

KÜHLVORRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung zur Kühlung einer Flüssigkeit,
5 insbesondere Wasser, mit einem vertikalen Kühlturm. Sie betrifft ferner
eine Membrandestillationsanlage mit einer mehrstufigen Membrandestilla-
tionsvorrichtung und einer solchen Kühlvorrichtung.

Bei Nasskühltürmen, wie sie beispielsweise in Kraftwerken eingesetzt wer-
10 den, wird das abzukühlende Wasser über eine große Oberfläche mit einem
möglichst dünnen Film verrieselt. Um eine möglichst gute Verteilung des
Wassers auf den Rieselflächen zu erreichen, können dem Wasser Netzmit-
tel zugegeben werden.

15 In Naturzugkühltürmen entsteht durch warmes Wasser, das dem Kühl-
turm in einem oberen Bereich zugeführt und auf seinem Weg nach unten
durch Verdampfung abgekühlt wird, ein Aufwind. Dabei strömt Luft mit
den Umgebungsparametern Druck, Temperatur und Feuchte von unten in
den Kühlturm. Die Luft verlässt den oberen Bereich des Kühlturms an der
20 Sättigungsgrenze.

Bei den bisher üblichen Kühltürmen kann es durch nasse, warme Ober-
flächen zu einem Wachstum von Organik im Kühlturm kommen. So kön-
nen sich bei bestimmten Betriebsbedingungen unter anderem Legionellen
25 entwickeln, was nur durch die Verwendung von Desinfektionsmitteln oder
durch eine deutliche Verschiebung des pH-Werts verhindert werden kann.

Das in dem Kühlturm eingebrachte Rohwasser enthält Inhaltsstoffe wie beispielsweise Mineralien. In bestimmten Fällen soll im Kühlturm eine möglichst hohe Aufkonzentration der mit dem Rohwasser eingebrachten Inhaltsstoffe erreicht werden, um den Frischwasserbedarf zu reduzieren

5 und auch um die Absalzwassermenge, die erforderlich ist, um die Konzentration der Wasserinhaltsstoffe im Kühlturmwasser nicht über einen bestimmten Grenzwert ansteigen zu lassen, klein zu halten. Dabei bestimmt die Gefahr eines so genannten Scaling, nämlich der Bildung von mineralischen Ablagerungen, den Grenzwert der Konzentration. Dieser
10 Grenzwert kann nun zwar durch die Verwendung von Antiscalents nach oben verschoben werden. Mit solchen Antiscalents wird jedoch das Absalzwasser zusätzlich belastet. Dies gilt sowohl für Naturzugkühltürme als auch für zwangsbelüftete Nasskühltürme.

15 Es sind auch bereits so genannte indirekte Kühltürme bekannt, bei denen das Wasser nicht in direkten Kontakt mit der Luft kommt sondern durch Trennwände wie beispielsweise Rohre von der Luft getrennt ist. Derartige Kühltürme sind stets zwangsbelüftet, d.h. es wird mittels eines Gebläses Luft über die trockenen Oberflächen geblasen. Solche Kühltürme errei-
20 chen nicht die unteren Temperaturen eines durch Verdunstung gekühlten Nasskühlturms. Da keine Temperaturänderung durch Phasenwechsel wie bei der Verdunstung entsteht, sind auch die Oberflächen deutlich größer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Kühlvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei der die zuvor angeführten Probleme beseitigt sind. Dabei soll der Wärmetauschvorgang an möglichst trockenen Oberflächen erfolgen, wobei trotz der trockenen Wärmetauscherflächen die thermische Flächenleistung eines herkömmlichen Nasskühlturms erreicht werden soll. Ferner soll eine Membrandestillati-

onsanlage mit einer solchen Kühlvorrichtung angegeben werden, in der die Kühlvorrichtung mit Vorteil genutzt wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Kühlvorrichtung mit
5 den Merkmalen des Anspruchs 1. Erfindungsgemäß wird somit eine Kühlvorrichtung zur Kühlung einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, vorgeschlagen, die einen vertikalen Kühlturm umfasst, dem die abzukühlende Flüssigkeit in einem oberen Bereich zugeführt und aus dem die abgekühlte Flüssigkeit in einem unteren Bereich abgeführt wird. Dabei wird die
10 Flüssigkeit in dem Kühlturm durch ein von unten nach oben strömendes Kühlgas, insbesondere Luft, abgekühlt. In dem vom Kühlgas durchströmten Gasraum des Kühlturms ist wenigstens ein Einbau vorgesehen, in dem die Flüssigkeit geführt ist. Dabei umfasst ein jeweiliger Einbau wenigstens einen Flüssigkeitskanal, der zumindest teilweise durch eine beid-
15 seitig dampfdurchlässige, flüssigkeitsdichte Membranwand vom Gasraum des Kühlturms getrennt ist.

Aufgrund dieser Ausbildung ist einerseits sichergestellt, dass der Wärmetauschvorgang an trockenen Oberflächen erfolgt, während andererseits
20 trotz dieser trockenen Oberflächen die thermische Flächenleistung eines herkömmlichen Nasskühlturms erreicht wird. Der bzw. die Einbauten wirken als Verdunster, deren Oberflächen die nach unten strömende Flüssigkeit von dem von unten nach oben strömenden Kühlgas trennen.

25 Ein Wachstum von Biologie auf den Oberflächen der als Verdunster wirkenden Einbauten wird vermieden. Die definierten Oberflächen der Einbauten sind für eine gezielte chemische Reinigung gut zugänglich. Da sämtliche Oberflächen der Einbauten definiert zugänglich sind, kann der Einsatz von Chemie gering gehalten werden, wobei eine optimale Gleich-
30 verteilung der betreffenden chemischen Reinigungsmittel sichergestellt ist.

Da die chemische Reinigung zur Vermeidung der Gefahr eines Scalings an definierten Flächen erfolgen kann, ist eine höhere Aufkonzentration der Kühlturmflüssigkeit möglich.

- 5 In dem vom Kühlgas durchströmten Gasraum des Kühlturms können insbesondere mehrere vertikal aufeinander folgende, in Reihe geschaltete Einbauten vorgesehen sein.

- 10 Bevorzugt umfasst wenigstens ein Einbau mehrere parallel geschaltete, sich vorzugsweise jeweils allgemein vertikal erstreckende Flüssigkeitskanäle. Dabei können die parallel geschalteten Flüssigkeitskanäle insbesondere horizontal nebeneinander angeordnet sein.

- 15 Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung ist wenigstens ein Einbau vorgesehen, der mehrere parallel geschaltete, horizontal nebeneinander angeordnete Flüssigkeitskanäle umfasst, die jeweils auf wenigstens zwei einander gegenüberliegenden Seiten durch eine Membranwand, insbesondere Flachmembran, vom Gasraum des Kühlturms getrennt sind, wobei ein jeweiliges Paar von
20 horizontal benachbarten Flüssigkeitskanälen einander zugewandte Membranwände, insbesondere Flachmembranen, aufweist, die seitlich einen Gaskanal begrenzen, durch den Kühlgas des den Gasraum beaufschlagenden Kühlgasstroms hindurchströmt.

- 25 Dabei kann ein jeweiliger Einbau vorteilhafterweise mehrere miteinander verbundene Rahmenelemente umfassen, wobei die Funktionseinheiten Flüssigkeitskanal und Gaskanal jeweils in Form eines solchen Rahmenelements vorgesehen sind.

Die Rahmenelemente sind bevorzugt mit Stegstrukturen versehen und über diese Stegstrukturen miteinander verbunden.

Die Rahmenelemente können jeweils mit einem insbesondere gitterartigen Abstandshalter versehen sein.

Bevorzugt ist die zwischen einem jeweiligen Flüssigkeitskanal und einem jeweiligen diesem benachbarten Gaskanal vorgesehene Membranwand einem der beiden betreffenden aneinandergrenzenden Rahmenelemente zugeordnet.

Bei den bevorzugten Stegstrukturen, über die die einzelnen Rahmenelemente miteinander verbunden werden können, kann es sich beispielsweise um Schweißstegstrukturen oder Klebestrukturen handeln, über die die Rahmenelemente miteinander verschweißt bzw. verklebt werden. Im Fall von Schweißstegstrukturen kann zur Verbindung der Rahmenelemente beispielsweise ein Reibschweißverfahren, Laserschweißverfahren und/oder Heizelementschweißverfahren angewandt werden.

Die vertikal aufeinander folgenden, in Reihe geschalteten Einbauten sind bevorzugt so miteinander verbunden, dass deren Flüssigkeitskanäle jeweils vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind.

Dies könnte nun zwar beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der Flüssigkeitsabfluss abgedrosselt und eine Wassersäule aufgebaut wird. Die Wassersäule würde allerdings dazu führen, dass eine jeweilige Membran im unteren Bereich des Kühlturms infolge des höheren statischen Drucks einer höheren Druckbelastung ausgesetzt wäre als im oberen Bereich des Kühlturms.

Insbesondere zur Reduzierung dieser Druckbelastung sind gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung vertikal benachbarte Einbauten jeweils über einen Rücklaufkanal miteinander verbunden, der zwischen einem in einem unteren Bereich eines Flüssigkeitskanals des in Strömungsrichtung der Flüssigkeit betrachtet vorangehenden Einbaus vorgesehenen Flüssigkeitsauslass und einem in einem oberen Bereich eines Flüssigkeitskanals des darauf folgenden Einbaus vorgesehenen Flüssigkeitseinlasses angeordnet und ausgehend vom Flüssigkeitsauslass des vorangehenden Einbaus zunächst zumindest bis zum obersten möglichen Flüssigkeitsniveau in diesem Einbau nach oben geführt ist.

Durch das Nachobeneführen des Rücklaufs im Flüssigkeitsauslass des vorangehenden Einbaus zumindest bis zum obersten möglichen Flüssigkeitsniveau ist sichergestellt, dass der oder die flüssigkeitsführenden Flüssigkeitskanäle eines jeweiligen Einbaus jeweils vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind.

Dabei kann der Rücklaufkanal insbesondere nach Art eines U-Rohres ausgeführt sein. Hierbei umfasst der obere Bereich des Ablaufteils des nach Art eines U-Rohres ausgeführten Rücklaufkanals vorteilhafterweise einen Kanalabschnitt, der zumindest teilweise von einer weiteren vorzugsweise wieder beidseitig dampfdurchlässigen, flüssigkeitsdichten Membranwand begrenzt ist, die einerseits mit der Flüssigkeit und andererseits mit dem Gasraum des Kühlturms in Kontakt kommt. Damit ist sichergestellt, dass bei frei ablaufender Flüssigkeit unter Vermeidung eines Flüssigkeitsrückstaus über die Kühlturmhöhe an einem jeweiligen Einbau des Kühlturms stets nur maximal die Höhe der Flüssigkeitssäule eines Kühlturmeinbaus die jeweilige Membranwand belastet.

Es ist also beispielsweise eine Führung der Kühlturmflüssigkeit in einer U-Rohr-Vorrichtung nach dem Durchströmen der jeweils durch wenigstens eine Membranwand begrenzten Flüssigkeitskanäle möglich, bei der die U-Rohr-Vorrichtung ein nach oben führendes Rohr mit einer 180°-

5 Umlenkung, einem Fallrohr und einer hydrophoben, mikroporösen Membran umfasst. Die aus einem jeweiligen Kühlturmeinbau austretende Flüssigkeit wird so weit nach oben geführt, dass die jeweils durch wenigstens eine Membran begrenzten Flüssigkeitskanäle des Kühlturmeinbaus stets vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind. Die Fallrohre sind so dimensioniert, dass sie nie vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind und es somit
10 nicht zu einer Addition des hydrostatischen Drucks der Kühlturmeinbauten von oben nach unten kommt. Damit im Stillstand das Fallrohr leer laufen kann, ist die U-Rohr-Vorrichtung in ihrem oberen Bereich vorteilhafterweise mit einem Stück mikroporöser, hydrophober Membran ausgestattet, die dampf- und insbesondere luftdurchlässig ist. Damit ist ge-
15 währleistet, dass beim Abschalten des zu kühlenden Wassers sich die Fallrohre entleeren können und umgekehrt bei einer Inbetriebnahme sich kein Gas- bzw. Luftpolster aufbauen kann, da das Gas bzw. die Luft über die Membran sowohl ausströmen als auch einströmen kann.

20

Die erfindungsgemäße Membrandestillationsanlage zeichnet sich durch die Merkmale des Anspruchs 14 aus. Erfindungsgemäß wird somit eine Membrandestillationsanlage mit einer mehrstufigen, einem Verdampfer, mehrere Kondensations- und Verdampfungsstufen sowie einen Kondensa-
25 tor umfassenden Membrandestillationsvorrichtung zur Aufkonzentration einer Flüssigkeit und einer erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 vorgeschlagen. Dabei wird die aufzukonzentrierende Flüssigkeit dem den Kondensator der Membrandestillationsvorrichtung und die Kühlvorrichtung umfassenden System zugeführt. Die
30 Kühlvorrichtung ist der Membrandestillationsvorrichtung zur Vorkonzent-

ration der Flüssigkeit vorgeschaltet. Dem Kondensator wird während der Vorkonzentration abgekühlte Flüssigkeit aus der Kühlvorrichtung als Kühlfluid zugeführt.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Membrandestillationsanlage umfasst der Kondensator der Membrandestillationsvorrichtung einen Dampfraum sowie einen von diesem durch eine Kondensationswand getrennten Kühlfluidkanal, der während der Vorkonzentration Teil eines den bzw. die Einbauten der Kühlvorrichtung umfas-
- 10 sendenden Kühlmittelkreislaufs ist, in dem als Kühlmittel die aufzukonzentrierende Flüssigkeit zirkuliert.

Mit den Kühlturmeinbauten ergeben sich somit insbesondere aus der Kombination Kühlung und Aufkonzentration der Flüssigkeit mögliche

15 neue Prozesse. Von Vorteil ist hierbei insbesondere die mögliche Aufkonzentration von salzhaltigen Wässern unter Verwendung des Nasskühlturms mit trockenen Oberflächen als Vorkonzentrator.

Eine mehrstufige, einen Verdampfer, mehrere Kondensations- und Ver-

20 dampfungsstufen sowie einen Kondensator umfassende Membrandestillationsvorrichtung zur Aufkonzentration einer Flüssigkeit ist beispielsweise aus der WO 2007/054311 bekannt.

Bei einer solchen Membrandestillationsvorrichtung wird unter Einsatz von

25 thermischer Energie Flüssigkeit verdampft und wieder kondensiert. Beim Verdampfen der Flüssigkeit verdampfen bei gegebener Temperatur die jeweiligen Bestandteile bei einem von dieser Temperatur abhängigen Dampfdruck, so dass einzelne Bestandteile auskondensiert werden. Die verdampfte Flüssigkeit wird vom Dampfraum durch eine mikroporöse,

30 dampfdurchlässige, jedoch flüssigkeitsundurchlässige Membran getrennt.

Durch Temperatur- bzw. Dampfdruckunterschiede zwischen der aufkonzentrierenden Flüssigkeit und dem Dampfraum entsteht an der Grenzfläche zwischen der aufkonzentrierenden Flüssigkeit und der Membran Dampf, der durch die Membran hindurchtritt.

5

Insbesondere zur Reduzierung der Ströme der aufzukonzentrierenden Flüssigkeit sowie des Dampfes kann eine jeweilige nachfolgende Kondensations- und Verdampfungsstufe mit ihrem Dampfraum unmittelbar an die Membranwand der vorangehenden Kondensations- und Verdampfungsstufe angrenzen, wobei die Membranwand den Flüssigkeitskanal der vorangehenden Kondensations- und Verdampfungsstufe von dem Dampfraum der nachfolgenden Kondensations- und Verdampfungsstufe trennt.

10

Der Verdampfer kann beispielsweise einen Heizfluidkanal, einen Flüssigkeitskanal für die aufzukonzentrierende Flüssigkeit, eine den Heizfluidkanal vom Flüssigkeitskanal trennende Tauscherwand und eine den Flüssigkeitskanal auf der der Tauscherwand gegenüberliegenden Seite begrenzende Membranwand umfassen, wobei eine erste Kondensations- und Verdampfungsstufe mit ihrem Dampfraum unmittelbar an die Membran des Verdampfers angrenzen und diese Membranwand somit dem Flüssigkeitskanal des Verdampfers von dem Dampfraum der ersten Kondensations- und Verdampfungsstufe trennen kann. Der Kondensator kann, wie bereits ausgeführt, beispielsweise einen Dampfraum, einen Kühlfluidkanal und eine den Dampfraum vom Kühlfluidkanal trennende Kondensationswand umfassen. Mit seinem Dampfraum kann der Kondensator vorteilhafterweise unmittelbar an die Membranwand der letzten Kondensations- und Verdampfungsstufe angrenzen, so dass diese Membranwand den Flüssigkeitskanal der letzten Kondensations- und Verdampfungsstufe von dem Dampfraum des Kondensators trennt.

15

20

25

30

Kondensation und Verdampfung können zumindest im Wesentlichen inertgasfrei und in einer jeweiligen nachfolgenden Kondensations- und Verdampfungsstufe mit einem niedrigeren Druck- und Temperaturniveau als in der vorangehenden Kondensations- und Verdampfungsstufe erfolgen. Die aufzukonzentrierende Flüssigkeit kann zur Absenkung deren Absolutdrucks mit Unterdruck beaufschlagt sein, wobei der Absolutdruck der aufzukonzentrierenden Flüssigkeit in einem jeweiligen Flüssigkeitskanal der Membrandestillationsvorrichtung bis zu dem der Flüssigkeitstemperatur in diesem Flüssigkeitskanal korrespondierenden Siededampfdruck abgesenkt ist. Die Dampf Räume der Kondensations- und Verdampfungsstufen und des Kondensators können zur Absenkung deren Absolutdrucks unter den Umgebungsdruck mit Unterdruck beaufschlagt sein. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Membrandestillationsvorrichtung kann der Absolutdruck in einem jeweiligen Dampfraum zumindest im Wesentlichen bis zum Dampfdruck der über die angrenzende Membranwand benachbarten aufzukonzentrierenden Flüssigkeit und zusätzlich um den sich beim Strömen des Dampfs durch die angrenzende Membranwand ergebenden Differenzdruck abgesenkt sein. Der Unterdruck in einem jeweiligen Dampfraum entspricht also bevorzugt zumindest im Wesentlichen dem Dampfdruck der über die angrenzende Membranwand benachbart aufzukonzentrierenden Flüssigkeit, erhöht durch den sich beim Strömen des Dampfs durch die Membranwand ergebenden Differenzdruck, wobei zu beachten ist, dass ein erhöhter Unterdruck einem abgesenkten Absolutdruck entspricht.

Im Übrigen kann die Membrandestillationsvorrichtung beispielsweise so ausgeführt sein, wie dies in der WO 2007/054311 beschrieben ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Kühlvorrichtung,
- 5 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Einbaus des Kühlturms mit mehreren parallel geschalteten, sich vorzugsweise jeweils allgemein vertikal erstreckenden Flüssigkeitskanälen,
- 10 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Einbaus des Kühlturms mit einem nach Art eines U-Rohres ausgeführten Rücklaufkanal,
- Fig. 4 eine schematische Vorderansicht einer beispielhaften
15 Ausführungsform eines Rahmenelements, das als Flüssigkeitsrahmen einsetzbar ist,
- Fig. 5 eine schematische Vorderansicht einer beispielhaften
20 Ausführungsform eines Rahmenelements, das als Kühlgasrahmen einsetzbar ist,
- Fig. 6 eine schematische, perspektivische auseinandergezogene Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines mehrere Rahmenelemente beispielsweise gemäß
25 den Fig. 4 und 5 umfassenden Einbaus des Kühlturms,
- Fig. 7 eine schematische perspektivische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines z.B. für einen

Kühlgasrahmen bestimmten gitterartigen Abstandshalters, und

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer mehrstufigen Membrandestillationsvorrichtung sowie eine Kühlvorrichtung umfassenden Membrandestillationsanlage.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer Kühlvorrichtung 10 zur Kühlung einer Flüssigkeit 12, beispielsweise Wasser, mit einem vertikalen Kühlturm 14, dem die abzukühlende Flüssigkeit 12' in einem oberen Bereich 16 zugeführt und aus dem die abgekühlte Flüssigkeit 12" in einem unteren Bereich 18 abgeführt wird.

Die Flüssigkeit 12 wird in dem Kühlturm 14 durch ein von unten nach oben strömendes Kühlgas 20, beispielsweise Luft, abgekühlt. Dabei kann dem Kühlturm 14 im unteren Bereich beispielsweise Zuluft und/oder Umgebungsluft zugeführt werden. Aus dem oberen Bereich des Kühlturms 14 tritt dann entsprechend Abluft oder befeuchtete Luft aus. Zur Erhöhung der Kühlleistung können im unteren Bereich des Kühlturms 14 ein oder mehrere Ventilatoren 90 vorgesehen sein, was eine Zwangsbelüftung mit sich bringt.

In dem vom Kühlgas 20 durchströmten Gasraum 22 des Kühlturms 14 ist wenigstens ein Einbau 24 vorgesehen, in dem die Flüssigkeit 12 geführt ist. Dabei umfasst ein jeweiliger Einbau 24 wenigstens einen Flüssigkeitskanal 26, der zumindest teilweise durch eine beidseitig dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand 28 vom Gasraum 22 des Kühlturms 14 getrennt ist.

Wie anhand der Fig. 1 zu erkennen ist, können in dem vom Kühlgas 20 durchströmten Gasraum 22 des Kühlturms 14 mehrere vertikal aufeinander folgende, in Reihe geschaltete Einbauten 24 vorgesehen sein.

5

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines Einbaus 24 des Kühlturms 14. Danach kann ein jeweiliger Einbau 24 mehrere parallel geschaltete, sich vorzugsweise jeweils allgemein vertikal erstreckende Flüssigkeitskanäle 26 umfassen. Dabei können die Flüssigkeitskanäle 26 wie dargestellt insbesondere horizontal nebeneinander angeordnet sein.

10

Wie in der Fig. 2 dargestellt, kann ein entsprechender Einbau 24 insbesondere mehrere parallel geschaltete, horizontal nebeneinander angeordnete Flüssigkeitskanäle 26 umfassen, die jeweils auf wenigstens zwei einander gegenüberliegenden Seiten durch eine Membranwand 28, insbesondere Flachmembran, vom Gasraum 22 des Kühlturms 14 getrennt sind (vgl. auch nochmals Fig. 1). Dabei weist ein jeweiliges Paar von horizontal benachbarten Flüssigkeitskanälen 26 einander zugewandte Membranwände 28, insbesondere Flachmembranen, auf, die seitlich, d.h. zwischen den beiden betreffenden Flüssigkeitskanälen 26 einen Gaskanal 30 begrenzen, durch den Kühlgas 20 des den Gasraum 22 beaufschlagenden Kühlgasstroms hindurchströmt (vgl. auch nochmals Fig. 1).

15

20

Die abzukühlende warme Flüssigkeit 12' kann also von oben dem Kühlturm 14 und dem ersten Flüssigkeitskanal 26 bzw. Membranelement zugeführt werden. Von unten strömt Kühlgas, insbesondere Luft, durch die die Flüssigkeitskanäle 26 bildenden Membranelemente entgegen der Strömungsrichtung der Flüssigkeit 12 nach oben. Das Kühlgas erwärmt sich beim Strömen nach oben und belädt sich mit Wasser, wobei die Dich-

25

30

te abnimmt und sich eine aufsteigende Kühlgas- bzw. Luftströmung einstellt.

Die von oben nach unten strömende Flüssigkeit 12 ist bevorzugt so geführt, dass sie einen stetigen Temperaturverlauf von warm im oberen Bereich nach kalt im unteren Bereich in den Einbauten 24 des Kühlturms 14 aufweist.

Die Flüssigkeit ist von oben nach unten vorteilhafterweise so zugeführt, dass nicht die ganze Flüssigkeitssäule der zu kühlenden Flüssigkeit auf den insbesondere in Strömungsrichtung unteren Membranwänden 28 lastet, was weiter unten anhand der Fig. 3 näher erläutert wird.

Die Einbauten 24 können aus Einzelelementen aufgebaut sein. Dabei kann es sich bei diesen Einzelelementen beispielsweise um rechteckige oder quadratische Rahmenelemente handeln. Solche Rahmenelemente können zumindest auf einer Seite mit einer dampfdurchlässigen flüssigkeitsdichten Membranwand 28 bespannt sein. Diese Rahmenelemente können in jeweils vertikaler Ausrichtung beispielsweise horizontal aufeinander folgend in einem jeweiligen Einbau 24 verbaut sein. Die Rahmenelemente werden von unten nach oben von der Flüssigkeit 12 durchströmt. Aus den Rahmenelementen ergeben sich nach dem Zusammenführen die Flüssigkeitskanäle 26 sowie die Gaskanäle 30.

Bei den dampfdurchlässigen, flüssigkeitsdichten Membranwänden 28 kann es sich beispielsweise um mikroporöse hydrophobe Membranen beispielsweise aus PTFE handeln.

Ein jeweiliger Einbau 24 kann also mehrere miteinander verbundene Rahmenelemente 32 umfassen, wobei die Funktionseinheiten Flüssig-

keitskanal 26 und Gaskanal 30 jeweils in Form eines solchen Rahmen-
elements 32 vorgesehen sind.

Die Rahmenelemente 32 können mit Stegstrukturen 34 versehen und
5 über diese Stegstrukturen 34 miteinander verbunden sein (vgl. auch die
Fig. 4 bis 6).

Zudem können die Rahmenelemente 32 insbesondere zur Abstützung der
Membranwände 28 jeweils mit einem insbesondere gitterartigen Ab-
10 standshalter 36 versehen sein (vgl. insbesondere die Fig. 4 bis 7).

Die zwischen einem jeweiligen Flüssigkeitskanal 26 und einem jeweiligen
diesem benachbarten Gaskanal 30 vorgesehene Membranwand 28 kann
einem der beiden betreffenden aneinander grenzenden Rahmenelemente
15 32 zugeordnet sein.

Wie anhand der Fig. 2 zu erkennen ist, wird die abzukühlende Flüssigkeit
über einen Zulauf 38 dem ersten Rahmenelement 32 eines jeweiligen Ein-
baus 24 zugeführt, während die abgekühlte Flüssigkeit über einen Ablauf
20 40 aus dem letzten Rahmenelement 32 des Aufbaus 24 entnommen wird.

Die vertikal aufeinander folgenden, in Reihe geschalteten Einbauten 24
können insbesondere so miteinander verbunden sein, dass deren Flüssig-
keitskanäle 26 jeweils vollständig mit Flüssigkeit 12 gefüllt sind.

25

Wie beispielsweise anhand der Fig. 3 zu erkennen ist, können dazu verti-
kal benachbarte Einbauten 24 jeweils über einen Rücklaufkanal 42 mitei-
nander verbunden sein, der zwischen einem in einem unteren Bereich
eines Flüssigkeitskanals 26 des in Strömungsrichtung der Flüssigkeit 12
30 betrachtet vorangehenden Einbaus vorgesehenen Flüssigkeitsauslass 44

(siehe auch Fig. 2) und einem in einem oberen Bereich eines Flüssigkeitskanals 26 des darauf folgenden Einbaus 24 vorgesehenen Flüssigkeitseingang oder Zulauf 38 angeordnet und ausgehend vom Flüssigkeitsauslass 44 des vorangehenden Einbaus 24 zunächst zumindest bis zum obersten
5 möglichen Flüssigkeitsniveau in diesem Einbau 24 nach oben geführt ist.

Der obere Bereich des Ablaufteils 48 des nach Art eines U-Rohres ausgeführten Rücklaufkanals 42 kann einen Kanalabschnitt 50 umfassen, der zumindest teilweise von einer weiteren vorzugsweise wieder beidseitig
10 dampfdurchlässigen, flüssigkeitsdichten Membranwand 52 begrenzt ist, die einerseits mit der Flüssigkeit 12 und andererseits mit dem Gasraum 22 des Kühlturms 14 in Kontakt kommt.

Die Kühlturmflüssigkeit kann also nach dem Durchströmen der Flüssigkeitskanäle beispielsweise in einer U-Rohr-Vorrichtung geführt sein, die
15 ein nach oben führendes Rohr, eine 180°-Umlenkung, ein Fallrohr und eine insbesondere hydrophobe, mikroporöse Membran umfassen kann. Die aus dem Kühlturmeinbau austretende Flüssigkeit wird hierbei so weit nach oben geführt, dass die Flüssigkeitskanäle des Kühlturmeinbaus
20 stets vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind. Die Fallrohre oder Ablaufteile können so dimensioniert sein, dass sie nie vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sind und es somit nicht zu einer Addition des hydrostatischen Drucks der Kühlturmeinbauten von oben nach unten kommt. Damit im Stillstand das Fallrohr leer laufen kann, ist die U-Rohr-Vorrichtung in
25 ihrem oberen Bereich mit einem Stück insbesondere mikroporöser, hydrophober Membran ausgestattet, die beispielsweise beidseitig dampfdurchlässig und flüssigkeitsdicht ist. Damit ist gewährleistet, dass beim Abschalten der zu kühlenden Flüssigkeit sich die Fallrohre entleeren können und umgekehrt bei einer Inbetriebnahme sich kein Gas- oder Luftpolster

aufbauen kann, da das Gas- bzw. die Luft über die Membran sowohl ausströmen als auch einströmen kann.

Wie beispielsweise den Fig. 4 bis 6 entnommen werden kann, kann ein
5 jeweiliger Einbau 24 des Kühlturms 14 insbesondere als modulares Strömungssystem mit einer Vielzahl von Rahmenelementen 32 ausgeführt sein. Dabei können beispielsweise die verschiedenen Funktionseinheiten Flüssigkeitskanal 26 und Gaskanal 30 jeweils in Form eines solchen
Rahmenelements 32 vorgesehen sein.

10

Die Rahmenelemente sind vorzugsweise mit Stegstrukturen 34 versehen, über die sie insbesondere zur Bildung der Flüssigkeitskanäle 26 sowie der Gaskanäle 30 eines jeweiligen Einbaus 24 miteinander verbindbar sind. Dabei können die verschiedenen Rahmenelemente über die Stegstruktu-
15 ren 34 beispielsweise miteinander verschweißt oder verklebt werden. Werden beispielsweise Schweißstegstrukturen verwendet, so kann zur Verbindung der Rahmenelemente beispielsweise ein Reibschweißverfahren, Laserschweißverfahren und/oder Heizelementschweißverfahren angewandt werden.

20

Die Rahmenelemente 32 umfassen jeweils einen von einem äußeren Rahmen 54 umschlossenen Innenbereich 56, der vorzugsweise mit einem insbesondere gitterartigen Abstandshalter 36 versehen ist.

25 Fig. 4 zeigt in schematischer Vorderansicht eine beispielhafte Ausführungsform eines Rahmenelements 32, das als Flüssigkeitsrahmen einsetzbar ist. Das Rahmenelement 32 kann auf den beiden Seiten des Abstandshalters 36 jeweils mit einer Membranwand bespannt sein und führt die Flüssigkeit 12 von oben nach unten im Kühlturm 14. Im Rahmenele-
30 ment 32 sind Eintrittsöffnungen 58 sowie Austrittsöffnungen 60 für die

Flüssigkeit 12 vorgesehen. Wie anhand der Fig. 4 zu erkennen ist, kann beispielsweise in den beiden oberen Eckbereichen des Rahmenelements 32 jeweils eine Eintrittsöffnung 58 und in den beiden unteren Eckbereichen des Rahmenelements 32 jeweils eine Austrittsöffnung 60 vorgesehen
5 sein. Die Membranwände müssen nicht zwangsläufig an diesem Flüssigkeitsrahmen vorgesehen sein. Sie können alternativ auch an dem beispielsweise in Fig. 5 wiedergegebenen Kühlgasrahmen vorgesehen sein. Es ist auch denkbar, dass die Rahmen jeweils nur an einer Seite mit einer Membranwand bespannt sind. Entscheidend ist, dass ein jeweiliger Flüssigkeitskanal und ein jeweiliger daran angrenzender Kühlgaskanal durch
10 eine solche Membranwand voneinander getrennt sind.

Fig. 5 zeigt in schematischer Vorderansicht eine beispielhafte Ausführungsform eines Rahmenelements 32, das als Kühlgasrahmen einsetzbar
15 ist. Im vorliegenden Fall ist das Rahmenelement 32 sowohl unten als auch oben offen, um im unteren Bereich eine Eintrittsöffnung 62 und im oberen Bereich eine Austrittsöffnung 64 für das Kühlgas bzw. die Luft zu bilden.

Beispielsweise in den beiden oberen Eckbereichen des Rahmenelements
20 32 sind Durchführungsöffnungen 66 für die zu kühlende Flüssigkeit 12' vorgesehen. Beispielsweise in den beiden unteren Eckbereichen sind Durchführungsöffnungen 68 für die abgekühlte Flüssigkeit 12" vorgesehen.

25 Ein solcher Kühlgasrahmen führt die Gasströmung im Kühlturm 14 von unten nach oben. Einsätze, wie beispielsweise der Abstandshalter 36 stützen die angrenzenden Membranwände, die den benachbarten Rahmenelementen oder diesem Kühlgasrahmenelement zugeordnet sein können. Der insbesondere gitterartige Abstandshalter 36 sorgt für eine Zwangs-
30 verwirbelung des Kühlgases und für einen besseren Wasserdampfüber-

gang von der Membran in die Luft. Wie bereits erwähnt, sind oben und unten Durchführungsöffnungen 66 bzw. 68 für die abzukühlende bzw. abgekühlte Flüssigkeit vorgesehen.

- 5 Fig. 6 zeigt in schematischer, perspektivischer auseinandergezogener Ansicht eine beispielhafte Ausführungsform eines mehrere Rahmenelemente 32 umfassenden Einbaus 24 des Kühlturms 14. Dabei können abwechselnd beispielsweise Flüssigkeitsrahmen 32' und Kühlgasrahmen 32" der in den Fig. 4 und 5 dargestellten Art aufeinander folgend verbaut werden.
- 10 Dabei strömen das Kühlgas 20 und die Flüssigkeit 12 im Gegenstrom.

Fig. 7 zeigt in schematischer perspektivischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines z.B. für einen Kühlgasrahmen bestimmten gitterartigen Abstandshalter 36.

15

Ein solcher gitterartiger Abstandshalter 36 kann also beispielsweise in einem Gaskanal 30 angeordnet sein. Dabei kann das Kühlgas z.B. in Richtung der in der Fig. 7 horizontal verlaufenden Stege strömen. Die zu diesen senkrechten, in der Fig. 7 vertikalen Stege 72 besitzen zwei Funktionen. So stützen sie im Stapelaufbau die Membran zum Gaskanal hin ab und zerstören in der Gasströmung immer wieder die Grenzschicht des Kühlgases zur Membran, wodurch die sich ausbildende Temperatur- und Konzentrationspolarisation der Luft an der Membran regelmäßig überwunden wird.

25

Fig. 8 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform einer mehrstufigen Membrandestillationsvorrichtung 74 sowie eine Kühlvorrichtung 14 umfassenden Membrandestillationsanlage 76. Dabei kann die Kühlvorrichtung 14 beispielsweise so ausgeführt sein, wie dies zuvor unter anderem anhand der Fig. 1 bis 7 beschrieben wurde.

30

Die der Aufkonzentration der Flüssigkeit 12 dienende mehrstufige Membrandestillationsvorrichtung 74 umfasst einen Verdampfer oder Dampferzeuger 78, mehrere Kondensations- und Verdampfungsstufen 80 sowie
5 einen Kondensator 82.

Die aufzukonzentrierende Flüssigkeit 12' wird dem den Kondensator 82 der Membrandestillationsvorrichtung 74 und die Kühlvorrichtung 14 umfassenden System zugeführt. Die Kühlvorrichtung 10 ist der Membrandestillationsvorrichtung 74 zur Vorkonzentration der Flüssigkeit 12 vorge-
10 schaltet. Während der Vorkonzentration wird dem Kondensator 82 abgekühlte Flüssigkeit 12" aus der Kühlvorrichtung 10 als Kühlfluid zugeführt.

15 Der Kondensator 82 der Membrandestillationsvorrichtung 74 kann einen Dampfraum 84 sowie einen von diesem durch eine Kondensationswand 86 getrennten Kühlfluidkanal 88 umfassen, der während der Vorkonzentration Teil eines den bzw. die Einbauten 24 der Kühlvorrichtung 10 umfassenden Kühlmittelkreislaufs ist, in dem als Kühlmittel die aufzukonzentrierende Flüssigkeit zirkuliert.
20

Mit einer solchen Membrandestillationsanlage 76 kann also ein mehrstufiges Aufkonzentrationsverfahren mit einem Kühlturm mit erfindungsgemäßen Einbauten zur Vorkonzentration und einem nachgeschalteten Aufkonzentrationsverfahren ausgeführt werden. Die beispielsweise aus einem Bohrloch für die Förderung von unkonventionellen Gasvorkommen kommende Flüssigkeit kann zur Vorkonzentration dem System aus Kühlturm und Kondensator zugeführt werden. Kommt die aufzukonzentrierende Flüssigkeit oder Lösung 12' mit einer Temperatur kleiner als die Kondensatoraustrittstemperatur in dieses System, dann kann die Lösung wie in
25
30

der Fig. 8 unten rechts dargestellt gemäß Variante 1, also nach dem Auslass des Kühlturms 14 zugeführt werden. Ist die Temperatur der aufzukonzentrierenden Flüssigkeit oder Lösung 12' gleich oder höher als die Kondensatoraustrittstemperatur, dann wird die aufzukonzentrierende Flüssigkeit 12' nach dem Kondensator 82 und vor dem Kühlturm 14 gemäß der Variante 2 (siehe Fig. 8 rechts oben) zugeführt.

Durch Verdunsten von Wasser aus der aufzukonzentrierenden Lösung erhöht sich die Konzentration der Lösung. Ab einer bestimmten, vordefinierten Konzentration kann so genanntes Absalzwasser aus dem Lösungskreislauf des Kühlturms entnommen werden.

Das Absalzwasser wird einer weiteren Aufkonzentration zugeführt. Diese weitere Aufkonzentration kann mit Verdampfern erfolgen. Bei diesen Verdampfern kann es sich insbesondere um mehrstufige Entspannungsverdampfer handeln. Wie eingangs beschrieben, kann es sich bei der Membrandestillationsvorrichtung insbesondere um eine Vakuum-Multieffekt-Membrandestillationsvorrichtung handeln.

In den Verdampfern wird die im Kühlturm vorkonzentrierte Lösung, soweit möglich, bis an die Sättigung aufkonzentriert. Im normalen Betriebszustand ist die aufkonzentrierte Lösung nach der Aufkonzentration wärmer als die Umgebung der Anlage, so dass nach dem Herauspumpen der aufkonzentrierten Lösung bei der Abkühlung auf z.B. Umgebungstemperatur ein Teil der enthaltenen Salze bereits auskristallisiert. Dieses Salzkristalle können abgetrennt werden, und die verbleibende Lösung kann wieder ganz oder teilweise der Aufkonzentration zugeführt werden. Der verbleibende Teil der aufkonzentrierten Lösung kann nach der Salzkristallabtrennung auch ganz oder teilweise einer weiteren Aufkonzentration in beispielsweise einem Kristallisator zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

	10	Kühlvorrichtung
5	12	Flüssigkeit
	12'	abzukühlende Flüssigkeit
	12''	abgekühlte Flüssigkeit
	14	Kühlturm
	16	oberer Bereich des Kühlturms
10	18	unterer Bereich des Kühlturms
	20	Kühlgas
	22	Gasraum
	24	Einbau
	26	Flüssigkeitskanal
15	28	Membranwand
	30	Gaskanal
	32	Rahmenelement
	32'	Flüssigkeitsrahmen
	32''	Kühlgasrahmen
20	34	Stegstruktur
	36	Abstandshalter
	38	Zulauf, Einlass
	40	Ablauf
	42	Rücklaufkanal
25	44	Flüssigkeitsauslass
	46	Flüssigkeitseinlass
	48	Ablaufteil
	50	Kanalabschnitt
	52	Membranwand
30	54	äußerer Rahmen

	56	Innenbereich
	58	Eintrittsöffnung
	60	Austrittsöffnung
	62	Eintrittsöffnung
5	64	Austrittsöffnung
	66	Durchführöffnung
	68	Durchführöffnung
	70	Steg
	72	Steg
10	74	mehrstufige Membrandestillationsvorrichtung
	76	Membrandestillationsanlage
	78	Verdampfer
	80	Kondensations- und Verdampfungsstufe
	82	Kondensator
15	84	Dampfraum
	86	Kondensationswand
	88	Kühlfluidkanal
	90	Ventilator

Patentansprüche

- 5 1. Kühlvorrichtung (10) zur Kühlung einer Flüssigkeit (12), mit einem vertikalen Kühlturm (14), dem die abzukühlende Flüssigkeit (12') in einem oberen Bereich (16) zugeführt und aus dem die abgekühlte Flüssigkeit (12'') in einem unteren Bereich (18) abgeführt wird, wobei die Flüssigkeit (12) in dem Kühlturm (14) durch ein von unten nach oben strömendes Kühlgas (20) abgekühlt wird, in dem vom Kühlgas (20) durchströmten Gasraum (22) des Kühlturms (14) wenigstens ein Einbau (24) vorgesehen ist, in dem die Flüssigkeit (12) geführt ist, und ein jeweiliger Einbau (24) wenigstens einen Flüssigkeitskanal (26) umfasst, der zumindest teilweise durch eine beidseitig dampfdurchlässige, flüssigkeitsdichte Membranwand (28) vom Gasraum (22) des Kühlturms (14) getrennt ist.
- 10 2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem vom Kühlgas (20) durchströmten Gasraum (22) des Kühlturms (14) mehrere vertikal aufeinanderfolgende, in Reihe geschaltete Einbauten (24) vorgesehen sind.
- 15 3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Einbau (24) mehrere parallel geschaltete, sich vorzugsweise jeweils allgemein vertikal erstreckende Flüssigkeitskanäle (26) umfasst.
- 20
- 25

4. Kühlvorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die parallel geschalteten Flüssigkeitskanäle (26) horizontal
5 nebeneinander angeordnet sind.
5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass wenigstens ein Einbau (24) vorgesehen ist, der mehrere parallel
10 geschaltete, horizontal nebeneinander angeordnete Flüssigkeitska-
näle (26) umfasst, die jeweils auf wenigstens zwei einander gegen-
überliegenden Seiten durch eine Membranwand (28), insbesondere
Flachmembran, vom Gasraum (22) des Kühlturms (14) getrennt
sind, wobei ein jeweiliges Paar von horizontal benachbarten Flüssig-
15 keitskanälen (26) einander zugewandte Membranwände (28), insbe-
sondere Flachmembranen, aufweist, die seitlich einen Gaskanal (30)
begrenzen, durch den Kühlgas (20) des den Gasraum (22) beauf-
schlagenden Kühlgasstroms hindurchströmt.
- 20 6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein jeweiliger Einbau (24) mehrere miteinander verbundene
Rahmenelemente (32) umfasst, wobei die Funktionseinheiten Flüs-
sigkeitskanal (26) und Gaskanal (30) jeweils in Form eines solchen
25 Rahmenelements (32) vorgesehen sind.
7. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Rahmenelemente mit Stegstrukturen (34) versehen und
30 über diese Stegstrukturen (34) miteinander verbunden sind.

8. Kühlvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Rahmenelemente (32) jeweils mit einem insbesondere git-
5 terartigen Abstandshalter (36) versehen sind.
9. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die zwischen einem jeweiligen Flüssigkeitskanal (26) und ei-
10 nem jeweiligen diesem benachbarten Gaskanal (30) vorgesehene
Membranwand (28) einem der beiden betreffenden aneinandergren-
zenden Rahmenelemente (32) zugeordnet ist.
10. Kühlvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die vertikal aufeinanderfolgenden, in Reihe geschalteten Ein-
bauten (24) so miteinander verbunden sind, dass deren Flüssig-
keitskanäle (26) jeweils vollständig mit Flüssigkeit (12) gefüllt sind.
- 20 11. Kühlvorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass vertikal benachbarte Einbauten (24) jeweils über einen Rück-
laufkanal (42) miteinander verbunden sind, der zwischen einem in
einem unteren Bereich eines Flüssigkeitskanals (26) des in Strö-
25 mungsrichtung der Flüssigkeit (12) betrachtet vorangehenden Ein-
baus (24) vorgesehenen Flüssigkeitsauslass (44) und einem in einem
oberen Bereich eines Flüssigkeitskanals (26) des darauffolgenden
Einbaus (24) vorgesehenen Flüssigkeitseinlass (38) angeordnet und
ausgehend vom Flüssigkeitsauslass (44) des vorangehenden Ein-

baus (24) zunächst zumindest bis zum obersten möglichen Flüssigkeitsniveau in diesem Einbau (24) nach oben geführt ist.

12. Kühlvorrichtung nach Anspruch 11,

5 dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Rücklaufkanal (42) nach Art eines U-Rohres ausgeführt ist.

13. Kühlvorrichtung nach Anspruch 12,

10 dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der obere Bereich des Ablaufteils (48) des nach Art eines U-Rohres ausgeführten Rücklaufkanals einen Kanalabschnitt (50) umfasst, der zumindest teilweise von einer weiteren vorzugsweise wieder beidseitig dampfdurchlässigen, flüssigkeitsdichten Membranwand (52) begrenzt ist, die einerseits mit der Flüssigkeit (12) und
15 andererseits mit dem Gasraum (22) des Kühlturms (14) in Kontakt kommt.

14. Membrandestillationsanlage (76) mit einer mehrstufigen, einen Verdampfer (78), mehrere Kondensations- und Verdampfungsstufen

20 (80) sowie einen Kondensator (82) umfassenden Membrandestillationsvorrichtung (74) zur Aufkonzentration einer Flüssigkeit (12) und einer Kühlvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die aufzukonzentrierende Flüssigkeit (12') dem den Kondensator (82) der Membrandestillationsvorrichtung (74) und die
25 Kühlvorrichtung (14) umfassenden System zugeführt wird, die Kühlvorrichtung (14) der Membrandestillationsvorrichtung (74) zur Vorkonzentration der Flüssigkeit (12) vorgeschaltet ist und dem Kondensator (82) während der Vorkonzentration abgekühlte Flüssigkeit (12'') aus der Kühlvorrichtung (10) als Kühlfluid zugeführt
30 wird.

15. Membrandestillationsanlage (76) nach Anspruch 14,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Kondensator (82) der Membrandestillationsvorrichtung (74)
5 einen Dampfraum (84) sowie einen von diesem durch eine Kondensationswand (86) getrennten Kühlfluidkanal (88) umfasst, der während der Vorkonzentration Teil eines den bzw. die Einbauten (24) der Kühlvorrichtung (10) umfassenden Kühlmittelkreislaufs ist, in dem als Kühlmittel die aufzukonzentrierende Flüssigkeit zirkuliert.