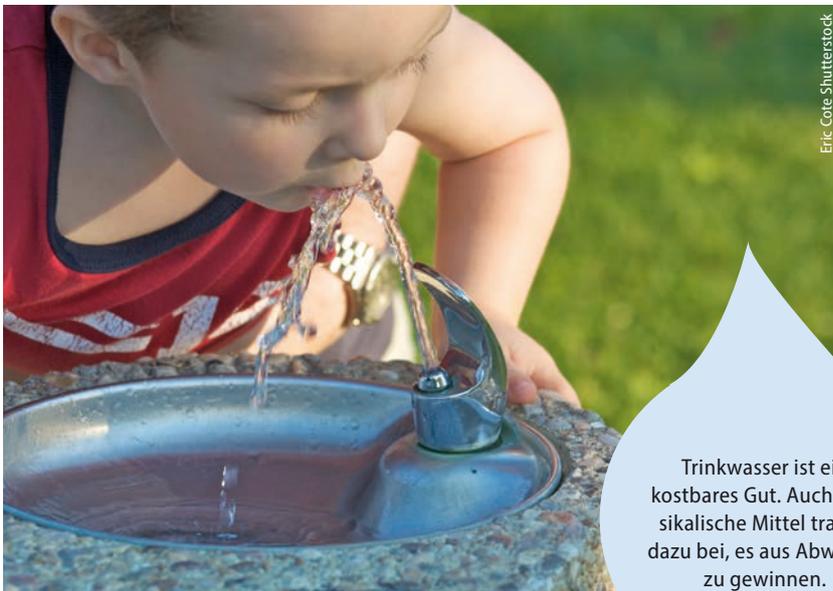


Mit Druck zu klarem Wasser

Physikalische Verfahren leisten einen wichtigen Beitrag, um Abwasser von Schmutz zu reinigen.

Bernd Müller



Trinkwasser ist ein kostbares Gut. Auch physikalische Mittel tragen dazu bei, es aus Abwasser zu gewinnen.

Die zehn Milliarden Kubikmeter Abwasser, die in Deutschland jährlich anfallen, stammen zur Hälfte von Haushalten, Industrie und Gewerbe. Dieses Schmutzwasser darf laut Wasserhaushaltsgesetz nicht ungeklärt in Flüsse und Seen geleitet werden. Die andere Hälfte setzt sich aus Regenwasser und Fremdwasser zusammen, also Grundwasser oder Oberflächenwasser, das ungewollt in die Kanalisation sickert. Die Aufbereitung übernehmen heute zu 95,6 Prozent zentrale kommunale Kläranlagen – der Rest verteilt sich auf Kleinkläranlagen und Sammelgruben. Deutschland liegt damit bei der Abwasseraufbereitung in Europa an der Spitze. Mit modernster Technologie erreicht das gereinigte Wasser teilweise Trinkwasserqualität. Neben chemischen und biologischen Methoden kommen vor allem physikalische Verfahren zum Einsatz.

Dazu gehören neben Rechen und Sieben, die den größten Schmutz aus dem Abwasser entfernen, auch besondere Filterstufen. Je nach Partikelgröße unterscheidet man die eingesetzten Membranen nach Mikro-, Ultra- und Nanofiltration. Typische Bauformen

sind Hohlfasermembranen, die mit einem Durchmesser von etwa einem Millimeter und einer Länge von bis zu zwei Metern an überdimensionale Makkaroni erinnern. Die dünne Wand besteht aus der Filtermembran, beispielsweise einem organischen Polymer wie Polyethersulfon.

Zwei Möglichkeiten gibt es, damit Abwasser zu reinigen. Entweder presst man das schmutzige Wasser durch den Hohlraum. Dann lagert

sich der Schmutz im Inneren ab, und das gereinigte Wasser befindet sich außerhalb der Faser. Das funktioniert dauerhaft nur, wenn der Schmutz regelmäßig mit hohem Druck aus dem Hohlraum gespült wird.

Energetisch günstiger ist die Variante, an einer Seite geschlossene Röhren in das Abwasser zu hängen und mit einer Pumpe einen Unterdruck von 0,3 bis 0,5 bar am offenen Ende zu erzeugen (Abb. 1). Dieser saugt das Abwasser durch die Membran in den Hohlraum, sodass sich der Schmutz außen am Filter ablagert. Besteht die Membran aus einem Ultrafilter, bleiben selbst Viren und Bakterien, die nur einige 10 bzw. einige 100 Nanometer groß sind, daran hängen. Damit sie nicht verstopft, steigen Luftblasen entlang der Röhren auf, die durch Scherkräfte den Schmutz ablösen und wieder ins Abwasser leiten. Weil Blasen mit bis zu einem halben Liter Volumen dort größere Turbulenzen erzeugen als kleine Bläschen, arbeiten sie effektiver: Die Reinigungsleistung ist beim gleichen Gesamtvolumen der Luft höher. Durch dieses Vorgehen steigt die Schmutzkonzentration im Abwasser stetig an, bis es in regelmäßigen Abständen ausgetauscht wird. Das Kon-

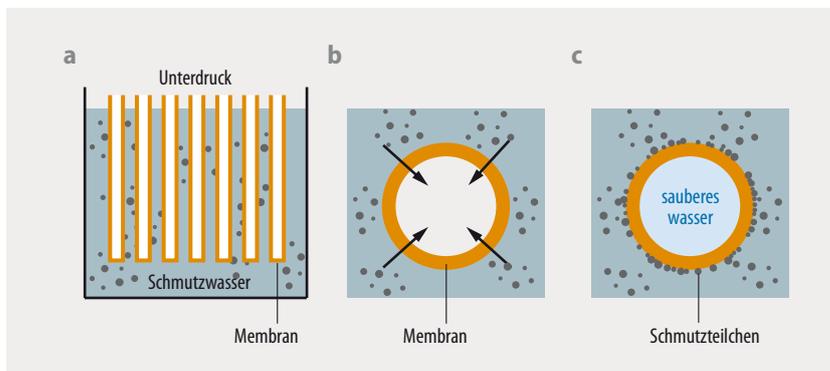


Abb. 1 Die Hohlfasermembranen hängen im Abwasser (a), das ein Unterdruck ins Innere der Röhren saugt (b). Der Schmutz setzt sich außen an der Membran ab (c). Das saubere Wasser fließt ab, während die Schmutzkonzentration im Abwasser stetig wächst.

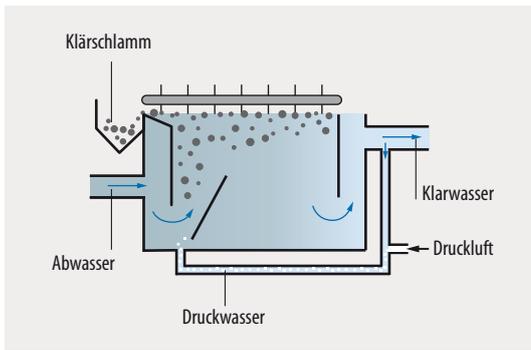


Abb. 2 Bei der Druckentspannungsflotation tragen feinste Luftbläschen selbst Öltröpfchen an die Wasseroberfläche, wo sie sich sammeln und abgegriffen werden.

zentrat lässt sich in Pressen oder Zentrifugen entwässern und anschließend trocknen. Dieser Klärschlamm dient als Dünger in der Landwirtschaft, sofern er nicht mit Schwermetallen belastet ist, was ein Deponieren unvermeidbar macht.

Alternativen zum Filtern

Eigentlich fließt Wasser durch den osmotischen Druck immer in Richtung höherer Teilchenkonzentrationen, um ein Gleichgewicht herzustellen. Bei der Umkehrosmose findet der entgegengesetzte Prozess statt. Eine Membran lässt die Wassermoleküle schneller passieren als die Schmutzteilchen, wenn ein Druckunterschied vorliegt, der den Widerstand der Membran und den osmotischen Druck überwindet. Deshalb hängt der Druckunterschied auch von der Teilchenkonzentration ab: Um Krankheitserreger aus Trinkwasser zu filtern, reichen 3 bis 30 bar aus, beim Sickerwasser einer Mülldeponie können mehr als 350 bar nötig sein.

Eine spezielle Methode, um Abwasser von Fetten und Ölen sowie Schwebstoffen zu befreien, ist die Druckentspannungsflotation (**Abb. 2**). Dazu strömt ein Wasser-Luft-Gemisch an der Unterseite des Abwasserbeckens ein. Durch den Druckabfall gas die Luft aus, sodass Bläschen mit einigen Mikrometern Durchmesser entstehen. Sie sind so fein, dass sie ölige Bestandteile, Schwebstoffe und andere Feststoffe wie ein Luftkissen nach oben tragen. Dort schiebt ein Räumler den Schmutz von der Wasseroberfläche.

Ein gutes Beispiel für das Zusammenspiel von Physik, Chemie und Biologie ist die Abwasserbehandlung

mit UV-Licht. Die Energie des UV-Lichts reicht aus, um die Bindungen in Wasserstoffperoxid (H_2O_2) oder Wassermolekülen aufzubrechen, sodass OH-Ionen entstehen. Diese Hydroxyl-Radikale sind durch ein ungepaartes Elektron sehr reaktiv und stellen ein stärkeres Oxidationsmittel als Chlor dar. Treffen sie auf organische Schadstoffe wie Pestizide oder Herbizide, zerlegen sie diese in kleinere Verbindungen. Diese kurzketigen organischen Säuren lassen sich anschließend in einer biologischen Reinigungsstufe abbauen. Weil die Hydroxyl-Radikale die DNA von Bakterien zerstören, machen sie das Wasser auch frei von Krankheitserregern. Die Reichweite des UV-Lichts ist insbesondere in trübem Wasser begrenzt. Daher muss das Abwasser direkt an den LEDs vorbeifließen. Heutige Bauformen besitzen aber auch in dieser unwirtschaftlichen Umgebung eine ausreichend lange Lebensdauer.

Je nach Herkunft und Zusammensetzung des Abwassers braucht es verschiedene Klärstufen, um sauberes und trinkbares Wasser zu erhalten. Durch die Entwicklung neuer Materialien als Filtermembranen kommen dabei immer häufiger physikalische Methoden zum Einsatz.

*

Ich danke Dr. Jörg Winter von der DAS Environmental Expert GmbH für seine Unterstützung.