

Bild 1: Verschiedene Membranverfahren und ihre Trenngrenzen.

Wasseraufbereitung wie in der Natur – nur umgekehrt

Bei einer Umkehrosmose wird Wasser einem physikalischen Reinigungsprozess ohne Säuren und Laugen unterzogen. Das Ergebnis ist Reinstwasser

Für die Entsalzung von Wasser bieten Umkehrosmoseanlagen im Vergleich zu Ionenaustauschern einige Vorteile. Da sie im Betrieb keine Säuren und Laugen benötigen, fällt kein zu behandelndes Abwasser an und die Betriebskosten sinken. Zudem entfernt die Technologie neben gelösten Salzen auch Bakterien, Keime, Partikel und gelöste organische Substanzen. Ein Überblick.

Die Umkehrosmose ist eine der wichtigsten und umweltfreundlichsten Technologien in der Wasseraufbereitung. Anwendungsgebiete sind beispielsweise:

- Wasserstoffherzeugung,
- Kesselspeisewasser,
- Kühlwasser,
- Luftwäscher und Klimaanlage,
- Dampfsterilisation,
- Brau- und Getränkeindustrie,
- Gastronomie und Großküchen,
- Industriebetriebe.

Die Umkehrosmose ist, wie der Name erahnen lässt, die Umkehrung der aus der Natur bekannten Osmose: Bei der Wasseraufbereitung mittels Umkehrosmose wird das Rohwasser mit hohem Druck durch eine halbdurchlässige Membran gepresst. Sie lässt fast nur Wassermoleküle passieren. Nach dem Durchströmen der Membran wird das Wasser als Permeat (voll-entsalztes Wasser, VE-Wasser) bezeichnet und ist nahezu frei von Kalk, Schwermetallen, Bakterien, Keimen, Parti-

keln sowie gelösten organischen Substanzen und sonstigen Verunreinigungen. Die Trenngrenzen unterschiedlicher Membranverfahren stellt Bild 1 dar, einen Vergleich der Wasserqualitäten von Trinkwasser, enthärtetem und VE-Wasser zeigt die Tabelle. Im Permeat findet sich lediglich ein Restsalzgehalt von 1 bis 5 %.

Auf der anderen Seite der Membran bleibt das Konzentrat zurück. Um den Salzgehalt weiter zu senken, lässt sich eine zweite Stufe einbauen.

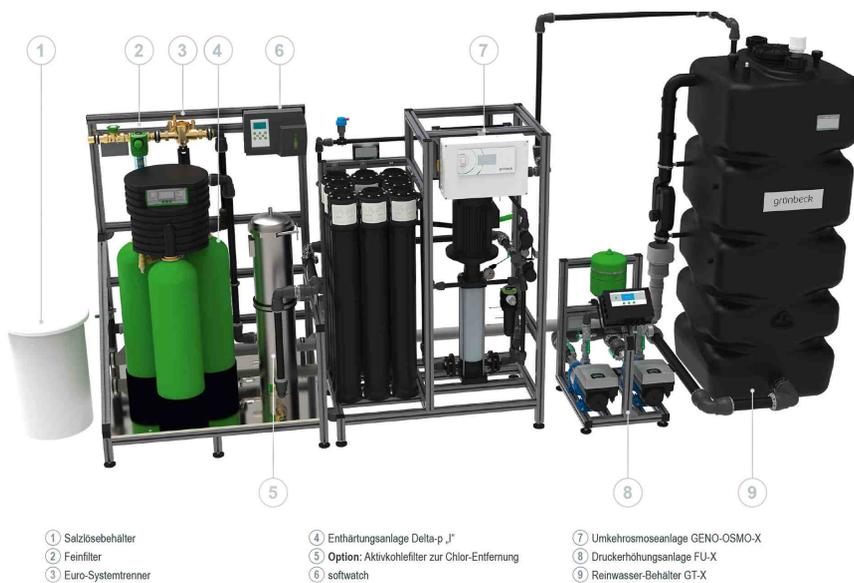


Bild 2: Standardschaltung einer einstufigen Umkehrosmoseanlage mit vorgeschalteter Dreifach-Enthärtungsanlage.

Das Permeat durchfließt also eine zweite Umkehrosmose. Als Voraufbereitung wird eine Enthärtungsanlage vorgeschaltet. Alternativ kommt eine Dosierung mit einem Antiscalant infrage (ein Antiscalant verhindert das Kristallisationswachstum). Die Standard-Konstellation einer einstufigen Umkehrosmoseanlage mit vorgeschalteter Enthärtung ist in Bild 2 zu sehen, die anwenderfreundliche Kombination der Module auf einem Rahmensystem in Bild 3.

Reinstwasser für grünen Wasserstoff

Diese Vorteile nutzen bereits zahlreiche Branchen für verschiedenste Anwendungen. Eines der jüngsten Beispiele ist die Erzeugung von grünem Wasserstoff per Elektrolyse. Dafür ist reinstes Wasser erforderlich. In einem von Grünbeck realisierten System fungiert die Umkehrosmoseanlage „Geno-Osmo-X“ als erste Entsalzungsstufe. Dem von ihr erzeugten Permeat entzieht dann die Elektrodeionisationsanlage „Geno-Edi-X“ nahezu alle verbliebenen Anionen und Kationen. Die Elektrodeionisation (EDI) kombiniert die Membrantechnik mit dem Ionenaustausch. Spezielle Membranen halten Ionen entsprechend ihrer Ladung zurück. Die anderen Ionen lagern sich am Harz an, das durch Strom kontinuierlich regeneriert wird. Das Gesamtsystem liefert Reinstwasser mit Leitfähigkeiten von weniger als 0,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Derartige Lösungen lassen sich an verschiedenste Anfor-

derungen bezüglich der Permeatqualität und der Mengen anpassen. Die Umkehrosmoseanlage „Geno-Osmo-X“ in sieben Leistungsstufen zwischen 200 und 3.000 Litern Permeat pro Stunde verfügbar. Die Anlagen vom Typ „osmoliQ“ erweitern mit

Verringerung des Infektionsrisikos

Die Aufbereitung von Kühlwasser für Verdunstungskühlanlagen stellt ebenfalls ein wichtiges Anwendungsfeld dar. Zur Minderung des Infektionsrisikos – etwa durch Legionellen – schreibt die VDI-Richtlinie 2047-2 Regeln für einen hygienischen Betrieb vor, wobei die Wasserbehandlung für das Kühlwasser zu den wichtigsten Forderungen zählt. Die größtmögliche Sicherheit wird erreicht, wenn Ablagerungen durch Kalk, Salz, Schmutz oder Korrosionen vermieden werden. Dies ist nach den in der VDI 2047-2 empfohlenen Aufbereitungsverfahren für das Zusatzwasser durch Enthärtung und Umkehrosmose gegeben. Besonderen Komfort bieten Absalzautomatiken für das Kreislaufwasser, die mit einer kontinuierlichen Leitfähigkeitsmessung, einer pH-Wert-Überwachung, Vorabsalzung und Absalzperrung bei der Bioziddosierung sowie einer Ansteuerung der Kühlwasserumwälzpumpe ausgestattet ist.

Einsatz in der Getränke- und Lebensmittelindustrie

Große Verbreitung hat die Umkehrosmose auch in der Getränke- und Lebensmittelin-



Bild 3: Aufbereitungsanlage auf Rahmensystem. Zu ihren Vorteilen zählt die komplette Verrohrung zwischen den Anlagenkomponenten einschließlich Verdrahtung und Werkstattprüfung.

Kapazitäten von 4.000 bis 30.000 l/h das Spektrum hin zu höheren Durchsätzen (Bild 4).

dustrie gefunden. Brauereien, Fruchtsaft- und andere Getränkehersteller nutzen das Verfahren, um beispielsweise permanent aufbereitetes Wasser für das jeweilige

Produkt, für Reinigungsprozesse und Spülvorgänge in Maschinen und Abfüllanlagen und Tanks zur Verfügung zu haben. Die Brauerei Oettinger setzt Umkehrosmoseanlagen ein, um Brauwasser mit exakt vorgegebenen Eigenschaften zu erhalten. Dafür wird das Permeat mit filtriertem Rohwasser verschnitten.

Besonders hohe Anforderungen in der Zentralsterilisation

Ein anderes großes Einsatzfeld, das viele Anforderungen vereint und teilweise auf die Spitze treibt, sind Kliniken. Zu nennen sind hier etwa die Bereiche Kesselspeisewasser, Kältekreislauf, Verdunstungskühlanlage, Raum- und Klimatechnik, Labor/Apotheke und Aufbereitungseinheit Medizinprodukte (AEMP).

Eine der höchsten Anforderungen stellt die Zentralsterilisation dar. Um die Sterilgutversorgung in der AEMP stets zu gewährleisten, benötigt die Versorgungstechnik

Vorgaben. Das Speisewasser muss eine Leitfähigkeit von $< 5 \mu\text{S}/\text{cm}$, weniger als 1 mg/l Silikat und einen pH-Wert von 5 bis 7,5 aufweisen. Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, können auf dem Sterilgut nach der Sterilisation Flecken, Salzniederschläge und Schlieren entstehen.

Elektrodeionisation oder zweite Umkehrosmose

In einigen Anwendungen empfiehlt sich (als zweite Aufbereitungsstufe) statt der Elektrodeionisation eine zweite Umkehrosmose, um dem Permeat noch weitere Ionen zu entziehen. Was die bessere Lösung ist, hängt von der zur Verfügung stehenden Trinkwasserqualität ab. In der Praxis trifft man zwar auch die Reihenschaltung von zwei Mischbettionentauschern häufig an. Dies verursacht aber hohe Betriebskosten und erfordert – wie bereits erwähnt – die permanente Beschaffung und das Handling von Säuren

pumpen, die modulierend arbeiten. Zur Energieeinsparung trägt ein temperaturgesteuerter Betrieb bei, weil mit sinkender Wassertemperatur die Durchlässigkeit der Umkehrosmosemembranen abnimmt. So erzielt beispielsweise die Umkehrosmoseanlage „Geno-Osmo-X“ eine Nennleistung von 800 l/h bei einer Auslegungstemperatur von $15 \text{ }^\circ\text{C}$. Bei $13 \text{ }^\circ\text{C}$ Wassertemperatur produziert sie noch 752 l/h , weil die Anlage bei Temperaturänderungen die Ausbeute automatisch an die geänderte Permeatleistung anpasst und so den Energieverbrauch reduziert.

Weitere Energiekosteneinsparungen lassen sich durch die Einbindung der Anlagen in Gebäudeautomationssysteme erzielen, indem Betriebstechnik-Verantwortliche beispielsweise den Anlagenbetrieb durch Smart Metering vorrangig in Tageszeiten mit günstigen Stromtarifen legen. Fernsteuerung per Web-Zugriff und E-Mail-Versand für Störungs- oder Statusmeldungen helfen bei der Anlagenüberwachung.

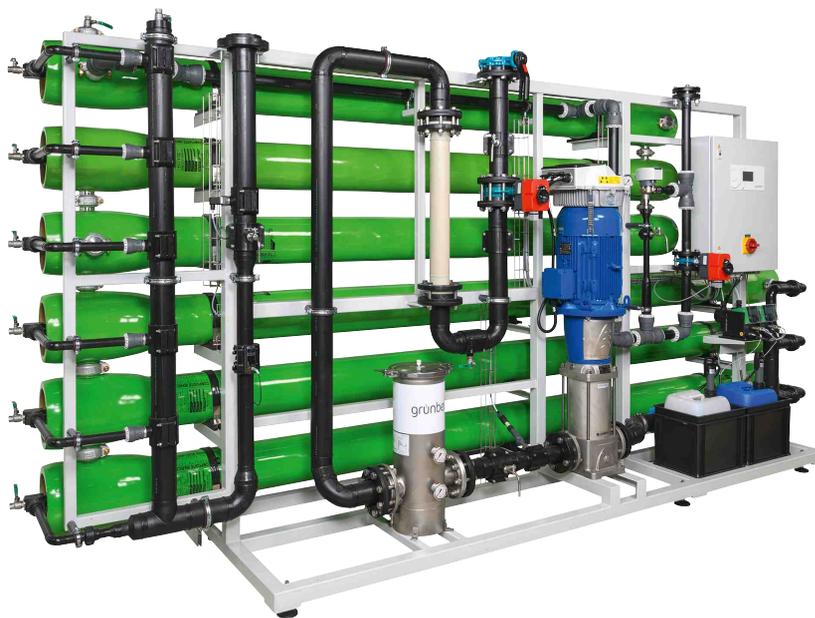


Bild 4: Umkehrosmoseanlage „osmoliQ“. Zu ihren wichtigsten Features zählt Grünbeck die Anbindung an gängige BUS-Systeme, Modbus-RTU inklusive sowie Web-Zugriff und E-Mail.

von Krankenhausbauten zwingend eine Wasseraufbereitung mittels Umkehrosmose und in den meisten Fällen auch eine Elektrodeionisation (EDI). Eine wirksame Dampfsterilisation ist essenziell, um Infektionen durch Mikroorganismen und Viren zu vermeiden. Bei der Dampfsterilisation zählt die Wasserqualität zu den entscheidenden Kriterien. Die DIN EN 285 (Sterilisation) gibt dem Betreiber von Dampfsterilisatoren klare

und Laugen. Je nach Betriebsbedingungen kann sich hier die EDI-Technologie (Elektrodeionisation) schnell amortisieren.

Betriebskosten von Umkehrosmoseanlagen

Ein wesentlicher Faktor bei den Betriebskosten von Umkehrosmoseanlagen ist die Ausbeute. Ist sie niedrig, sind die Betriebskosten hoch und umgekehrt. Von Vorteil sind frequenzgeregelte Hochdruck-

Keine Schadstoffe – keine Abwasserbehandlung

Grundsätzlich müssen den Anlagen vorgeschaltet sein: ein Trinkwasserfilter, ein Druckminderer (bei mehr als 5 bar Speisewasserdruck), ein Systemtrenner mind. BA, eventuell ein Aktivkohlefilter (je nach Speisewasserqualität) sowie stets eine Enthärtungsanlage oder Antiscalant-Dosierung. In der bauseitigen Speisewasserzuleitung und Permeatableitung muss zudem eine Möglichkeit zum Trennen der Leitung vorhanden sein. Umkehrosmoseanlagen benötigen einen Stromanschluss mit einer Spannung von 400 V.

Der bereits erwähnte Verzicht auf Säuren und Laugen verschafft Umkehrosmoseanlagen einen weiteren Vorteil auf der Abwasserseite: Da im Prozess keine Chemikalien zum Einsatz kommen, fällt auch kein behandlungspflichtiges Abwasser an. Das Konzentrat darf in den meisten Fällen ohne Aufbereitung direkt in das Entwässerungssystem fließen.

Autor: Norbert Körber, Vertrieb Systeme bei Grünbeck

Bilder: Grünbeck

www.gruenbeck.at