

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. November 2008 (20.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/138325 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25B 17/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2008/000810

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Mai 2008 (13.05.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 022 841.6 11. Mai 2007 (11.05.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INVENSOR GMBH** [DE/DE]; 25 Gustav-Meyer-Allee, 13355 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRAUNSCHWEIG, Niels** [DE/DE]; 3 Weinbergsweg, 10119 Berlin (DE).
PAULUSSEN, Sören [DE/DE]; 26 Richard-Wagner-Str., 06114 Halle a. d. Saale (DE).

(74) Anwälte: **LANGE, Sven** usw.; HERTIN, 54-55 Kurfürstendamm, 10707 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

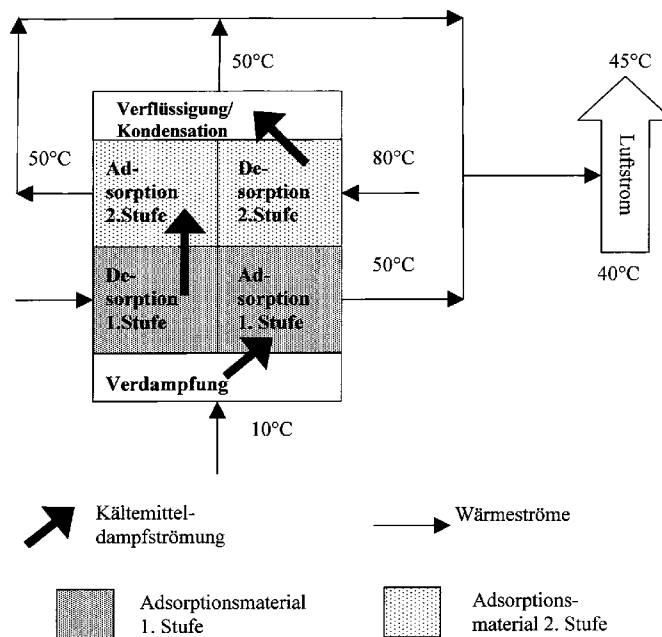
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REFRIGERATING MACHINE COMPRISING DIFFERENT SORPTION MATERIALS

(54) Bezeichnung: KÄLTEMASCHINE MIT VERSCHIEDENEN SORPTIONSMATERIALIEN

Fig. 1:



(57) Abstract: The invention relates to the use of an adsorbent instead of a condenser in a heat pump/refrigerating machine as well as the use of said adsorbent during the reduction of the vapor pressure in a heat pump/refrigerating machine in order to improve the desorption capacity. The invention further relates to a refrigeration method in which preferably two different adsorbents are used in two stages.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/138325 A1



MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Adsorptionsmittels anstelle eines Verflüssigers in einer Wärmepumpe/Kältemaschine und weiterhin die Verwendung des Adsorptionsmittels bei der Dampfdruckreduktion in einer Wärmepumpe/Kältemaschine zur Verbesserung der Kapazität der Desorption; weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kälteerzeugung, bei dem bevorzugt zwei unterschiedliche Adsorptionsmittel in zwei Stufen eingesetzt werden.

Kältemaschine mit verschiedenen Sorptionsmaterialien

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Adsorptionsmittels anstelle eines Verflüssigers in einer Adsorptionswärmepumpe und weiterhin die Verwendung eines Adsorptionsmittels bei der Druckreduktion, insbesondere bei einer Zwischendruckabsenkung, in einer Adsorptionswärmepumpe zur Verbesserung der Kapazität der Desorption; weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Kälteerzeugung, bei dem zwei Adsorptionsstufen eingesetzt werden.

Dem durchschnittlichen Fachmann ist bekannt, dass Kältemaschinen thermodynamische Kreisprozesse realisieren, bei denen z. B. Wärme unterhalb der Umgebungstemperatur aufgenommen und bei höherer Temperatur abgegeben wird. Diese Kreisprozesse in Kältemaschinen sind im Wesentlichen identisch mit den Kreisprozessen in Wärmepumpen. Die Kältemaschine kann daher auch als eine Wärmepumpe aufgefasst werden. Bekannte Kältemaschinen sind beispielsweise Absorptionskälteanlagen, Diffusionsabsorptionskältemaschinen, Adsorptionskälteanlagen bzw. Feststoffsorptionswärmepumpen sowie Kompressionskälteanlagen. Der Aufbau dieser Anlagen ist dem Fachmann auf dem betreffenden Gebiet bekannt. Für alle Kältemaschinen gilt, dass ihre Leistung und ihr Wirkungsgrad stark von den Temperaturen der anliegenden Wärmesenken und Wärmequellen abhängen. Die Antriebswärme für die Desorption und die aufgenommene Wärme auf niedrigem Temperaturniveau bei der Kälteerzeugung stellen für Adsorptionskältemaschinen Wärmequellen dar. Diese beiden Wärmeströme müssen die Maschinen wieder verlassen, um Adsorptionsprozesse am Laufen zu halten. Dies

wird in der Regel durch Rückkühlung der Kondensationswärme und Adsorptionswärme an die Umgebung realisiert. Vorzugsweise sind also drei Temperaturniveaus von entscheidender Bedeutung bei Adsorptionswärmepumpen: a) das Temperaturniveau der den Desorptionsprozess antreibenden Wärmequelle z.B. 80°C. b) das Temperaturniveau der eigentlichen Kälteerzeugung bzw. der durch die Adsorptionswärmepumpe aufzunehmende Wärme z.B. 10°C. Auf diesem Temperaturniveau findet die Verdampfung des Kältemittels statt. c) das Temperaturniveau der Rückkühlung bzw. Wärmeabgabe an die Umgebung z.B. 40°. Auf diesem Temperaturniveau wird die in der Adsorptionswärmepumpe entstehende Kondensations- und Adsorptionswärme an die Umgebung abgeleitet und so der Adsorptionswärmepumpe entzogen.

Der Fachmann spricht bezüglich der den Prozess antreibenden Desorption/Verflüssigungs-Temperaturdifferenz von Schub und bezüglich der Temperaturdifferenz bei Adsorption/Verdampfung von Hub. Nach den bekannten Gesetzen der Thermodynamik funktionieren thermische Sorptionsmaschinen besser, je größer der Schub bei gegebenen Hub ist, d. h., je besser das Adsorptionsmaterial getrocknet bzw. desorbiert wird, umso besser kann es das verdampfende Kältemittel aufsaugen und demgemäß die gewünschte Kälte erzeugen. So wird eine Wärmepumpe bei sonst gleichen Bedingungen bei einer Rückkühltemperatur von 50°C immer schlechter funktionieren als bei einer Rückkühltemperatur von 30°C, da sowohl der Hub um 20K größer ist also auch der Schub 20K kleiner ist.

Die typische einstufige Adsorptionskältemaschine, wie zum Beispiel die marktgängige Maschine der japanischen Firma Mayekawa, besteht im Wesentlichen aus einem Verdampfer,

einem Verflüssiger und einem Adsorber-/Desorber-Paar, welches alternierend ad- und desorbiert. Bei Adsorptionskältemaschinen wird das einzusetzende Kältemittel in vorher desorbiertes (getrocknetes) Adsorptionsmaterial adsorbiert. D. h., je besser die vorherige Desorption, desto wirkungsvoller die eigentliche Adsorption und Kälteerzeugung. Wie beschrieben muss die im Prozess anfallende Adsorptionswärme und Kondensationswärme rückgekühlt werden. Bei der typischen einstufigen Adsorptionskältemaschine wirkt sich somit die realisierbare Rückkühltemperatur deshalb unmittelbar auf das Verhältnis Schub zu Hub aus und beeinflusst die Leistungsfähigkeit der Anlagen signifikant. Insbesondere bei trockenen Rückkühlern, bei denen die Rückkühltemperatur immer über der Außenlufttemperatur liegt, kommt es daher gerade bei warmen und heißen Tagen so zu limitierenden Prozessrandbedingungen für die Leistungsfähigkeit von Adsorptionskältemaschinen. Beispielsweise gibt es deshalb keine marktgängige Adsorptionskältemaschine, die bei Außentemperaturen von über 40°C trocken rückgekühlt werden kann und Antriebs- bzw. Desorptionstemperaturen von unter 100°C benötigen. Letztendlich sind jedoch gerade warme und heiße Tage insbesondere bei Klimatisierungsaufgaben die wesentlichen Einsatzbedingungen für Kältemaschinen.

Aus dem oben beschriebenen Sachverhalt folgt, dass bisher Adsorptionskältemaschinen in der Regel mit nassen Rückkühlern (Naßkühlturm) betrieben werden. Der Ansatz der nassen Rückkühlung anstelle der trockenen Rückkühlung, bei der die Verdunstung von Wasser an der Umgebungsluft ausgenutzt wird (z.B. Kraftwerkskühlturm), ist im kleinen Leistungsbereich, im privaten also nicht industriellen Bereich sowie im mobilen Anwendungsbereich technisch,

wirtschaftlich und politisch allerdings kaum zu realisieren (Wasserverbrauch, Wartungsintensität des nassen Rückkühlers, zusätzliche Wasserleitungen, Gefahr der Legionellenbildung und dadurch resultierend regionale Aufstellungsverbote).

Die bekannten Adsorptionskältemaschinen weisen für zahlreiche Anwendungen deshalb nicht die erforderlichen Leistungen auf, insbesondere wenn höhere bzw. ungünstigere Rückkühlungstemperaturen vorherrschen.

10

Die mangelnde Leistungsfähigkeit wird im Stand der Technik durch aufwendige konstruktive Anordnungen versucht zu beseitigen, wobei diese konstruktiven Anordnungen einen hohen Aufwand bei der Herstellung, bei der Inbetriebnahme und Nutzung der Kältemaschinen/Wärmepumpen erfordern.

15

Beispielsweise zeigt das Patent der Fa. Denso, EP 0 795 725 A2, dass durch eine geschickte Verschaltung der Wärmeträgerkreise erreicht werden kann, dass die Adsorption einer ersten Stufe durch kältere Wärmeträgertemperaturen als in üblichen Adsorptionsanlagen verbessert werden kann. In der Erfindung der Fa. Denso geschieht dies durch die Vorschaltung eines zweiten Verdampfers einer zweiten Stufe vor den Adsorber der ersten Stufe in den Rückkühlkreislauf. Das Wärmeträgerfluid wird also durch den zweiten Verdampfer heruntergekühlt bevor es in den Adsorber gelangt und kann somit den Adsorber besser kühlen. Dadurch wird die Adsorption verbessert.

20

25

30

Bei diesem Ansatz wird eine Mehrzahl von Verdampfern benötigt. Durch die Mehrheit der Verdampfer in der EP 0 795 725 muss außerdem die Rückführung des Kondensats aus dem

Kondensator gleichmäßig auf die Anzahl der Verdampfer aufgeteilt werden, was eine Schwierigkeit darstellt oder mindestens einer eigenen Vorrichtung bedarf.

5 Außerdem sind in der EP 0 795725 viele Komponenten wie z.B. Adsorber, Verdampfer und Rückkühler seriell verschaltet, d.h. dass das Wärmeträgerfluid nacheinander mehrere Bauteile durchströmt. Dies bedeutet einen hohen Druckverlust für das Wärmeträgerfluid, was größere Pumpen
10 und einen erhöhten Stromverbrauch für diese Pumpen nötig macht.

Weiterhin gilt, dass eine Vielzahl von Adsorptionsmitteln derartige Eigenschaften besitzen, dass die Desorption, also das Austreiben des Kältemittels aus dem Adsorptions-
15 mittel hohe Temperaturen oder niedrige Drücke erfordert. Bei diesen Adsorptionsmitteln ist es unter üblichen Temperatur-Randbedingungen schwierig, im Prozessablauf die Adsorptionsmittel ausreichend zu desorbieren.

Dieses Problem wird auch mit der Lehre nach der EP 0 795
20 nicht behoben, da in dieser die Adsorption unterstützt und nicht die Desorption.

Sofern die Möglichkeit besteht höhere (z.B. $>100^{\circ}\text{C}$) Antriebstemperaturen anzuwenden, sind auch mehrstufige Adsorptionswärmepumpen realisierbar, welche auf einer Wärmerückgewinnung zwischen den Stufen abzielen, was z.B. zu
25 einer Wirkungsgraderhöhung führen kann. Diese benötigt jedoch immer so hohe Antriebstemperaturen, dass die Abwärme bzw. das Abwärmepotentialniveau der ersten Stufe
30 ausreicht um eine zweite Stufe anzutreiben. Diese Mehrstufigkeit wird durch einer Verschaltung der Wärmeträger-

medien (z.B. Wasser oder Sole) realisiert und nicht durch eine kältemittelseitige Verschaltung.

Aufgabe der Erfindung war es daher, ein einfaches und effizientes Mittel und Verfahren bereitzustellen, welche die Nachteile des Standes der Technik nicht aufweisen. Insbesondere galt eines Weg zu finden, der den Betrieb einer Adsorptionskälteanlage auch bei trockener Rückkühlung und hohen Außenlufttemperaturen ermöglicht, bei denen herkömmliche Anlagen entweder gar nicht mehr oder nur sehr stark eingeschränkt funktionieren.

Es war überraschend, dass die Nachteile des Standes der Technik gelöst werden können, wenn anstelle eines Verflüssigers in einer Wärmepumpe/Kältemaschine ein Adsorptionsmittel verwendet wird, insbesondere, wenn das Adsorptionsmittel in einer Feststoffsorptionswärmepumpe zur Druckabsenkung und insbesondere zur Zwischendruckabsenkung innerhalb der Feststoffsorptionswärmepumpe verwendet wird. Erfindungsgemäß bedeutet dies, dass nicht ein Bauteil durch ein Adsorptionsmittel ersetzt werden soll, sondern dass an einer Stelle, an der normalerweise eine Verflüssigung stattfindet nun eine Adsorption des Kältemittels in einem Adsorptionsmittel erfolgt. Beide Prozesse - Verflüssigung als auch Adsorption des Kältemittels führen zu einer Druckabsenkung bei der Desorption des Kältemittels; jedoch führt die Adsorption zu tieferen Drücken als eine Verflüssigung bei gleichen Temperaturen. Ohne eine zweite Stufe würde der Desorptionsdruck (p_{Des1}) der ersten Stufe dem Verflüssigungsdruck ($p_{Verfl.}$) entsprechen. Wird das durch die Desorption freigesetzte Kältemittel nicht unmittelbar verflüssigt,

sondern erfindungsgemäß in einer zweiten Stufe adsorbiert, so entspricht der Desorptionsdruck der ersten Stufe (p_{Des1}) dem Adsorptionsdruck der zweiten Stufe (p_{Ads2}). Durch die relative Dampfdruckabsenkung bei einer Adsorption liegt der Druck p_{Ads2} stets unter p_{Verfl} . (bei sonst gleichen Temperaturen) Es gilt somit:

$$p_{\text{Des1}} = p_{\text{Ads2}} < p_{\text{Verfl}}.$$

Bei der Desorption der Zweiten Stufe gilt:

$$p_{\text{Des2}} = p_{\text{Verfl}}.$$

Zwischen der Desorption der ersten Stufe und der Verflüssigung liegt somit der Zwischendruck p_{Ads2} . Da dieser Druck kleiner ist als der Druck bei einer unmittelbaren Verflüssigung wird die Kapazität der Desorption der ersten Stufe erfindungsgemäß erhöht.

In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung die Verwendung des Adsorptionsmittels, wobei die Zwischendruckabsenkung über mindestens zwei Stufen realisiert wird, wobei in der ersten Stufe ein Adsorptionsmittel desorbiert, welches vorher in dieser Stufe adsorbiert wurde, und das dadurch entstehende gasförmige Kältemittel, insbesondere Wasser oder Wasserdampf, in einer zweiten Stufe zur Adsorption auf ein weiteres Adsorptionsmittel geleitet wird.

Das entstehende gasförmige Kältemittel ist im Sinne der Erfindung vorher adsorbiert und es tritt bei der Desorption gasförmig aus dem Adsorptionsmittel wieder aus.

Ein bevorzugter Aspekt der Erfindung ist demgemäß die Erweiterung einer einstufigen Adsorptionskältemaschine um eine weitere Adsorptions-/Desorbereinheit, die bevorzugt

ein anderes Adsorptionsmaterial aufweist. Adsorptionsmittel sind z.B. Zeolithe oder Silikagele. Erfindungsgemäß könnte die erste Stufe mit Zeolith als Adsorptionsmaterial ausgeführt sein und die 2 oder alle weiteren mit Silikagel. Eine umgekehrte Anordnung ist natürlich genau so denkbar. Ebenso ist denkbar verschiedene Typen bzw. Klassen von Zeolithen auf den jeweiligen Stufen einzusetzen. Durch dieses Vorgehen erhält man eine zweistufige Adsorptionskältemaschine, wobei die Materialien in einer bevorzugten Ausführungsform so ausgewählt sind, dass a) das Adsorptionsmittel der ersten Stufe für die Prozesstemperaturen, insbesondere der Temperaturen der Verdampfung und Adsorption, geeignet ist und b) das Adsorptionsmaterial der zweiten Stufe für die Prozesstemperaturen, insbesondere der Temperaturen der Desorption und der Kondensation, geeignet ist.

Erfindungsgemäß können so unterschiedliche Eigenschaften von Adsorptionsmitteln kombiniert werden, so dass die im Stand der Technik nur mit einem größeren Schub erreichbare Desorption des Materials in einer ersten Stufe durch eine Adsorption in der zweiten Stufe erreicht wird. Die sonst übliche Verflüssigung in der ersten Stufe findet nicht statt. Der Desorber der ersten Stufe trocknet den Adsorber der zweiten Stufe. Es kommt also statt der im Stand der Technik bekannten Verflüssigung des Kältemittels zu einer Adsorption mit Zwischendruckabsenkung.

Der Druck bei dieser Adsorption entspricht dem Druck einer normalen Kondensation/Verflüssigung bei reduzierter Rückkühltemperatur. Anders ausgedrückt, ist der Betrieb der Adsorptionskältemaschine auch bei deutlich kleinerem

Schub möglich, bei dem eine Adsorptionskältemaschine im Stand der Technik nicht mehr funktionieren würde. Durch die anmeldungsgemäße Lehre, insbesondere durch die im Folgenden zu nennenden Vorzugsvarianten werden somit verschiedene Vorteile erreicht:

Ein besonderer Vorteil ist gemäß dem Vorgenannten, dass der Betrieb der Adsorptionskältemaschinen bei sonst nicht möglichen Betriebstemperaturen durchgeführt werden kann. D. h. beispielsweise, dass eine ganzjährige Kälteerzeugung mit trockener Rückkühlung auch im Sommer möglich ist. Durch die erfindungsgemäße Lehre ist es möglich, gut adsorbierbare Materialien wie z. B. Zeolithe nutzbar zu machen, die normalerweise einen sehr großen Schub für die Desorption benötigen. Besonders vorteilhafterweise ist es möglich, je nach Ausgestaltung der Erfindung die zweite Stufe auch als Speicher zu nutzen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein Adsorptionsmittel bei der Dampfdruckreduktion in einer Wärmepumpe/Kältemaschine zur Verbesserung der Kapazität der Desorption, insbesondere der ersten Stufe, eingesetzt.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Kälteerzeugung in einer Kälteanlage/Wärmepumpe, wobei ein Adsorptionsmittel anstelle eines Verflüssigers verwendet wird. Bei diesem Verflüssiger kann es sich beispielsweise um einen in der Kältetechnik bekannten Kondensator handeln.

Eine Stufe im Sinne der Erfindung bedeutet, dass eine (n+1)-Stufe aus der (n)-Stufe adsorbiert (z. B. die zwei-

te Stufe aus der ersten). Unterschiedliche Stufen liegen bevorzugt im Prozessverlauf aus Sicht des Kältemittels hintereinander. Eine Stufe besteht im Prinzip aus einer Einheit. Diese Einheiten lassen sich aber - egal auf welcher Stufe - auf verschiedene Arten umsetzen; aus einem
5 oder mehreren Bauteilen bzw. Adsorbern/Desorbern:

a) Ein Adsorber/Desorber: Falls nur ein Adsorber/Desorber genutzt wird, so kann dieser während
10 der Desorptionsphase nicht adsorbieren und Kälte erzeugen, da er gerade desorbiert. Die Kälteerzeugung beginnt dann erst wieder, wenn die Desorption abgeschlossen ist und die Adsorption beginnt. Ein solcher Ansatz bietet sich in der Heizungstechnik an,
15 z. B. im Betrieb als heizungsunterstützende Wärmepumpe.

b) Zwei oder mehrere Adsorber/Desorber (in einer Stufe): Während ein Adsorber/Desorber desorbiert, kann
20 ein anderer der gleichen Stufe gleichzeitig adsorbieren. So kann quasi kontinuierlich Kälte erzeugt sowie eine Wärmerückgewinnung zwischen den Bauteilen genutzt werden, wie dies bei Adsorptionswärmepumpen der Fall ist.

25 In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist es nicht erheblich, wie die einzelnen Stufen ausgeführt werden, da in einem Aspekt der Erfindung diese im wesentlichen auf die Desorption der ersten Stufe gerichtet ist.
30 Es ist daher vorteilhafterweise nicht entscheidend, ob aus der ersten Stufe quasi kontinuierlich desorbiert (zwei Bauteile) wird, oder im wesentlichen immer nur die

Adsorption der ersten Stufe vorbei ist (ein Bauteil).
Selbstverständlich sind auch weitere Umsetzungen der erfindungsgemäßen Lehre möglich.

- 5 In einer Adsorptionsmaschine nach dem Stand der Technik wird das gasförmige Kältemittel des Desorbers von einem Verflüssiger aufgenommen und verflüssigt.
In der vorliegenden Erfindung hingegen wird ein Adsorptionsmittel verwendet, um das gasförmige Kältemittel aufzu-
10 nehmen, welches von einem Desorber freigegeben wird. Unter die vorliegende Erfindung fallen sowohl Adsorptionsmaschinen, die zusätzlich zum Adsorptionsmittel einen Verflüssiger beinhalten, um das Kältemittel einer weiteren Desorptionstufe zu verflüssigen, als auch Maschinen,
15 die gänzlich ohne Verflüssiger arbeiten.

- In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird neben dem Adsorptionsmittel anstelle eines Verflüssigers zusätzlich mindestens ein weiterer Verflüssiger, bevorzugt ein Kondensator, eingesetzt. Besonders bevorzugt ist es, wenn der weitere Verflüssiger für die Desorption einer anderen Stufe, insbesondere der zweiten oder einer letzten Stufe, eingesetzt wird. Es kann bevorzugt sein, das erfindungsgemäße Verfahren dadurch zu realisieren,
20 dass die Kälteanlage mindestens zwei Adsorptions- und Desorptionseinheiten aufweist. Dem Fachmann ist bekannt, dass die Adsorption nicht kontinuierlich ablaufen kann, da das Material gemäß seiner Eigenschaften zu einem bestimmten Zeitpunkt im Sinne der Kältetechnik als gesättigt gilt. In der Nähe dieses Zeitpunkts wäre es möglich,
30 auf die Desorption umzuschalten, nach der das Material dann wieder adsorbieren kann. Demgemäß betrifft eine wei-

tere bevorzugte Ausführungsform der Erfindung eine Kälteanlage mit mindestens zwei Adsorptions- und Desorptionseinheiten.

5 Vorteilhafterweise ermöglichen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung, dass nur ein Verdampfer benötigt wird, wohingegen in der EP 0795725 eine Mehrzahl von Verdampfern erforderlich ist. Die Mehrzahl der Verdampfer führt nachteiligerweise dazu, dass die Rückführung des Kondensats aus dem Kondensator gleichmäßig auf die Anzahl der
10 Verdampfer verteilt werden muss und somit mindestens einer eigenen Vorrichtung bedarf. Erfindungsgemäß ist dies vorteilhafterweise nicht erforderlich. Aus diesem Grunde kann die erfindungsgemäße Lehre mit einer einfacheren,
15 kleineren und preiswerteren Vorrichtung realisiert werden als die Lehren des Standes der Technik, insbesondere da sie in einer Vorzugsvariante nur einen Verdampfer beinhaltet. Ein weiterer Vorteil von Vorzugsvarianten gemäß der erfindungsgemäßen Lehre ergibt sich daraus, dass die
20 Desorption, also das Austreiben des Adsorptivs, insbesondere des Kältemittels, aus dem Adsorptionsmittel hohe Temperaturen oder niedrige Drücke erfordert; bei derartigen Adsorptionsmitteln ist es unter üblichen Temperatur-Randbedingungen schwierig, im Prozessverlauf die Adsorptionsmittel ausreichend zu desorbieren. Erfindungsgemäß
25 wird die Desorption des Adsorptionsmittels, anders als in den Lehren des Standes der Technik, unterstützt, insbesondere durch die Adsorption des Adsorptivs aus dem Desorber in einen Adsorber der zweiten Stufe. Somit können
30 erfindungsgemäß auch Adsorptionsmittel verwendet werden, die unter üblichen Temperatur-Randbedingungen nicht ausreichend desorbiert werden können.

Der Begriff des Kältemittels wird bevorzugt synonym für den Begriff Adsorptiv verwendet und umfasst jegliche Mittel, die in einer Adsorptionsmaschine an das Adsorptionsmittel angelagert bzw. adsorbiert werden; er beschränkt
5 sich demgemäß nicht nur auf Mittel zur Kälteerzeugung.

Der Fachmann mit durchschnittlichem Können kann demgemäß die erfinderische Lehre realisieren, weil er durch die
10 Offenbarung der Erfindung bevorzugt erkennt, dass in einer vorteilhaften Ausgestaltungsform der Erfindung die Kälteanlage mindestens zwei Adsorptions- und Desorptionseinheiten, da ihm die Begriffe Adsorptions- und Desorptionseinheiten sowie erste oder zweite Stufe im Zusammen-
15 hang mit der Gesamtoffenbarung der Erfindung und seinem allgemeinen Standardwissen bekannt sind. Der Fachmann mit durchschnittlichem Wissen kann auch die erste bzw. zweite Stufe im Sinne der Erfindung konstruktiv realisieren. Ihm ist bekannt, dass im Stand der Technik der Begriff der
20 zweiten Stufe eine Wiederholung der ersten Stufe auf einem anderen Temperaturniveau ist. Im Sinne der Erfindung resultiert die zweite Stufe aus der Verschaltung zweier verschiedener Adsorber und die zweite Stufe wird bevorzugt auf dem gleichen Temperaturniveau realisiert. Bisher
25 wurden im Stand der Technik keine zweistufigen Adsorptionsanlagen beschrieben bei der beide Stufen bei gleichen Temperaturen betrieben werden. Die zweite Stufe im Sinne der Erfindung wird vom Fachmann mit durchschnittlichem Wissen daher eher als Zusatzstufe oder erweiterte Stufe
30 begriffen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kälteanlage zusätzlich eine Speichereinheit aufweist. Es ist vorteilhaft, wenn insbesondere Feststoffsorptionswärmepumpen zusätzlich eine Speichereinheit aufweisen, in der Form, dass diese durch eine oder mehrere Dampfsperren oder ein Dampfventil von der restlichen bevorzugt Feststoffsorptionswärmepumpe abgesperrt werden kann.

10 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kälteanlage - wie oben ausgeführt - zusätzlich eine Speichereinheit aufweist, vorteilhafterweise in der Form, dass in dieser Stufe unabhängig vom Betrieb der anderen Stufe das desorbierte Material nicht automatisch wieder adsorbiert, sondern die Adsorption dieser Stufe zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen kann und somit die Desorption (Ladung) und Adsorption (Entladung = Verdampfung) nicht unmittelbar zeitlich auf einander folgen und insbesondere der Zustand der Desorption während der zeitlichen Speicherung nicht oder nur unwesentlich geändert wird.

Vorteilhafterweise können bei der Realisierung der erfindungsgemäßen Lehre mit Vorteil mindestens zwei unterschiedliche Adsorptionsmittel eingesetzt werden. Bevorzugt können die Adsorptionsmittel ausgewählt sein aus der Gruppe umfassend Zeolith, Silicagel, Bentonit, Aktivkohle, Aluminiumoxydgel, Cellulose und/oder Stärke.

30 In einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung wird als Kältemittel Wasserdampf eingesetzt bzw. ein Methanol-Wasser-Gemisch oder aber auch Methanol; selbstver-

ständig sind auch alle anderen Kältemittel, die dem Fachmann bekannt sind, einsetzbar.

Bevorzugt wird das Kältemittel, insbesondere Wasser/Wasserdampf in der Kälteanlage durch konstruktive
5 Ausgestaltung so geleitet, dass das aus der Desorption der ersten Stufe generierte gasförmige Kältemittel, insbesondere Wasserdampf, in den Adsorber der zweiten Stufe geleitet wird. Die Methoden der konstruktiven Ausgestal-
10 tung sind dem Fachmann mit durchschnittlichem Können bekannt. Besonders bevorzugt werden als das Adsorptionsmittel in der ersten Stufe Zeolith und in der zweiten Stufe Silicagel verwendet. Selbstverständlich kann es auch bevorzugt sein, wenn in der ersten Stufe Silicagel und in
15 der zweiten Stufe Zeolith eingesetzt wird.

Grundsätzlich kann aber auch in beiden Stufen das gleiche Adsorptionsmaterial verwendet werden.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Desorption des Adsorptionsmaterials in der ersten Stufe durch eine Adsorption in der zweiten Stufe erreicht.

25 Besonders bevorzugt kann es in einer weiteren Ausgestaltungsform der Erfindung sein, dass die Kälteanlage zusätzlich zu den zwei Adsorptions-/Desorptionseinheiten ein Dampfverteilungssystem umfasst, wobei alle Stufen so verschaltbar sind, dass die Wasserdampfströmung in alle
30 Stufen leitbar ist.

Besonders bevorzugt ist es, wenn zwischen die Desorption und die Verflüssigung, d. h. bevorzugt der Kondensation, eine Adsorptionsstufe geschaltet wird.

5 Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt auch die Verwendung der erfindungsgemäßen Verfahren zur Zwischen-
druckabsenkung und sie betrifft in einer weiteren bevor-
zugten Ausführungsform auch die Verwendung der erfin-
dungsgemäßen Verfahren zur Desorption eines Kältemittels
10 in einem Adsorber. Die Zwischendruckabsenkung bedeutet
erfindungsgemäß, dass die Desorption einer ersten Stufe
bei einem kleineren Druck statt findet. Dies führt zu ei-
ner verbesserten Adsorptionsfähigkeit dieser Stufe, da
diese Stufe bei einem geringeren Druck besser getrocknet
15 werden kann. Im Bezug auf einen Verflüssigungsdruck einer
weiteren Stufe, bei der das desorbierte Kältemittel ver-
flüssigt wird, ist dieser Druck geringer als der Verflüs-
sigungsdruck. Andererseits liegt dieser Druck auch immer
über dem Adsorptionsdruck der ersten Stufe. Er liegt also
20 zwischen diesen anderen Drücken, die erfindungsgemäß in
Betrieb einer zwei oder mehrstufigen Adsorptionswärmepum-
pe auftreten.

In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung kann das
25 erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden, um eine
zweistufige Adsorption in einer Wärmepumpe/Kältemaschine
mit den o. g. Vorteilen durchzuführen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfah-
30 rens führt dieses zu einer Absenkung des Desorpti-
onsdrucks der ersten Stufe und einer Entkopplung dieses
Drucks vom Kondensations-/Desorptionsdruck der zweiten

Stufe. Die Entkopplung meint im Sinne der Erfindung, dass der Desorptionsdruck der ersten Stufe normalerweise immer vom Verflüssigungsdruck abhängt bzw. dominiert wird. Da erfindungsgemäß vorteilhafterweise eine Adsorption vor
5 die Verflüssigung geschaltet werden kann, wirkt sich der Verflüssigungsdruck nicht mehr unmittelbar auf den Desorptionsdruck der ersten Stufe aus.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung führt das Verfahren zu mindestens zwei unterschiedlichen relativen Dampfdruckabsenkungen innerhalb einer Adsorptionskältemaschine. Die Erfindung betrifft demgemäß auch die Verwendung eines Adsorptionsmittels als Dampf-
10 senke für einen Desorptionsprozess innerhalb einer Feststoffsorptionswärmepumpe zur Druckabsenkung, insbesondere zur Druckabsenkung der Desorption einer ersten Stufe. Im Sinne der Erfindung meint Dampfsenke, dass der Dampf nicht mehr in den Kammern des jeweiligen Bauteils umherströmt, sondern durch Phasenwechsel Dampf zu Flüssigkeit bzw. Dampf zu Adsorbat (adsorbierte Phase) umge-
15 wandelt bzw. abgebaut wird.
20

Vorteilhafterweise wird die zweite Stufe nicht immer zur Druckabsenkung der Desorption der ersten Stufe benutzt,
25 sondern deaktiviert oder analog zur ersten Stufe betrieben, um so die Leistungsfähigkeit der Feststoffsorptionswärmepumpe zu erhöhen bzw. um die zweite Stufe nur optional zu betreiben, wobei analog im Sinne der Erfindung bedeutet, dass direkt aus dem Verdampfer adsorbiert wird
30 und demgemäß keine Adsorption aus einer Desorptionsstufe erfolgt.

Die Erfindung betrifft in einem weiteren Aspekt daher auch eine Vorrichtung, wobei ein Dampfverteilungssystem vorgesehen ist, das sämtliche Strömungswege zwischen den Ad- und Desorbern ermöglicht, insbesondere auch eine direkte Strömung vom Verdampfer zur zweiten oder allen weiteren Stufen sowie von der ersten Stufe und allen weiteren Stufen zum Kondensator. Durch die Offenbarung der erfindungsgemäßen Lehre erkennt ein Fachmann, mit welchen konstruktiven Gestaltungen von Wärmepumpen/Kältemaschinen er die erfindungsgemäßen Verwendungen und Verfahren realisieren und umsetzen kann. Ihm ist bekannt, wie er in einer Vorrichtung die erfindungsgemäße Lehre umsetzen kann. Bestimmte erfindungsgemäße Ausführungsformen bedürfen einer kältemittelseitigen Verschaltung in der Form, dass das Kältemittel nicht nur vom Verdampfer in der ersten Stufe, von dort in die zweite bzw. seriell durch alle weiteren Stufen und schließlich auch in einen Verflüssiger geleitet wird. Beispielsweise kann es im Speicherbetrieb vorteilhaft sein, direkt vom Verdampfer in eine zweite oder weitere Stufe, aber nicht in die erste Stufe zu verdampfen, wenn diese Stufe erfindungsgemäß als Speicher geladen wurde. Es können jedoch auch alle anderen kältemittelseitigen Dampfströmungen vorteilhafterweise notwendig sein, so dass erfindungsgemäß ein entsprechendes Dampfleitssystem notwendig ist, um eben dies zu ermöglichen. Die Vorrichtung zur Realisierung der erfindungsgemäßen Verwendung und der erfindungsgemäßen Verfahren ist von der erfindungsgemäßen Lehre mit umfasst.

Im Folgenden sollen bevorzugte Ausgestaltungsformen der Erfindung anhand von Beispielen sowie Skizzen und Schaltbildern näher beschrieben und erläutert werden, ohne auf

diese konkreten Beispiele beschränkt zu sein. Insbesondere sind die dargestellten Beispiele im Wesentlichen zweistufig Adsorptionskältemaschinen, grundsätzlich lassen sich erfindungsgemäß auch mehr als zwei Stufen realisieren.
5

Dabei zeigen:

FIG.1: eine mögliche zweistufige Adsorptionswärmepumpe, mit den Kältemitteldampf- und Wärmeströmen sowie den
10 Anschluß an einen trocken Rückkühler und den daraus resultierenden Temperaturen. Im Beispiel wird die Anlage mit 80°C angetrieben, d.h. der Desorber der ersten Stufe und der Desorber der zweiten Stufe werden mit diesem Temperaturniveau desorbiert. Die Desorption der zweiten Stufe erfolgt bei einem Verflüssigungsdruck der der Verflüssigungstemperatur bzw. der Rückkühltemperatur entspricht, die insbesondere von der Lufttemperatur abhängt und typischerweise über dieser Temperatur liegt (hier $T_{\text{Luft}} = 40^{\circ}\text{C}$ und $T_{\text{Verflüssigung}} = 50^{\circ}\text{C}$). Die Desorption der ersten Stufe hingegen erfolgt bei dem Adsorptionsdruck der zweiten Stufe. Dieser Druck hängt nicht nur von der Rückkühltemperatur ab, sondern insbesondere von der relativen Dampfdruckabsenkung bei dieser Temperatur durch den Adsorptionsprozess.
15
20

25

FIG.2: zwei mögliche Betriebsphasen einer erfindungsgemäßen zweistufigen Adsorptionswärmepumpe. Der typische wechselnde Betrieb zeigt sich in beiden Stufen beispielsweise in der Form, dass der Dampf vom Verdampfer alternierend von der ersten Stufe adsorbiert wird und der zu verflüssigende Dampf der zweiten Stufe alternierend aus der zweiten Stufe zum Verflüssiger strömt.
30

FIG. 3: eine mögliche erfindungsgemäße Ausführung mit einer zweiten Stufe, welche als ein Bauteil mit einer Vielfachen Kapazität der ersten Stufe ausgeführt ist und somit als Speicher betrieben werden kann. Aufgrund der unterschiedlichen Kapazitäten wird die erste Stufe einen schnelleren alternierenden Betrieb aufweisen als die zweite. Des Weiteren wird durch die Ausführung der zweiten Stufe als ein Bauteil, die Desorption der zweiten Stufe nur erfolgen, wenn zeitgleich die erste Stufe nicht desorbiert. Im Einzelnen sind 4 Betriebsphasen dargestellt:

1. keine Verflüssigung, 2. Stufe adsorbiert aus der 1. Stufe
- 15 2. analog 1. Phase, aber vertauschter Betrieb in 1. Stufe
 - Wiederholung der 1. und 2. Phase bis die Adsorptionskapazität der 2. Stufe erschöpft ist
- 20 3. 2. Stufe wird desorbiert, keine Kälteerzeugung. Nach Abschluss der Desorption und Aufrechterhaltung dieses Zustandes durch zum Beispiel Dampfventile, ist sorptiv Kälte gespeichert
- 25 4. Speicherentladung: Kälteerzeugung ohne Zufuhr von Antriebswärme durch direkte Verdampfung in die 2. Stufe

Patentansprüche

- 5 1. Verwendung eines Adsorptionsmittels anstelle eines
Verflüssigers in einer Wärmepumpe/Kältemaschine,
insbesondere einer Feststoffsorptionswärmepumpe zur
Druckabsenkung mindestens eines Desorptionsprozes-
ses, insbesondere zur Zwischendruckabsenkung inner-
10 halb einer Feststoffsorptionswärmepumpe.
2. Verwendung des Adsorptionsmittels nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Zwischendruckabsenkung über mindestens zwei Stu-
15 fen realisiert wird, wobei in der ersten Stufe ein
Adsorptionsmittel desorbiert, welches vorher in die-
ser Stufe adsorbiert wurde, und das dadurch entste-
hende gasförmige Kältemittel, insbesondere Was-
ser/Wasserdampf, in eine zweite Stufe zur Adsorption
20 auf ein weiteres Adsorptionsmittel geleitet wird.
3. Verwendung eines Adsorptionsmittels insbesondere
nach Anspruch 1 oder 2 bei der Dampfdruckreduktion
in einer Wärmepumpe/Kältemaschine zur Verbesserung
25 der Kapazität der Desorption der ersten Stufe.
4. Verfahren zur Kälteerzeugung in einer Kälteanla-
ge/Wärmepumpe, insbesondere einer Feststoffsorpti-
onswärmepumpe,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
ein Adsorptionsmittel anstelle eines Verflüssigers

verwendet wird.

5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 neben dem Adsorptionsmittel als Verflüssiger zusätzlich mindestens ein weiterer Verflüssiger eingesetzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass die Kälteanlage mindestens zwei Adsorptions- und Desorptionseinheiten aufweist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Feststoffsorptionswärmepumpe zusätzlich eine Speichereinheit aufweist, in der Form, dass diese durch ein oder mehrere Dampfsperren oder ein Dampfventil von der restlichen Feststoffsorptionswärmepumpe abgesperrt vorliegt.
20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 mindestens zwei unterschiedliche Adsorptionsmittel eingesetzt werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Desorption des Adsorptionsmaterials in der ersten Stufe durch eine Adsorption in der zweiten Stufe erreicht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die Desorption und Verflüssigung eine Adsorptionsstufe geschaltet wird.
- 5
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, das zu einer Absenkung des Desorptionsdrucks der ersten Stufe und einer Entkopplung dieses Druckes vom Kondensations-/ Desorptionsdrucks der zweiten Stufe führt.
- 10
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, das zu mindestens zwei unterschiedlichen relativen Dampfdruckabsenkungen innerhalb einer Adsorptionskältemaschine führt.
- 15
13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in beiden Stufen das gleiche Adsorptionsmaterial verwendet wird.
- 20
14. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 bis 13 zur Zwischendruckabsenkung.
- 25
15. Verwendung eines Adsorptionsmittels insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3 als Dampfsenke für einen Desorptionsprozess innerhalb einer Feststoffsorptionswärmepumpe zur Druckabsenkung, insbesondere zur Druckabsenkung der Desorption einer ersten Stufe.
- 30

Zeichnungen

Fig.1:

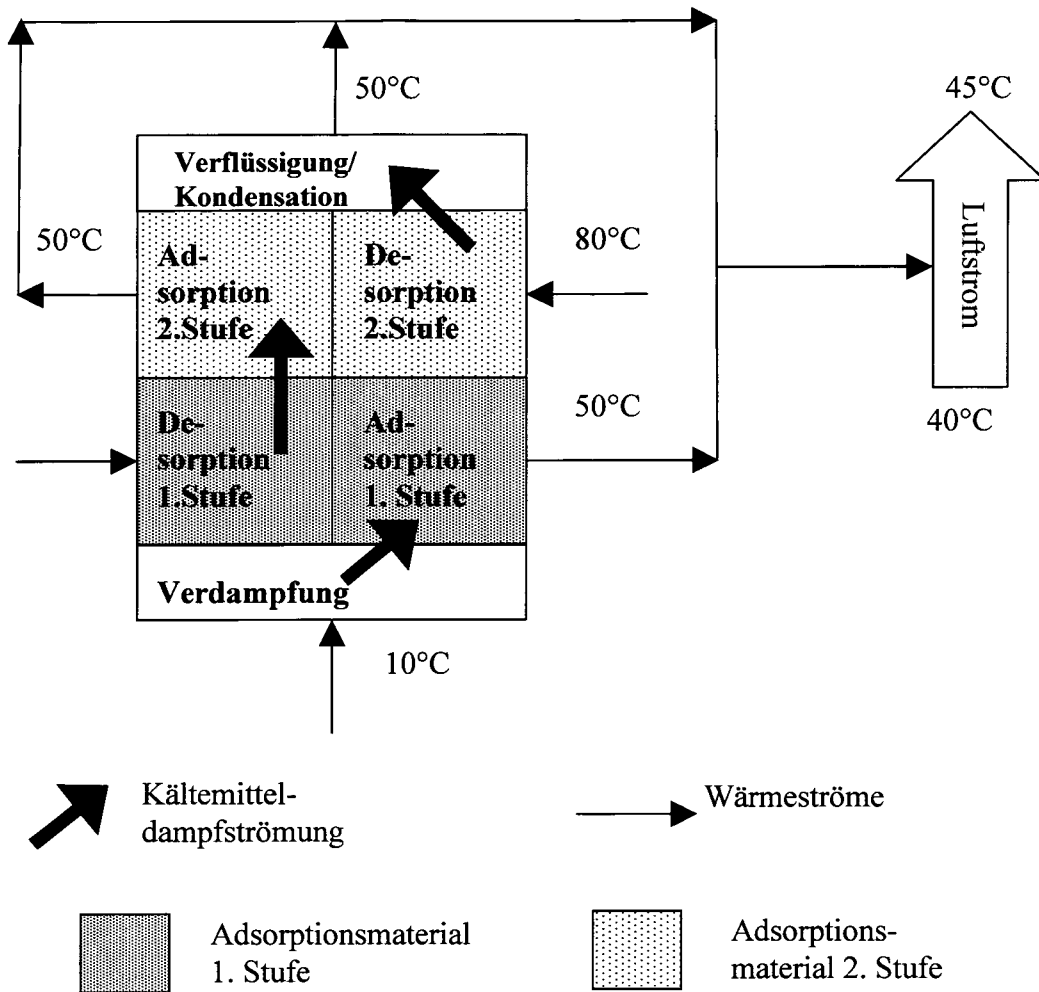


Fig.2:

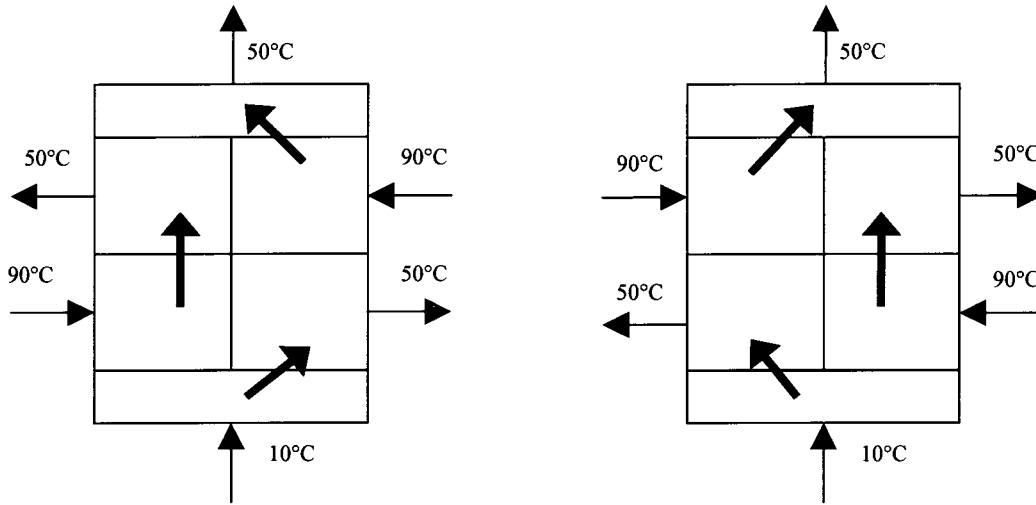
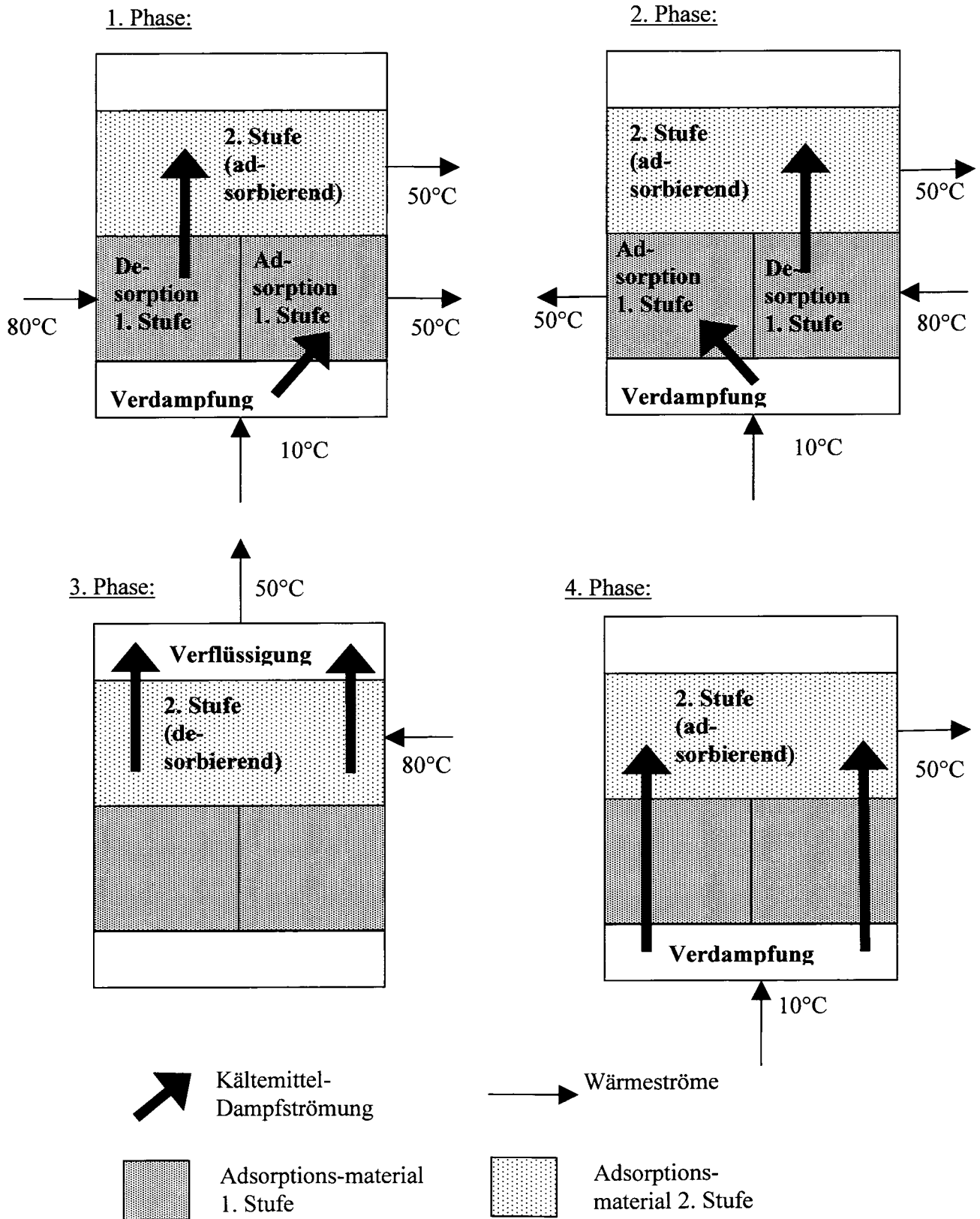


Fig. 3:



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2008/000810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F25B17/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SAHA B B ET AL: "Waste heat driven dual-mode, multi-stage, multi-bed regenerative adsorption system" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, vol. 26, no. 7, 1 November 2003 (2003-11-01), pages 749-757, XP004452513 ISSN: 0140-7007 paragraph [02.3]; figure 3 ----- -/--	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 Oktober 2008

Date of mailing of the international search report

27/10/2008

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Graaf, Jan Douwe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2008/000810

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>LIU ET AL: "Numerical study of a novel cascading adsorption cycle" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, vol. 29, no. 2, 1 March 2006 (2006-03-01), pages 250-259, XP005304406 ISSN: 0140-7007 figures 1,2</p>	1-15
X	<p>KHAN ET AL: "Parametric study of a two-stage adsorption chiller using re-heat-The effect of overall thermal conductance and adsorbent mass on system performance" INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMAL SCIENCES, EDITIONS ELSEVIER, PARIS, FR, vol. 45, no. 5, 1 May 2006 (2006-05-01), pages 511-519, XP005309481 ISSN: 1290-0729 the whole document</p>	1-4
X	<p>DE 34 08 193 A1 (ROTHMEYER MARKUS) 19 September 1985 (1985-09-19) page 11, line 8 - line 10</p>	1,4
X	<p>DE 197 26 286 A1 (AISIN SEIKI [JP]) 2 January 1998 (1998-01-02) column 6, line 22 - line 24</p>	1,4
X	<p>KHAN ET AL: "Study on a re-heat two-stage adsorption chiller - The influence of thermal capacitance ratio, overall thermal conductance ratio and adsorbent mass on system performance" APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, vol. 27, no. 10, 29 March 2007 (2007-03-29), pages 1677-1685, XP022004446 ISSN: 1359-4311 the whole document.</p>	1-4
X	<p>LLOBET J ET AL: "Thermochemical cooling sorption process: experimentation of a new double effect by contact system" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, vol. 23, no. 4, 1 June 2000 (2000-06-01), pages 312-329, XP004287387 ISSN: 0140-7007 paragraph [01.2]; figure 3</p>	1,4
A	<p>EP 0 795 725 A (DENSO CORP [JP]) 17 September 1997 (1997-09-17) cited in the application</p>	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2008/000810

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3408193	A1	19-09-1985	NONE	
DE 19726286	A1	02-01-1998	JP 10009709 A	16-01-1998
EP 0795725	A	17-09-1997	DE 69735216 T2	02-11-2006
			JP 3591164 B2	17-11-2004
			JP 9303900 A	28-11-1997
			US 5775126 A	07-07-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/000810

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F25B17/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F25B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SAHA B B ET AL: "Waste heat driven dual-mode, multi-stage, multi-bed regenerative adsorption system" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, Bd. 26, Nr. 7, 1. November 2003 (2003-11-01), Seiten 749-757, XP004452513 ISSN: 0140-7007 Absatz [02.3]; Abbildung 3 --- -/--	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. Oktober 2008	27/10/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter de Graaf, Jan Douwe
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/000810

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile.	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>LIU ET AL: "Numerical study of a novel cascading adsorption cycle" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, Bd. 29, Nr. 2, 1. März 2006 (2006-03-01), Seiten 250-259, XP005304406 ISSN: 0140-7007 Abbildungen 1,2</p>	1-15
X	<p>KHAN ET AL: "Parametric study of a two-stage adsorption chiller using re-heat-The effect of overall thermal conductance and adsorbent mass on system performance" INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMAL SCIENCES, EDITIONS ELSEVIER, PARIS, FR, Bd. 45, Nr. 5, 1. Mai 2006 (2006-05-01), Seiten 511-519, XP005309481 ISSN: 1290-0729 das ganze Dokument</p>	1-4
X	<p>DE 34 08 193 A1 (ROTHMEYER MARKUS) 19. September 1985 (1985-09-19) Seite 11, Zeile 8 - Zeile 10</p>	1,4
X	<p>DE 197 26 286 A1, (AISIN SEIKI [JP]) 2. Januar 1998 (1998-01-02) Spalte 6, Zeile 22 - Zeile 24</p>	1,4
X	<p>KHAN ET AL: "Study on a re-heat two-stage adsorption chiller - The influence of thermal capacitance ratio, overall thermal conductance ratio and adsorbent mass on system performance" APPLIED THERMAL ENGINEERING, PERGAMON, OXFORD, GB, Bd. 27, Nr. 10, 29. März 2007 (2007-03-29), Seiten 1677-1685, XP022004446 ISSN: 1359-4311 das ganze Dokument</p>	1-4
X	<p>LLOBET J ET AL: "Thermochemical cooling sorption process: experimentation of a new double effect by contact system" INTERNATIONAL JOURNAL OF REFRIGERATION, ELSEVIER, PARIS, FR, Bd. 23, Nr. 4, 1. Juni 2000 (2000-06-01), Seiten 312-329, XP004287387 ISSN: 0140-7007 Absatz [01.2]; Abbildung 3</p>	1,4
A	<p>EP 0 795 725 A (DENSO CORP [JP]) 17. September 1997 (1997-09-17) in der Anmeldung erwähnt</p>	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2008/000810

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3408193	A1	19-09-1985 KEINE	
DE 19726286	A1	02-01-1998 JP 10009709 A	16-01-1998
EP 0795725	A	17-09-1997 DE 69735216 T2	02-11-2006
		JP 3591164 B2	17-11-2004
		JP 9303900 A	28-11-1997
		US 5775126 A	07-07-1998