

Großputz mit Ultraschall

Für die unhörbaren akustischen Wellen tun sich neue Anwendungsfelder auf: Sie beseitigen Chemikalien und Bakterien aus Kläranlagen und reinigen verschmutzte Brunnenschächte.



Trinkwasserbrunnen setzen sich mit biologischen Filmen zu (links). Ultraschall macht den Schacht wieder blitzblank (rechts).

Ob zur Schwangerschaftsuntersuchung, Krankheitsdiagnose an unzugänglichen Körperstellen oder Werkstoffprüfung – Ultraschall ist aus Medizin und Technik nicht mehr wegzudenken. Nun eröffnen sich für die Schallwellen mit Frequenzen jenseits der Hörschwelle neue Einsatzgebiete: bei der Reinigung von Kläranlagen und Trinkwasserbrunnen.

Bestrahlt man eine wässrige Lösung mit Ultraschall, entstehen durch den ständigen Druckwechsel unzählige, wenige Mikrometer kleine Blasen, die mit einem Gemisch aus Wasserdampf und anderen Gasen gefüllt sind. Diese Mikrobubbles wachsen binnen Sekundenbruchteilen auf ein Vielfaches ihrer ursprünglichen Größe und implodieren schließlich. Dabei entsteht ein so genannter Hot Spot, in dem Temperaturen von rund 5000 Grad Celsius und einem Druck von bis zu 500 Bar herrschen. Physiker nennen dieses Phänomen Kavitation.

Mit den dabei wirkenden infernalischen Kräften lässt sich eine Menge anstellen: zum Beispiel giftige Chemikalien aus dem Abwasser entfernen oder Klärschlamm behandeln. An der Technischen

Universität Hamburg-Harburg erforschen Prof. Uwe Neis und seine Mitarbeiter den Einsatz von Ultraschall in der Wasserwirtschaft. Am weitesten fortgeschritten ist die Anwendung in Kläranlagen. Ständig wachsen dort in den biologischen Reinigungsbecken Unmengen von Bakterien, Einzellern und kleinen mehrzelligen Organismen heran, die unter Zugabe von Sauerstoff die eingeleitete Abwasserbrühe reinigen. Da sich die kleinen Helfer dabei munter vermehren, entstehen große Mengen an überschüssiger Biomasse, der „Überschussschlamm“.

Um diese Mikroorganismen wieder abzubauen, wird der Schlamm in große eiförmige Reaktionsbehälter eingeleitet, wo sie durch Bakterien verdaut und zu Biogas verwandelt werden. Diese Faulung ist ein sehr langwieriger Prozess, denn die Bakterien müssen zunächst die Zellwände der Schlammbewohner knacken. „Das ist der biologische Flaschenhals bei der Faulung“, erklärt Klaus Nickel, Verfahreningenieur und Mitgründer der Firma Waves, einer Ausgründung der Universität Hamburg-Harburg. „Wird der Klärschlamm mit Ultraschall vorbehandelt,

läuft der Prozess viel schneller ab. Was sonst etwa drei Wochen dauert, passiert dann in vier Tagen.“ Die durch den Ultraschall ausgelösten Mikroimplosionen bewirken zweierlei: Zum einen lockern sie den Schlamm auf, zum anderen zerstören sie die Zellwände der Klärschlammorganismen. Das Resultat: Die Abbaubakterien können ihre Arbeit rascher verrichten.

Durch die verkürzte Faulungszeit wird wesentlich weniger Platz für die Verdauung des Überschussschlammes gebraucht. In dem eingesparten Reaktorvolumen könnten stattdessen andere organische Abfallprodukte – wie Holzreste oder Gülle – zu Biogas verarbeitet werden. Das bewahrt nicht nur die Felder vor einer weiteren Überdüngung, sondern der Verkauf des Biogases – etwa zur Stromerzeugung – bietet den Betreibern von Kläranlagen auch eine lohnende Perspektive.

Die Behandlung mit Ultraschall lässt den Abbau der überzähligen Organismen schneller und gründlicher ablaufen. Während in herkömmlichen Kläranlagen nur etwa die Hälfte des Schlammes in Biogas verwandelt wird, steigert die Beschal-

lung die Ausbeute auf bis zu 75 Prozent. Eine Studie an der Kläranlage Dachau hat gezeigt, dass durch die Verstromung des anfallenden Biogases viermal so viel elektrische Energie erzeugt werden kann, wie für den Betrieb des Ultraschallgeräts nötig ist. Und je höher der Umsatz in Biogas ist, umso geringer ist die Menge an Klärschlamm, die teuer entsorgt werden muss.

Bei der Klärschlammbehandlung wird die mechanische Wirkung der Kavitation – der Hohlraumbildung – genutzt. Die hohen Temperaturen beim Zerfall der Mikrobäschen eignen sich dagegen vor allem dazu, chemische Prozesse in Gang zu setzen. Wie in winzigen Pyrolyseöfen werden dabei die Verbindungen von Makromolekülen geknackt. So können selbst hochgiftige Substanzen wie Chlorbenzol, polyaromatische Kohlenwasserstoffe und viele Pestizide aus dem Wasser entfernt werden. Die Hamburger Forscher konnten belegen, dass dabei keine anderen giftigen Chemikalien entstehen.

Dieses relativ einfache Entgiftungsverfahren stößt auf großes Interesse in der Industrie, wo man bei der Entgiftung von Abwässern bislang vor allem auf den Einsatz von Chemikalien setzt. Auch für die Betreiber von Mülldeponien, in deren Sickerwassergruben sich oft ein gefährlicher Cocktail aus toxischen Substanzen ansammelt, bietet die Methode Vorteile.

Die Ultraschalltechnik eignet sich nicht nur zur Aufbereitung von Abwässern, sondern auch für die Trinkwassergewinnung. In Deutschland gibt es rund 100 000 Brunnen, aus denen Grundwasser gepumpt wird. Doch die aus der Tiefe geförderte Wassermenge nimmt im Lauf der Zeit ab, weil Filme aus biologischen Substanzen die Einlassöffnungen in den Brunnenschacht und die umgebenden Kiesschichten verstopfen. Damit das Nass

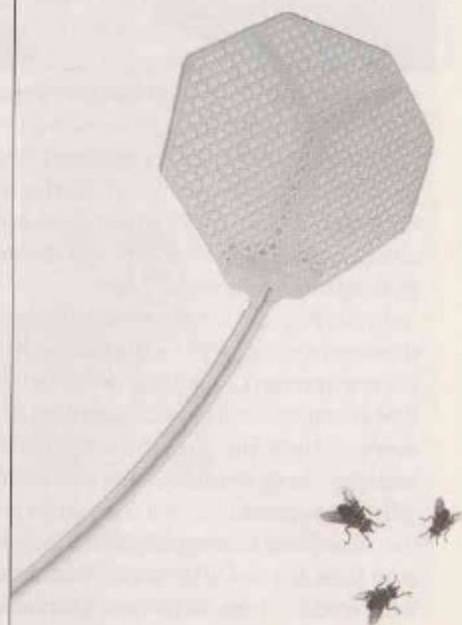
weiter sprudeln kann, müssen die Trinkwasserzapfstellen regelmäßig gereinigt werden. Dafür werden bislang mechanische oder chemische Methoden angewandt. Weit verbreitet ist das Einleiten von verdünnter Salzsäure, die die Verunreinigungen auflöst. Mit der Schmutzbrühe wird sie anschließend wieder abgesaugt.

In einem gemeinsamen Projekt mit der Deutschen Bundesstiftung Umwelt testet das ESWE-Institut für Wasserforschung und Wassertechnologie in Wiesbaden, welche Trinkwasserbrunnen sich für eine Regeneration mit Ultraschall eignen. An einem langen Stahlseil senken die Forscher mehrere leistungsstarke Sonotroden – Generatoren zum Erzeugen des Ultraschalls – in die Brunnenschächte. Schon nach ein paar Minuten Beschallung sind die Einlassöffnungen und die Wasserkanälchen zwischen den Kieselsteinen von allen Ablagerungen befreit. „Die Reinigung mit Ultraschall ist umweltfreundlich, da keine Chemikalien in die Brunnen gefüllt werden müssen“, freut sich Rolf-Dieter Wilken, Leiter des ESWE. „Außerdem verringern die Schallwellen die Zahl der Bakterien im Brunnenschacht, die Biofilme bilden sich deshalb nicht so schnell wieder neu.“

Bereits in Betrieb ist ein Schallwellengenerator in der Trinkwasseraufbereitungsanlage der Wahnbachtalsperre bei Siegburg. „Damit können wir auch schwimmende Organismen fast vollständig aus dem Rohwasser entfernen“, erklärt Jürgen Clasen, Laborleiter der Anlage. Vor allem in den warmen Monaten entwickeln sich in stehenden Gewässern wie Talsperren häufig großen Mengen von solchem Plankton. Bisher versucht man es durch Zugabe von Eisen- oder Aluminiumsalzen in Flocken zu binden und anschließend in Sandfiltern festzuhalten. Viele Mikroorganismen besitzen jedoch einen oder mehrere fadenförmige Körperanhängsel, mit deren Hilfe sie sich durchs Wasser bewegen. So schlüpfen sie durch die Maschen des Flockennetzes und gelangen in die Trinkwasserleitungen. Schallwellen mit einer Frequenz von etwa 40 Kilohertz dagegen lassen den unerwünschten Organismen keine Chance: Sie setzen auch das bewegliche Plankton außer Gefecht. **Helmut Broeg ■**

**In den „Hot Spots“
wirken infernalische
Kräfte – bei
5000 Grad Celsius
und 500 Bar**

Drei Fliegen mit einer Klappe



 **Wissenschaft.de**

**bild der
wissenschaft**

DAMALS

**natur
kosmos**