

# Das Funktionsprinzip der Umkehrosmose

## Funktionsweise der Umkehrosmose anschaulich erklärt

### Das natürliche Prinzip der Osmose

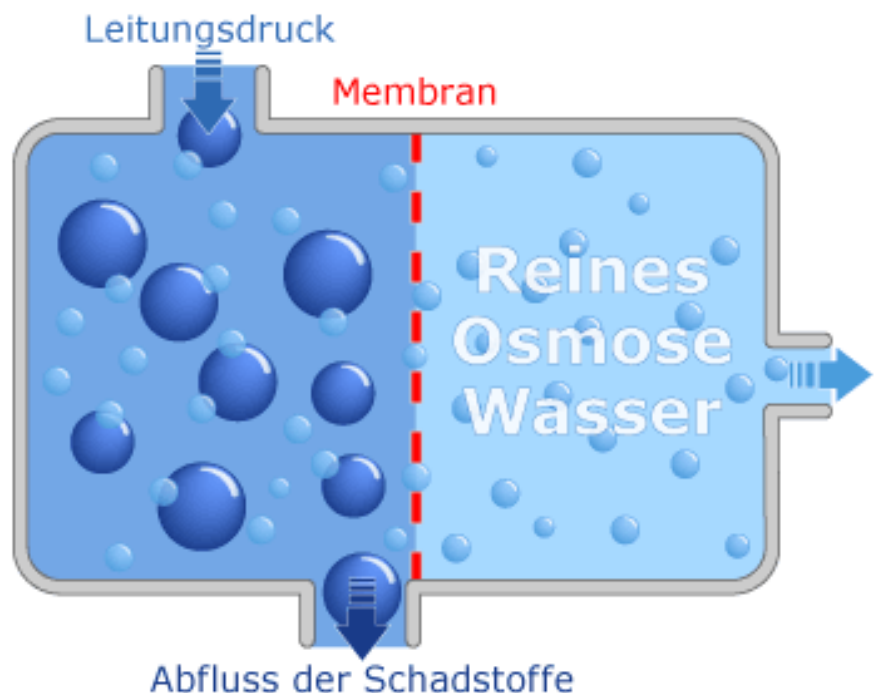
Osmose bezeichnet den Prozess des Konzentrationsausgleich zweier Flüssigkeiten durch eine halbdurchlässige Membran. Dieser Vorgang tritt immer auf, wenn zwei wässrige Lösungen mit unterschiedlicher Ionen-Konzentration durch eine semipermeable (halbdurchlässige) Wand getrennt sind.

In der Natur ist das Osmose-Prinzip von größter physiologischer Bedeutung, wenn durch die semipermeablen Membranen nur das Lösungsmittel, nicht aber die gelösten Substanzen durchlassen werden. Denn damit kann zum einen der Wasserhaushalt der Zellen reguliert und zum anderen ein Innen-Druck (Turgor, osmotischer Druck) zur Stabilität aufrecht gehalten werden. Physikalisch gesehen sind die Ionen-Lösungen – die voneinander durch Membranen getrennt sind – immer bestrebt einen Konzentrationsausgleich zu erlangen. Das bedeutet, dass Ionen von der hochkonzentrierten Seite auf die Seite der niedrigeren Konzentration gelangen wollen. Da die Membran eine Barriere darstellt, die die Ionen aufgrund ihrer molekularen Größe nicht ohne weiteres durchwandern können, strömen stattdessen die kleineren Wassermoleküle von der niedrig konzentrierten Seite auf die höher konzentrierte. Dabei fließen die Wassermoleküle so lange, bis entweder die Ionen-Konzentrationen der beiden Seiten ausgeglichen sind oder ein Druck auf der hochkonzentrierten Seite aufgebaut wird – der sogenannte osmotische Druck. Dabei gehorcht der osmotische Druck einer stark verdünnten Lösung den Gesetzen, die für ideale Gase gelten. Er steigt proportional zur Konzentration der Lösung an und nimmt proportional zur Temperatur zu.

### Funktionsprinzip der Umkehrosmose

Bei der Umkehrosmosetechnik wird das zuvor beschriebene Osmose-Prinzip umgekehrt. Auf der Seite mit den hohen Ionen-Konzentrationen (Leitungswasser, Rohwasser) wird ein Druck angelegt, der das Wasser in die andere Richtung zwingt, nämlich auf die Reinwasserseite mit der niedrigeren Konzentration. Die unerwünschten gelösten Stoffe (z.B. Härtebildner, Nitrat, Kieselsäure, Rückstände von Pestiziden und Medikamenten, um nur einige zu nennen) können aufgrund ihrer molekularen Größe nicht durch die ultrafeine Membran gelangen – auf der Reinwasserseite ist somit fast ausschließlich Wasser.

Die Umkehrosmosetechnik ist mit einer extrem feinen Filtration vergleichbar und wird daher auch als „Molekular-Filtration“ bezeichnet. (Nur Molekular-Filtration ist auch echter Umkehrosmose)



## Abwasserentstehung bei der Umkehrosmose

Da während des Betriebs ständig Leitungswasser mit den darin enthaltenen Substanzen nachfließt, müssen die von der Membran zurückgehaltenen Stoffe laufend abgeführt werden, damit ein Verstopfen der Membran verhindert wird. Eine Umkehrosmoseanlage produziert infolgedessen neben dem Reinwasser auch Abwasser (Konzentrat), das die unerwünschten Substanzen in erhöhter Konzentration enthält und die weggespült werden. Hierbei wird sogleich einer der gravierenden Unterschiede der Umkehrosmosetechnik zu Techniken mit Akkumulationsfiltern deutlich. Der Wirkungsgrad (Menge des filtrierten Wassers pro Menge Rohwasser aus der Leitung) ist nie Eins, da stets "Abwasser" entsteht. Das mit Schadstoffen angereicherte Abwasser wird aber permanent abgeführt, so dass es nie zur Akkumulation von zurückgehaltenen Schadstoffen an der Osmosemembran kommen kann. Zur Reduktion dieses Abwassers – und damit einer Steigerung des Wirkungsgrades – ist bei unseren Anlagen eine patentierte Permeatpumpe (stromlos) montiert, die das Abwasser um ca. 85% reduziert!

## Die Membran als wichtigster Teil des Umkehrosmose-Verfahrens

In den letzten Jahren hat sich die Membrantechnik stark weiterentwickelt. Während in den vergangenen Jahren Zelluloseazetat-Membranen gebräuchlich waren, hat sich in den letzten Jahren die Polysulfon-Membran auf dem Markt durchgesetzt.

Die Membran stellt ein komplexes Gebilde dar. Die durchschnittliche Lebensdauer der von uns verwendeten Membranen beträgt ca. 5 bis 7 Jahre. Die Reinigungsleistung und die Ausbeute einer Umkehrosmosemembran hängen von vielen Faktoren ab. So zum Beispiel auch vom Rohwasserdruck. Unsere Anlagen für den Haushalt arbeiten in der Regel bei einem Wasserdruck zwischen 2,8 bis 6 bar. Sollte Ihre Wasserversorgung weniger Druck aufweisen ist dies jedoch auch kein Problem, da wir auch individuelle Lösungen anbieten. Mit wachsendem Druck steigt auch die Menge des erzeugten Reinwassers. Wenn z.B. eine Anlage bei 4 bar und 10°C 30 l/Tage erzeugt, kann diese Anlage bei doppeltem Druck die doppelte Menge Reinwasser produzieren. Das Verhältnis Konzentratmenge zu Reinwassermenge verändert sich ebenfalls leicht bei verschiedenen Drücken. Doch bei Kleinanlagen, die im Bereich von 3-6 bar betrieben werden, kann diese leichte Veränderung des Verhältnisses vernachlässigt werden. Die Temperatur verändert zusätzlich die Ausbeute des Reinwassers. Mit steigender Temperatur nimmt die Beweglichkeit der Wassermoleküle zu, und so kann mehr Wasser durch die Membran gedrückt werden. Die Reinwasserleistung steigert sich z.B. um 60%, wenn die Temperatur von 10°C auf 25°C erhöht wird. Eine Leistungssteigerung durch Temperaturerhöhung sollte aber dennoch nicht versucht werden, da Umkehrosmosemembranen normalerweise temperaturempfindlich sind. Eine Temperatur von 30°C sollte nicht überschritten werden.

### Membranpore im Größenvergleich

0,0001 Micron



Viren

0,02 Micron



Bakterien

0,1-0,2 Micron

## NASA-Technik für jedermann

Entwickelt wurde die Technik in den 60er Jahren im Auftrag der NASA, die ein Trinkwasser-Recycling-System für bemannte Weltraumflüge benötigte. Bis heute kommen alle Membrane namhafter Hersteller aus den USA. Das bedeutendste Anwendungsgebiet ist heutzutage die großtechnische Meerwasserentsalzung. Weitere Einsatzbereiche finden sich in der Lebensmittelindustrie (Aufkonzentrieren von Fruchtsäften), Medizin (Dialyse), Abwasser-Recycling (z.B. in galvanischen Betrieben).

In den USA haben Umkehrosmoseanlagen schon längst Einzug in die Haushalte gehalten. Ein Wasserfilter mit Osmosetechnik gehört dort mittlerweile zum Standard einer gut ausgestatteten Küche.