

Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas, insbesondere Luft, mittels einer hygroskopischen Lösung. Eine solche Vorrichtung ist beispielsweise in Klimatisierungsanlagen oder dergleichen einsetzbar.
- 10 Hygroskopische Lösungen besitzen die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Umgebung zu binden. Eine entsprechende hygroskopische Lösung kann beispielsweise aus einer wässrigen Salzlösung von insbesondere Lithiumchlorid, Lithiumbromid, Calciumchlorid, einer der neu entwickelten sogenannten ionischen Lösungen und/oder dergleichen bestehen. Die Absorp-
- 15 tionsfähigkeit einer solchen Lösung steigt unter anderem mit sinkender Temperatur.

Ziel der Erfindung ist es, eine verbesserte Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei möglichst einfachem, kompaktem Aufbau

20 eine möglichst hohe Trocknungs- bzw. Kühlleistung gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas, insbesondere Luft, mittels einer hygroskopischen Lösung, mit einer Absorptionseinrichtung, die wenigstens

25 einen Gasströmungskanal sowie wenigstens einen die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal umfasst, wobei der Innen- oder Gasraum eines jeweiligen Gasströmungskanals zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand begrenzt ist und wenigstens ein zwischen einem solchen Gasströmungskanal und einem an

diesen angrenzenden weiteren solchen Gasströmungskanal oder einer angrenzenden Kühleinheit gebildeter, die hygroskopische Lösung führender Strömungskanal vorgesehen ist, so dass Feuchtigkeit, insbesondere Wasserdampf, aus dem Gas über die Membranwand in die hygroskopische Lösung übergeht und in dieser absorbiert wird.

Aufgrund dieser Ausbildung kann die Vorrichtung bei relativ großer Trocknungs- bzw. Kühlleistung relativ einfach und kompakt gehalten werden. Es kann problemlos insbesondere auch eine größere Anzahl von Gasströmungskanälen vorgesehen sein, wodurch das Leistungsvermögen entsprechend weiter erhöht werden kann.

Die hygroskopische Lösung durchströmt die Absorptionseinrichtung vorzugsweise im Gegenstrom zum Gas.

Die Absorptionseinrichtung kann insbesondere mehrere zueinander parallele Gasströmungskanäle sowie mehrere zueinander parallele die hygroskopische Lösung führende Strömungskanäle umfassen.

Die die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanäle der Absorptionseinrichtung können beispielsweise jeweils zwischen zwei aneinander grenzenden Gasströmungskanälen gebildet sein.

Es sind jedoch auch solche Ausführungsformen denkbar, bei denen die die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanäle der Absorptionseinrichtung jeweils zwischen einem Gasströmungskanal und einer angrenzenden Kühleinheit gebildet sind. Eine jeweilige Kühleinheit umfasst hierbei vorzugsweise einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand begrenzten Kühlfluidraum.

Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die aus der Absorptionseinrichtung austretende hygroskopische Lösung einer Regenerationseinrichtung zugeführt, in der sie regeneriert wird. Die regenerierte hygroskopische Lösung kann
5 dann wieder der Absorptionseinrichtung zugeführt werden.

Die regenerierte hygroskopische Lösung kann der Absorptionseinrichtung über einen Kühler zugeführt werden. Durch die zusätzliche Kühlung wird die Absorptionsfähigkeit der in der Absorptionseinrichtung wieder ver-
10 wendeten hygroskopischen Lösung weiter erhöht.

Das aus der Absorptionseinrichtung austretende Gas wird vorzugsweise einem Verbraucher zugeführt.

15 Insbesondere bei einem Verbraucher mit wenig Gasverlust kann das vom Verbraucher kommende Gas der Regenerationseinrichtung zugeführt werden. Hierbei kann es von Vorteil sein, wenn das vom Verbraucher kommende Gas der Regenerationseinrichtung über einen Wärmetauscher zugeführt wird, in dem das Gas vorzugsweise erwärmt wird.

20

Während in dem Verbraucher beispielsweise die Gasfeuchtigkeit wieder erhöht, wird durch einen solchen Wärmetauscher die relative Feuchtigkeit wieder reduziert.

25 In bestimmten Fällen kann es jedoch auch von Vorteil sein, wenn das vom Verbraucher kommende Gas als Abgas bzw. Abluft abgeführt wird.

In diesem Fall kann der Regenerationseinrichtung beispielsweise nicht vom Verbraucher kommendes Gas, insbesondere Zuluft wie zum Beispiel

Umgebungsluft, zugeführt werden. Grundsätzlich kann die Regenerationseinrichtung jedoch auch ohne zugeführtes Gas betrieben werden.

5 Wird die Regenerationseinrichtung von einem Gas durchströmt, so ist es von Vorteil, wenn die hygroskopische Lösung die Regenerationseinrichtung im Gegenstrom zum Gas durchströmt.

10 Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst die Regenerationseinrichtung wenigstens einen Gasströmungskanal sowie wenigstens einen die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal, wobei der Innen- oder Gasraum eines jeweiligen Gasströmungskanals zumindest teilweise durch eine dampf-
15 durchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand begrenzt ist und wenigstens ein zwischen einem solchen Gasströmungskanal und einem an diesen angrenzenden weiteren solchen Gasströmungskanal oder einer angrenzenden Heizeinheit gebildeter, die hygroskopische Lösung führender Strömungskanal vorgesehen ist, so dass Feuchtigkeit, insbesondere Wasserdampf, aus der hygroskopischen Lösung über die Membranwand in das Gas übergeht und die hygroskopische Lösung konzentriert wird.

20

Dabei umfasst die Regenerationseinrichtung vorteilhafterweise mehrere zueinander parallele Gasströmungskanäle sowie mehrere zueinander parallele die hygroskopische Lösung führende Strömungskanäle.

25 In bestimmten Fällen kann es hierbei von Vorteil sein, wenn die die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanäle der Regenerationseinrichtung jeweils zwischen zwei aneinandergrenzenden Strömungskanälen gebildet sind.

Vorteilhafterweise sind jedoch auch solche Ausführungen denkbar, bei denen die die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanäle der Regenerationseinrichtung jeweils zwischen einem Gasströmungskanal und einer angrenzenden Heizeinheit gebildet sind.

5

Eine weitere bevorzugte praktische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Regenerationseinrichtung wenigstens eine von der aus der Absorptionseinrichtung austretenden hygroskopischen Lösung durchströmte Kondensations-/Verdampfungsstufe aufweist, die wenigstens eine Kondensationseinheit und wenigstens eine Verdampfereinheit umfasst, wobei eine jeweilige Kondensationseinheit einen zumindest teilweise von einer Kondensationswand begrenzten ersten Dampfraum und eine jeweilige Verdampfereinheit einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand begrenzten zweiten Dampfraum umfasst und in einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe wenigstens ein zwischen einer solchen Kondensationseinheit und einer solchen an diese angrenzenden Verdampfereinheit gebildeter, die hygroskopische Lösung führender Strömungskanal vorgesehen ist, so dass die hygroskopische Lösung über die Kondensationswand erhitzt wird und der aus der hygroskopischen Lösung entstehende Dampf durch die Membranwand hindurch in den zweiten Dampfraum gelangt.

10
15
20

Dabei weist die Regenerationseinrichtung zweckmäßigerweise eine von der aus der Kondensations-/Verdampfungsstufe austretenden hygroskopischen Lösung durchströmte Heizstufe auf, die wenigstens eine Heizeinheit und wenigstens eine Verdampfereinheit umfasst, wobei eine jeweilige Heizeinheit einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand begrenzten Heizfluidraum und eine jeweilige Verdampfereinheit einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte

25
30

Membran begrenzten Dampfraum umfasst, in der Heizstufe wenigstens ein zwischen einer Heizeinheit und einer an diese angrenzenden Verdampfeinheit gebildeter, die hygroskopische Lösung führender Strömungskanal vorgesehen ist, so dass die hygroskopische Lösung über die
5 fluiddichte wärmeleitende Wand beheizt wird und der aus der hygroskopischen Lösung entstehende Dampf durch die Membranwand hindurch in den Dampfraum gelangt, und der in diesem Dampfraum anfallende Dampf vorzugsweise einer Kondensationseinheit der Kondensations-/Verdampfungsstufe zugeführt wird.

10

Bevorzugt umfasst die Regenerationseinrichtung eine Kondensationsstufe mit wenigstens einer Kühleinheit und wenigstens einer Kondensationseinheit, wobei eine jeweilige Kühleinheit einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand begrenzten Kühlfluidraum und eine
15 jeweilige Kondensationseinheit einem zumindest teilweise von einer Kondensationswand begrenzten Dampfraum umfasst und in der Kondensationsstufe wenigstens eine Kühleinheit zumindest einer Kondensationseinheit unmittelbar benachbart ist, so dass die Kondensationswand der jeweiligen Kondensationseinheit über die Kühleinheit gekühlt wird. Dabei
20 wird der Kondensationsstufe vorzugsweise in einer vorangehenden Kondensations-/Verdampfungsstufe entstehender Dampf zugeführt.

Umfasst die Regenerationseinrichtung das zuvor erwähnte System aus wenigstens einer Kondensations-/Verdampfungsstufe, Heizstufe und vorzugsweise auch Kondensationsstufe, so befindet sich dieses System bevorzugt im Unterdruck, das Kühlfluid und das Heizfluid vorzugsweise bei
25 Umgebungsdruck und die hygroskopische Lösung vorzugsweise im Unterdruck. In der bzw. den Kondensations-/Verdampfungsstufen und der Heizstufe kann sich die hygroskopische Lösung über alle Stufen insbesondere auf der zum Absolutdruck im Dampfraum einer jeweiligen an-
30

grenzenden Verdampfereinheit korrespondierenden Siedetemperatur befinden, wie dies in der WO 2007/054311 beschrieben ist, die hiermit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung mit einbezogen wird.

- 5 Eine jeweilige Heizeinheit der Heizstufe kann von einem beispielsweise solar aufgeheizten Heizfluid durchströmt sein.

Der in eine jeweilige Kondensationseinheit der Kondensations-/Verdampfungsstufe eintretende Dampf kondensiert an den Kondensationsflächen.

- 10 Die entsprechende Wärme wird über die betreffende Fläche an die hygroskopische Lösung übertragen. Der in dieser entstehende Dampf tritt durch die Membran der angrenzenden Verdampfereinheit hindurch in deren Dampfraum, der im Fall mehrerer Kondensations-/Verdampfungsstufen mit dem Druck des Dampfraums der jeweiligen Kondensationseinheit der darauffolgenden Kondensations-/Verdampfungsstufe kommuniziert.

Gemäß einer bevorzugten praktischen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist diese als modulares Strömungssystem mit einer
20 Vielzahl von Rahmenelementen ausgeführt. Dabei können die verschiedenen Funktionseinheiten wie insbesondere ein jeweiliger Gasströmungskanal, eine jeweilige Kühleinheit, eine jeweilige Heizeinheit, eine jeweilige Kondensationseinheit und/oder eine jeweilige Verdampfereinheit jeweils in Form eines solchen Rahmenelements vorgesehen sein.

25

Die Rahmenelemente sind vorzugsweise mit Stegstrukturen versehen, über die sie insbesondere zur Bildung der Absorptionseinrichtung, der Regenerationseinrichtung, einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe, der Heizstufe und/oder der Kondensationsstufe
30 miteinander verbindbar sind.

Die Rahmenelemente können jeweils einen von einem äußeren Rahmen umschlossenen Innenbereich umfassen, der vorzugsweise mit einem insbesondere gitterartigen Abstandshalter versehen ist, auf dessen beiden
5 Seiten zur Bildung eines jeweiligen Innen- oder Gasraumes, eines jeweiligen Dampfraums, eines jeweiligen Heizfluidraums oder eines jeweiligen Kühlfluidraums insbesondere jeweils eine entsprechende Funktionsfläche, vorzugsweise in Form einer Folie oder Membran, aufgebracht ist.

- 10 Bei den 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 bei-
15 spielsweise ein Reibschweißverfahren, Laserschweißverfahren und/oder Heizelementschweißverfahren angewandt werden.

- Mit den erfindungsgemäßen Rahmenelementen kann die erfindungsgemäße Gastrocknungs- und/oder Gaskühlvorrichtung auf besonders einfache
20 Weise aufgebaut und in der gewünschten Weise variiert werden. Die Rahmenelemente bzw. die über diese erhaltenen Einheiten bzw. Stufen zeichnen sich durch eine relativ einfache Form aus und bieten unterschiedliche Möglichkeiten der Gas- bzw. Luft-, Kühlfluid- und Heizfluidführung. Die betreffenden Trocknungs- und/oder Kühlprozesse sowie der Regenerati-
25 onsprozess können beispielsweise nur mit Membranrahmenelementen oder mit einer Kombination aus Membranrahmenelementen und Folienrahmenelementen verwirklicht werden, wobei auch Rahmenelemente denkbar sind, die auf der einen Seite mit einer Membran und auf der anderen Seite mit einer Folie versehen sind.

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

- Fig. 1
5 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas, bei der das aus der Absorptionseinrichtung austretende Gas einem Verbraucher und das von diesem kommende Gas einer Regenerationseinrichtung zugeführt wird und sowohl die Absorptionseinrichtung als auch die Regenerationseinrichtung jeweils wenigstens einen zwischen zwei Gasströmungskanälen gebildeten die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal umfasst,
- 10
- 15 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer mit der Ausführungsform gemäß Fig. 1 vergleichbaren beispielhaften Ausführungsform der Vorrichtung, wobei die Regenerationseinrichtung jedoch wenigstens einen zwischen einem Gasströmungskanal und einer Heizeinheit gebildeten die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal umfasst,
- 20
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas, bei der das vom Verbraucher kommende Gas als Abgas bzw. Abluft abgeführt und der Regenerationseinrichtung nicht vom Verbraucher kommendes Gas zugeführt wird und die Absorptionseinrichtung wenigstens einen zwischen einem Gasströmungskanal und einer Kühleinheit gebildeten die
- 25
- 30

hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal und die Regenerationseinrichtung wieder wenigstens einen zwischen einem Gasströmungskanal und einer Heizeinheit gebildeten die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal umfasst,

Fig. 4

eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform einer Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas, bei der das vom Verbraucher kommende Gas als Abgas bzw. Abluft abgeführt wird, die Absorptionseinrichtung wieder wenigstens einen zwischen einem Gasströmungskanal und einer Kühleinheit gebildeten die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal und die Regenerationseinrichtung wenigstens eine Kondensations-/Verdampfungsstufe, eine Heizstufe und vorzugsweise eine Kondensationsstufe umfasst,

Fig. 5

eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines Rahmenelements, das insbesondere sowohl als Kühl- als auch als Heizeinheit sowie als Kondensationseinheit einsetzbar ist,

Fig. 6

eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines z.B. einen Gas- bzw. Luftkanal oder eine Verdampfereinheit bildenden Rahmenelements, und

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Ausführungsform eines im Querschnitt quadratischen Rahmenelements.

- 5 In den verschiedenen Figuren sind einander entsprechenden Teilen gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen in schematischer Darstellung jeweils eine beispielhafte Ausführungsform einer Vorrichtung 10 zum Trocknen und/oder
10 Kühlen von Gas 12 mittels einer hygroskopischen Lösung 14, wobei es sich bei dem Gas 12 beispielsweise um Luft handeln kann.

Dabei umfasst die Vorrichtung 10 eine Absorptionseinrichtung 16 mit wenigstens einem Gasströmungskanal 18 sowie wenigstens einem die
15 hygroskopische Lösung 14 führenden Strömungskanal 20. Dabei ist der Innen- oder Gasraum 22 eines jeweiligen Gasströmungskanals 18 zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand 24 begrenzt.

20 Es ist wenigstens ein zwischen einem solchen Gasströmungskanal 18 und einem an diesen angrenzenden weiteren solchen Gasströmungskanal 18 (vgl. die Fig. 1 und 2) oder einer angrenzenden Kühleinheit 26 (vgl. die Fig. 3 und 4) gebildeter, die hygroskopische Lösung 14 führender Strömungskanal 20 vorgesehen, so dass Feuchtigkeit, insbesondere Wasserdampf,
25 aus dem Gas 12 über die Membranwand 24 in die hygroskopische Lösung 18 übergeht und in dieser absorbiert wird.

Dabei kann die hygroskopische Lösung 14 die Absorptionseinrichtung 16 im Gegenstrom zum Gas 12 durchströmen.

Die Absorptionseinrichtung 16 kann mehrere zueinander parallele Gasströmungskanäle 18 sowie mehrere zueinander parallele die hygroskopische Lösung 14 führende Strömungskanäle 20 umfassen.

- 5 Wie den Fig. 1 und 2 entnommen werden kann, können die die hygroskopische Lösung 14 führenden Strömungskanäle 20 der Absorptionseinrichtung 16 jeweils zwischen zwei aneinandergrenzenden Gasströmungskanälen 18 gebildet sein.
- 10 Es sind jedoch insbesondere auch solche Ausführungsformen denkbar, bei denen die die hygroskopische Lösung 14 führenden Strömungskanäle 20 der Absorptionseinrichtung 16 jeweils zwischen einem Gasströmungskanal 18 und einer angrenzenden Kühleinheit 26 gebildet sind (vgl. die Fig. 3 und 4). Dabei umfasst eine jeweilige Kühleinheit 26 vorzugsweise
- 15 einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand 48 begrenzten Kühlfluidraum 54.

Die aus der Absorptionseinrichtung 16 austretende hygroskopische Lösung 14 kann einer Regenerationseinrichtung 28 zugeführt werden, in der

20 sie regeneriert wird. Die regenerierte hygroskopische Lösung 14 wird dann vorzugsweise wieder der Absorptionseinrichtung 16 zugeführt.

Wie den Fig. 1 und 2 entnommen werden kann, kann die regenerierte hygroskopische Lösung 14 der Absorptionseinrichtung 16 insbesondere

25 über einen Kühler 30 zugeführt werden.

Das aus der Absorptionseinrichtung 16 austretende Gas 12 kann einem Verbraucher 32 zugeführt werden.

In bestimmten Fällen ist es von Vorteil, wenn das vom Verbraucher 32 kommende Gas 12 der Regenerationseinrichtung 28 zugeführt wird (vgl. die Fig. 1 und 2).

- 5 Dabei kann das vom Verbraucher 32 kommende Gas 12 der Regenerationseinrichtung 28 über einen Wärmetauscher 34 zugeführt werden, in dem das Gas 12 vorzugsweise erwärmt wird.

Das vom Verbraucher 32 kommende Gas 12 kann jedoch auch als Abgas
10 bzw. Abluft abgeführt werden (vgl. die Fig. 3 und 4).

Dabei kann der Regenerationseinrichtung 28 beispielsweise nicht vom Verbraucher 32 kommendes Gas 12', insbesondere Zuluft wie zum Beispiel Umgebungsluft, zugeführt werden (vgl. Fig. 3). Es sind jedoch auch
15 solche Ausführungsformen denkbar, bei denen die Regenerationseinrichtung 28 weder von vom Verbraucher 32 kommendem Gas noch von nicht vom Verbraucher kommendem Gas durchströmt wird (vgl. beispielsweise Fig. 4).

20 In dem Fall, dass die Regenerationseinrichtung 28 von Gas durchströmt wird, kann die hygroskopische Lösung 14 die Regenerationseinrichtung 28 insbesondere im Gegenstrom zum Gas 12, 12' durchströmen (vgl. die Fig. 1 bis 3).

25 Wie insbesondere wieder den Fig. 1 bis 3 entnommen werden kann, kann die Regenerationseinrichtung 28 wenigstens einen Gasströmungskanal 18 sowie wenigstens einen die hygroskopische Lösung 14 führenden Strömungskanal 20 umfassen, wobei der Innen- oder Gasraum 22 eines jeweiligen Gasströmungskanals 18 zumindest teilweise durch eine dampf-
30 durchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand 24 begrenzt ist und wenig-

tens ein zwischen einem solchen Gasströmungskanal 18 und einem an diesen angrenzenden weiteren solchen Gasströmungskanal 18 (vgl. Fig. 1) oder einer angrenzenden Heizeinheit 36 (vgl. die Fig. 2 und 3) gebildeter, die hygroskopische Lösung 14 führender Strömungskanal vorgesehen ist, so dass Feuchtigkeit, insbesondere Wasserdampf, aus der hygroskopischen Lösung über die Membranwand 24 in das Gas 12 bzw. 12' übergeht und die hygroskopische Lösung 14 konzentriert wird.

Dabei kann die Regenerationseinrichtung 28 mehrere zueinander parallele Gasströmungskanäle 18 sowie mehrere zueinander parallele die hygroskopische Lösung 14 führende Strömungskanäle 20 umfassen (vgl. die Fig. 1 bis 3).

Insbesondere im letzteren Fall können die die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanäle 20 der Regenerationseinrichtung 28 jeweils zwischen zwei aneinandergrenzenden Gasströmungskanälen 18 gebildet sein (vgl. Fig. 1). Es sind jedoch beispielsweise auch solche Ausführungsformen denkbar, bei denen die die hygroskopische Lösung 14 führenden Strömungskanäle 20 der Regenerationseinrichtung 28 jeweils zwischen einem Gasströmungskanal 18 und einer angrenzenden Heizeinheit 36 gebildet sind.

Die Regenerationseinrichtung 28 kann beispielsweise auch wenigstens eine von der aus der Absorptionseinrichtung 16 austretenden hygroskopischen Lösung 14 durchströmte Kondensations-/Verdampfungsstufe 38 aufweisen, die wenigstens eine Kondensationseinheit K und wenigstens eine Verdampfeinheit V umfasst (vgl. Fig. 4).

Hierbei umfasst eine jeweilige Kondensationseinheit K einen zumindest teilweise von einer Kondensationswand 40 begrenzten ersten Dampfraum

42 und eine jeweilige Verdampfereinheit V einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand 24 begrenzten zweiten Dampfraum 44. Dabei ist in einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe 38 wenigstens ein zwischen einer solchen Kondensationseinheit K und einer solchen an diese angrenzenden Verdampfereinheit V gebildeter, die hygroskopische Lösung 14 führender Strömungskanal 20 vorgesehen. Die hygroskopische Lösung 14 wird hierbei über die Kondensationswand 40 erhitzt, und der aus der hygroskopischen Lösung 14 entstehende Dampf gelangt durch die Membranwand 24 hindurch in den zweiten Dampfraum 44.

Zudem kann die Regenerationseinrichtung 28 eine von der aus der Kondensations-/Verdampfungsstufe 38 austretenden hygroskopischen Lösung 14 durchströmte Heizstufe 46 aufweisen, die wenigstens eine Heizeinheit 36 und wenigstens eine Verdampfereinheit V umfasst (vgl. wieder Fig. 4).

Dabei umfasst eine jeweilige Heizeinheit 36 einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand 48 begrenzten Heizfluidraum 50 und eine jeweilige Verdampfereinheit V einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand 24 begrenzten Dampfraum 44. In der Heizstufe 46 ist wenigstens ein zwischen einer Heizeinheit 36 und einer an diese angrenzenden Verdampfereinheit V gebildeter, die hygroskopische Lösung 14 führender Strömungskanal 20 vorgesehen, so dass die hygroskopische Lösung 14 über die fluiddichte wärmeleitende Wand 48 beheizt wird und der aus der hygroskopischen Lösung 14 entstehende Dampf durch die Membranwand 24 hindurch in den Dampfraum 44 gelangt. Der in diesem Dampfraum 44 anfallende Dampf wird vorzugsweise einer Kondensationseinheit K der Kondensations-/Verdampfungsstufe 38 zugeführt (vgl. wieder Fig. 4).

Wie ebenfalls wieder der Fig. 4 entnommen werden kann, kann die Regenerationseinrichtung 28 auch eine Kondensationsstufe 52 mit wenigstens einer Kühleinheit 26 und wenigstens einer Kondensationseinheit K umfassen. Hierbei weist eine jeweilige Kühleinheit 26 einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand 48 begrenzten Kühlfluidraum 54 und eine jeweilige Kondensationseinheit K einen zumindest teilweise von einer Kondensationswand 40 begrenzten Dampfraum 42 auf. In der Kondensationsstufe 52 ist wenigstens eine Kühleinheit 26 zumindest einer Kondensationseinheit K unmittelbar benachbart, so dass die Kondensationswand 40 der jeweiligen Kondensationseinheit K über die Kühleinheit 26 gekühlt wird. Dieser Kondensationseinheit K wird vorzugsweise in einer vorangehenden Kondensations-/Verdampfungsstufe 38 entstehender Dampf zugeführt.

Eine jeweilige Vorrichtung 10 zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas kann insbesondere als modulares Strömungssystem mit einer Vielzahl von Rahmenelementen (vgl. die Fig. 5 bis 7) ausgeführt sein. Dabei können die verschiedenen Funktionseinheiten wie insbesondere ein jeweiliger Gasströmungskanal 18, eine jeweilige Kühleinheit 26, eine jeweilige Heizeinheit 36, eine jeweilige Kondensationseinheit K und/oder eine jeweilige Verdampfereinheit V jeweils in Form eines solchen Rahmenelements vorgesehen sein. Die Rahmenelemente sind vorzugsweise mit Stegstrukturen 56 versehen, über die sie insbesondere zur Bildung der Absorptionseinrichtung 16, der Regenerationseinrichtung 28 bzw. einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe 38, der Heizstufe 46 und/oder der Kondensationsstufe 38 der Regenerationseinrichtung 28 miteinander verbindbar sind. Die Rahmenelemente können jeweils einen von einem äußeren Rahmen 58 umschlossenen Innenbereich 60 umfassen, der vorzugsweise mit einem insbesondere gitterartigen Abstandshalter 62 versehen ist, auf

dessen beiden Seiten zur Bildung eines jeweiligen Innen- oder Gasraumes 22, eines jeweiligen Dampfraums 42, 44 eines jeweiligen Heizfluidraums 50 oder eines jeweiligen Kühlfluidraums 54 usw. insbesondere jeweils eine entsprechende Funktionsfläche, vorzugsweise in Form einer Folie oder
5 Membran, aufgebracht ist.

Dabei kann eine jeweilige Membran insbesondere die Funktion einer Membranwand 24 und eine jeweilige Folie insbesondere die Funktion einer Kondensationswand 40 oder einer fluiddichten wärmeleitenden Wand
10 48 übernehmen.

Über die Stegstrukturen 56 können die erschiedenen Rahmenelemente beispielsweise miteinander verschweißt oder verklebt werden. Werden beispielsweise Schweißstegstrukturen verwendet, so kann zur Verbindung
15 der Rahmenelemente beispielsweise ein Reibschweißverfahren, Laserschweißverfahren und/oder Heizelementschweißverfahren angewandt werden.

Fig. 5 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines Rahmenelements, das beispielsweise sowohl als Kühl- als auch als Heizeinheit 26 bzw. 36 einsetzbar ist. Der Abstandshalter 62 kann im vorliegenden Fall beidseitig insbesondere jeweils mit einer Folie versehen sein. Der zwischen den Folien gebildete Heizfluid- oder Kühlfluidraum 50 bzw. 54 wird vom Heiz- bzw. Kühlfluid, z.B. Wasser durchströmt. Das
20 Heiz- bzw. Kühlfluid wird über Kanäle 64, zum Beispiel Wasserkanäle, dem Heiz- bzw. Kühlfluidraum 50 bzw. 54 zugeführt und aus diesem wieder entfernt. Die Kanäle 64 sind mit insbesondere in den Eckbereichen des Rahmenelements vorgesehen Durchführungen 66 insbesondere für das Heiz- bzw. Kühlfluid verbunden. Insbesondere im Bereich der Durch-

föhrungen 66 sind zudem Durchföhrungen 68 insbesondere für die hygroskopische Lösung 14 vorgesehen.

Es können beispielsweise die auf der linken Seite der Fig. 5 vorgesehenen Durchföhrungen 66, 68 für einen Heiz- oder Kühlfuideintritt bzw. Lösungseintritt und die auf der rechten Seite der Fig. 5 vorgesehenen Durchföhrungen 66, 68 beispielsweise für einen Heiz- oder Kühlfuidaustritt bzw. einen Lösungsaustritt vorgesehen sein. Grundsätzlich können Eintritt und Austritt für das Fluid bzw. die Lösung jedoch auch anderweitig angeordnet sein. Über diese Durchföhrungen 66, 68 können beispielsweise Gleich-, Gegen- oder Kreuzgegenströme realisiert werden.

Das Rahmenelement ist im vorliegenden Fall beispielsweise im Querschnitt rechteckig. Grundsätzlich ist jedoch beispielsweise auch eine quadratische Form denkbar (vgl. beispielsweise Fig. 7).

Die Durchföhrungen 66 können beispielsweise jeweils durch einen Stegabschnitt 70 zum Innenbereich 60 hin abgegrenzt sein.

Das Rahmenelement gemäß Fig. 5 mit insbesondere beidseitig vorgesehenen Folien kann insbesondere auch als Kondensationseinheit K vorgesehen sein, wobei in diesem Fall zwischen den Folien ein entsprechender Dampfraum 44 gebildet sein kann.

Fig. 6 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines z.B. einen Gas- bzw. Luftströmungskanal oder eine Verdampfeinheit V bildenden Rahmenelements. Im vorliegenden Fall kann insbesondere beidseitig des Abstandshalters 62 jeweils eine dampfdurchlässige, wasserdichte Membran aufgebracht sein. Das Rahmenelement

kann insbesondere zur Bildung eines Gas- bzw. Luftströmungskanal z.B. auf den beiden Schmalseiten zum Innenbereich 60 hin offen sein.

5 Auch in der Darstellung gemäß Fig. 6 sind wieder Durchführungen 66, 68 sowie Stegabschnitte 70 zu erkennen.

Auch dieses in der Fig. 6 dargestellte Rahmenelement ist im Querschnitt wieder rechteckig.

10 Die Folien und Membranen können mit den Rahmenelementen beispielsweise verklebt oder verschweißt sein. Grundsätzlich ist auch eine andere Art der Befestigung dieser Folien und Membranen denkbar.

15 Fig. 7 zeigt in schematischer Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines im Querschnitt quadratischen Rahmenelements. Dabei sind in dieser Darstellung insbesondere auch wieder Durchführungen 66, 68 zu erkennen.

20 Im Fall dieses einen quadratischen Querschnitt besitzenden Rahmenelements sind die Durchführungen 66, 68 rotationssymmetrisch angeordnet. Bei einer Drehung um 90° kommen also stets Durchführungen gleicher Funktion in Draufsicht aufeinander zu liegen. Mit einer solchen Anordnung können auch klassische Kreuzstromapparate aufgebaut werden. Durch Drehen der Rahmenelemente um 90° wird eine solche Schaltung
25 erreicht.

Im übrigen kann dieses Rahmenelement insbesondere wieder so ausgeführt sein, wie dies anhand der Fig. 5 und 6 beschrieben wurde.

Die verschiedenen Rahmenelemente können also entsprechend der zu erfüllenden Funktion relativ zueinander angeordnet werden. Dabei kann beispielsweise ein in Form einer Kondensationseinheit K vorgesehenes Rahmenelement insbesondere mit Kondensationsfolie und ein in Form einer Verdampfereinheit V vorgesehenes Rahmenelement insbesondere mit Membran bespannt sein. Durch das Zusammenbringen eines in Form einer Kondensationseinheit K vorgesehenen, mit Folie versehenen Rahmenelements und eines in Form einer Verdampfereinheit V vorgesehenen, mit Membran versehenen Rahmenelements ergibt sich zwischen Membran und Folie ein jeweiliger die hygroskopische Lösung 14 führender Strömungskanal 20. In diesem Strömungskanal 20 kann noch ein Abstandshalter eingelegt werden. Anstelle eines solchen Abstandshalters kann beispielsweise auch der insbesondere gitterartige Abstandshalter 46 so ausgeführt werden, dass sich beim Füllen des Strömungskanals 20 definierte Kanäle zum Führen der Lösung ausbilden.

Wie sich aus der Fig. 1 ergibt, kann beispielsweise ein Wärme- und Stoffaustauscher mit Membranrahmenelementen realisiert werden. Es kann beispielsweise feuchte und warme Luft durch den Wärme- und Stoffaustauscher geschickt werden, der Luftkühler und Lufttrockner in einem ist.

Durch den von Membranen begrenzten die hygroskopische Lösung führenden Strömungskanal kann im Gegenstrom beispielsweise so viel konzentrierte hygroskopische Lösung gefahren werden, dass die über die Membranen strömende Luft bzw. Gas sowohl getrocknet als auch gekühlt wird. Dabei verdünnt und erwärmt sich die Lösung. Die gekühlte und getrocknete Luft wird dem Verbraucher, beispielsweise einem Schiff oder dergleichen, zugeführt. Im Verbraucher wird die Luft durch Lasten wie zum Beispiel elektrische Verbraucher und Personen wieder erwärmt, und die Luftfeuchte erhöht sich durch den Verbraucher bzw. die Personen. Die

Rückluft, die insbesondere bei großen Schiffen wie zum Kreuzfahrtschiffen nahezu der Zuluft entspricht, kann in einem Wärmetauscher erwärmt werden, so dass die relative Feuchtigkeit sinkt. Im Desorber bzw. der Regenerationseinrichtung kommt diese Luft über die Membran mit der verdünnten Lösung in Kontakt. Aus der verdünnten Lösung wird nun Wasser
5 ausgetrieben. Die Lösung wird konzentriert und durch die Verdunstung des Wassers abgekühlt. In einem nachgeschalteten optionalen Kühler kann die konzentrierte Lösung noch weiter abgekühlt und wieder der Absorptionseinrichtung zugeführt werden.

10

Wie beispielsweise der Fig. 2 entnommen werden kann, kann der Wärme- und Stoffaustauscher bzw. die Absorptionseinrichtung beispielsweise mit Membranrahmenelementen und die Regenerationseinrichtung beispielsweise mit Membranrahmenelementen und Folienrahmenelementen realisiert werden. Der Regenerator bzw. Desorber ist hier also aus Membranrahmenelementen und Folienrahmenelementen aufgebaut. Im Desorber bzw. der Regenerationseinrichtung strömt durch die Folienrahmenelemente
15 beispielsweise warmes Wasser, das die Lösung erwärmt und Wasser aus der Lösung austreibt. Die Verdampfungswärme wird hier beispielsweise durch Abkühlen des warmen Wassers aus dem Heizkreislauf bereitgestellt. Die vom Verbraucher zuströmende Luft wird auch über die beheizte Lösung erwärmt und kann Feuchtigkeit aufnehmen. Die aufkonzentrierte Lösung kann über einen dem Desorber bzw. der Regenerationseinrichtung nachgeschalteten Kühler gekühlt werden.

25

Wie der Fig. 3 entnommen werden kann, kann ein gekühlter Absorber bzw. eine gekühlte Absorptionseinrichtung und ein beheizter Desorber bzw. eine beheizte Regenerationseinrichtung vorgesehen sein. Eine solche Kombination ist insbesondere dann von Vorteil, wenn in der betreffenden
30 Anlage für den Absorber und den Desorber jeweils Außenluft verwendet

wird. Auch für eine Kältespeicherung in konzentrierter Lösung ist dies ein geeigneter Prozess, da im gekühlten Absorber eine große Wasserbeladung der Lösung erreicht werden kann. Absorption und Desorption können hier auch an getrennten Orten stattfinden. Die konzentrierte Lösung könnte
5 dann als Kältespeicher dem Verbraucher angeliefert werden. Die verdünnte Lösung könnte dann zurückgeführt werden.

Wie der Fig. 4 entnommen werden kann, kann ein gekühlter Absorber bzw. eine gekühlte Absorptionseinrichtung in Kombination mit einer Re-
10 generationseinrichtung vorgesehen sein, die ein der Aufkonzentrierung der hygroskopischen Lösung dienendes System mit zumindest einer Kondensations-/Verdampfungsstufe sowie einer Heizstufe und vorzugsweise einer Kondensationsstufe umfasst. Dabei befindet sich das System innerhalb der gestrichelten Linie der Fig. 4 im Unterdruck. Kühlfluid und Heizfluid
15 sind auf Umgebungsdruck, und die Lösung ist im Unterdruck. Dabei sind die Verhältnisse im Wesentlichen so, wie dies in der WO 2007/054311 beschrieben ist. Eine solche Kombination ist insbesondere dann effizient, wenn keine Abwärme zur Desorption der Lösung zur Verfügung steht. Mit einem entsprechend mehrstufigen Aufkonzentrierungsprozess kann über
20 die Anzahl der verschiedenen Stufen der Energiebedarf zur Desorption deutlich reduziert werden. Von besonderem Vorteil ist auch, dass im Desorptionsprozess destilliertes Wasser entsteht, das heißt Wasser wird aus der feuchten Luft gewonnen.

25 Wie den Fig. 2 und 3 entnommen werden kann, kann im jeweiligen Heizfluidkreislauf der Regenerationseinrichtung 28 beispielsweise ein Wärmetauscher 72 vorgesehen sein.

Wie der Fig. 4 entnommen werden kann, kann der Kondensationsstufe 52
30 bzw. deren Kühleinheiten 26 beispielsweise Kühlwasser 74 zugeführt wer-

den. Das Heizfluid für die Heizeinheiten 36 der Heizstufe 46 kann beispielsweise solar beheizt sein.

Wie beispielsweise den Fig. 3 und 4 entnommen werden kann, kann dem
5 Kühlfluidkreislauf der Absorptionseinrichtung bzw. des gekühlten Absorbers ein Kühler 76 zugeordnet sein.

Anstelle von Luft kann grundsätzlich auch ein beliebiges anderes Gas
vorgesehen sein. Zudem muss bei der jeweiligen Entfeuchtung nicht zwin-
10 gend Wasserdampf entfernt werden. Bei der Entfeuchtung kann auch ein beliebiger anderer Stoffaustausch erfolgen.

Bezugszeichenliste

	10	Vorrichtung zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas
	12	Gas
5	12'	nicht vom Verbraucher kommendes Gas
	14	hygroskopische Lösung
	16	Absorptionseinrichtung, Absorber
	18	Gasströmungskanal
	20	die hygroskopische Lösung führender Strömungskanal
10	22	Innen- oder Gasraum
	24	Membranwand
	26	Kühleinheit
	28	Regenerationseinrichtung, Desorber
	30	Kühler
15	32	Verbraucher
	34	Wärmetauscher
	36	Heizeinheit
	38	Kondensations-/Verdampfungsstufe
	40	Kondensationswand
20	42	erster Dampfraum
	44	zweiter Dampfraum
	46	Heizstufe
	48	fluiddichte wärmeleitende Wand
	50	Heizfluidraum
25	52	Kondensationsstufe
	54	Kühlfluidraum
	56	Stegstruktur
	58	äußerer Rahmen
	60	Innenbereich
30	62	Abstandshalter

	64	Kanal
	66	Durchführung für das Heiz- oder Kühlfluid
	68	Durchführung für die hygroskopische Lösung
	70	Stegabschnitt
5	72	Wärmetauscher
	74	Kühlwasser
	76	Kühler
	K	Kondensationseinheit
10	V	Verdampfereinheit

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung (10) zum Trocknen und/oder Kühlen von Gas (12), insbesondere Luft, mittels einer hygroskopische Lösung (14), mit einer Absorptionseinrichtung (16), die wenigstens einen Gasströmungskanal (18) sowie wenigstens einen die hygroskopische Lösung (14) führenden Strömungskanal (20) umfasst, wobei der Innen- oder Gasraum (22) eines jeweiligen Gasströmungskanals (18) zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand (24) begrenzt ist und wenigstens ein zwischen einem solchen Gasströmungskanal (18) und einem an diesen angrenzenden weiteren solchen Gasströmungskanal (18) oder einer angrenzenden Kühleinheit (26) gebildeter, die hygroskopische Lösung (14) führender Strömungskanal (20) vorgesehen ist, so dass Feuchtigkeit, insbesondere Wasserdampf, aus dem Gas (12) über die Membranwand (24) in die hygroskopische Lösung (18) übergeht und in dieser absorbiert wird.

10

15

20

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hygroskopische Lösung (14) die Absorptionseinrichtung (16) im Gegenstrom zum Gas (12) durchströmt.

25

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass die Absorptionseinrichtung (16) mehrere zueinander parallele Gasströmungskanäle (18) sowie mehrere zueinander parallele die hygroskopische Lösung führende Strömungskanäle (20) umfasst.

- 5 4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
 dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
 dass die die hygroskopische Lösung (14) führenden Strömungskanäle (20) der Absorptionseinrichtung (16) jeweils zwischen zwei aneinander grenzenden Gasströmungskanälen (18) gebildet sind.
- 10
5. Vorrichtung nach Anspruch 3,
 dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
 dass die die hygroskopische Lösung (14) führenden Strömungskanäle (20) der Absorptionseinrichtung (16) jeweils zwischen einem Gasströmungskanal (18) und einer angrenzenden Kühleinheit (26) gebildet sind, wobei eine jeweilige Kühleinheit (26) vorzugsweise einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand (48) begrenzten Kühlfluidraum (54) umfasst.
- 15
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
 dass die aus der Absorptionseinrichtung (16) austretende hygroskopische Lösung (14) einer Regenerationseinrichtung (28) zugeführt wird, in der sie regeneriert wird, und die regenerierte hygroskopische Lösung (14) vorzugsweise wieder der Absorptionseinrichtung (16) zugeführt wird.
- 20
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
 dadurch g e k e n n z e i c h n e t,
- 25

dass die regenerierte hygroskopische Lösung (14) der Absorptionseinrichtung (16) über einen Kühler (30) zugeführt wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das aus der Absorptionseinrichtung (16) austretende Gas (12) einem Verbraucher (32) zugeführt wird.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass das vom Verbraucher (32) kommende Gas (12) der Regenerationseinrichtung (28) zugeführt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass das vom Verbraucher (32) kommende Gas (12) der Regenerationseinrichtung (28) über einen Wärmetauscher (34) zugeführt wird, in dem das Gas (12) vorzugsweise erwärmt wird.
- 20 11. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das vom Verbraucher (32) kommende Gas (12) als Abgas bzw. Abluft abgeführt wird.
- 25 12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Regenerationseinrichtung (28) nicht vom Verbraucher (32) kommendes Gas (12'), insbesondere Zuluft wie z.B. Umgebungsluft, zugeführt wird.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die hygroskopische Lösung (14) die Regenerationseinrichtung
(28) im Gegenstrom zum Gas (12, 12') durchströmt.

5

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regenerationseinrichtung (28) wenigstens einen Gasströ-
mungskanal (18) sowie wenigstens einen die hygroskopische Lösung
(14) führenden Strömungskanal (20) umfasst, wobei der Innen- oder
Gasraum (22) eines jeweiligen Gasströmungskanals (18) zumindest
teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Memb-
ranwand (24) begrenzt ist und wenigstens ein zwischen einem sol-
chen Gasströmungskanal (18) und einem an diesen angrenzenden
weiteren solchen Gasströmungskanal (18) oder einer angrenzenden
Heizeinheit (36) gebildeter, die hygroskopische Lösung (14) führen-
der Strömungskanal (20) vorgesehen ist, so dass Feuchtigkeit, ins-
besondere Wasserdampf, aus der hygroskopischen Lösung über die
Membranwand (24) in das Gas (12, 12') übergeht und die hygrosko-
pische Lösung (14) konzentriert wird.

10

15

20

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Regenerationseinrichtung (28) mehrere zueinander paralle-
le Gasströmungskanäle (18) sowie mehrere zueinander parallele die
hygroskopische Lösung (14) führende Strömungskanäle (20) um-
fasst.

25

16. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,

30

dass die die hygroskopische Lösung (14) führenden Strömungskanäle (20) der Regenerationseinrichtung (28) jeweils zwischen zwei aneinandergrenzenden Gasströmungskanälen (18) gebildet sind.

- 5 17. Vorrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die die hygroskopische Lösung (14) führenden Strömungskanäle (20) der Regenerationseinrichtung (28) jeweils zwischen einem
Gasströmungskanal (18) und einer angrenzenden Heizeinheit (36)
10 gebildet sind.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Regenerationseinrichtung (28) wenigstens eine von der aus der Absorptionseinrichtung (16) austretenden hygroskopischen Lösung (14) durchströmte Kondensations-/Verdampfungsstufe (38) aufweist, die wenigstens eine Kondensationseinheit (K) und wenigstens eine Verdampfereinheit (V) umfasst, wobei eine jeweilige Kondensationseinheit (K) einen zumindest teilweise von einer Kondensationswand (40) begrenzten ersten Dampfraum (42) und eine jeweilige
20 Verdampfereinheit (V) einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand (24) begrenzten zweiten Dampfraum (44) umfasst und in einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe (38) wenigstens ein zwischen einer solchen Kondensationseinheit (K) und einer solchen an diese angrenzenden Verdampfereinheit (V) gebildeter, die hygroskopische Lösung (14) führender Strömungskanal (20) vorgesehen ist, so dass die hygroskopische Lösung (14) über die Kondensationswand (40) erhitzt wird
25 und der aus der hygroskopischen Lösung (14) entstehende Dampf
30

durch die Membranwand (24) hindurch in den zweiten Dampfraum (44) gelangt .

19. Vorrichtung nach Anspruch 18,

5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Regenerationseinrichtung (28) eine von der aus der Kondensations-/Verdampfungsstufe (38) austretenden hygroskopischen Lösung (14) durchströmte Heizstufe (46) aufweist, die wenigstens eine Heizeinheit (36) und wenigstens eine Verdampfeinheit (V) um-
10 fasst, wobei eine jeweilige Heizeinheit (36) einen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand (48) begrenzten Heizfluidraum (50) und eine jeweilige Verdampfeinheit (V) einen zumindest teilweise durch eine dampfdurchlässige flüssigkeitsdichte Membranwand (24) begrenzten Dampfraum (44) umfasst, in der
15 Heizstufe (46) wenigstens ein zwischen einer Heizeinheit (36) und einer an diese angrenzenden Verdampfeinheit (V) gebildeter, die hygroskopische Lösung (14) führender Strömungskanal (20) vorgesehen ist, so dass die hygroskopische Lösung (14) über die fluiddichte wärmeleitende Wand (48) beheizt wird und der aus der hygroskopischen Lösung (14) entstehende Dampf durch die Membranwand (24) hindurch in den Dampfraum (44) gelangt, und der in diesem Dampfraum anfallende Dampf vorzugsweise einer Kondensationseinheit (K) der Kondensations-/Verdampfungsstufe (38) zugeführt wird.

25

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19,

dadurch gekennzeichnet,
dass die Regenerationseinrichtung (28) eine Kondensationsstufe (52) mit wenigstens einer Kühleinheit (26) und wenigstens einer Kondensationseinheit (K) umfasst, wobei eine jeweilige Kühleinheit (26) ei-
30

nen zumindest teilweise von einer fluiddichten wärmeleitenden Wand (48) begrenzten Kühlfluidraum (54) und eine jeweilige Kondensationseinheit (K) einen zumindest teilweise von einer Kondensationswand (40) begrenzten Dampfraum (42) umfasst und in der
5 Kondensationsstufe (K) wenigstens eine Kühleinheit (26) zumindest einer Kondensationseinheit (K) unmittelbar benachbart ist, so dass die Kondensationswand (40) der jeweiligen Kondensationseinheit (K) über die Kühleinheit (26) gekühlt wird, und wobei der Kondensationsstufe (K) vorzugsweise in einer vorangehenden Kondensations-/Verdampfungsstufe (38) entstehender Dampf zugeführt wird.
10

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass sie als modulares Strömungssystem mit einer Vielzahl von
15 Rahmenelementen ausgeführt ist und die verschiedenen Funktionseinheiten wie insbesondere ein jeweiliger Gasströmungskanal (18), eine jeweilige Kühleinheit (26), eine jeweilige Heizeinheit (36), eine jeweilige Kondensationseinheit (K) und/oder eine jeweilige Verdampfeinheit (V) jeweils in Form eines solchen Rahmenelements
20 vorgesehen sind, wobei die Rahmenelemente vorzugsweise mit Stegstrukturen (56) versehen sind, über die sie insbesondere zur Bildung der Absorptionseinrichtung (16), der Regenerationseinrichtung (28), einer jeweiligen Kondensations-/Verdampfungsstufe (38), der Heizstufe und/oder der Kondensationsstufe (52) miteinander
25 verbindbar sind, und jeweils einen von einem äußeren Rahmen (58) umschlossenen Innenbereich (60) umfassen, der vorzugsweise mit einem insbesondere gitterartigen Abstandshalter (62) versehen ist, auf dessen beiden Seiten zur Bildung eines jeweiligen Innen- oder Gasraumes (22), eines jeweiligen Dampfraums (42, 44), eines jeweiligen Heizfluidraums (50) oder eines jeweiligen Kühlfluidraums (54)
30

insbesondere jeweils eine entsprechende Funktionsfläche, vorzugsweise in Form einer Folie oder Membran, aufgebracht ist.