

Sonic Information Nr. D-6, 4/17

Brunnenregenerierung mit hochenergetischem Ultraschall

Die Wirkungsweise des Ultraschalls
bei der Brunnenregenerierung



Inhalt:

1	Vorbemerkung:	2
2	Die Situation im Brunnen	3
3	Effekte des Ultraschalls:.....	4
4	Der physiologische Schallpegel:	6

1 Vorbemerkung:

Es gibt eine nahezu unübersehbare Palette von Anwendungen des Ultraschalls in technischen, wissenschaftlichen, medizinischen und industriellen Bereichen. Ebenso vielseitig ist die technische Ausgestaltung der Geräte, je nachdem welche physikalischen, chemischen, thermischen oder mechanischen Effekte des Ultraschalls genutzt werden sollen.

Zur Physik des Schalls

Physikalisch gesehen gibt es keinen Unterschied zwischen hörbarem Schall und Ultraschall (oder auch Infraschall). Daher kann im diesem Zusammenhang einfach von Schall gesprochen werden. Schall stellt eine ständige Abfolge von Über- und Unterdruck in einem Medium dar. Die Stellen der Kompression (Überdruck) und die Stellen der Dekompression (Unterdruck) bewegen sich gleichmäßig radial von der Schallquelle weg. Durch Dämpfungseffekte werden die Über- bzw. Unterdrücke mit wachsendem Abstand von der Schallquelle geringer.

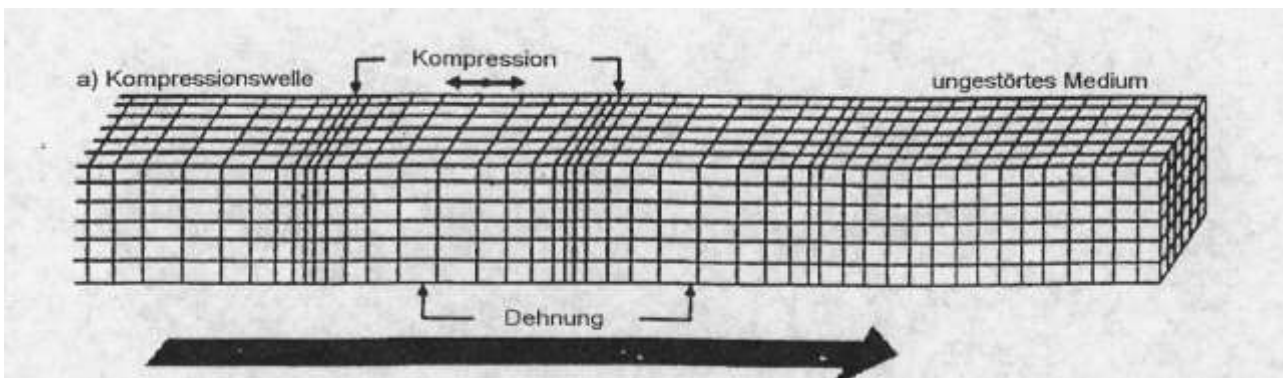


Abbildung: Schallausbreitung durch abwechselnde Dehnung und Kompression des den Schall leitenden Stoffes

Graphik: Berlitz/Kögler

Die obige Abbildung zeigt, dass bei der Schallausbreitung kein Material bewegt wird. Es wechseln sich lediglich in schneller Abfolge (die Abfolge entspricht der Frequenz, in unserem Fall also 20.000 mal je Sekunde) Zonen erhöhten und Zonen niedrigen Druckes ab. Bewegungen spielen sich vielmehr im Mikrobereich ab: In der Phase erhöhten Druckes werden die Kristallgitter „gestaucht“, in der Phase niedrigen Druckes werden die Kristallgitter „gedehnt“. Diese Stauchungen und Dehnungen finden an allen Stellen des vom Schall erfassten Körpers statt und führen dazu, dass alle Moleküle innerhalb des Kristallgitters mit der Frequenz des zu transportierenden Schalls um eine Ruhelage schwingen. Dies gilt auch für Moleküle, die sich am äußersten Rand eines Körpers befinden, z.B. an der Oberfläche eines Filterkieses. Auf diese Weise wird der Kies zu einer Vibration ange-regt.

Die Auslenkungen sind abhängig von der Frequenz des Schalls, der Materialdichte und der Energie des Schalls. Die Schallenergie eines SONIC – Gerätes führt zu einer Auslen-

kung der Kies-Moleküle von ca. einem tausendstel Millimeter bzw. 1 Mikrometer, dies aber 20.000 mal pro Sekunde.

Anmerkung:

Die Tatsache, dass bei der Schallübertragung kein Material bewegt wird, muss im Zusammenhang mit der Brunnenregenerierung betont werden. In manchen Veröffentlichungen zum Thema Brunnenregenerierung werden Ultraschallwellen immer wieder mit „Druckwellen“ oder sog „Impulswellen“ verwechselt. Bei Impulswellen, beispielsweise hervorgerufen durch eine Explosion, wird durch ein sprunghaft zunehmendes Gasvolumen Material (im Falle der Brunnenregenerierung Wasser aus dem Brunnenschacht) augenblicklich verdrängt, so dass enorme Strömungen entstehen.

Schallausbreitung bedeutet Energieübertragung und nicht Materialtransport!

Die Einordnung des Ultraschallverfahrens unter das Druckwellenverfahren oder Impulsverfahren ist daher falsch.

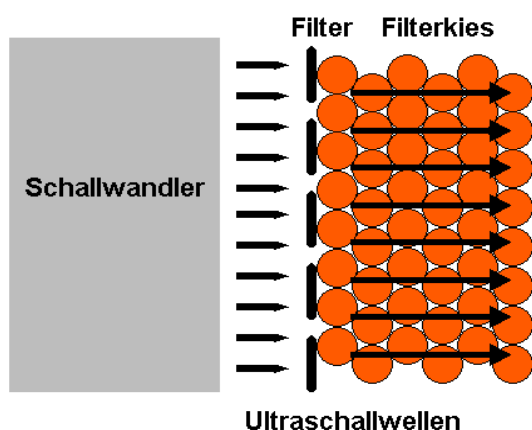
2 Die Situation im Brunnen

Im Fall der Brunnenregenerierung haben wir es mit folgenden schall-leitenden Medien zu tun:

Vor dem Filter:	Der Filter	Hinter dem Filter
<ul style="list-style-type: none"> Wasser 	<ul style="list-style-type: none"> Stahlfilter PVC-Filter Holz-Filter Steinzeugfilter 	<ul style="list-style-type: none"> Filterkies (z.B. Quarz) Beläge aus Eisen, Mangan, Calcium etc. Schleime, gallertartige Ablagerungen Wasser

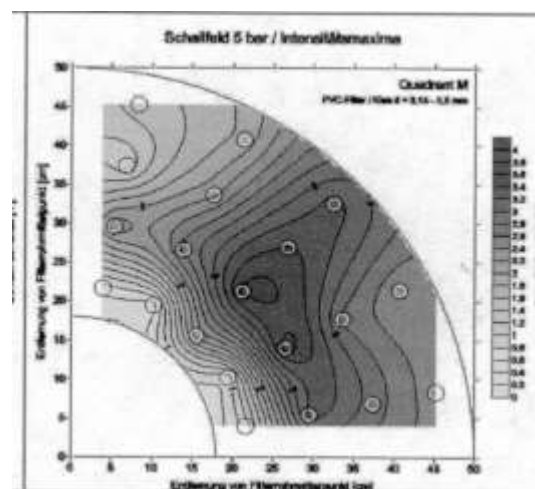
Stahl, PVC, Holz oder Steinzeug und auch Wasser sind sehr gute Schall-Leiter.

Auch Quarz ist ein hervorragender Schall-Leiter. Schallfeldmessungen haben ergeben, dass die Kette der Schall-Leiter, nämlich Wasser – Filtermaterial – Quarzkies für Schall sehr gut durchlässig ist und dass der gesamte Filterkies vom Schall durchdrungen wird.



Die Ultraschallwellen werden durch das Wasser, das Filtermaterial und durch den Kies geleitet.

Graphik: Sonic



Verteilung der Schallenergie im Filterkies
Bild: ESWE Institut

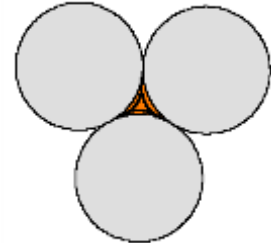
3 Effekte des Ultraschalls:

Hieraus ergeben sich folgende Mehrfacheffekte des Ultraschalls:

Trennwirkung durch Reibeffekte

Von besonderer Bedeutung ist in unserem Anwendungsfall die oben beschriebene Mikrobewegung auf der Oberfläche des Filterkieses und der damit verursachten Vibration des Filterkieses.

Die Mikrobewegung führt zu einem Aneinanderreiben des Filterkieses. Im Zuge dieses Reibvorgangs werden Beläge soweit sie noch nicht vollständig verhärtet sind, „abgerieben“.



Die Vibration bzw. die Mikrobewegung führt bei hörbarem Schall z.B. zum Klirren von Gläsern

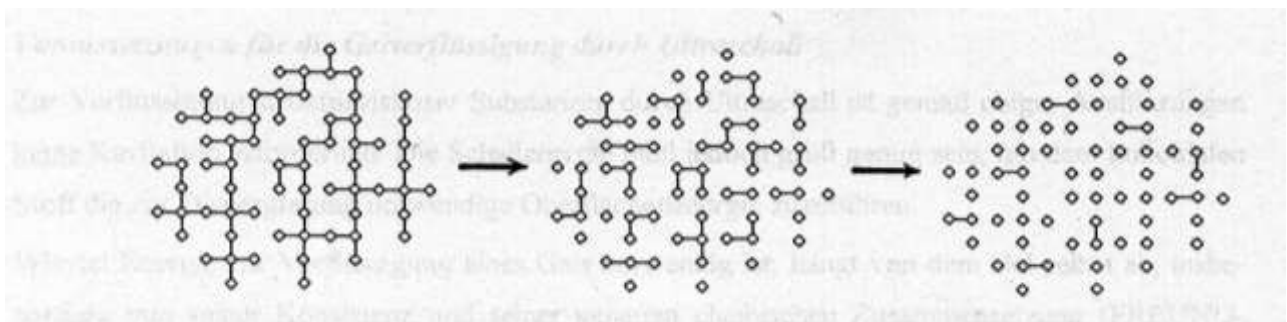
Trennwirkung durch Materialspannung

Gänzlich dehydrierte (verhärtete) Beläge können nicht abgerieben werden. Sie können aber durch schallinduzierte Materialspannungen abplatzen, ähnlich wie Putz von der Decke.



Verflüssigung sog. thixotroper Stoffe

Eine weitere, in unserem Fall wichtige Eigenschaft des Schalls ist die Zerstörung von Großmolekülen oder Kettenmolekülen.



Netzwerksstruktur eines Gels (links) und deren Auflösung beim Übergang des Gels in ein Sol (rechts) nach Raith

Im Kiesraum eingelagerte Schleime, Gele, Gallertartige Stoffe etc. bestehen zumeist aus Makromolekülen oder verketteten Großmolekülen. Die mechanische (Über-) Beanspruchung durch die Wechselkräfte des Schalls führt zu einem Zerbrechen oder Auseinanderreißen der Molekülketten. Die Stoffe verflüssigen sich dadurch.

Kavitation

Der Vollständigkeit halber wird auch der Effekt der Kavitation erwähnt:

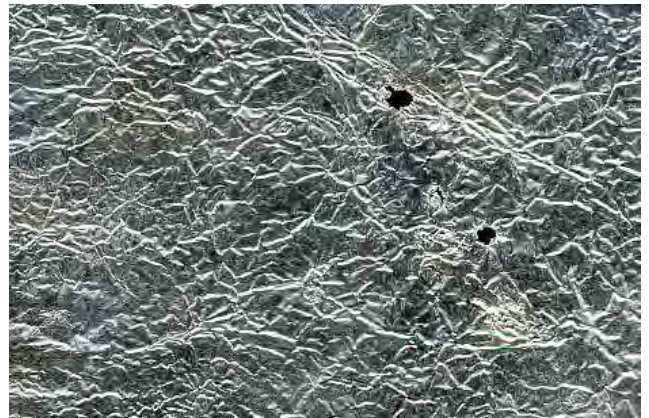
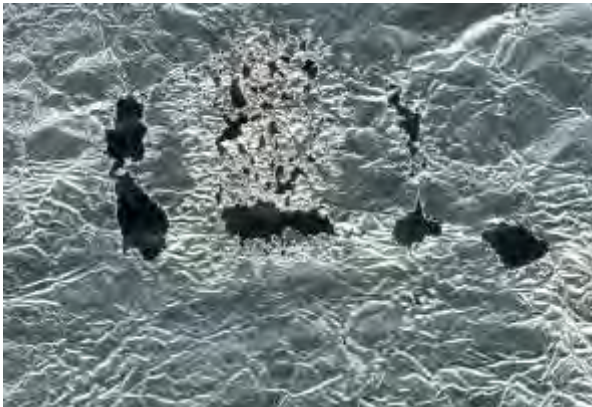
In flüssigen Medien, z.B. in Wasser kann es passieren, dass in der Dekompressionsphase der Verbund zwischen den Molekülen aufgerissen wird, es kommt zu kleinen Hohlräumen, die in der nächsten Druckphase wieder kollabieren. Im Zuge der Kollabierung kann enorme mechanische Arbeit geleistet werden. Der Vorgang wird Kavitation genannt.



Cavitation bubble

In der weit verbreiteten industriellen Reinigung mit Ultraschall hat dieser Effekt eine große Bedeutung. Bei der Brunnenregenerierung ist die Kavitation aber nur von untergeordneter Bedeutung. Mit zunehmender Teufe nimmt die Wirkung der Kavitation ab.

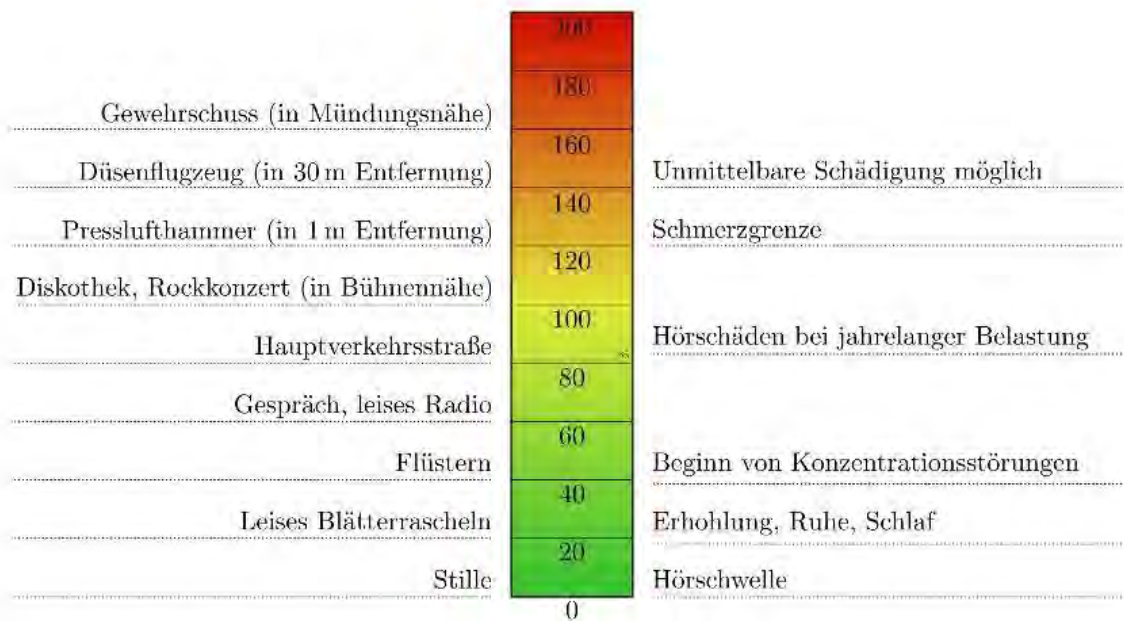
Die folgenden Folientests wurden bei Drücken von 7 bar (70 m Teufe) und 20 bar (200 m Teufe) gemacht. Bei niedrigeren Drücken wurde die Folie augenblicklich aufgelöst



Ergebnis des Folientests bei 7 bar (links) und 20 bar (rechts)

4 Der physiologische Schallpegel:

Der Schallpegel einer Schallquelle wird in einer logarithmischen Skala gemessen. Der Schallpegel eines Sonic Gerätes würde nach dieser Einordnung deutlich über der Schmerzgrenze liegen. Der Schallpegel einer Sonic Schallquelle liegt bei 130 dB Dauerschall.



sonic technologies GmbH
 Weyberhöfe 5-7
 63877 Sailauf
www.sonic-technologies.com
info@sonic-technologies.com