
Die Umkehrosmose als Vorbehandlung zur Dampferzeugung

H.Lérat, Dr U.Richli, Burkhalter & Partner AG

Die Umkehrosmose ist ein sehr interessantes Verfahren zur Vorbehandlung von Speisewasser zur Dampferzeugung und bietet gegenüber dem herkömmlichen Einsatz von Ionenaustauscherharzen wesentliche Vorteile. Dabei ist der wohl wichtigste sicher die Senkung der allgemeinen Betriebskosten. Durch eine vergleichsweise bessere Entsalzung des Speisewassers, kann der Dampfkessel mit weniger Abschlämzung betrieben werden, was einer direkten Wärmeenergieeinsparung gleichkommt. Darüberhinaus wird das Speisewasser durch den Einsatz einer Umkehrosmose auch weitgehendst von organischen Inhaltstoffen befreit und bietet dadurch die Voraussetzung für die Produktion von Weiss- und Sterildampf. Andere wesentliche Vorteile sind die Vermeidung von Chemikalienabfällen und eine Erhöhung der Betriebssicherheit der Dampferzeugung.

Bekanntlich hängen viele in der Dampferzeugung auftretende Probleme mit einer ungenügenden Speisewasserqualität zusammen. Von einer einfachen Verkalkung durch vorhandene Carbonate (haupts. Ca und Mg), der Korrosion von Leitungselementen der Dampfverteilung über die Zerstörung metallischer Strukturen beim Auftreten von Kohlensäure durch Kondensation, kann hoch mineralisiertes Dampfkesselwasser auch zur Bildung von Sulfat- oder Kieselsäureablagerungen (die äusserst schwierig zu entfernen sind) oder Schaumbildung und dadurch zu einer "Waschung" der Dampfleitungen führen.

Vorbehandlung über Ionenaustauscherharze

Zu den klassischen Methoden zur Vermeidung der wichtigsten unerwünschten Nebeneffekte bei der Dampferzeugung gehören die einfache Enthärtung zur Verhinderung von Karbonatablagerung und die Entsalzung durch Ionenaustauscherharze für Anlagen mit Betriebsdrücken von ≥ 12 bar (s. Abb.1).

In Verbindung mit den gewählten Vorbehandlungen, werden dem Speisewasser von Dampferzeugungsanlagen auch Konditionierungsprodukte zugegeben, um Ablagerungen im Dampfkessel und den Verteilungsleitungen, oder deren Korrosion, zu verhindern. Solche Zusätze können auch die Ten-

denz zu Schaum- oder Blasenbildung vermindern und somit die Betriebssicherheit erhöhen.

Die Enthärtung als Vorbehandlung für Anlagen mit niedrigen bis mittleren Betriebsdrücken

Der Einsatz einer einfachen Enthärtung beschränkt sich im allgemeinen auf Anlagen mit mittlerem Betriebsdruck. Die Enthärtung ist eine einfache Vorbehandlung, die weder die Benutzung von gefährlichen Produkten bedingt (zur Regenerierung wird Kochsalz verwendet), noch umweltverschmutzende Abfälle verursacht.

Anders verhält es sich, wenn die im Wasser enthaltenen Hydrogencarbonate oder alle gelösten Salze entfernt werden sollen, also eine Entcarbonisierung oder Vollentsalzung durchgeführt wird.

Eine Enthärtung verändert den Mineralisationsgrad des Wassers nicht. Man kann davon ausgehen, dass dieses Verfahren nur die für die Carbonatablagerungen verantwortlichen Kalzium- und Magnesiumionen, gemäss ihrer Wertigkeit, durch Natriumionen ersetzt. Der Mineralisationsgrad des Wassers bleibt unverändert, ist jedoch oft der limitierende Faktor bei der Bestimmung der erlaubten Eindickung im Kessel. Um einen Betrieb unter der Grenzkonzentration zu garantieren, muss somit dem Mineralisationsgrad entsprechend verdünnt werden (Abschlämzung), was einem Verlust an Wärmeenergie und Konditionierungsmittel gleichkommt.

Nachteile der Entcarbonisierung oder Entsalzung über Ionenaustauscherharzen

Als wichtiger Punkt muss hier die zwingende Benützung von giftigen, gefährlichen und umweltverschmutzenden Produkten für die Regeneration solcher Harze erwähnt werden.

Um Sulfat- oder Kieselsäureablagerungen zu vermeiden und ein höheres Eindicken im Kessel zuzulassen, kann das Wasser mittels schwachsauren Kationenaustauschern entcarbonisiert werden. Bei diesem Verfahren werden chemische Produkte wie Salz- oder Schwefelsäure zur Regeneration verwendet. Dasselbe gilt auch für den Austausch der Kationen im ersten Teil der Entsalzung wo starksaure Kationenaustauscher in der H-Form angewendet werden. Bei der Vollentsalzung kommt zusätzlich noch Natronlauge für die Regeneration der Anionenaustauscherharzen zum Einsatz.

Diese Produkte sind nicht nur umweltbelastend und für den Betreiber gefährlich, sondern greifen auch viele, sich in deren Nähe befindlichen Materialien an. Hier sind hauptsächlich die korrosiven und ätzenden Dämpfe der Salzsäure zu vermerken.

Zusätzlich muss auch der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Entsorgung dieser giftigen und umweltbelastenden Produkte teuer ist. Die beim Regenerationsprozess anfallenden sauren oder alkalischen Lösungen müssen einer Neutralisationsanlage zugeführt werden.

Chemikalienverbrauch

Während des Einsatzes von Austauschharz für die Entsalzung von Wasser werden im Harz kontinuierlich die Ionen des behandelnden Wassers zurückgehalten und durch Na-Ionen ersetzt. Ist die Austauschkapazität erschöpft, muss der Harz regeneriert werden, um ihm die notwendige Aktivität zurückzugeben. Die Ausbeute dieses Prozesses ist leider oft weit von 100% entfernt. Im allgemeinen müssen Men-

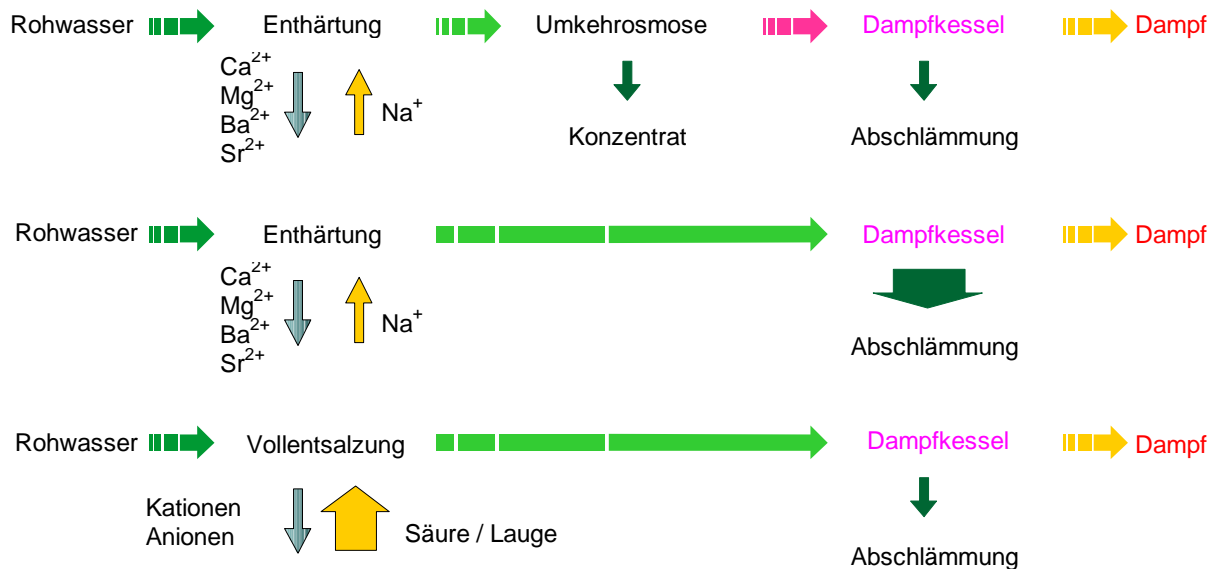


Abb. 1 VORBEHANDLUNGEN VON SPEISEWASSER ZUR DAMPFERZEUGUNG

gen an Säuren und Laugen verwendet werden, die 110, 150 oder bis 200% der Menge der auszutauschenden Mineralien entsprechen.

Wie schon erwähnt, ist die Arbeit mit den stark sauren oder stark basischen Regenerationslösungen, sowie deren Entsorgung nicht ganz unproblematisch und die Verwendung grosser Überschüsse zur Regeneration tragen noch zu einer Verschlechterung der Umweltverträglichkeit dieses Verfahrens bei.

Grenzen der Entsalzung durch Austauschharze

Im Wasser kolloidal vorhandene Teilchen können naturgemäss nicht gleich wie Ionen mit Austauscherharzen in Wechselwirkung treten, diese jedoch stark in ihrer Funktion beeinträchtigen und im Dampfkessel Blasenbildung verursachen oder durch chemische oder physikalisch-chemische Prozesse zu einer Schaumbildung führen. Mikroverunreinigungen, welche in vielen Wässern vorhanden sind und durch die Harze nicht zurückgehalten werden, können, durch die Einwirkung des Dampfes abgebaut werden und als Folgeprodukte den erzeugten Dampf verunreinigen. Organisches Material, welches auf der Harzoberfläche zurückgehalten wurde, wird zum Nährboden der in jedem Wasser enthaltenen Bakterien. Normalerweise handelt es sich um nicht-pathogene Bakterien,

die sich jedoch, abhängig von der Frequenz der Harzregeneration, mehr oder weniger schnell vermehren und das gesamte Leitungssystem sowie das Harz überwachen. Dies bedeutet eine Verminderung der Austauschkapazität und eine Erhöhung der Regenerationsfrequenz. Eine Enthärtung kann von Bakterienwachstum verschont werden, indem das Rohwasser leicht mit Chlor versetzt wird. Dies ist bei einer Entsalzung normalerweise nicht vorgesehen und hat zur Folge, dass durch Ionenaustauscher entsalztes Wasser oft stark verkeimt ist.

Für die Dampferzeugung kann dieser Vorgang ernsthafte Folgen haben. Bei einer starken Entwicklung der Bakterien kann deren Zerstörung und der Abbau ihrer Überreste im Dampfkessel sehr unangenehme Schaum- und Blasenbildung verursachen. Die Ausschüttung von Mineralstoffen und organischem Material durch die Zerstörung der Zellen hat eine Kontamination des Dampfes mit allen möglichen Produkten zur Folge.

Eine genügend gleichbleibende Qualität des vorbehandelten Wassers kann nur durch richtig programmierte Regeneration gewährleistet werden. Wird diese durch Messung der durchflossenen Wassermenge automatisch gesteuert ohne dass dabei die Wasserqualität regelmässig überprüft wird, so be-

steht das Risiko, nicht behandeltes Wasser den Verbrauchern zuzuführen, die eigentlich nur mit entsalztem Wasser arbeiten sollten.

Die Qualität des erzeugten Dampfes hängt in erster Linie von der Qualität des verwendeten Speisewassers ab. Starkbasische Anionenaustauscher, die für die Entsalzung von Wasser verwendet werden, setzen kontinuierlich und unabhängig ihres Alters, Amine und Phthalate frei. Diese mehr oder weniger wasserdampflichen Produkte gehen als Verunreinigungen in den Dampf über. Ein solcher Dampf kann unter keinen Umständen als Weissdampf bezeichnet werden.

Die Umkehrosiose

Die Umkehrosiose ist ein Verfahren zur Wasseraufbereitung, das sich halbdurchlässigen (semipermeablen) Membranen bedient, welche definitionsgemäss sehr durchlässig für Wassermoleküle, jedoch praktisch undurchlässig für mineralische und organische Inhaltstoffe sind.

Bei dieser Art Trennverfahren wird Rohwasser unter Druck entlang einer solchen Membran geführt. Auf seinem Weg tritt Wasser durch die Membran und wird auf der Sekundärseite als Permeat abgeführt. Auf der Primärseite bleiben die Inhaltsstoffe des Rohwassers in höherer Konzentration übrig und fallen

im sogenannten Konzentrat oder Retentat an. Die Umkehrosmose teilt also den Zulaufstrom in zwei Ströme auf : das gereinigte Permeat und das Konzentrat (s.Abb 2)

Das für Umkehrosmosemembranen verwendete Material (früher Celluloseacetat, heute meistens Polyamidderivate oder Composite-Materialien) ist sehr robust und setzt auch unter hoher Belastung keinerlei chemische Substanzen frei. Verschiedene solcher Materialien wurden von Organisationen wie dem Französische Gesundheitsministerium oder der U.S. Food and Drug Administration für Ihre Qualität zertifiziert und können als praktisch porenfrei angesehen werden.

Aus diesem Grund ist - falsche Montage oder Unfall ausgeschlossen - ein Durchtreten von Mikropartikeln, Kolloidteilchen, Bakterien und Viren sowie organische Verbindungen mit einem Molekulargewicht grösser als ca. 100 Dalton¹, weitgehend ausgeschlossen.

Diese Tatsache beruht auf der zusätzlichen Eigenschaft dieser Membranen, neben der Fähigkeit Salze zurückzuhalten, auch noch mehr als

für eine richtige Anwendung der Umkehrosmose.

Um ein optimales Arbeiten und ein unproblematischer Langzeitbetrieb zu garantieren, müssen Umkehrosmosemembranen mit einem vorbehandelten Wasser gespiesen werden. Dies kann mit einfachen Mitteln erreicht werden.

Die genaue Wahl und Abstimmung der einzusetzenden Vorbehandlungen sollte durch Spezialisten der Wasseraufbereitung durchgeführt werden, da sie sich neben theoretischen Aspekten, auch auf langjähriger praktischer Erfahrungen begründet.

Die klassische und einfachste Art eine Umkehrosmose zu betreiben, ist die Vorschaltung einer Enthärtung und einer, den physikalischen Eigenschaften des Rohwasser angepassten Filtration. Dadurch können Ablagerungen und Carbonatausfällungen auf der Membran vermieden werden.

Der Einsatz von modernen Membranen erlaubt eine Entsalzung von 98 bis 99%, in einem Umkehrosmoseschritt.

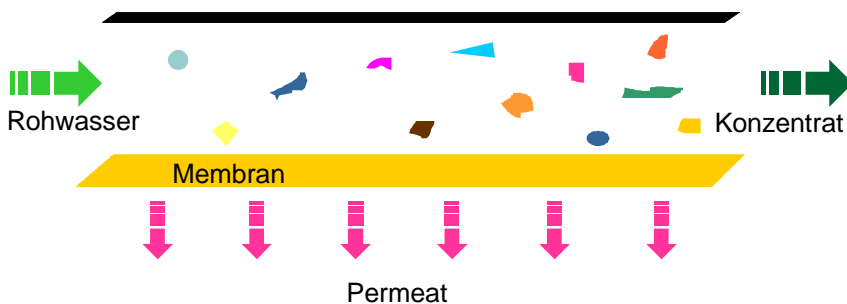


Abb. 2 UMKEHROSMOSE, EINE CROSS-FLOW FILTRATION

99% von organischen Mikroverunreinigungen wie Pestizide, Herbizide, Biozide allgemein, Detergenzien, phenolische Verbindungen u.a.m. zurückzuhalten.

Eine genaue Charakterisierung des zu reinigenden Wassers ist Voraussetzung

Für spezifische Anwendungen auf den Gebieten der Medizin, der pharmazeutischen Industrie, der Nahrungsmittelherstellung und besonders auch der elektronischen Industrie, kann das durch Umkehrosmose gereinigte Wasser, mit einer zweiten Stufe nachbehandelt werden. Dies so erhaltene Reinstwasser, enthält nur noch Spuren von Mineralien.

Beim Einsatz der Umkehrosmose als Aufbereitungsverfahren reduziert sich der Chemikalienverbrauch auf das Regeneriersalz (Kochsalz) für die Enthärtung, welches bekannterweise keine Probleme in Bezug auf Toxizität, Handhabung und Lagerung mit sich bringt.

Umkehrosmose und Dampferzeugung

Der einfache Betrieb und die umfassende Reinigungsleistung macht die Umkehrosmose zur idealen Methode der Vorbehandlung von Speisewasser für Heizungs- und Dampferzeugungsanlagen.

Betriebskosteneinsparungen durch hohe Eindickungsfaktoren im Dampfkessel.

Je nach Dampfgenerator müssen genaue Mineralisationsgrenzwerte eingehalten werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die einzuhaltenden Grenzwerte. Der Berechnung des Eindickungsfaktors wurde eine Mineralisation des zur Verfügung stehenden Wassers von 0.5 g/l zugrunde gelegt.

Die Abschlammung

Unter Abschlammung versteht man die Verwerfung eines Teiles des normalerweise zu hoch konzentrierten Betriebswassers und dessen Ersatz durch Frischwasser. Dieses Vorgehen kommt einer Verdünnung gleich und regelt sich aufgrund der relativen Menge produzierten Dampfes und des Eindickungsfaktors "C". Hier ist es wichtig zu vermerken, dass mit dem Wasser auch viel Wärmeenergie und eventuell auch Konditionierungszusätze verworfen werden.

Die Abschlammung A in t/h kann folgendermassen berechnet werden :

$$A = D_v / (C - 1) \quad (1)$$

¹ 1 Dalton = 1AMU (Atom Mass Unit)

wobei : D_v = Dampfverlust in t/h
 C = Eindickungsfaktor

Der theoretische Wert des Eindickungsfaktors ergibt $2 \text{ g} / 0.01 \text{ g} = 200$. Um bei annehmbaren m- rsp.

- Die mehr benötigte Wassermenge muss auch für die Umkehrosmose vorbehandelt werden, was ebenfalls Mehrkosten verursacht.

- Der Betrieb einer Umkehrosmose benötigt Hochdruckpumpen die elektrisch betrieben werden. Hier entstehen also noch zusätzliche Kosten für diese Methode.

- Eine einfache Enthärtung bedingt, wie schon oben dargelegt wurde, eine wesentlich höhere Abschlammmenge, was einem grossen Heizkostenunterschied entspricht.

Unter der Annahme eines Betriebes von 8 h pro Tag, von 5 Tagen in der Woche und von 46 Arbeitswochen pro Jahr berechnet sich die Einsparung an Kesselwasser als:

$$(2.667 - 0.333) \cdot 8 \cdot 5 \cdot 46 = \mathbf{4'294 \text{ m}^3/\text{Jahr}}$$

Mit einem Wasserpreis von Fr. 3.50 pro m^3 wären die jährlichen Einsparungen **Fr. 15'029.-**

Das Abschlammwasser bei 12 bar enthält 795 kJ/kg oder 795'490 kJ/ m^3 .

Mit einem mittleren Heizwert des Heizöls von 41'868 kJ/kg ergibt dies eine Einsparung von

$$795'490 \cdot 4'294 = \mathbf{3'415'834'060 \text{ kJ}}$$

Umgerechnet auf die Menge Heizöl entspricht dies

$$3'415'834'060 / 41'868 = 81'586 \text{ kg} \text{ oder } \mathbf{81.6 \text{ t Heizöl}}$$

Nimmt man einen mittleren Heizölpreis von Fr. 0.40 / kg entspricht dies einer Einsparung von

$$0.40 \cdot 81'586 = \mathbf{Fr. 32'634.-}$$

Die gesamten Einsparungen einer Umkehrosmose, im Gegensatz zum Einsatz einer einfachen Enthärtung ohne chemische Produkte, belaufen sich auf

$$15'029.- + 32'634.- = \mathbf{Fr. 47'663.-}$$

Grenzwerte für Kesselspeisewasser (0.5 g/l)		
Betriebsdruck bar	Max. Mineralgehalt g/l	Eindickungsfaktor
5 - 6	3 - 4	6 - 8
7 - 12	2.2	4 - 4.4
15 - 20	2	4
25 - 45	1	2
> 45	0.2- 0.5	

Tab.1

p-Werten zu bleiben, wird man sich mit Faktoren in der Grössenordnung von 25 - 30 begnügen.

Schon bei einem Faktor von 25 entspricht der Wasserverlust nur noch

$$8 / (25 - 1) = \mathbf{0.333 \text{ m}^3/\text{h}}$$

und ist also bereits 8 mal kleiner, was einer grossen Heizeneinsparung gleichkommt da die Wärmeenergie der Abschlammung normalerweise verloren ist.

Berechnen wir nun für die weiter oben beschriebene Dampferzeugung die Betriebskosten für beide Vorbehandlungsverfahren, so müssen dabei folgende Punkte berücksichtigt werden :

- Im Gegensatz zur einfachen Enthärtung ist die Vorbehandlung des Rohwassers für die Umkehrosmose grundsätzlich etwas teurer. Unsere Berechnungsgrundlage ist Fr. 0.50 für die Enthärtung und Fr. 0.75 für die Umkehrosmosevorbehandlung

- Mit einer hydraulischen Ausbeutung der Umkehrosmose von 75 % fällt 1/3 des benötigten Wassers (Permeat) als Konzentrat an, welches verworfen wird. Dies erhöht den Wasserkonsum der Umkehrosmose gegenüber der einfachen Enthärtung.

Berechnungsbeispiel

Folgendes Beispiel einer Dampfproduktion soll die Zusammenhänge erläutern :

Betriebsdruck : 12 - 15 bar

Speisewasser : enthärtet, mittlerer Salzgehalt 0.5 g/l, normale Konzentrationen von Chlorid-, Bikarbonat-, Sulfat- und Silikationen

Temperatur des Wassers im Dampfkessel bei 12 bar : 188° C

Effektiver Dampfverbrauch : 8 t/h

Mittlerer Eindickungsfaktor (Enthärtung) : 4 (2g / 0.5g)

Die Abschlammung berechnet sich nach Formel (1) und ist demzufolge, ausgedrückt in m^3/h :

$$8 / (4 - 1) = \mathbf{2.667 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Wird das Wasser mittels einer Umkehrosmose aufbereitet, werden mehr als 98% des Salzgehaltes im Konzentrat zurückgehalten und der Restsalzgehalt, Silikate inbegriffen, beträgt nur noch 10 mg/l, ist also 50 mal kleiner als nach einer Enthärtung.

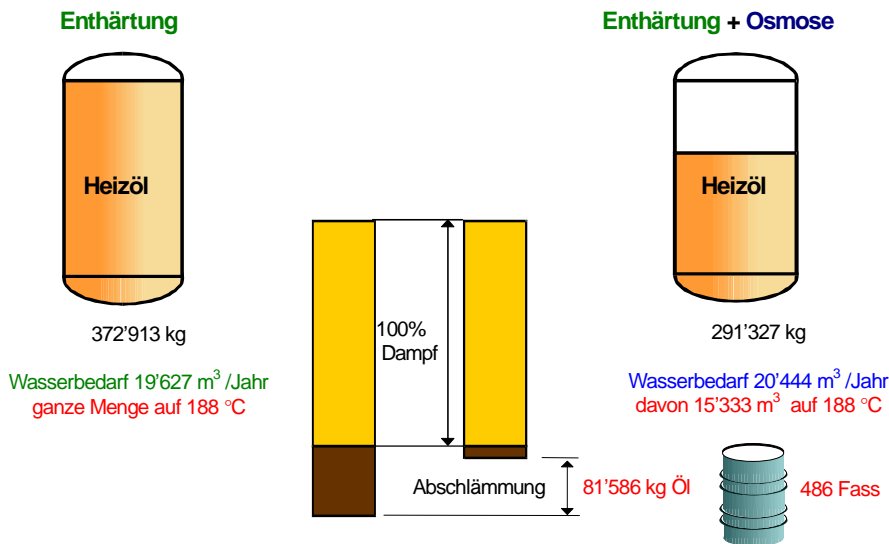


ABB. 3 KOSTENVERGLEICH DER VORBEHANDLUNGEN

Hier nun die Zusammenstellung für die effektiven Einsparungen durch den Einsatz einer Umkehrosmose (vgl. auch Abb. 3) :

Totale Einsparungen der Umkehrosmose: Fr. 47'663.-
 Totale Mehrkosten der Umkehrosmose: Fr. 27'548.-

Effektive Einsparungen: Fr. 20'115.-

Bemerkung :

Von diesen Einsparungen müssen noch die jährlichen Kosten an Verbrauchsmaterial abgezogen werden. Darunter fallen die Kosten für die Abnützung der Membranen, der Pumpen, und Kosten die von der Vorbehandlung und Filtration vor der Osmose sowie den physikalischen Eigenschaften des zur Verfügung stehenden Wasser abhängen.

Wenn der Kessel nur mit enthärtetem Wasser betrieben wird, erhöht sich der Wasserverbrauch durch höhere Abschlammung (s.oben) um ca. 4300 m³/Jahr. Diese erhöhte Menge an enthärtetem Wasser bedingt auch eine Erhöhung der Regenerierfrequenz und dadurch der Menge Wasser zur Regenerierung. Abhängig vom Härtegrad des verwendeten Wassers kann dies einer Menge von 150 bis 200 m³/Jahr entsprechen. Diese Menge könnte prinzipiell noch von der Menge verworfenen Konzentrates im Falle der Umkehrosmose abgezählt werden. Wir haben dies in unserm Beispiel der Einfachheit halber unterlassen. Die Kosten für das Regeneriersalz zum Betrieb der Enthärtung sind im Preis des enthärteten Wasser schon inbegriffen.

Der Einsatz einer Umkehrosmose zur Vorbehandlung bringt Betriebseinsparungen in der Grössenordnung von 20'000 Fr. Von diesem Betrag sind noch die, dem Unternehmen entsprechenden Amortisationskosten abzuziehen.

Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Umkehrosmose eine einfache und im Vergleich zu

Um der Wirklichkeit gerecht zu werden, müssen nun noch die Wasserverluste der Umkehrosmose berücksichtigt werden. Die Methode arbeitet mit einer mittleren Ausbeute von 75% und einem Verbrauch an elektrischer Energie von 1.8 kW/m³ produziertem Osmosewasser. Um 8 t/h Dampf zu erzeugen, beträgt die jährlich benötigte, durch Umkehrosmose vorbehandelte Wassermenge

$$8.33 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 8 \cdot 5 \cdot 46 = \mathbf{15'333 \text{ m}^3/\text{Jahr.}}$$

Mit einer Ausbeutung von 75 % fallen **5'111 m³** als Konzentrat an und werden verworfen.

Somit beläuft sich die jährlich benötigte Menge vorbehandelten Wassers auf $15'333 \text{ m}^3 + 5'111 \text{ m}^3 = \mathbf{20'444 \text{ m}^3}$

Demzufolge entstehen also drei zusätzliche Kosten.

1. Im Vergleich zu nur enthärtetem Wasser, kostet für die Umkehrosmose vorbehandeltes Wasser Fr. 0.25 mehr pro m³. Dies ergibt einen Unterschied von

$$20'444 \text{ m}^3 \cdot 0.25 \text{ Fr./m}^3 = \mathbf{\text{Fr. 5'111.-}}$$

2. Durch die Ausbeute von 75% werden 5'111 m³ mehr Wasser benötigt. Diese kosten

$$5'111 \text{ m}^3 \cdot 3.50 \text{ Fr./m}^3 = \mathbf{\text{Fr. 17'888.-}}$$

3. Der Mehrverbrauch an Wasser beträgt 818 m³. Hier müssen noch die Kosten der normalen Vorbehandlung berechnet werden.

$$818 \text{ m}^3 \cdot 0.50 \text{ Fr./m}^3 = \mathbf{\text{Fr. 409.-}}$$

Eine Umkehrosmose mit einem Betriebsdruck zwischen 15 und 20 bar und einer Produktion von 6 - 8 m³/h verbraucht ungefähr 1.35 kWh /m³ verbrauchtes Wasser.

Bemerkung :

Beim Einsatz von Umkehrosmosemembranen der letzten Generation erreicht man oft Werte in der Nähe von 0.75 kW/m³ produziertem Osmosewasser. Wir haben es jedoch vorgezogen, der Berechnung einen mittleren Wert allgemein üblicher Installationen zugrundezulegen.

Der jährlicher Verbrauch an elektrischer Energie beträgt

$$20'444 \text{ m}^3 \cdot 1.35 \text{ kWh /m}^3 = \mathbf{27'599 \text{ kWh}}$$

Mit einem kW-Preis von Fr. 0.15 entspricht dies

$$27'599 \text{ kWh} \cdot 0.15 \text{ Fr./kWh} = \mathbf{\text{Fr. 4'140.-}}$$

konventionellen Aufbereitungsmethoden kostengünstigere und die Umwelt weniger belastende Alternative der Wasseraufbereitung für die Dampfproduktion darstellt. Dies insbesondere im Hinblick auf die traditionell eingesetzten Ionenaustauscher mit dem Einsatz nicht zu vernachlässigender Mengen Säure und Lauge.

Für neue industrielle Anlagen wird der Wahl einer Methode mit umweltgerechterem Betrieb mehr und mehr Bedeutung zugemessen. Als ein ausserordentlich wichtiger Vorteil erscheint uns auch die Tatsache, dass mit Umkehrosmosewasser erzeugter Dampf als Weiss- oder Sterildampf angesehen werden kann.

Abgesehen von einer Enthärtung oder Entkarbonisierung (beides Verfahren zur nur teilweisen Entsalzung), ist die Umkehrosmose bis heute das einzige Verfahren, welches schon vorbehandlungsseitig

alle Bedingungen erfüllt, sterilen Dampf nach den Gesichtspunkten des Pharmazeuten, des Verantwortlichen einer Nahrungsmittelproduktion oder etwa zur Raumkonditionierung in Operationssälen oder Intensivstationen zu produzieren.

Im Unterschied zu einer Entsalzung über Austauscherharze garantiert eine Vorbehandlung durch Umkehrosmose auch bei Blasenbildung oder feinstem Mitriss von kondensierter Phase, dass keine thermophilen Bakterien, Sporen, Kolloidteilchen oder schwere Detergenzien (biologisch nicht abbaubar) anwesend sein können.

Die Anwesenheit solcher Teilchen kann zur Bildung von Zonen lokaler Überhitzung auf der Wasseroberfläche des Dampfkessels führen. Das dadurch erhöhte Risiko spontaner Blasenbildung wird durch die Verwendung von Umkehrosmosewasser entscheidend gesenkt.

Gleichermassen können Spuren von Reinigungsmitteln, organischer Substanzen, Bakterien, nicht ionisierte organometallische Verbindungen die alle von Austauscherharzen nicht zurückgehalten werden, Schaumbildung verursachen und den Mitriss eines grossen Teils des Wassers im Kessel verursachen. Ein solcher Unfall kann den Dampfkessel stark beschädigen und dadurch sehr kostspielige Folgen haben.

Das bei der Umkehrosmose anfallende Konzentrat kann ohne weiteres für andere Zwecke, bei denen der leicht erhöhte Salzgehalt nicht störend wirkt, wiederverwendet werden.

Aus allen diesen Gründen ist die Umkehrosmose heute die Methode der Wahl zur Aufbereitung von Speisewasser für die Dampferzeugung.



burkhalter & partner ag/sa
wassertechnik - technique de l'eau

Engelgasse 83
4020 Basel
Tel 061 313 31 00
Fax 061 313 66 19

Worblaufenstr. 155
3048 Worblaufen
Tel 031 921 29 11
Fax 031 921 56 49

Bd St-Martin 33
1800 Vevey
Tel 021 922 39 40
Fax 021 922 39 38

Seminarstrasse 69
5430 Wettingen 1
Tel 056 427 00 00
Fax 056 427 00 10
