborn Nr. 462070.

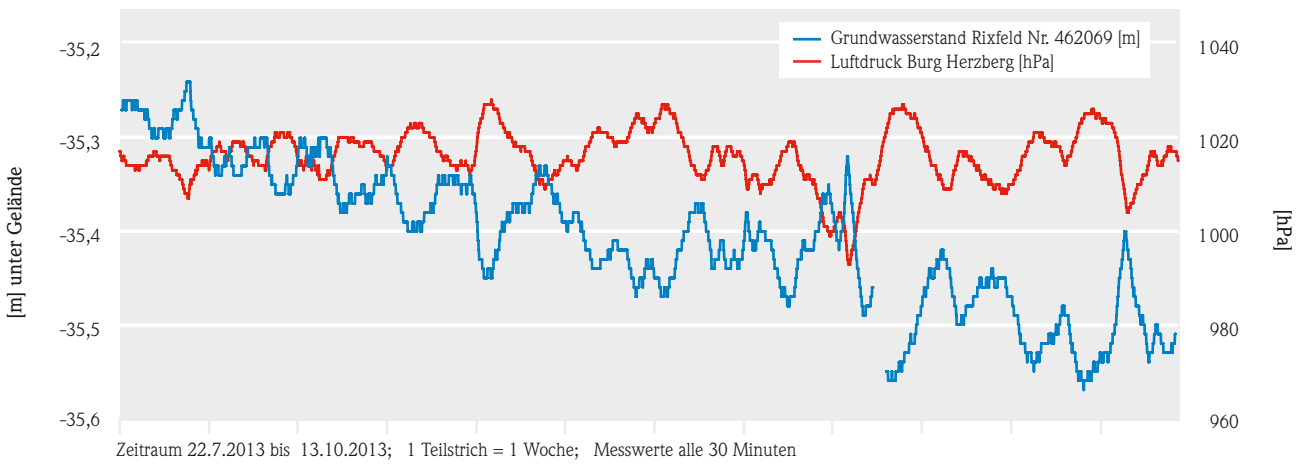


Abb. 3: Grundwassermessstelle Rixfeld Nr. 462069.

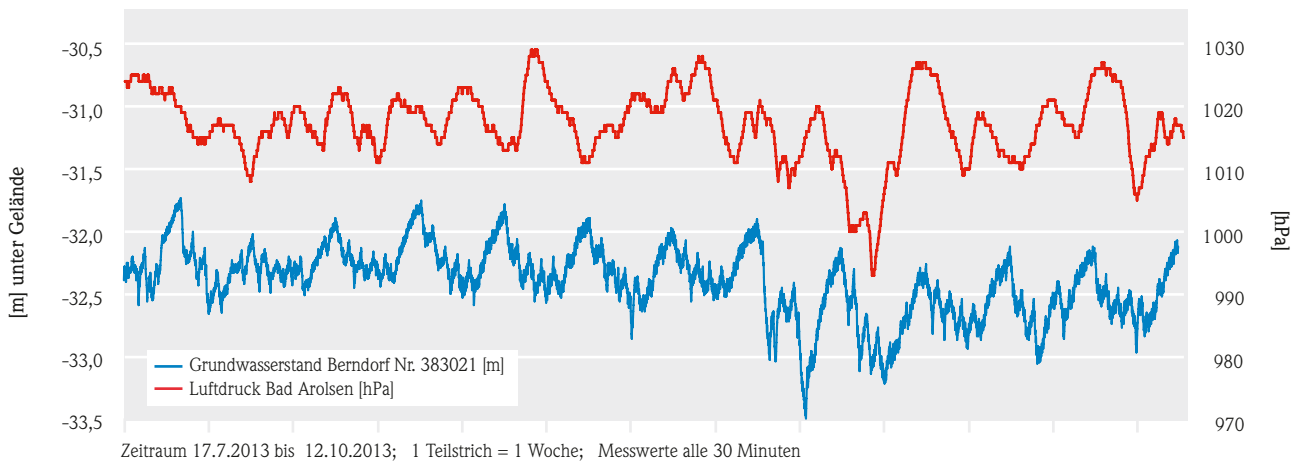


Abb. 4: Grundwassermessstelle Berndorf Nr. 383021.

Die Grundwassermessstelle **Rüsselsheim Nr. 507156** (Abb. 5) liegt in der südhessischen Untermainebene. Die Bohrtiefe ist 12,5 m. Ein Grundwasserleiter aus kiesigem Sand wird ab 4,5 m von Schluffton mit Sandschichten überdeckt, der wenig durchlässig ist. Der natürliche Grundwasser-

anstieg im Winter wird von untergeordneten Druckschwankungen überlagert. Die stufige Grafik entsteht durch die kleinste Auflösung der Drucksonde von 1 cm. Die Druckschwankung des Grundwassers beträgt ca. die Hälfte des Luftdruckes. Das Grundwasser hat hier geringen Kontakt zur Aussenluft.

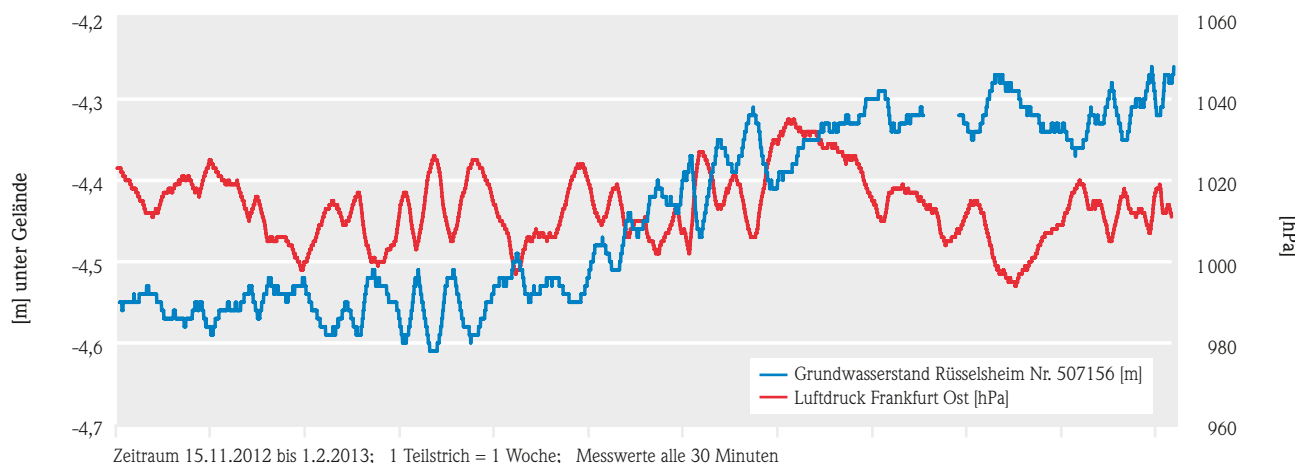


Abb. 5: Grundwassermessstelle Rüsselsheim Nr. 507156.

Fazit

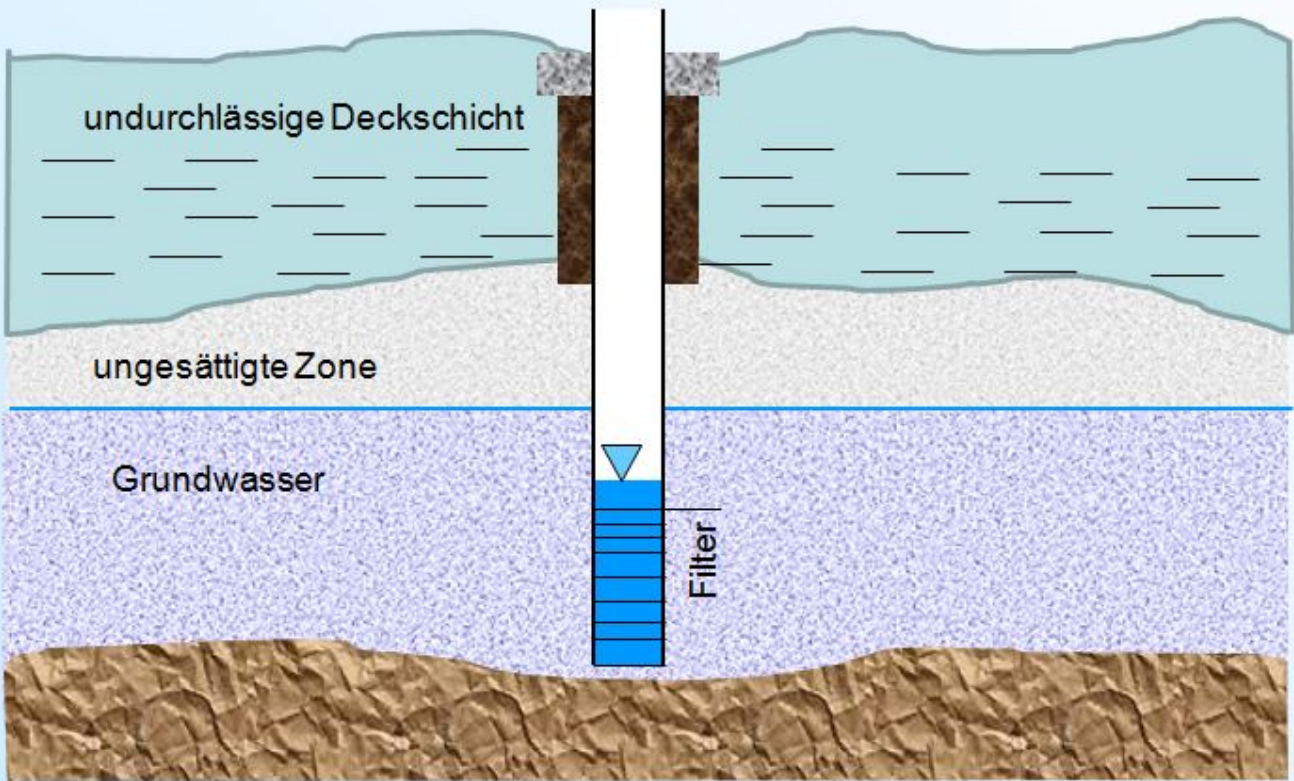
Wasserstände in Grundwassermessstellen, die in einem Grundwasserleiter unter weitgehendem Abschluss der Aussenluft stehen, reagieren wie Barometer auf Luftdruckänderungen. Die Korrelation der Wasserstände von vier hessischen Grundwassermessstellen mit den am nächsten gelegenen Luftdruckmessungen ist zeitgleich und außerordentlich genau. Die Auswertung zeigt, dass je dichter das Deckgebirge ist, um so deutlicher reagieren Grundwasserstände in einem Bohrloch auf Veränderungen des Luftdruckes. Ein Hektopascal [1 hPa = 1 Millibar]

Druckunterschied kann die Grundwassersäule bis zu 1 cm verändern.

Für die Überwachung des Grundwassers in Absenkbereichen von Brunnenanlagen ist die Mittellinie zwischen den Luftdruckschwankungen der gültige Wert, da dieser der tatsächlichen Grundwasseroberfläche entspricht. Das kann wichtig sein, wenn Grenzgrundwasserstände festgelegt sind, die für den Brunnenbetrieb maßgeblich sind.

Folgende Skizzen zeigen die Auswirkungen von Luftdruckschwankungen in einem Brunnenrohr und in einem offenen Bohrloch. (Ergänzung 2014)

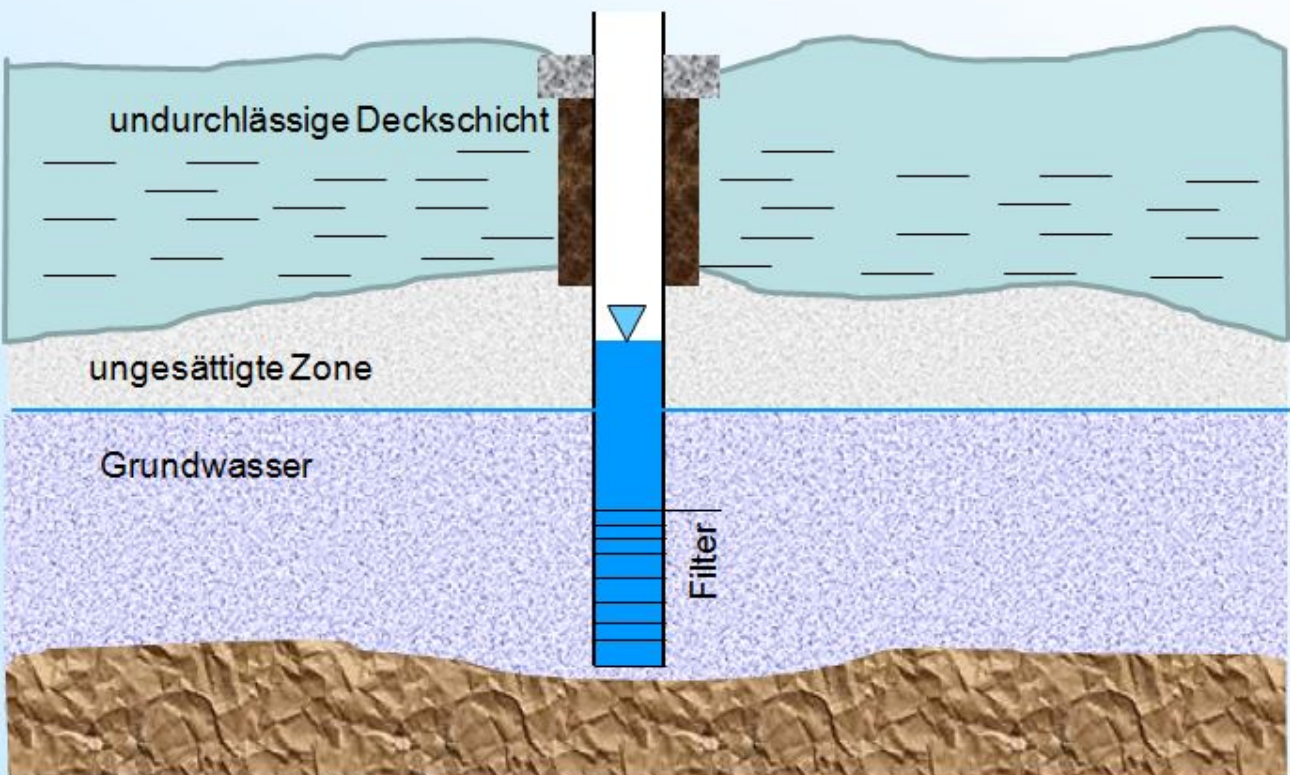
steigender Luftdruck



+1 Hektopascal = +1 Millibar kann 1 cm Wasser senken

HLUG, von Pape, 2014

sinkender Luftdruck

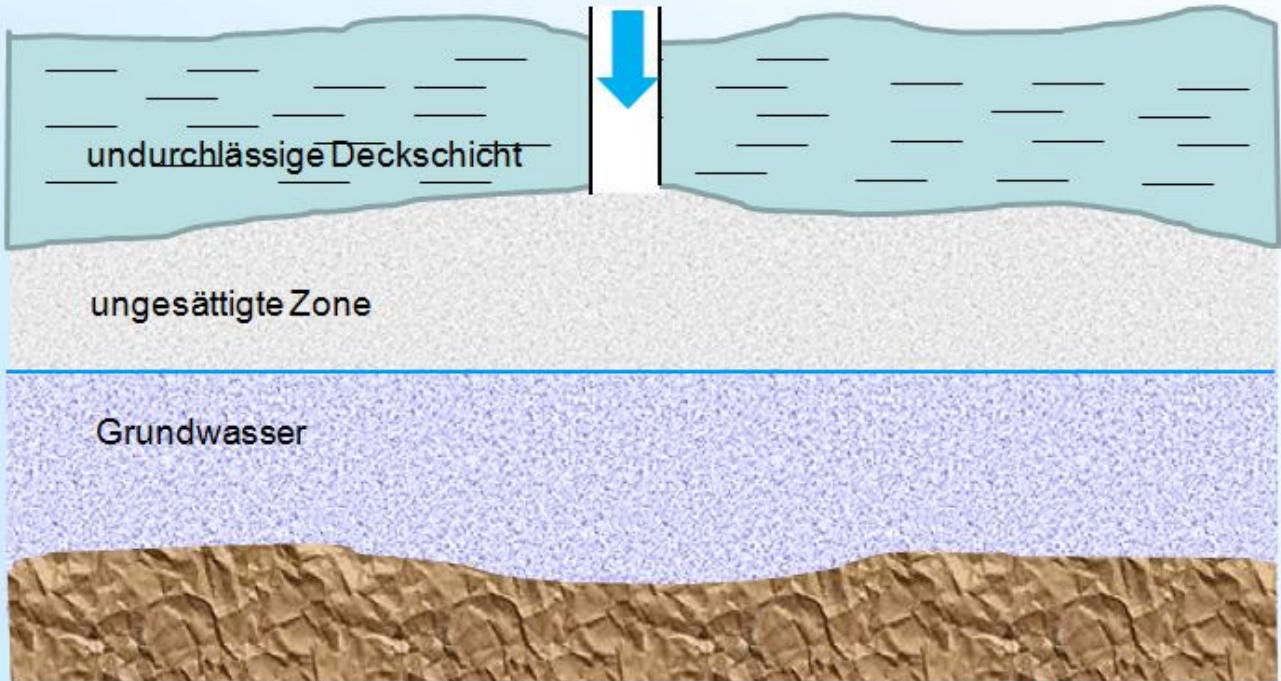


-1 Hektopascal = -1 Millibar kann 1 cm Wasser heben

HLUG, von Pape, 2014

Steigender Luftdruck:

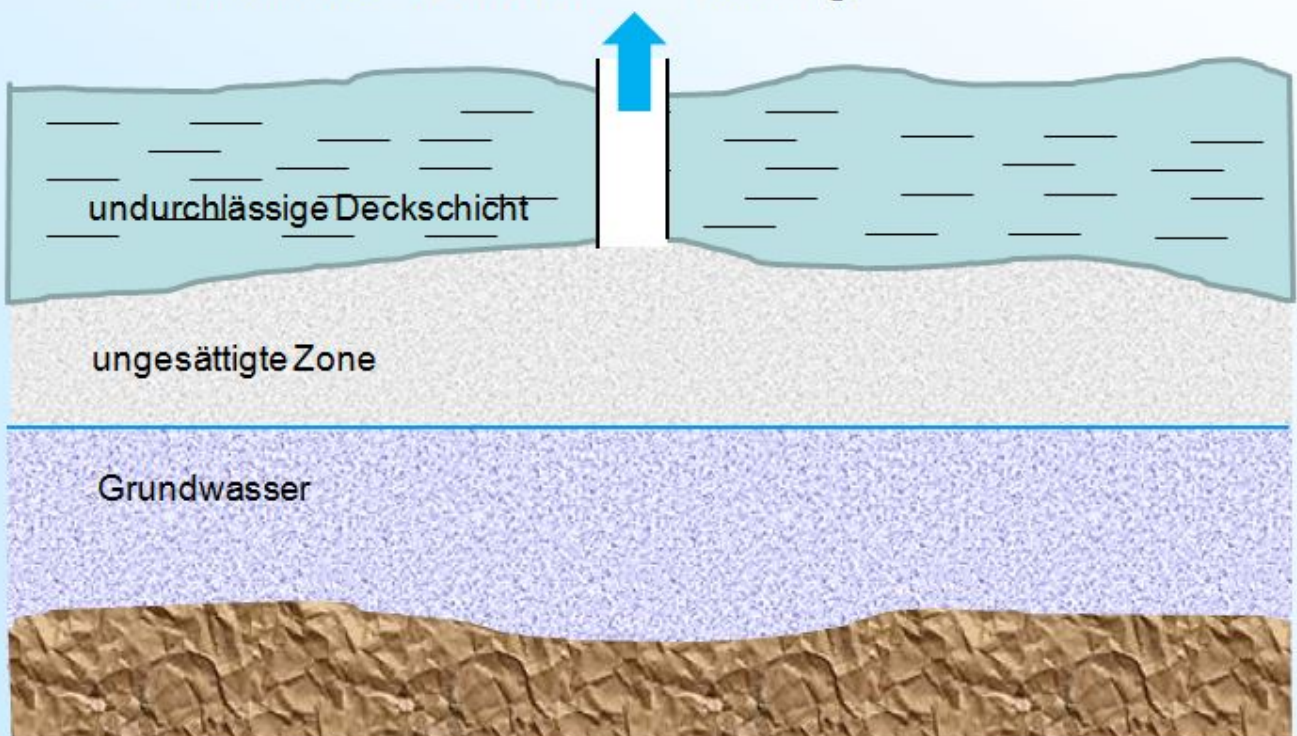
- saugendes Bohrloch unauffällig



HLUG, von Pape, 2014

Sinkender Luftdruck:

- blasendes Bohrloch auffällig



HLUG, von Pape, 2014