



Foto: Clies SY Aww

Wird der Wassermacher in die Bodengruppe eingebaut, ist auf gute Zugänglichkeit für die Wartungsarbeiten zu achten.

Wasser marsch!

Aus Seewasser Trinkwasser zu machen ist ein alter Traum der Seefahrer. Mit modernen Entsalzungsanlagen machbar: keimfreies, sauberes Wasser in nahezu jeder gewünschten Menge und dazu weniger Gewicht an Bord. Handfeste Argumente für Wassermacher, deren Arbeitsweisen, Vor- und Vorurteile, Wartung und Pflege Georg Seifert vorstellt.

Wein können die Seewasser-Entsalzungsanlagen nicht aus der salzigen Flüssigkeit machen, mit der unsere Meere gefüllt sind, aber bestes Trinkwasser ohne Bakterien und Viren. Eine Erkenntnis vorab: Niemand benötigt zwingend eine Seewasser-Entsalzungsanlage für seine Yacht, es ist zumeist der Komfortgedanke der hier Wünsche weckt. Sofort nach der Installation ist bestes Trinkwasser in jeder benö-

tigten Menge zur Verfügung, selbst duschen ist möglich. Nicht zuletzt braucht kein Wasser fragwürdiger Qualität aus algengrünen Schläuchen getankt, oder mühsam in Kanistern mit dem Beiboot oder Handkarren an Bord geschleppt werden.

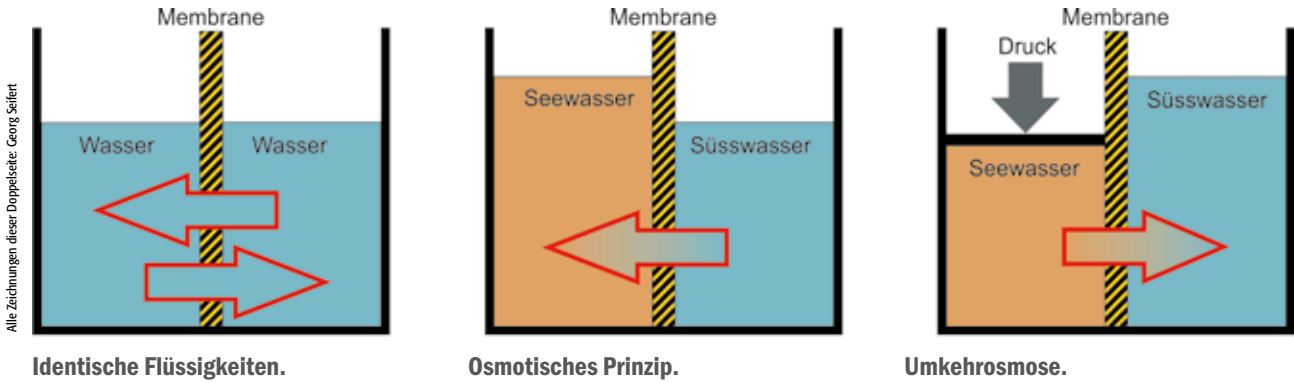
Der Einsatz von Entsalzungsanlagen beschränkt sich nicht nur auf Yachten und abgelegene Inseln; ganze Regionen erzeugen aus Seewasser Trinkwasser per Umkehrosmose,

ebenso Kreuzfahrt- und Berufsschiffe. Und natürlich lassen sich die Anlagen auch im Süß- und Brackwasser betreiben, man muss lediglich den Druck anpassen und gegebenenfalls Sandfilter zum Schutz vor Sedimenten vorschalten.

Osмосе

Seit fast 200 Jahren ist bekannt, dass zwischen zwei gleichartigen

Das osmotische Prinzip und die Umkehrosmose



Flüssigkeiten, getrennt durch eine halbdurchlässige (semipermeable) Membran, ein Austausch stattfindet. Theoretisch erklärt hat dieses Phänomen 1905 Albert Einstein mit seiner Arbeit „Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen“, wobei die Art und Weise der molekularen Bewegung bereits 1827 vom Schotten Robert Brown mikroskopisch beobachtet wurde (Brownsche Molekularbewegung). Ein anschauliches Beispiel aus dem Alltag: Setzen wir einen Rumtopf auf (Rum besteht überwiegend aus Wasser), Zucker und ganzen Früchten so sehen wir nach einiger Zeit, dass die Früchte schrumpfen. In diesem Beispiel ist die Haut der Früchte eine Membran, sie lässt Wasser durch. Nun hat die Lösung im Rumtopf einen höheren Zuckeranteil als die Frucht, und der osmotische Druck, man kann ihn auch verständlicher

vom osmotischen Zug bezeichnen, zieht nun Wasser aus der Frucht ab, um die Zuckerwasserlösung zu verdünnen. Dass lässt die Pflaume schrumpeln. Wenn Trinkwasser und Salzwasser per Membrane getrennt werden, wandern die Wassermoleküle von der Trink- auf die Salzwasserseite, denn diese haben einen spezifisch höheren osmotischen Druck und das Salzwasser wird bis zum Ausgleich des Druckunterschiedes verdünnt. Seewasser weist einen osmotischen Druck von rund 30 bar auf. Um nun Trinkwasser aus Salzwasser zu machen wird dieses Prinzip umgekehrt: Wir geben um die 50 bar Druck auf die Salzwasserseite und – voilà – erzeugen nahezu reines Wasser aus Seewasser. Dies Verfahren nennen wir Umkehrosmose, oder international üblich Reverse Osmosis. Anlagendie nach diesem Prizip arbeiten R/O-Anlagen oder schlicht Wassermacher. Oder,

weil Englisch im Wassersport heimisch ist, Watermaker. Alle hier genannten Anlagen arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Seewasser wird unter hohem Druck von 40 bis 60 bar gegen eine Membran gedrückt. Diese lässt neben H₂O nur geringe Mengen an Salzen durch. Schwermetalle, Kalk, Viren, Bakterien und sonstige Verunreinigungen können die Membrane, weil schlicht zu groß, nicht passieren. Um die recht geringen Mengen an wandernden Wassermolekülen zu maximieren wird die Membrane aufgerollt, vergleichbar mit einer Rolle mehrlagigem Toilettenpapier. Durch die enge Wicklung und den hohen Druck muss auf beiden Seiten der Membran ein Abstandhalter (Spacer) gesetzt werden, um den Fluss des Seewassers auf der Membranoberfläche aufrechtzuerhalten. Der Transport des Produktwassers (Trinkwasser) geschieht durch die innere Röhre. ▶

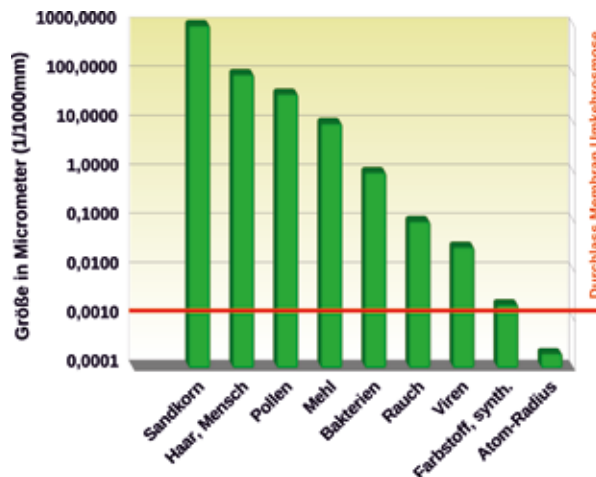
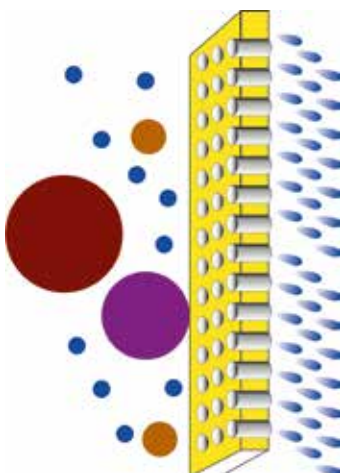
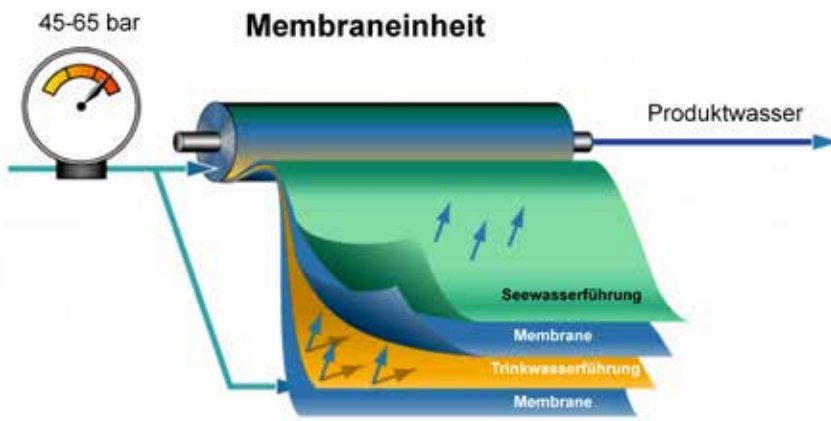


Abbildung links: Seewasser unter hohem Druck (linke Seite) diffundiert durch die Membrane, zu 99 % reines Wasser ist das Ergebnis.

Abbildung rechts: Logarithmische Darstellung der Partikelgrößen.



Zeichnung: Katarlyn, Foto: Georg Seifert

Links: Grafische Darstellung einer Membrane, rechts durchgeschnittene Membrane.

Produktwasser-Qualität

Wie steht es nun aus mit der „Gesundheit“ des selbst-produzierten Wassers? Allein das es Wassermacher seit mehr als 60 Jahren gibt, Raumfahrt ohne diese Maschinen undenkbar wäre und die Astronauten monatelang davon zehren, amerikanische Hersteller fünf Jahre Unbedenklichkeitsgarantie geben – reicht uns noch nicht.

Im Folgenden werden wir zunächst einige Fehlinformationen geradestellen, die leider auf Messen und in Foren nicht auszurotten sind. Festgestellt haben wir bereits das Produktwasser aus Umkehrosmoseanlagen Bakterien-, Viren- und Schwermetallfrei ist – schon mal ein gewichtiger Pluspunkt.

pH-Wert

Der pH-Wert ist eine Maßzahl für den sauren, neutralen oder basischen Charakter einer Flüssigkeit, in unserem Fall Wasser. Ein geringer pH-Wert bedeutet eine verdünnte Säure und greift unter anderem Metalle an. Im Haushalt liegen je nach Region 7,0 bis 8,5 an, freies Meerwasser hat einen pH-Wert von 7,9 bis 8,25, die Trinkwasserverordnung verlangt Werte von 6,5 bis 9,5. Ein Wassermacher ändert den pH-Wert des Wassers nicht relevant, er senkt ihn nur leicht. Bei Meerwasser liegen wir also im grünen Bereich und können Trinkwasser

aus Umkehrosmose problemlos und sorgenfrei genießen.

Mineralien und deren Mangel

Trinkwasser aus Entsalzungsanlagen ist kein destilliertes Wasser, denn ein gewisser, wenn auch sehr kleiner Anteil an Salzen passiert die Membran. Und selbst reines Aqua Destillata ist nicht, wie oft kolportiert, tödlich oder kritisch. Man müsste täglich mehr als 15 Liter destilliertes Wasser trinken, um eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes durch Verarmung des Körpers mit Elektrolyten zu beobachten.

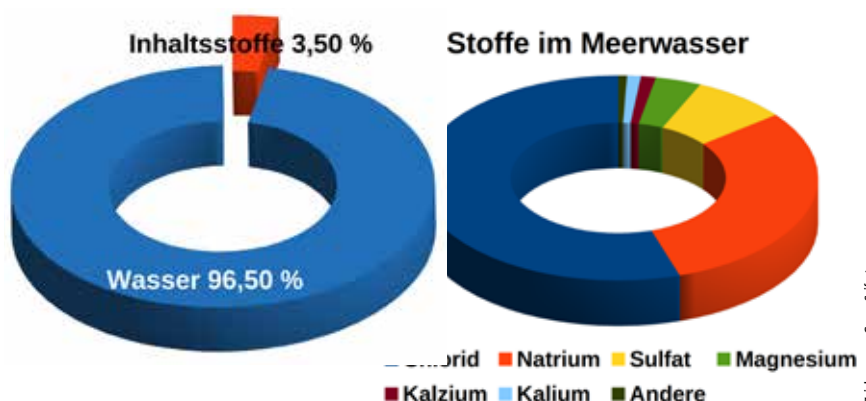
Oft wird auch befürchtet, dass das Produktwasser in irgendeiner Weise schädlich für den Organismus wäre weil mineralarm: Dem ist absolut nicht so. Denn auch unser Trink-

wasser, selbst das teure in Flaschen abgefüllte, enthält so gut wie keine Mineralien. Diese werden zudem im täglichen Leben über die feste Nahrung aufgenommen, nicht über das Trinkwasser. Also auch hier Entwarnung.

Betrieb

Nur ein Teil des Seewassers wird zu Trinkwasser produziert, so benötigt zum Beispiel eine Niederdruckanlage welche 30 Liter Trinkwasser erzeugt rund 300 Liter Seewasser dafür. Ein Grund ist das mit zunehmendem Salzgehalt der zur Umkehrosmose benötigte Druck steigt: Es macht also keinen Sinn das Seewasser „auszuquetschen“, es ist ja ausreichend verfügbar. Der Entsalzer benötigt zudem einen „Flow“ eine

Bestandteile des Meerwassers



Zeichnungen: Georg Seifert



Foto: Claudia Krenberger

Fahrtenyachten werden häufig mit Wassermachern ausgerüstet, was Gewicht spart und Stauraum frei hält.

definierte Strömung auf der Membranoberfläche, die auch Ablagerungen fortschwemmt.

Je kälter das Seewasser desto dichter ist es, folglich muss auch der benötigte Druck steigen und umgekehrt; je wärmer das Wasser ist desto weniger Druck wird benötigt. Das hat aber Grenzen: Mit steigender Temperatur wird die Membrane durchlässiger. So erklärt sich auch die Empfehlung der Membranhersteller, dass eine Arbeitstemperatur von 40 Grad Celsius nicht überschritten werden soll. Folglich scheidet der Maschinenraum für die Installation eines Wassermachers respektive bei modularen Anlagen dessen Membranpaketes aus.

Mit steigendem Salzgehalt steigt auch der benötigte Druck, vice versa ist beispielsweise in der Ostsee mit geringem Salzgehalt nur wenig Druck vonnöten. Von daher ist ein Manometer an den Membranen ein Muss, denn 60 bar sollten nicht überschritten werden. Im Normalbetrieb im Mittelmeer oder Atlantik sind es um die 45 bar die ein Wassermacher zum Erreichen seiner Soll-Leistung benötigt, in der Ostsee nur um die 15 bis 25 bar. Zu hoher Druck auf die Membranen lässt deren Lebensdauer erheblich

senken, denn sie sind nur für den angegebenen Leistungsbereich konstruiert. Weiter würde der Salzgehalt im Produktwasser (produziertes Trinkwasser) steigen, die Salze auf der Membranoberfläche könnten nicht mehr so gut vom Flow fortgespült werden. Würde ich auf der Ostsee oder anderen salzarmen Gewässern die Membrane mit 60 bar belasten würde die Produktwassermenge stark ansteigen und die Öffnungen in der Membran sich weiten.

Aus all dem folgt das ich Druck und Produktionsmenge im Auge behalten muss, gegebenenfalls den Druckregler (konventionelle Hochdruckanlagen) justieren muss.

Bei der Katadyn Power Survivor 40E ist dies aufgrund der geringen Wassermenge und Einkolben-Pumpe nicht nötig, hydraulische Anlagen sind Output-gesteuert und regeln sich selbst ein. Auch die Dreikolbenanlagen gibt es mit selbsttätiger Regulierung, die sind dann aber elektronisch gesteuert was die Kosten deutlich erhöht.

Bei Stillstand der Anlage ohne Druck kommt es zur Übertragung von Salzen auf die Trinkwasserseite. Das bedeutet nichts Schlimmes, nur die ersten Liter Produktwasser sind dann halt leicht salzig. ►



Fahrtsegeln: Sauberes Wasser an jedem Ort, jederzeit, in jeder benötigten Menge liefert ein ausreichend dimensionierter Wassermacher.

Bei größeren Mengen produziertem Trinkwasser in den Tank fällt dies meist gar nicht auf.

Kontrolle

Die Beobachtung des Arbeitsdruckes und der Produktmenge sind entscheidende Größen. Der Druck wird am Manometer abgelesen, welches die meisten Anlagen haben, die Produktmenge ist einfach zu errechnen indem aus gegebenem Tankinhalt und vergangener Zeit die Leistung pro Stunde ermittelt wird. Noch besser ist die Installation eines Zweiwegehahne am Produktwasser-erauslass. Hiermit kann zwischen Spülbecken und Trinkwassertank umgeschaltet werden. So sind die ersten noch salzhaltigen Liter einfach zu „entsorgen“ und gleichzeitig die Produktmenge festgestellt: Ein Gefäß mit bekanntem Inhalt wird gefüllt, die Zeit gestoppt und die Leistung in Liter pro Stunde hochgerechnet. Diese Probe ist gleichzeitig ein Test der Wasserqualität: Denn wenn die Membrane Risse aufweisen sollte, was äußerst selten durch Verschleiß vorkommt, sondern zumeist wegen zu hohem Arbeitsdruck, so vermeide ich den Wassertank mit Seewasser zu

befüllen. In Gewässern mit starkem Vulkanismus (Santorin, Liparische Inseln etc.), schon am Faule-Eier-Geruch erkennbar, dass das Seewasser mit gelöstem Schwefelwasserstoff verunreinigt sein muss. In diesem Revier wird der Wassermacher stark riechendes Wasser produzieren. Ein Testauslauf in die Spüle ist immer



Sauberer, gut zugänglicher Montageort.

anzuraten.

Wichtig ist auch die allgemeine Sichtkontrolle: Leckt es irgendwo, steht Luft in den Zuleitungen, gibt es Korrosion? Wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass wir hier über Hochdruckanlagen sprechen, die zudem ein aggressives Medium, nämlich Seewasser, verarbeiten. Fast alle Wassermacher lecken irgendwann, wenn auch erst nach Jahren. Hier sollte umgehend Abhilfe geschaffen werden: Die Verbindungen vorsichtig nachsetzen oder besser noch direkt mit neuen Dichtungen versehen.

Wahrschau!

Relativ unempfindlich können die Membranen und der Wassermacher zwei Dinge nicht ausstehen: Öl und Chlor. Öl verstopft in Sekunden die Membranen, und da sie nicht zu reinigen sind wird der erforderliche Austausch teuer. Also niemals im Hafen betreiben, und auch auf hoher See ist Ausschau nach Ölteppichen zu halten: Ich kenne einen Segler der mitten auf dem Atlantik durch eine Öllache fuhr ...

Chlor frisst Löcher in die Membranen und schädigt auch den Wassermacher. Von daher nie mit Wasser von Land spülen oder reinigen, sondern nur das selbst produzierte

Foto: Raimann Australia

Foto: SLICE Aquabase



Die beiden manuell betriebenen Entsalzer von Katadyn. Oben der .06 mit 1 l/h, unten der 35 mit 5 l/h.

Fotos: Katadyn

Wasser nutzen oder an Land große Flaschen stilles Wasser kaufen – das gibt es in südlichen Gefilden in gallonengroßen Kanistern. Man kann sich auch behelfen indem man das zum Spülen benötigte Wasser über einen Aktivkohlefilter leitet: Der nimmt das Chlor auf. Im Gegensatz zu Öl verursacht Chlor keine sofortigen Schäden, die sind eher schleichend, wenn zum Beispiel der Wassermacher über Wochen und Monate nicht genutzt wird.

Für uns Nordleute wichtig: Eine Entsalzungsanlage enthält Wasser, auch Süßwasser, und muss daher für den Winter bei Frostgefahr vorbereitet werden. Hier gibt es

Membran-unschädliche nicht-korrosive Frostschutzmittel, mit denen der Wassermacher einschließlich Pumpe befüllt wird. Auf keinen Fall Frostschutz aus dem Kfz-Zubehör verwenden, das ist nicht lebensmittelgerecht und greift die teure Anlage an!

Prinzipien

Eine Vielzahl an Herstellern und Geräten gibt es am Markt, in den letzten Jahren hat sich mit steigendem Komfortbedürfnis und aus hygienischen Gründen die Zahl der Anbieter explosionsartig vermehrt. Wir beschäftigen uns ►



Der PowerSurvivor 40E ist in 12 Volt und 24 Volt erhältlich. Er lässt sich nach einfacher Demontage des Motors auch manuell betreiben.

Fotos: Katadyn



Die Mehrkolben-Hochdruckpumpe von Aquatec mit haus-eigenem Kopf aus 1.4462 Edelstahl.

Mehrkolben-Hochdruckpumpen

Die weltweit mit Abstand am meisten verkauften Wassermacher im Bereich bis zu um die 300l/h arbeiten mit einer Dreikolben-Hochdruckpumpe, angetrieben durch 12/24 Volt-Gleichstrom, 110/240 Volt-Wechselstrom oder gar 400 Volt. Entwickler dieser Pumpen war die Firma CAT aus St. Paul, Minnesota, USA, deren Inhaber Steve Bruggeman 1968 mit der Produktion von Hochdruckpumpen für Hochdruckwäscher begann. Wassermacher mit dieser Art Pumpe sind

zunächst mit den Unterschieden in der Arbeitsweise, denn das Prinzip ist immer gleich: Druck und Flow müssen aufgebaut werden. Weiter verwenden nahezu alle Hersteller Membranen von DOW Filmtec, so ist auch die Wartung und Pflege der Membranen identisch, siehe unter Wartung.

Einkolben-Maschinen

Diese älteste Version gibt es nur noch von Katadyn / Spectra, und alte Hasen kennen noch den Produktnamen PUR Survivor. Seit mehr als 30 Jahren auf dem Markt gibt es heute nur noch die 40E mit knapp 6l/h, sowie zwei handbetriebene Geräte .09 und 35 mit 1l/h und 4.5l/h. Bei der 40E treibt ein getriebeunter-setzter Elektromotor einen Kolben an, der den notwendigen Druck aufbaut. Diese Maschine ist äußerst simpel aufgebaut, und wird, weil zudem ein Handbetrieb möglich ist, immer noch gerne für die kleine Crew nur zur Wasserversorgung gekauft. Sie benötigt bei 12 Volt 4 Ah, was als Vergleichswert rund 8 Wh pro Liter erzeugtem Trinkwasser ausmacht. Katadyn / Spectra als globaler Player hat weltweit Servicemöglichkeiten, die Ersatzteilversorgung auch für ältere Modelle kann als gut bezeichnet werden. Die Wartung beschränkt sich auf die regelmäßige Schmierung der Kolbenstange mit einem Silikon-Schmiermittel, alle 1.000 Stunden sind die Dichtungen zu wechseln.



Die zur Installation erforderliche Teile.

Beide Fotos dieser Seite: Aquatec Wassermacher



Hydraulische Niederdruckanlage von SLCE. Die zugehörige Förderpumpe kann im Motorraum verbaut werden.

recht energiehungrig, aber eben auch zuverlässig und relativ preiswert.

Die Preise beginnen hier bei rund 4.500 Euro für eine Anlage von 30l/h, dann ist es eine einfache mit einem Manometer und einer manuellen Druckregelung. Am Markt sind auch schön verkleidete Anlagen mit automatischer Überwachung, Sensorik und Flowmeter – das treibt den Preis und die potentielle Ausfallanfälligkeit allerdings nach oben. Hier muss sich der Eigner entscheiden.

Nehmen wir eine Anlage aus dem Low-Budget-Bereich mit 50l/h zu 5.000 Euro so benötigt diese bei 12 Volt 31bis 38 Ah, mithin um die 7.5 bis 9.1 Wh pro erzeugtem Liter Trinkwasser. An technischer Wartung fällt einmal jährlich ein Ölwechsel an der Hochdruckpumpe an, weiter ist der Keilriemen, welcher vom E-Motor aus die Hochdruckpumpe betreibt, regelmäßig zu kontrollieren. Ausnahme hier Aquatec und Echo-tec: Beide setzen auf Direktantrieb ohne Riemen.

Hydraulische Niederdruckanlagen

Seit mehr als 20 Jahren gibt es Wassermacher die speziell auf niedrigen Energiebedarf hin konstruiert wurden und sich somit perfekt für eine Segelyacht mit niedriger Batteriekapazität eignen, zudem diese auch sehr leise arbeiten. Die Entwicklung wurde vornehmlich von Spectra USA vorgenommen

und basiert darauf mittels simpler Hydraulik den notwendigen Druck zu erzeugen. Es wird ein niedriger Druck von 5 bar auf einen großen Stempel aufgebracht, der wiederum einen kleineren antreibt und so zur Druckvervielfachung dient. Weiter wird trickreich der aufgebaute Druck hinter der Membran zur Energierückgewinnung genutzt. So bekommen wir die erforderlichen hohen Drücke, interessanterweise mit dem niedrigsten Energiebedarf. Die Anlagen benötigen nur wenige bewegte Teile, die zudem durch das Seewasser geschmiert werden.

Ein einfacher Wassermacher mit 35l/h benötigt bei 12 Volt 11 Ah, somit nur rund 3,8 Wh pro Liter Trinkwasser – für circa 6.490 Euro. Nachteil ist hier der Preis. Was- ►



Rainman aus Australien: Der mobile Wassermaker.



Die Hochdruckpumpe einer Echotec oben auf dem Motorblock montiert.

ermacher sind keine Massenware und entsprechend teuer. Wartung gibt es bei diesen Anlagen nicht, es sei denn es kommt zu einer Undichtigkeit – aber das gilt für alle Anlagentypen.

Mobile Entsalzungsanlagen

Beginnend mit den kleinen Spectra .06 und 35, beide mit reinem Handbetrieb und einem Liter beziehungsweise 4.5 Liter Trinkwasserproduktion pro Stunde. Die .06 ist für die Rettungsinsel, für einen Liter Trinkwasser sind eine Stunde lang 60 Hübe pro Minute zu leisten. Auch die 35 ist für den Notfall gedacht: Es bedarf schon eiserner Muskeln und eines noch härteren Willens um damit seinen Trinkwasserbedarf zu befriedigen. Die .06 kostet 995,00 Euro, die 35 2.195,00 Euro.

RainMan

Eine interessante Variante kommt aus Australien: Mobile Wassermacher mit bis zu 140 l/h Leistung mit wahlweise 12-, 110- oder 230-Volt oder mit Honda-Viertakt-Motorantrieb. Die Basis dieser Entwicklung war sicher für den Katastropheneinsatz und die militärische Nutzung ge-

dacht, wir können diese Anlagen aber auch sehr gut an Bord nutzen. Der Hauptvorteil liegt darin dass keine Installation benötigt wird: Gut für den wechselnden Einsatz auf verschiedenen Yachten. Und so sind auch Charterunternehmen und Freundeskreise häufig Kunden dieser Maschinen.

Es handelt sich um Anlagen mit konventionellen Dreikolben-Hochdruckpumpen, deren Komponenten gibt es in jeder Leistungsstufe und relativ preiswert. Ist ein Generator an Bord bietet sich das 110/230Volt-Modell an, es macht entweder 60l/h (ab 4.790,00 Euro) oder 120l/h (5.490,00 Euro) je nach Ausführung. Die 12-Volt-Anlage produziert bauartbedingt leider nur 30l/h und ist mit einem Preis von 4.990,00 Euro teurer als der direkte Wettbewerb – dafür aber mobil ohne Installation. Für Yachten ohne Generator mit hohem Wasserbedarf bietet sich das Modell mit Honda-4-Takter an: Es macht ebenfalls 60l/h (ab 5.590,00 Euro) oder 120l/h (6.490,00 Euro). Sprit für den Außenborder, falls 4-Takter, ist häufig an Bord.

Die technische Wartung ist gleich den Mehrkolben-Hochdruckanlagen.

Antrieb durch Hauptmaschine

Eine weitere Variante ist der Antrieb der Hochdruckpumpe durch die Hauptmaschine, vornehmlich auf großen Yachten mit ebensolcher Crew, also hohem Trinkwasserbedarf installiert. Ansatzpunkt ist hier, dass die Hauptmaschine immer läuft, wenn Energie benötigt wird. Der



Eine andere Montagemöglichkeit: Echotec, diesmal unter dem Motor.

Befei Fotos dieser Seite: Echotec

Abgriff der notwendigen Kraft zum Betreiben der Hochdruckpumpe erfolgt, ähnlich wie bei der Montage der motorseitigen Lichtmaschine, über Keilriemen.

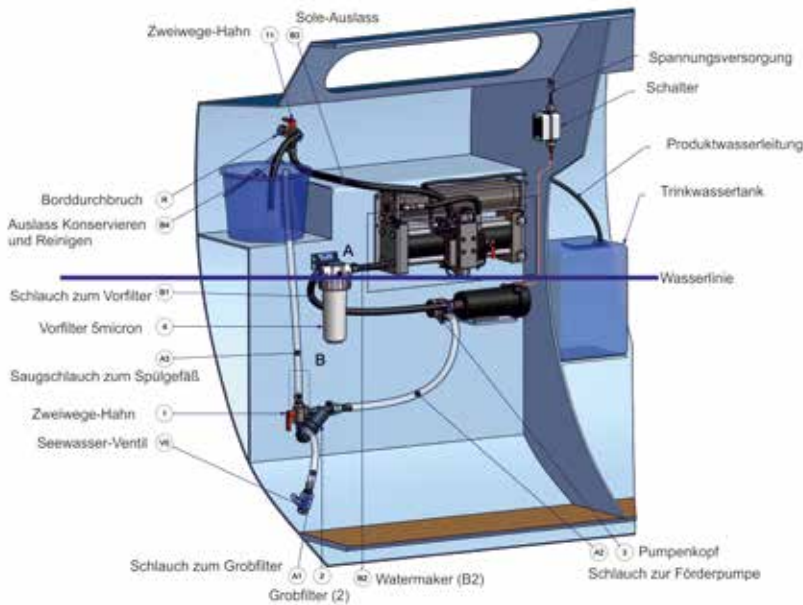
Erforderlich dafür ist die Montage einer Doppelriemenscheibe, denn in aller Regel ist kein Antriebsrad für die Pumpe frei. Dann muss die Hochdruckpumpe, ähnliche Ausmaße wie die bereits erwähnte Limaschine, noch am Motor befestigt werden. Nun haben wir die Pumpe montiert, fehlen noch Zu- und Abwasserleitungen und nicht zu vergessen die Membraneinheit. Wie schon erwähnt dürfen die Membranen nicht im warmen Motorraum platziert werden, also sind hier (lange) Hochdruckschläuche notwendig die angefertigt werden wollen. Letztlich verfügt der Motorantrieb über eine elektromagnetische Kupplung, denn der Wassermacher soll ja nur wenn benötigt mitlaufen. Also auch noch eine schaltbaren Spannungsversorgung vom Salon zum Motorraum legen. Per Saldo also in aller Regel ein Auftrag für den Bootsmechaniker oder die Werft, ohne großen Werkzeugpark und Fachkenntnis kaum selbst zu machen.

Es hat allerdings den Vorteil das kein Elektroantrieb der Hochdruckpumpe vonnöten ist und die Energiebilanz so geschont wird. Weiter ein Preisvorteil bei hoher Leistung durch den Wegfall des elektrischen Motors. Und natürlich ist die Montage auch an einem, wenn vorhanden, Generator denkbar.

Eines muss noch bedacht werden: Werden während des Betriebs des Wassermacher Manöver unter Motor gefahren führt dies zu Drehzahl- und somit Druckänderungen. Echotec hat aus diesem Grund ein automatisches Druckregelventil installiert um Belastungsspitzen abzufangen. Anbieter solcher Anlagen sind Echotec und SLCE.

Wartung

Kommen wir zur allfälligen Wartung: Genau wie jede Maschine benötigt auch der Entsalzer ein gewisses Maß an Pflege, soll er lange und störungsfrei arbeiten. Eines ►



Installationsbeispiel einer modularen Niederdruckanlage.



Zeichnung: SICE und Georg Seifert, Foto: SICE Aquabase

Installation im Katamaranrumpf.

vorangestellt: Alle nachgenannten Prozeduren erfolgen drucklos, also mit geöffnetem Regelventil!

Spültank oder Eimer?

Wir benötigen immer sauberes Wasser zum Spülen oder Reinigen, am besten das welches der Wassermacher selbst produziert hat, und ein Spülgefäß was gereinigt werden kann. Ganz pragmatisch empfehle ich einen simplen 10-Liter-Eimer. Die Prozeduren sind einfach, wie auch das Betätigen der Umschaltventile per Hand. Jeder Hersteller bietet auch mehr oder weniger umfangreiche elektronische Steuerungen an, und bei größeren Anlagen auf Luxusyachten macht dies womöglich auch Sinn: Wir sprechen hier aber von der Fahrtenyacht wo ein Budget von Relevanz ist, zudem die Zeit und Muße vorhanden ist sich mit der Anlage zu beschäftigen – es ist nicht viel zu tun! Letztlich zwingt einen die manuelle Betätigung auch dazu sich die Installation genauer anzuschauen: Leckt es irgendwo, habe ich Luftblasen in den Schläuchen, ist alles in Ordnung? Wähle ich einen Wassermacher mit Automatik, Fernbedienung für Funk-

tionen wie beispielsweise das Spülen mit Süßwasser nach Nutzung und automatischem Auslass der ersten Liter bis zur Trinkwasserqualität mittels Salinitätssensors und womöglich eigenem Spültank – so bedingt das einen deutlichen Mehraufwand an Installation und Kosten.

Spülen

Grundsätzlich sollte die Anlage nach jeder Benutzung kurz mit Trinkwasser gespült werden, um Fouling und das Absetzen von Ablagerungen zuverlässig zu vermeiden. So kann der Wassermacher ein paar Tage, die Hersteller sprechen von fünf bis sieben Tagen, bis zum nächsten Einsatz ohne weitere Konservierung stehen bleiben.

Nach Befüllen des Tanks wird der Wassermacher abgeschaltet, ein Eimer mit 10 Liter reinem Trinkwasser gefüllt und per Zweiwegeventil mit einem Schlauch statt aus dem Seewasereinlass aus dem Eimer angesaugt. Einschalten, die 10 Liter nach draußen blasen (Zweiwegeventil), den Wassermacher endgültig abstellen. Das war es bis zum nächsten Einsatz. Diese Prozedur kann beliebig oft wiederholt werden falls ich doch

länger als geplant in einem Hafen liege und den Wassermacher dort nicht nutzen kann oder will. Natürlich kann auch das bordeigene Trinkwassersystem Wasser liefern um den Wassermacher zu spülen: Wichtig ist nur, dass das Wasser sauber, keimfrei und vor allem ohne Chlor ist. Zur Sicherheit ist es ratsam einen Aktivkohlefilter vorschalten. Zur Verdeutlichung folgende Schemazeichnung einer einfachen hydraulischen Anlage ohne Schnickschnack, analog gilt dies auch für Hochdruckanlagen. Wir sehen hier auch gut wie der grundsätzliche Aufbau einer Entsalzungsanlage und deren Installation sein sollte, hierzu später mehr.

Konservieren

Steht ein längerer Stillstand des Wassermachers an, beispielsweise weil ich die Yacht längere Zeit verlasse, ist eine Konservierung der Anlage notwendig. Hier wird wie oben beschrieben der Eimer oder Spültank mit 10 Liter Trinkwasser befüllt, ein Biozid hinzugefügt, umgerührt, und diese Lösung durch das Gerät gespült. So kann der Entsalzer bis zu einem Jahr stehen,

ohne von Fouling betroffen zu werden. Genauso erfolgt dann für die Überwinterung in kalten Gefilden notwendige Befüllung mit einem geeigneten Frostschutzmittel, nach der Konservierung.

Beim nächsten Einsatz sind die ersten Liter Produktwasser nach außenbords oder über die Testleitung zu entsorgen.

Reinigen

Eine Reinigung der Membranen mit Chemikalien ist nur selten erforderlich, im ersten Jahr normalerweise gar nicht und ansonsten einmal jährlich vor dem Einwintern.

Im Laufe der Zeit setzen sich die Poren der Membrane mit Ablagerungen zu, die Produktmenge wird kleiner respektive der zum Erreichen der Nennleistung benötigte Druck steigt. Die Membranoberfläche zu reinigen, geschieht in der Regel durch Einsatz zweier Chemikalien: Ein alkalischer Reiniger (Lauge) welcher organische Beläge (Pflanzenreste, Kleinstlebewesen etc.) entfernt, im zweiten Gang wird eine saure Lösung angesetzt die die mineralische Ablagerungen wie Kalk löst.

Nach dem gleichen Schema funktioniert die Reinigungsprozedur, nun sind aber die Zweiwegehähne so schalten, dass der Spülkreislauf vom Eimer über die Pumpe durch den Wassermacher und wieder zurück in den Eimer geht. Zunächst wird der alkalische Reiniger angesetzt (Menge nach Herstellervorgabe in einem 10-Liter-Gefäß auflösen). Dieser muss 15 bis 20 Minuten in der Anlage zirkulieren. Danach wird die Lauge außenbords gepumpt und das Gerät mit Frischwasser durchgespült.

Im zweiten Gang wird die saure Lösung angesetzt, die ebenfalls 15 bis 20 Minuten im Wassermacher zirkulieren muss. Wieder mit Frischwasser spülen – die Ablagerungen sollten entfernt sein und die Nennleistung wieder erreicht werden. Ein Hinweis: Niemals die beiden Mittel mischen, das gibt eine unerwünschte chemische Reaktion!

Rückspülen im eigentlichen Wortsinne gibt es nicht und wäre auch technisch gar nicht möglich.

Auswahl

Eingedenk der Tatsache, dass die Lebensdauer bis zu einer Überholung je nach Modell zwischen 2.500 bis 5.000 Stunden liegt macht es wenig Sinn eine kleine Maschine zu kaufen, die dann jeden Tag stundenlang laufen müsste. Weiter sind die Kosten auch hier schon recht hoch, die Katadyn 40E kostet mit knapp 6 l/h bereits 3.300,00 Euro. Letztlich wird ein Wassermacher heute in der Regel nicht für die Trinkwasserversorgung gekauft, sondern vornehmlich aus Komfortgründen, um mehr oder weniger oft duschen zu können und aus hygienischen Gründen. Wir reden hier über Entsalzer zwischen 30 bis 120 l/h, die heute einen Großteil des Yachtmarktes bedienen. Ist Energie im Überfluss vorhanden oder ein Generator, der alle paar Tage ein paar Stunden läuft, ist eine Standardanlage mit Mehrkolbenpumpe die bessere Wahl – bei gleicher Leistung schlicht deutlich günstiger als eine hydraulische Anlage. Ist Energie und Autarkie ein großes Thema, sollte eine Niederdruckanlage werden, mit Tränen in den Augen wegen des Preises. Will ich in absehbarer Zeit die Yacht wechseln oder teile ich mir die Anlage mit Freunden oder im Charterbetrieb ist der RainMan eine gute Wahl.

Bei allen Geräten ist es ratsam auf die verwendeten Komponenten zu achten: Sind es qualitativ hochwertige Bauteile? Wie sieht es mit der Bauweise aus, macht die Anlage einen sauber aufgebauten durablen Eindruck? Sind die verwendeten Bauteile von namhaften Herstellern? Die Membranen kommen bekanntlich zu 90 % von Filmtec, da gibt es kaum Abweichungen. Das Internet und soziale Medien sind hier wie so oft keine große Hilfe: Die Masse der zufriedenen Kunden äußert sich nicht, die relativ wenigen unzufriedenen ergeben häufig ein falsches Bild. Aussagekräftiger sind Webseiten der Langfahrtsegler: Hier finden sich fundierte Erfahrungsberichte, oft sogar mit Bildern von der Installation. Soll meine Reise weit in die Ferne gehen kommt auch die Frage nach Auslandsvertretungen oder gar ►

Servicestellen auf: Das können meist nur die großen Hersteller anbieten, was sich auch im Preis bemerkbar macht.

Fahre ich mit Gästen oder gar Charter kann auch die Frage nach einer qualitätsgesicherten Produktion und Zertifikaten der Klassifizierungsgesellschaften von Relevanz sein: Wir sprechen hier immerhin von einer lebensmitteltechnischen Anlage. Auch hier hat dies einen Preisaufschlag zur Folge.

Letztlich die Frage des Bedienkomforts: Bediene ich die Anlage manuell oder möchte ich eine automatische Spüleinrichtung, Touchscreen mit Leistungsdaten und mehr? Muss der Eigner entscheiden, die Hersteller bieten jedwede Ausbaustufe an.



Foto: SLCE Aquabag

Installation

Fassen wir die wichtigsten Punkte für die Installationsplanung zusammen:

- Zunächst ist die Art der Anlage, dann die Auswahl eines Herstellers, dann das Gerät selbst auszuwählen – in Abhängigkeit von den Installationsmöglichkeiten an Bord und der gewünschten Leistung.

Die Einbaumöglichkeiten an Bord sind vielfältig, wobei große Yachten meistens weniger Möglichkeiten bieten als Fahrenyachten. Das Foto zeigt den Einbau unter dem Rundsofa auf einem Katamaran.

Anbieter von Wassermachern

Eine kleine Auswahl der am deutschen Markt aktiven Anbieter:

Aquatec

Die Herstellung der Entsalzungsanlagen ist in Glückstadt angesiedelt, die Fertigung findet in einer 250-Quadratmeter-Gewerbehalle statt. Die Besonderheit sind die eigengefertigten Köpfe der Hochdruckpumpen aus hochbeständigem Edelstahl 1.4462, deren Basis ist Interpump / Italien.

Direktvertrieb. Mail: info@aquatec-watermaker.de

Website: www.aquatec-watermaker.de

Echotec

Michael Bauza betreibt in Chaguaramas, Trinidad eine Firma zur Herstellung von Entsalzungsanlagen zwischen 32 l/h und 1.100 l/h. Bekannt geworden sind die Echotec-Watermaker durch ihre robuste Technik und einen guten Preis.

Direktvertrieb und durch zahlreiche internationale Händler

Mail: info@echo-marine.com, Website: www.watermakers.de

Fehlemann – Pure Water

Heinz Fehlemann sitzt in Büren, die Produktion seiner Entsalzungsanlagen geschieht im eigenen Haus. Weiter vertreibt er Watermaker von SeaRecovery, einem großen kalifornischen Hersteller.

Direktvertrieb. Mail: purewater@watermaker.de

Website: www.watermaker.de

Katadyn – Spectra

Einer der großen Hersteller mit weltweitem Vertriebsnetz. Katadyn mit Sitz in der Schweiz kommt aus der Wasseraufbereitung, bekannt durch das große Outdoor-Sortiment vom Taschenfilter bis zu Entkeimungsmitteln. 2001 hat Katadyn die amerikansche PUR Survivor

mit Entsalzungsanlagen von 1 bis 25 l/h übernommen, im Zuge der Übernahme von Spectra 2015 das Programm gekürzt. Spectra ist ein großer US-Hersteller von Entsalzungsanlagen und bekannt durch die Entwicklung der hydraulischen Niederdruckanlagen.

Vertrieb: Viele Fachhandelspartner in D-A-CH.

Mail: info@katadyn.de Website: www.katadyn.de

Rainman

Aus Australien kommt die junge Firma Rainman Desalination (2012), die mobile Entsalzungsanlagen herstellt. Das Konzept, Wassermacher mobil zu machen, gipfelte in dem mit einem Honda-Motor angetriebenen Modell Rainman Petrol. Mittlerweile werden die 230-Volt-Modelle am meisten verkauft, neu das 12-Volt-Modell.

Vertrieb in D-A-CH: info@shipshop.de Website: www.shipshop.de

Mail: info@rainmandesal.com Website: www.rainmandesal.com

SLCE

Ein weiterer weltweit tätiger Anbieter aus Frankreich, dessen Wurzeln in der Berufsschiffahrt liegen. So sind die meisten verkauften Anlagen größer als 200 l/h, die Bandbreite geht bis zur 50.000 l/h-Anlagen für Kreuzfahrtschiffe. 2005 wurde die ebenfalls französische LIVOL übernommen, seitdem findet die Produktion von hydraulischen Anlagen bis 110 l/h ebenfalls unter dem Dach von SLCE statt.

Vertrieb in D-A-CH: info@shipshop.de Website: www.shipshop.de

Mail: info@slce.net Website: www.slce.net

Eine Suche im Internet nach dem Stichwort Wassermacher oder Watermaker findet umgehend weitere 20 Hersteller, weltweit werden es sicher mehr als 50 sein.

- Ein- und Ausgänge müssen NICHT über separate Borddurchbrüche verfügen, sie können per T-Stück und Absperrventil von bestehenden Ein- und Auslässen abzweigelt werden. Hier eignen sich für den Seewasser-Einlass im Besonderen die Salzwasserpumpe an der Spüle, der Toiletten-Spülwassereingang, oder die Entwässerung des Cockpits bei klassischen Yachten sofern tief genug unter der Wasserlinie. Diese Leitung sollte so kurz wie möglich sein. Die Nutzung des Eingangs zur Motor-kühlung ist bei Maschinenbetrieb unmöglich! Die Maschine benötigt derartige Mengen Seewasser, dass nichts mehr für den Wassermacher übrigbliebe, der entstehende Unterdruck wäre zu groß.

Der Soleausgang: Toilettenabgang, Spüle oder andere können gut genutzt werden. Die Leistungslänge braucht beim Auslass nicht beachtet werden: Am Auslass liegt der volle Druck des Wassermachers an, er bläst das schon raus.

Gleiches gilt für den Auslass des Produkt-/Trinkwassers: Gut ist ein Zweiwegehahn auch hier mit Abgang zur Spüle zum Testen, der andere Ausgang geht zum Trinkwassertank.

- Der Seewassereinlass muss so tief wie irgend möglich liegen. Er muss einen Grobfilter haben, um ungewünschte Fremdkörper fernzuhalten.
- Die Pumpe von hydraulischen Anlagen sollte unterhalb der Wasserlinie liegen, ansonsten würde diese Luft ziehen können und der Impeller verbrennen. Ist dies nicht sicher gegeben muss eine sogenannte Booster- oder Förderpumpe vorgeschaltet werden. Bei Mehrkolbenanlagen bedarf es einer Förderpumpe, die Hochdruckpumpe selbst wird dann von dieser versorgt.
- Die Membraneinheit gehört NICHT in den Maschinenraum – es sei denn er ist wirklich groß und gut belüftet und die Temperatur übersteigt nicht 40 Grad Celsius.
- Alle Komponenten sollten aufsteigend angeordnet sein: So kann eingedrungene Luft, bei starkem Seegang durchaus möglich, nach oben hin entweichen. Schwanhälse in den Leitungen sind unbedingt zu vermeiden!

Habe ich die Planung grob abgeschlossen geht es an die Installation, hier ein Beispiel für eine konventionelle Dreikolben-Hochdruckanlage mit Fernbedienung und automatischer Frischwasserspülung. Wieder dient der Eimer der Illustration – es kann auch ein separater Spültank sein. Zeichnung: Installationsbeispiel einer Mehrkolbenanlage mit automatischer Spülung

Für die Techniker unter den Lesern hier als Blockdiagramm, Mehrkolben-Anlage:

Beispiele

Die eigentliche Installation, weiß man um die Bedürfnisse einer Entsalzungsanlage und die Möglichkeiten auf dem eigenen Schiff, geht an einem Wochenende – handwerkliches Geschick vorausgesetzt. Hier zur Illustration ein paar Beispiele:

Unter den Salonbänken

Große Yachten haben oft erstaunlich wenig Platz für zusätzliche Installationen, da bieten sich die Stauräume unter den Sitzbänken oder Kojen an.

In der Bilge

Beim Langkieler eine gute Option: Wichtig hier, dass die Bilge trocken ist und man gut an Filter und Anschlüsse heranreicht, und auch das Manometer noch einsehen kann.

Nasszelle

Eine gute Wahl ist der Nassbereich: Neben Toilette und/der Dusche gelegen hat es bereits alle notwendigen Anschlüsse. Hier wurden Pumpen und Stromversorgung unter die Bodenbretter geschoben, der Wassermacher und die Vorfilter sind im Duschaum gut erreichbar und stören nicht sonderlich.

Stauraum im Kat

Großen Yachten oder Mehrrümpfern verfügen oft über begehbare Stauräume, die sich gut für die Installation eines Wassermachers eignen. 