

(19)



(11)

EP 2 218 982 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.08.2010 Patentblatt 2010/33

(51) Int Cl.:
F25B 15/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10153267.9**

(22) Anmeldetag: **11.02.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Miwe-Ökokälte GmbH**
98617 Meiningen (DE)

(72) Erfinder: **Steinbrück, Matthias**
97299, Zell am Main (DE)

(30) Priorität: **14.02.2009 DE 102009008972**
30.03.2009 DE 102009001997

(74) Vertreter: **Patentanwälte Freischem**
An Groß St. Martin 2
50667 Köln (DE)

(54) **Absorptionskältemaschine mit wässrigem Kältemittel**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Kälte mittels einer Absorptionskältemaschine mit

- einem Verdampfer (1) zum Verdampfen des Wassers eines wasserhaltigen Kältemittels,
- einem Absorber (2), in dem das verdampfte Wasser in einem Lösungsmittel absorbiert wird,
- einem Desorber (4), in dem das absorbierte Wasser aus dem Lösungsmittel unter Wärmezufuhr ausgetrieben wird.

Es soll nun eine Absorptionskältemaschine geschaffen werden, die mit einem wässrigen Kältemittel zuverlässig Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt von Wasser bei Umgebungsdruck schaffen kann.

Dies wird dadurch erreicht, dass der aus dem Lösungsmittel ausgetriebene Wasserdampf einem Resorber (27) zugeführt wird, wobei in dem Resorber (27) eine Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel aufgenommen ist, in der der Wasserdampf absorbiert wird, und wobei die Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel in den Verdampfer (1) geleitet wird, um das Wasser aus der Lösung zu verdampfen.

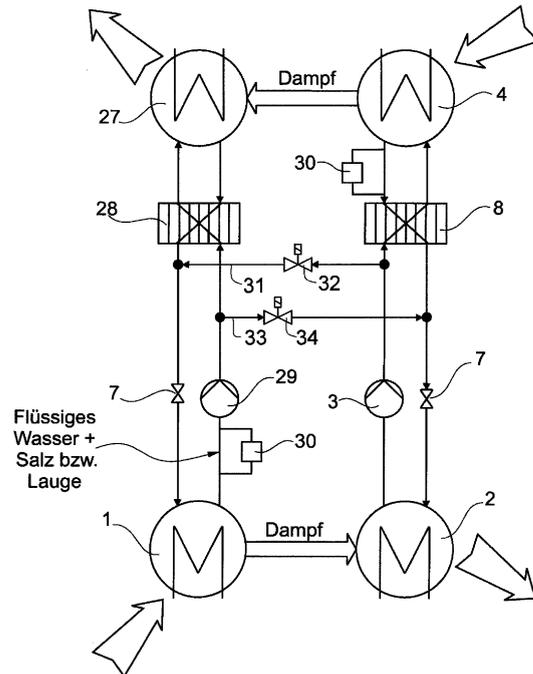


Fig. 5

EP 2 218 982 A2

Beschreibung

[0001] Das hier beschriebene Verfahren und die hier beschriebene Anordnung betreffen eine Neuerung auf dem Gebiet der Absorptionskältemaschinen.

[0002] Absorptionskältemaschinen unterscheiden sich von herkömmlichen Kompressionskältemaschinen im Wesentlichen dadurch, dass die Kälte nicht durch Zufuhr mechanischer Arbeit sondern durch Zufuhr thermischer Energie erzeugt wird. Bei der Kompressionskältemaschine wird ein Kältemittel zur Erzeugung von Kälte in einem Verdampfer verdampft, dann durch einen Kompressor verdichtet, anschließend in einem Wärmeübertrager (Wärmetauscher) abgekühlt und wieder verflüssigt, bevor es wieder dem Verdampfer zugeführt wird.

[0003] Eine Absorptionskältemaschine ist schematisch in Figur 1 dargestellt. Bei der Absorptionskältemaschine wird das im Verdampfer 1 verdampfte Kältemittel nicht einem Kompressor zugeführt, sondern einem Absorber 2, in dem es durch ein Lösungsmittel absorbiert wird. Zur Verdampfung wird einem externen Kühlmittel auf einem niedrigen Temperaturniveau Energie entzogen. Dieses Kühlmittel stellt die Nutzkälte bereit.

[0004] Das Lösungsmittel in dem Absorber 2 befindet sich dabei auf dem Druckniveau des Kältemittels. Das in dem Absorber 2 an Kältemittel angereicherte Lösungsmittel wird dann durch eine Lösungsmittelpumpe 3 verdichtet und einem Desorber 4 zugeführt. Die Verdichtung erfordert nur geringe mechanische Arbeit, da das Lösungsmittel flüssig und folglich inkompressibel ist. In dem Desorber 4 wird der Lösung aus Lösungsmittel und Kältemittel Wärme zugeführt, um das Kältemittel aus dem Lösungsmittel auszutreiben. Das ausgetriebene Kältemittel wird einem Kondensator 5 zugeführt. Desorber 4 und Kondensator 5 befinden sich auf einem hohen Druckniveau. Von dem Kondensator 5 aus fließt das Kältemittel aufgrund der vorhandenen Druckdifferenz durch eine Entspannungsdrossel 6 zurück zum Verdampfer 1.

[0005] Das an Kältemittel arme und durch die Wärmezufuhr heiße Lösungsmittel aus dem Desorber 4 fließt durch einen regenerativen Wärmeübertrager 8, in dem es das von dem Absorber 2 stammende kühle Lösungsmittel mit hohem Kältemittelanteil vorwärmt. Dabei kühlt es ab und fließt es über eine Entspannungsdrossel 7 zurück zum Absorber 2.

[0006] Absorptionskältemaschinen verwenden üblicherweise Ammoniak als Kältemittel, wenn Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes von Wasser erreicht werden sollen. Das Lösungsmittel ist in diesem Fall Wasser.

[0007] Ferner sind Absorptionskältemaschinen mit Wasser als Kältemittel bekannt. Diese kühlen in der Regel bis auf 4° C herab, da die Eisbildung bei niedrigeren Temperaturen im Verdampfer für das Wasser eine natürliche Grenze darstellt. Absorptionskältemaschinen mit dem Kältemittel Wasser verwenden in der Regel als Lösungsmittel wässrige Salzlösungen (Lithiumbromid). Derartige Kältemaschinen gehen beispielsweise aus den

Patenten DE 103 47 497 B4, DE 103 47 498 B4 und DE 103 53 058 B4 der Anmelderin bekannt.

[0008] Für das Kältemittel Wasser können als Lösungsmittel aber auch Säuren wie z.B. Schwefelsäure oder Laugengemische bzw. Laugen wie z.B. Natronlauge oder Laugengemische eingesetzt werden. Um hohe Temperaturdifferenzen zwischen Nutzkälteleveltemperaturniveau (Verdampfer 1) und Abwärmepotentialtemperaturniveau (Absorber 2) zu erzielen, sind die Lösungsmittel entsprechend hoch konzentriert einzusetzen, d.h. der Abstand zur Kristallisationsgrenze ist sehr gering. Andererseits muss das Auskristallisieren - und damit der Übergang des Lösungsmittels in den festen Aggregatzustand - unbedingt vermieden werden, da anderenfalls das Lösungsmittel nicht mehr pumpfähig ist und die Anlage nicht mehr betrieben werden kann. Das Kristallisieren des Lösungsmittels ist also bei allen Betriebszuständen zu vermeiden. Besonders die aus dem Desorber, auch Kocher oder Austreiber genannt, stammende Lösung, die an Kältemittel verarmt ist, ist beim nachfolgenden Abkühlen im regenerativen Wärmeübertrager 8 (oft auch Wärmetauscher genannt) gefährdet, da sie in der Regel den höchsten Konzentrationswert aufweist.

[0009] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Kälte mittels einer Absorptionskältemaschine mit

- einem Verdampfer, in dem Wasser aus einem wasserhaltigen Kältemittel verdampft wird,
- einem Absorber, in dem das verdampfte Wasser in einem Lösungsmittel absorbiert wird,
- einem Desorber, in dem das absorbierte Wasser aus dem Lösungsmittel unter Wärmezufuhr ausgetrieben wird.

[0010] Sie betrifft ferner eine entsprechende Absorptionskältemaschine.

[0011] Auf dem Gebiet der Absorptionskältemaschinen können hinsichtlich des verwendeten Kältemittels zwei verschiedene Bauarten als Stand der Technik betrachtet werden, nämlich wasserbasierte und ammoniakbasierte Maschinen. Für das Kältemittel Wasser sind eine Vielzahl von Lösungsmitteln (Lösungsmittel sind z.B. Lithiumbromid, Schwefelsäure, Natronlauge) vorgeschlagen und erprobt worden.

[0012] Nachteilig an Ammoniak ist dessen Giftigkeit und Brennbarkeit. Außerdem ist es relativ ungeeignet, Abwärmepotentiale geringer Temperatur (<100°C) zu verwerten. Vorteilhaft ist das problemlose Erreichen von Temperaturen unter 0°C und ein günstiges Dampfdruckverhalten.

[0013] Das Kältemittel Wasser ist in jeder Hinsicht unproblematisch und besitzt gute thermodynamische Eigenschaften. Großer Nachteil des Kältemittels Wasser ist seine Beschränkung auf Nutzkälteleveltemperaturniveaus größer 0°C, da die Gefrierpunktproblematik keine tieferen Temperaturen zulässt. Gelegentlich wurde vorgeschlagen, durch Zugabe von Salzen o.ä. in den Ver-

dampfer, eine Gefrierpunktsabsenkung zu erreichen (z.B. EP1391668). Dies ist jedoch nicht sinnvoll, da im Kondensator reines Wasser anfällt und anschließend unter Vereisung in den Verdampfer entspannt würde. Ein sicherer eisfreier Dauerbetrieb ist dadurch nicht zu erreichen.

[0014] Die weiter oben beschriebenen Patente DE 103 47 497 B4, DE 103 47 498 B4 und DE 103 53 058 B4 der Anmelderin beschreiben eine Wasserbetriebene Absorptionskältemaschine, die Temperaturen unter dem Gefrierpunkt erreichen soll. Die hier beschriebenen Vorschläge sind in der Praxis aber problematisch. Die Verwendung einer Brüdenverdichterpumpe gemäß der DE 103 53 058 B4 macht beispielsweise aus dem Absorptionsprozess eher einen Kompressionsprozess. Das heißt, dass überwiegend hochwertige elektrische Energie für die mechanische Verdichtung aufgewendet werden muss, um Kälte zu erzeugen, und nicht die Abwärme des Backofens oder einer anderen Einrichtung zur Kälteerzeugung verwendet werden kann.

[0015] Es soll nun eine Absorptionskältemaschine geschaffen werden, die mit einem wässrigen Kältemittel zuverlässig Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt von Wasser schaffen kann.

[0016] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der aus dem Lösungsmittel ausgetriebene Wasserdampf einem Resorber zugeführt wird, in welchem der Wasserdampf in einer Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel absorbiert wird, und dass dem Verdampfer die Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel zugeführt wird, aus der das Wasser verdampft wird.

[0017] Durch Einführung eines zusätzlichen "Resorptionskreislaufs" können die genannten Schwierigkeiten überwunden werden. Während bei ammoniakbasierten Kältemaschinen durch Einsatz eines Resorptionskreislaufs die hohe Drucklage im Desorber wirkungsvoll abgesenkt werden kann, werden bei wasserbasierten Kältemaschinen - welche im Vakuum betrieben werden - Resorptionskreisläufe bisher nicht eingesetzt.

[0018] Durch den zusätzlichen Resorptionskreislauf kann nun der Gefrierpunkt des Kältemittels abgesenkt werden. Dem Verdampfer wird also kein reines Wasser, sondern eine wässrige Lösung - mit entsprechend niedrigerem Gefrierpunkt - zugeführt. Auch in dem Absorber liegt ein Lösungsmittel mit reduziertem Gefrierpunkt vor, so dass der Wasserdampf selbst bei Temperaturen weit unter 0°C ohne Eisbildung absorbiert werden kann.

[0019] Wie oben erwähnt, ist in Fig. 1 eine übliche Absorptionskältemaschine mit Wasser als Kältemittel dargestellt. Das Wasser wird im Verdampfer 1 im Vakuum verdampft und kühlt dabei. Der Wasserdampf wird im Absorber 2 absorbiert und dann zum Desorber 4 (auch Kocher oder Austreiber genannt) gepumpt. Hier wird er aus dem Lösungsmittel ausgekocht und strömt zum Kondensator 5, wo er kondensiert und wieder als flüssiges Wasser dem Verdampfer 1 zugeführt wird.

[0020] Dagegen ist die Absorptionskältemaschine gemäß der Erfindung mit einem zusätzlichen Resorptions-

kreislauf ausgerüstet. Hierbei wird vorzugsweise anstatt Lithiumbromid für Lösungsmittel wasserbasierter Absorptionskältemaschinen das seit langem bekannte Gemisch aus Natron- und Kalilauge verwendet. Dieses zeichnet sich durch eine stärkere Dampfdruckabsenkung aus, so dass Nutzkälte Temperaturen von -10°C und darunter erzielt werden können. Außerdem reduziert es in ausreichender Konzentration erheblich den Gefrierpunkt des Wassers.

[0021] Der Verdampfer ist bei dieser Verfahrensvariante korrekter als Entgaser zu bezeichnen, da er die wässrige Lösung nicht vollständig abdampft sondern nur Wasser aus dieser Lösung verdampft und dabei im Resorber/Verdampfer-Kreislauf die Konzentration der wässrigen Lösung erhöht.

[0022] Neben der Umgehung der Gefrierpunktproblematik ergibt sich als weiterer Vorteil bei dieser Anlagenvariante die Möglichkeit der Konzentrationsverschiebung. Mit anderen Worten kann durch Überführung von Lösung aus dem Absorber/Desorber - Kreislauf in den Resorber/Verdampfer - Kreislauf der Gefrierpunkt in weiten Teilen den jeweiligen Erfordernissen (Sommer oder Winterbetrieb) angepasst werden kann. Dadurch kann flexibel auf Änderungen der Umgebungsbedingungen reagiert werden, z.B. beim denkbaren Betrieb als Wärmepumpe, bei der die Umgebungstemperatur unter -10°C liegt ($T_{Umg} < -10^{\circ}C$). Auch der umgekehrte Weg, das Überführen von Lösung aus dem Resorber/Verdampfer - Kreislauf in den Absorber/Desorber - Kreislauf, kann sinnvoll sein, falls die Lösungskonzentration (und damit der mögliche Temperaturhub) kurzzeitig erhöht werden soll. Voraussetzung ist jedoch immer, dass sowohl der Gefrierschutz, als auch die absorbierende Lösung aus dem gleichen Stoffgemisch, nämlich Natron-/Kalilauge besteht.

[0023] Das Kältemittel kann in dem dargestellten Resorber-Verdampferkreislauf in einer ersten Leitung von dem Verdampfer mit niedriger Temperatur zum Resorber strömen und in einer zweiten Leitung von dem Resorber zum Verdampfer strömen. Beide Leitungen können einem Wärmeübertrager zugeführt werden, in dem der von dem Verdampfer stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Resorber erwärmt wird und der von dem Resorber stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Verdampfer abgekühlt wird.

[0024] Ein entsprechender Wärmeübertrager kann auch im Absorber/Desorber-Kreislauf vorhanden sein, damit das aus dem Absorber stammende Lösungsmittel auf die hohe Temperatur des Desorbers (auch Kocher oder Austreiber genannt) gebracht wird.

[0025] Besitzt man Kenntnis über die aktuell vorliegende Konzentration, kann durch verschiedene Regeleinriffe eine unzulässige Annäherung an bzw. Überschreitung der Kristallisationsgrenze vermieden werden.

[0026] Verschiedene Maßnahmen zur Errechnung der Lösungskonzentration sind entwickelt worden. Beispielsweise kann aus den gemessenen Temperaturen am Kocher und dem Druck im Behälter die Lösungskon-

zentration errechnet werden (z.B. PCT/EP2005/008717).

[0027] Ebenso ist es bei "normalen" d.h. mit reinem Kältemittel arbeitenden Absorptionskältemaschinen, möglich, aus dem Füllstand des Kältemittels im Verdampfer auf die Konzentration der Lösung im Absorber/Desorberkreislauf zu schließen. Dazu können verschiedene Grenzwertschalter oder Levelsensoren verwendet werden (z.B. CA 2216257).

[0028] Nachteilig an der Berechnung der Lösungskonzentration aus Temperatur und Druckdaten, bzw. dem Rückschluss auf die Konzentration aus dem Füllstand des Kältemittels im Verdampfer ist die relativ große Ungenauigkeit dieser indirekten Verfahren. Dieser Ungenauigkeit wird durch einem entsprechend großen Sicherheitsabstand von der Kristallisationskurve Rechnung getragen.

[0029] Eine weitere Aufgabe, die durch die neuartige Absorptionskältemaschine gelöst wird, ist es, eine präzisere Einhaltung einer hohen Lösungsmittelkonzentration unterhalb der Kristallisationsgrenze zu gewährleisten.

[0030] Hierzu weist die Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration mindestens einer der Flüssigkeiten folgendes auf:

- einen Hohlraum, in dem Flüssigkeit und ein in die Flüssigkeit eingetauchtes Senkelement, insbesondere eine Senkspindel, aufgenommen sind,
- eine Sensoranordnung zum Erfassen der Bewegung des Senkelements.

[0031] Mit anderen Worten wird eine Messspindel vorgeschlagen, deren Bewegung automatisch erfasst werden kann, um exakt die Konzentration der gemessenen Flüssigkeit, insbesondere des Lösungsmittels der Absorptionskältemaschine bestimmen zu können.

[0032] Diese neue Technik zeichnet sich durch eine Reihe von Vorteilen aus. Grundidee ist die nahezu direkte Messung der Lösungskonzentration. Eine besonders kostengünstige und zugleich sehr zuverlässige und genaue Messung der Dichte, aus der die Lösungskonzentration bei bekannter Temperatur problemlos errechnet werden kann, wird über Dichtespindeln ermöglicht. Es wird daher der Einsatz einer Dichtespindel zur direkten und automatischen Konzentrationsbestimmung vorgeschlagen.

[0033] Die Sensoranordnung kann mindestens eins der nachfolgend aufgezählten Paare miteinander zusammenwirkender Elemente zur Messung der Bewegung des Senkelements aufweisen, wobei eines der Elemente des Paares an dem Senkelement befestigt ist:

- Magnet und Magnetschalter;
- Spule und Spulenkern;
- inkrementale Messskala und eine optische Erfassungsvorrichtung zum Lesen der Messskala.

[0034] In der Praxis ist kann die Anordnung zur Messung der Bewegung des Senkelements derart ausgebildet sein, dass das die Bewegung des Senkelements repräsentierende Signal durch eine geschlossene Wand, insbesondere aus Edelstahl, übertragen wird. Insbesondere im Bereich des Verdampfers des Kältemittels herrscht bei einer Absorptionskältemaschine mit Kältemittel auf Wasserbasis ein Vakuum, wenn sehr niedrige Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt von Wasser erreicht werden sollen. Bei Temperaturen im Bereich von -10°C liegt der Verdampfungsdruck in der Größenordnung von 2 mbar. Um derart niedrige Drücke innerhalb des Hohlraums zu gewährleisten, ist es sinnvoll diesen aus geschlossenen, z.B. verschweißten Wänden aus hochfesten Materialien wie Edelstahl herzustellen. Die Messmittel oder Signalübertragungsmittel können das die Bewegung repräsentierende Signal durch die Wandung nach außen übertragen. Wenn Permanentmagnete innerhalb des Hohlraums verwendet werden, können die Magnetschalter außerhalb des Hohlraums liegen. Wird ein Tauchkern an der Senkspindel befestigt, so kann außerhalb der Wandung des Hohlraums eine Spule liegen, die die Eintauchtiefe des Tauchkerns misst.

[0035] Um die dauerhafte Dichtheit zu gewährleisten und gleichzeitig die Eintauchtiefen abfragen zu können, sollte also der Hohlraum, in dem das Senkelement angeordnet ist, von einer geschlossenen Wandung umgeben sein, wobei aber die Position des Senkelements messbar bleiben muss. So können bei einer Senkspindel als Senkelement im Spindelhalrohr mehrere Magneten platziert werden, deren Magnetfelder entsprechende Magnetschalter (z.B. Reed-Kontakte oder Hall-Sensoren) betätigen. Die von den Magnetschaltern gelieferten Zustandsmuster (jeweils 0 oder 1) beschreiben die jeweiligen Eintauchtiefen der Dichtespindeln. Der Abstand zwischen den Magneten am Spindelhalrohr kann von dem Abstand zwischen den dazu beweglichen Magnetschaltern unterschiedlich sein, so dass durch die unterschiedliche Kombination der betätigten Magnetschalter eine Auflösung der Eintauchtiefe erreicht werden kann, die sehr viel genauer als der Abstand zwischen den einzelnen Magneten ist.

[0036] Durch Wahl mehrerer Magneten und Magnetschalter sowie gestaffelter Abstände kann eine beliebig hohe Genauigkeit bei der Konzentrationsbestimmung erreicht werden.

[0037] Selbstverständlich eignen sich auch andere Messvorrichtungen zur Erfassung der Bewegung des Senkkörpers wie zum Beispiel eine Spule und Spulenkern. Durch das Eintauchen des Spulenkerns ändert sich der induktive Widerstand der Spule. Der Widerstandswert ist eindeutig einer bestimmten Position des Senkkörpers zugeordnet.

[0038] Eine inkrementale Messskala und eine optische Erfassungsvorrichtung zum Lesen der Messskala können ebenfalls verwendet werden. Hierbei werden beispielsweise Skalen mit abwechselnd durchsichtigen und undurchsichtigen Feldern an einer Lichtschranke vorbei

bewegt. Allerdings können derartige Messvorrichtungen nur relative Verschiebungen messen. Am Anfang einer Betriebsphase muss also eine Nullpunktsbestimmung erfolgen. Alternativ können unterstützende Messvorrichtungen einen groben Positionswert liefern und die inkrementale Messskala den hochauflösenden Messwert bereitstellen.

[0039] Das zweite Element zur Bestimmung der Position des Senkelements kann an einem Schwimmer befestigt sein, der auf der Oberfläche der gemessenen Flüssigkeit schwimmt. In diesem Fall wird unmittelbar die Position des Senkelements bezogen auf die Oberfläche der Flüssigkeit gemessen, so dass der Messwert sich direkt in einen Dichtewert umrechnen lässt.

[0040] Alternativ kann wie in obiger Zeichnung ersichtlich das zweite Element an einer Wandung des Hohlraums befestigt sein. Diese Konstruktion ist sehr einfach durchzuführen. Um einen Relativwert der Position des Senkelements im Vergleich zu dem Flüssigkeitsspiegel zu erhalten, kann dann die Absorptionskältemaschine ferner eine Vorrichtung zur Bestimmung der Füllhöhe der Flüssigkeit im Hohlraum aufweist. Diese kann z.B. einen Überlauf aufweist, der ein Abfließen des Lösungsmittels im Hohlraum bei Erreichen einer bestimmten Füllhöhe bewirkt. Hierdurch ist gewährleistet, dass die Füllhöhe immer gleich ist.

[0041] Die Vorrichtung zur Bestimmung der Füllhöhe der Flüssigkeit kann aber auch einen Schwimmer in dem Hohlraum oder einem mit dem Hohlraum kommunizierenden Raum aufweisen, der mit einer Höhenmessanordnung gekoppelt ist. Die Höhenmessanordnung für den Schwimmer kann nach einem der obigen Prinzipien wie die Sensoranordnung zum Erfassen der Bewegung des Senkelements aufgebaut sein und funktionieren. Auch der den Schwimmer umgebende Raum kann gegenüber der Umgebung abgedichtet sein, um das Vakuum zu halten.

[0042] Der den Schwimmer umgebende Raum kann mit dem Hohlraum über einen Kanal unterhalb der Oberfläche der Flüssigkeit verbunden sein. Wie in einem U-Rohr sind dann in beiden Räumen zu allen Zeiten die gleichen Flüssigkeitsspiegel, vorausgesetzt, dass der Druck über der Flüssigkeitssäule eben falls in beiden Räumen gleich ist.

[0043] Die Absorptionskältemaschine kann eine Steuerungsvorrichtung und eine Vorrichtung zur selektiven Abgabe von Komponenten der Flüssigkeit aufweisen, wobei die Steuervorrichtung auf der Grundlage eines Messsignals der Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration der Flüssigkeit eine bestimmte Menge einer der Komponenten in die Flüssigkeit abgibt. Durch eine derartige Vorrichtung kann eine zu hohe Konzentration durch Wasserzugabe vermieden werden. Eine zu geringe Konzentration kann durch Zugabe von in Wasser gelöstem Stoff, beispielsweise Lithiumbromid, einer Säure oder einer Lauge wieder erhöht werden.

[0044] Die erfindungsgemäße Absorptionskältemaschine kann insbesondere bei einem System für die Her-

stellung von Lebensmitteln eingesetzt werden, dass folgendes umfasst:

- eine Garvorrichtung, welche einen Garraum, eine Heizvorrichtung und einen Abgaskanal für Abgase aus der Heizvorrichtung und/oder aus dem Garraum aufweist,
- eine Kühlvorrichtung, welche eine Absorptionskältemaschine aufweist, die mit einem wässrigen Kältemittel Temperaturen unter dem Gefrierpunkt von Wasser erzeugt,
- einen Eisspeicher, in dem die Kälteenergie gespeichert werden kann.

[0045] Ein derartiges System hat durch Verwendung eines wässrigen Kältemittels gegenüber mit Ammoniak Absorptionskältemaschine den erheblichen Vorteil, dass das Kältemittel weder giftig noch brennbar ist. Der Zeitraum, in dem der Bedarf für Kälte hoch ist, unterscheidet sich häufig von dem Zeitraum größter Abwärme aus dem Backofen oder einer ähnlichen Garvorrichtung. Mit anderen Worten werden zu anderen Zeiten tiefe Temperaturen in einem klimatisierten Raum benötigt, als hohe Temperaturen im Abgas anfallen. Durch den Eisspeicher, in dem Wasser oder ein anderes gefrierendes Medium vorhanden ist, kann die erzeugte Kälte durch Eisbildung gespeichert werden, bis sie benötigt wird. Der Eisspeicher speichert die niedrige Temperatur (Kälteenergie) durch die Schmelzenthalpie des gefrorenen Mediums. Beim Schmelzen wird einem durch den Eisspeicher geleiteten Kühlmittel auf einem niedrigen Temperaturniveau Energie entzogen. Mit dem Kühlmittel kann ein Garraum für Teiglinge oder ein anderer Kühlraum auf das erforderliche Temperaturniveau gekühlt werden.

[0046] Ein derartiges System weist vorzugsweise eine Absorptionskältemaschine mit einer oben beschriebenen Konzentrationsmessvorrichtung auf. Es kann ferner mindestens einen klimatisierten Raum, insbesondere einen Garraum, Kühlraum oder Gefrierraum, zur Aufbewahrung der Lebensmittel aufweisen, der mit der Kühlvorrichtung und/oder dem Eisspeicher gekühlt wird.

[0047] Bei einem Verfahren für den Betrieb einer Absorptionskältemaschine mit einem Kältemittel und einem Lösungsmittel kann gemäß einem Aspekt der Erfindung das Lösungsmittel bei einer Konzentration nahe der Kristallisationsgrenze gehalten werden, und während des Betriebs kann die Konzentration des Lösungsmittels bestimmt und auf dem vorgegebenen Konzentrationswert gehalten werden. Durch hochkonzentrierte Lösungsmittel und durch niedrige Dampfdrücke des Wassers lassen sich Kühltemperaturen weit unter dem Gefrierpunkt von Wasser erzielen. Der Verdampfungsdruck des Wassers kann in der Größenordnung von 2 mbar liegen, woraus sich eine Verdampfungstemperatur von ca. -10° C ergibt.

[0048] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren für die Herstellung von Lebensmitteln in einer Garvorrichtung vorgeschlagen, welche einen Garraum, eine Heizvorrichtung und einen Abgaskanal für Abgase

aus der Heizvorrichtung und/oder aus dem Garraum aufweist, und mit einer Kühlvorrichtung. Die Kühlvorrichtung wird mittels einer Absorptionskältemaschine mit einem wässrigen Kältemittel gekühlt. Der Absorptionskältemaschine wird durch einen Abgaskanal für Abgase aus der Heizvorrichtung und/oder aus dem Garraum oder über ein Zwischenmedium wie Heißwasser thermische Energie zugeführt wird. Die Garvorrichtung kann insbesondere ein Backofen sein.

[0049] Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0050] Fig. 1 zeigt die oben beschriebene, schematische Darstellung des Fluidkreislaufs einer Absorptionskältemaschine gemäß dem Stand der Technik.

[0051] Fig. 2 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung von Fluidkonzentrationen.

[0052] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur Bestimmung von Fluidkonzentrationen.

[0053] Fig. 4 zeigt ein erfindungsgemäßes System für die Herstellung von Lebensmitteln.

[0054] Fig. 5 zeigt eine der Fig. 1 ähnliche Darstellung eines erfindungsgemäßen Verfahrens für den Betrieb einer Absorptionskältemaschine.

[0055] Die Funktion einer herkömmlichen Absorptionskältemaschine gemäß Fig. 1 ist ausführlich weiter oben beschrieben. Bei einer derartigen Absorptionskältemaschine mit dem Kältemittel Wasser strömt dieses Kältemittel aus dem Kondensator 5, der sich auf einem hohen Druckniveau befindet, über eine Entspannungsdrossel 6 zu einem Verdampfer 1. Hier verdampft das Wasser im Vakuum. Der Wasserdampf strömt über zu einem Absorber 2 und wird hier von einem Lösungsmittel absorbiert. Das Lösungsmittel ist üblicherweise eine wässrige Lithiumbromidlösung. Die Lösungsmittelpumpe 3 wälzt das Lösungsmittel um und treibt es durch den regenerativen Wärmeübertrager 8, der häufig von einem Plattenwärmetauscher gebildet wird, zu dem Desorber 4, wo der Wasserdampf durch Wärmezufuhr angetrieben und dem Kondensator 5 zugeleitet wird.

[0056] Damit eine derartige Absorptionskältemaschine bei optimaler Effizienz arbeitet, sollte das Lösungsmittel in hoher Konzentration vorliegen. Dennoch darf die Konzentration die Kristallisierungsgrenze nicht überschreiten. Aus diesem Grund kann sinnvoller Weise an die Leitung, durch die das wasserarme Lösungsmittel von dem Desorber 4 zu dem Absorber 2 geleitet wird, eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der Lösungsmittelkonzentration vorgesehen sein. Eine erste Ausführungsform einer derartigen Vorrichtung ist in Fig. 2 gezeigt. Sie umfasst einen Hohlraum 9, in dem die Flüssigkeit 10 aufgenommen ist, deren Konzentration zu bestimmen ist. Bei dem beschriebenen Beispiel handelt es sich bei der Flüssigkeit 10 um das Lösungsmittel. Nach oben erstreckt sich der Hohlraum 9 in zwei geschlossene Aufnahmerohre 11, 12, in denen die Messmimik zur Bestimmung der Lösungsmittelkonzentration angeordnet

ist. Unterhalb des ersten Aufnahmerohrs 11 befindet sich eine Senkspindel 13, deren spezifisches Gewicht im Wesentlichen dem spezifischen Gewicht des Lösungsmittels 10 entspricht. Je nach Konzentration des Lösungsmittels 10 ragt daher der Spindelhals 14 mehr oder weniger weit in das Aufnahmerohr 11 hinein.

[0057] Im Spindelhals 14 sind mehrere Permanentmagnete 15 angeordnet, welche mit einer Leiste 16 zusammenwirken, in der mehrere Magnetschalter (Reed-Kontakte) angeordnet sind. Je nach Eintauchtiefe der Senkspindel 13 betätigen die Permanentmagnete 15 im Spindelhals 14 eine bestimmte Kombination von Magnetschaltern der Schalterleiste 16. Eine Auswerteelektronik kann anhand der Schaltzustände der Magnetschalter die Eintauchtiefe der Senkspindel 13 ermitteln.

[0058] Bei der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform wird diese Eintauchtiefe relativ zum Aufnahmerohr 11 ermittelt. Zur Bestimmung der Dichte und damit der Konzentration des Lösungsmittels 10 ist aber die Eintauchtiefe der Senkspindel 13 relativ zum Flüssigkeitsspiegel zu ermitteln. Aus diesem Grund ist in Fig. 2 eine weitere Messmimik gezeigt. Sie ist im Wesentlichen in dem Aufnahmerohr 12 aufgenommen. Hier ist ein Messstab 17 mit Permanentmagneten 15 angeordnet. Auch diese wirken mit einer Schalterleiste 16 außerhalb des Aufnahmerohrs 12 zusammen, in der sich mehrere Magnetschalter befinden. Der Messstab 17 ist auf einem Schwimmer 18 angeordnet, der auf der Flüssigkeitsoberfläche schwimmt. Anders als die Spindel 13 weist der Schwimmer 18 ein sehr viel geringeres spezifisches Gewicht auf als die Flüssigkeit 10. Er schwimmt folglich unabhängig von den Schwankungen der Dichte der Flüssigkeit 10 im Wesentlichen mit konstanter, sehr geringer Eintauchtiefe auf der Oberfläche der Flüssigkeit 10. Die Schalter der Schalterleiste 16 am zweiten Aufnahmerohr 12 geben folglich die Höhe des Flüssigkeitsspiegels wieder. Aus beiden Messwerten lässt sich die Eintauchtiefe der Senkspindel 13 in die Flüssigkeit 10 ermitteln, welche proportional abhängig zur Dichte der Flüssigkeit 10 ist. Die Dichte hängt wiederum ausschließlich von der Konzentration der Flüssigkeit 10 ab, so dass sich mit der in Fig. 2 gezeigten Anordnung automatisch und kontinuierlich die Konzentration der Flüssigkeit 10 messen lässt.

[0059] Es ist zu berücksichtigen, dass die Darstellung in Fig. 2 nur schematisch ist. Insbesondere ist in der Praxis der Hohlraum zur Aufnahme der Senkspindel 13 und des Schwimmers 18 nicht als beliebig große Wanne ausgebildet. Schwimmer 18 und Senkspindel 13 können in engen Aufnahmeräumen angeordnet sein, welche über Kanäle miteinander kommunizieren, die unterhalb des Flüssigkeitsspiegels münden. Es ist zu gewährleisten, dass oberhalb des Flüssigkeitsspiegels der gleiche Druck herrscht. Dies lässt sich beispielsweise durch eine Entlastungsbohrung erreichen, welche das obere Ende des Aufnahmerohrs 11 mit dem oberen Ende des Aufnahmerohrs 12 verbindet.

[0060] Die Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform einer Dichte-Messvorrichtung. Hier befindet sich in

einem Aufnahmerohr 11' eine Spule 19, die von einem Schwimmer 18' getragen wird. In das Innere der Spule 19 ragt ein metallischer und vorzugsweise ferromagnetischer Spindelhals 14'. Der induktive Widerstand der Spule 19 ist ein Maß für die Eintauchtiefe des Spindelhalses 14' in die Spule 19. Der Spindelhals 14' ist wiederum Bestandteil der Senkspindel 13', welche in Abhängigkeit von der Dichte der Flüssigkeit 10 mehr oder weniger tief in diese Flüssigkeit 10 eintaucht. Über flexible Anschlussdrähte 20,21 der Spule 19 kann der induktive Widerstand gemessen werden. Dieser Messwert ist repräsentativ für die Eintauchtiefe der Senkspindel 13' in die Flüssigkeit 10 und folglich für die Dichte und damit die Konzentration der Flüssigkeit 10.

[0061] Wie eingangs erwähnt, kann eine berührungslose Signalübertragung durch die geschlossene Wand des Hohlraums hindurch erwünscht sein. In diesem Fall kann die Spule außerhalb des Aufnahmerohrs angeordnet sein und der unterschiedlich tief in die Spule eintauchende Kern innerhalb des geschlossenen Aufnahmerohrs liegen. In diesem Fall wird aber wieder die Relativposition des Kerns zum Aufnahmerohr gemessen, so dass der Kern an einer Senkspindel angeordnet sein sollte und der Flüssigkeitsspiegel konstant gehalten sein sollte, indem der Hohlraum beispielsweise einen Ablauf aufweist und dem Hohlraum permanent Flüssigkeit über einen Zulauf zugeführt wird.

[0062] Wird mit der Messanordnung aus der Fig. 2 oder der Fig. 3 eine zu hohe Konzentration der Flüssigkeit 10 gemessen, die nahe der Kristallisationsgrenze liegt, so kann die Konzentration durch Änderung der Betriebsparameter beeinflusst werden. Beispielsweise kann die Wärmezufuhr zum Verdampfen von Wasser unterbrochen werden, so dass die Konzentration nicht weiter steigt. Alternativ kann die Flüssigkeit durch Zugabe von Wasser verdünnt werden. Wird die Konzentration zu niedrig, kann durch Änderung der Betriebsparameter (Erhöhung der Wärmezufuhr zur Beschleunigung der Verdampfung) ein weiteres Absinken der Konzentration vermieden werden. Alternativ können Salze oder andere in dem Wasser gelöste Bestandteile zugegeben werden, um die Konzentration zu erhöhen. Hierfür wäre eine automatische Dosiervorrichtung vorzusehen, die von einer automatischen Steuervorrichtung aufgrund der Messsignale gesteuert wird. Bei einer weiter unten beschriebenen Ausführungsform mit zwei gekoppelten Absorptionskreisläufen können bestimmte Mengen hochkonzentrierter oder niedrigkonzentrierter Flüssigkeit von einem Absorptionskreislauf in den anderen überführt werden, um die Konzentration im vorgegebenen Bereich zu halten.

[0063] Die Fig. 4 zeigt ein System für die Herstellung von Lebensmitteln, insbesondere Backwaren, welches hervorragend zum Einsatz von Absorptionskältemaschinen geeignet ist. Dargestellt sind zwei Backöfen 22. Der Backschwaden sowie das Abgas der Brenner der Backöfen 22 wird in einen gemeinsamen Abgaskanal 23 geleitet. Dieser Abgaskanal 23 führt zu einer Absorptionskältemaschine 24, welche mit dem Kältemittel Wasser

betrieben wird. Alternativ können Abgas und Backschwaden natürlich auch über getrennte Kanäle zur Absorptionskältemaschine geleitet werden. Vorzugsweise arbeitet die Absorptionskältemaschine 24 nach dem Arbeitsverfahren, welches nachfolgend in Verbindung mit der Fig. 5 beschrieben wird.

[0064] Ein Kühlmittel, das in dem Verdampfer der Absorptionskältemaschine 24 auf bis zu -10°C abgekühlt wird, strömt zu einem Eisspeicher 25. Der Eisspeicher 25 enthält Aufnahmeräume für Wasser oder eine ähnliche, Eis bildende Flüssigkeit. Beim Abbacken einer großen Anzahl von Backwaren entsteht eine große Hitze, welche in der Absorptionskältemaschine 24 zur Erzeugung einer großen Menge von Kälteenergie führt. Diese tritt in Form einer großen Kühlmittelmenge mit niedriger Temperatur in den Eisspeicher ein und bewirkt hier die Eisbildung. Zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise wenn vor dem nächsten Backvorgang Teiglinge für Backwaren über einen längeren Zeitraum tiefgekühlt werden müssen oder bei niedriger Temperatur gären sollen, kann die Kühlenergie abgerufen werden. Ein klimatisierter Raum, insbesondere eine Gärkammer 26 ist mit dem Eisspeicher 25 verbunden. Ein den Eisspeicher durchströmendes Kühlmittel wird abgekühlt und strömt dann in die Gärkammer 26, um diese zu kühlen.

[0065] Der Eisspeicher 25 ermöglicht es, den Zeitpunkt des Auftretens höchster Abwärme der Backöfen 24 zeitlich von dem Zeitpunkt der maximalen Kühlleistung in der Gärkammer 26 zu trennen.

[0066] Um Kälteenergie auch in Zeitpunkten entstehen zu lassen, wenn an den Backöfen 22 keine Abwärme entsteht, kann die Absorptionskältemaschine 24 zusätzlich mit einem Brenner versehen sein oder an ein anderes Heizsystem angeschlossen sein.

[0067] Die Fig. 5 zeigt ein neuartiges Absorptionskälteverfahren, mit dem zuverlässig durch das Kältemittel Wasser Temperaturen weit unter dem Gefrierpunkt erzeugt werden können. Die Temperaturen des Kältemittels können bei -10°C liegen.

[0068] Um derartig niedrige Kühltemperaturen mit dem Kältemittel Wasser zu realisieren, wird zusätzlich zu dem Absorptionskreislauf, der sich in der Fig. 5 in der rechten Hälfte des Diagramms befindet, ein Resorptionskreislauf für das Kältemittel eingeführt, der in der linken Hälfte des Diagramms dargestellt ist.

[0069] Im Verdampfer 1 wird zunächst auf herkömmliche Weise im Vakuum Wasserdampf erzeugt., der durch die Verdampfungsenthalpie die niedrige Temperatur des Kältemittels hervorruft. Die Dampferzeugung erfolgt in einem Vakuum bei etwa 2 mbar Druck. Bei diesem Druck verdampft Wasser bereits bei einer Temperatur von unter -10°C . In dem Verdampfer entsteht die Nutzkälte, die auf ein externes Kühlmittel übertragen werden kann. Der Wasserdampf wird übergeleitet in einen Absorber 2, wo er in das Lösungsmittel aufgenommen wird. Dabei entsteht eine Abwärme, die z.B. durch Kühlwasser abgeführt wird. Dieses Kühlwasser kann wiederum zur Wärmezufuhr auf niedrigerem Tempera-

turniveau genutzt werden. Vom Absorber 2 wird das Lösungsmittel über die Lösungsmittelpumpe 3 zum Desorber 4 gepumpt. Dabei durchläuft es einen regenerativen Wärmeübertrager 8 (Plattenwärmetauscher), in dem es von dem rückströmenden, wasserarmen Lösungsmittel erhitzt wird. Im Desorber 4 wird das Lösungsmittel erhitzt, wobei das Wasser durch Wärmezufuhr aus dem Lösungsmittel ausgetrieben wird. Das wasserarme Lösungsmittel strömt anschließend durch die Entspannungsdrössel 7 wieder zurück zum Absorber 2. Der Lösungsmittelkreislauf entspricht im Wesentlichen dem Lösungsmittelkreislauf aus Fig. 1.

[0070] Anders als in der bekannten Absorptionskältemaschine gemäß Fig. 1 ist auf der Seite des Verdampfers 1 aber kein reines Wasser vorhanden. Der Wasserdampf aus dem Desorber 4 strömt in einen Resorber 27, in dem er von einer wasserarmen Lösung resorbiert wird. Vorzugsweise weist die Lösung im linken Kreis mit Resorber 27 und Verdampfer 1 die gleichen Bestandteile auf wie die Lösung im rechten Kreis mit Absorber 2 und Desorber 4. Dies können neben Wasser beispielsweise Salze wie Lithiumbromid sein. Vorzugsweise wird eine Säure und/oder Lauge, z.B. Schwefelsäure und Natronlauge, dem Wasser beigemischt. Diese Beimischungen senken den Gefrierpunkt des Wassers erheblich und bis weit unter -10°C ab. Sie ermöglichen folglich eine Kältemitteltemperatur im Verdampfer 1, die erheblich unter dem Gefrierpunkt von Wasser liegt. Nach der Aufnahme des von dem Desorber 4 stammenden Wassers im Resorber 27 unter Abgabe von Wärmeenergie strömt das wasserreiche Lösungsmittel von dem Resorber 27 durch einen regenerativen Wärmeübertrager 28 und die Entspannungsdrössel 7 zum Verdampfer 1.

[0071] Anders als bei der Absorptionskältemaschine gemäß dem Stand der Technik (Fig. 1) wird das Fluid bei der Variante gemäß Fig. 5 im Verdampfer nicht vollständig verdampft. Es verdampft lediglich ein Teil des Wassers in dem Fluid. Das hochkonzentrierte Fluid wird anschließend von dem Verdampfer mittels einer Kältemittelpumpe 29 durch den Wärmeübertrager 28 zurück zum Resorber 27 gepumpt. Im Wärmeübertrager 28 wird das Kältemittel erhitzt. Im Resorber 27 nimmt das hochkonzentrierte Fluid wieder den Wasserdampf aus dem Desorber 4 auf und strömt als wasserreiche Lösung zurück zum Verdampfer 1.

[0072] Die Einführung dieses Resorptionskreises führt dazu, dass nicht reines Wasser, sondern eine wässrige Lösung mit weit unter -10°C im Verdampfer vorhanden ist. Ferner ermöglicht sie Konzentrationsverschiebungen zwischen der Lösung im Verdampfer/Resorber-Kreislauf und im Absorber/Desorber-Kreislauf, wie oben beschrieben.

[0073] Die Fig. 5 zeigt ferner mögliche Stellen zur Anordnung von Konzentrationsmessvorrichtungen 30, wie sie in den Figuren 2 und 3 gezeigt sind. In dem Kältemittelkreislauf zwischen dem Verdampfer 1 und dem Resorber 27 kann die Konzentrationsmessvorrichtung 30 in der Leitung für aus dem Verdampfer 1 abgepumptes

hochkonzentriertes Kältemittel angeordnet sein. Die Konzentrationsmessvorrichtung 30 ist in Fig. 5 unmittelbar hinter dem im Vakuum arbeitenden Verdampfer 1 angeordnet. Sie kann auch in der Leitung für das hochkonzentrierte Kältemittel unmittelbar vor dem Resorber 27 angeordnet sein, in dem ein höherer Druck herrscht. In diesem Fall sind die Anforderungen an die Abdichtung der Konzentrationsmessvorrichtung 30 geringer.

[0074] In dem Lösungsmittelkreislauf zwischen Absorber 2 und Desorber 4 ist die Konzentrationsmessvorrichtung 30 in der Leitung angeordnet, die von dem Desorber 4 nach dem Austreiben von Wasserdampf aus dem Lösungsmittel zurück zum Absorber 2 führt. An dieser Stelle hat das Lösungsmittel die höchste Konzentration.

[0075] Anhand der Messwerte der Konzentrationsmessvorrichtungen 30 kann zum einen durch geeignete Steuermittel (nicht dargestellt) die Konzentration im Kältemittelkreislauf und im Lösungsmittelkreislauf individuell gesteuert werden. Zum anderen können auch Konzentrationsverschiebungen realisiert werden, die je nach Betriebszustand vorteilhaft sein können. Es kann also gleichzeitig die Konzentration im Kältemittelkreislauf gesteigert werden und im Lösungsmittelkreislauf gesenkt werden oder umgekehrt.

[0076] Ferner sind Mittel zum Überführen von Flüssigkeit aus dem Kreislauf zwischen Absorber 2 und Desorber 4 bzw. dem Kreislauf zwischen Resorber 27 und Verdampfer 1 in den jeweils anderen Kreislauf zu erkennen. Von dem Kreislauf zwischen Absorber 2 und Desorber 4 führt eine Überströmleitung 31 zu dem Kreislauf zwischen Resorber 27 und Verdampfer 1. Die Überströmleitung 31 wird mit dem aus der Lösungsmittelpumpe 3 ausströmenden Fluid gespeist. Üblicherweise wird mit einem Magnetventil 32 die Überströmleitung 31 geschlossen. Wenn Fluid aus dem Kreislauf zwischen Absorber 2 und Desorber 4 in den Kreislauf zwischen Resorber 27 und Verdampfer 1 strömen soll, wird das Magnetventil 32 geöffnet. Ebenso führt eine Überströmleitung 33 mit Magnetventil 34 von dem Kreislauf zwischen Resorber 27 und Verdampfer 1 zu dem Kreislauf zwischen Absorber 2 und Desorber 4. Auch hier wird von der Kältemittelpumpe 29 Fluid durch die Überströmleitung 33 gefördert, wenn das Magnetventil 34 geöffnet ist. Wie erwähnt sind die Magnetventile 32,34 bei dem regulären Betrieb der Absorptionskältemaschine geschlossen. Durch eine geeignete Steuerung der Magnetventile kann über diese Überströmleitungen 31, 33 eine Überführung von Flüssigkeit aus dem einen Kreislauf in den anderen bewirkt werden, um die Konzentration im vorgegebenen Bereich zu halten.

[0077] Eine derartige Überführung erfolgt zum Beispiel, um auf Unterschiede in der Umgebungstemperatur zu reagieren. Es kann für die Erzielung tiefer Nutzkältemperaturen notwendig sein, die Frostschutzwirkung im Verdampferkreislauf durch eine Konzentrationsanhebung (bspw. von 15% auf 20%) zu erhöhen. Im umgekehrten Fall der Erzielung "höherer" Nutzkältemperaturen kann dagegen die Frostschutzwirkung im Ver-

dampferkreislauf abgesenkt und die frei werdende Lauge im Absorberkreislauf zur weiteren Konzentrationserhöhung eingesetzt werden.

[0078] Auch ein vollständiges Mischen beider Kreisläufe kann angestrebt werden, um in beiden Kreisläufen eine identische Konzentration (ca. 35%) zu erzielen. Eine Aufstellung der Absorptionskältemaschine im Freien kann bei tiefen Außentemperaturen (z.B. -20°C) bei längerem Stillstand zu Kristallisationsproblemen führen. Sind beide Kreisläufe jedoch völlig durchmischt ergibt sich in beiden Kreisläufen eine Mischkonzentration von ca. 35%. Dadurch ist auf beiden Seiten ein sehr starker Frostschutz auch bei tiefen Temperaturen sichergestellt, d.h. beide Kreisläufe bleiben flüssig. Beim Wiedereinschalten der Anlage muss ggf. das richtige Konzentrationsverhältnis durch "Auskochen" wieder hergestellt werden.

[0079] Insbesondere wenn die Absorptionskältemaschine eine Vorrichtung zur Bestimmung der Füllhöhe der Flüssigkeit aufweist, kann diese Vorrichtung einen Überlauf aufweist, der ein Abfließen der Flüssigkeit im Hohlraum bei Erreichen einer bestimmten Füllhöhe bewirkt. Die Vorrichtung zur Bestimmung der Füllhöhe der Flüssigkeit kann ferner einen Schwimmer (18) in dem Hohlraum (9) oder einem mit dem Hohlraum kommunizierenden Raum aufweisen, der mit einer Höhenmessanordnung gekoppelt ist. Diese Höhenmessanordnung kann mindestens eins der nachfolgend aufgezählten Paare miteinander zusammenwirkender Elemente aufweisen, wobei ein Element an dem Schwimmer und das andere Element an der den Schwimmer umgebenden Wandung befestigt sind:

- Magnet (15) und Magnetschalter;
- Spule und Spulenkern;
- inkrementale Messskala und eine optische Erfassungsvorrichtung zum Lesen der Messskala.

[0080] Die Höhenmessanordnung kann das die Bewegung des Schwimmers repräsentierende Signal durch eine geschlossene Wand, insbesondere aus Edelstahl, übertragen. Der den Schwimmer (18) umgebende Raum kann gegenüber der Umgebung abgedichtet sein. Der den Schwimmer umgebende Raum kann mit dem Hohlraum über einen Kanal unterhalb der Oberfläche der Flüssigkeit verbunden sein.

Bezugszeichenliste:

[0081]

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | Verdampfer |
| 2 | Absorber |
| 3 | Lösungsmittelpumpe |
| 4 | Desorber |
| 5 | Kondensator |
| 6 | Entspannungsdrössel |
| 7 | Entspannungsdrössel |

- | | |
|---------|-------------------------------|
| 8 | Regenerativer Wärmeübertrager |
| 9 | Hohlraum |
| 10 | Flüssigkeit, Lösungsmittel |
| 11 | Aufnahmerohr |
| 5 12 | Aufnahmerohr |
| 13, 13' | Senkspindel |
| 14, 14' | Spindelhalbs |
| 15 | Permanentmagnet |
| 16 | Leiste |
| 10 17 | Messstab |
| 18, 18' | Schwimmer |
| 19 | Spule |
| 20 | Anschlussdraht |
| 21 | Anschlussdraht |
| 15 22 | Backofen |
| 23 | Abgaskanal |
| 24 | Absorptionskältemaschine |
| 25 | Eisspeicher |
| 26 | Gärkammer |
| 20 27 | Resorber |
| 28 | regenerativer Wärmeübertrager |
| 29 | Kältemittelpumpe |
| 30 | Konzentrationsmessvorrichtung |
| 31 | Überströmleitung |
| 25 32 | Magnetventil |
| 33 | Überströmleitung |
| 34 | Magnetventil |

30 Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Kälte mittels einer Absorptionskältemaschine mit

- 35 - einem Verdampfer (1), in dem Wasser aus einem wasserhaltigen Kältemittel verdampft wird,
 - einem Absorber (2), in dem das verdampfte Wasser in einem Lösungsmittel absorbiert wird,
 - einem Desorber (4), in dem das absorbierte Wasser aus dem Lösungsmittel unter Wärmezufuhr ausgetrieben wird,

40 **dadurch gekennzeichnet, dass** der aus dem Lösungsmittel ausgetriebene Wasserdampf einem Resorber (27) zugeführt wird, wobei in dem Resorber (27) eine Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel aufgenommen ist, in der der Wasserdampf absorbiert wird, und wobei die Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel in den Verdampfer (1) geleitet wird, um das Wasser aus der Lösung zu verdampfen.

- 45 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kältemittel von dem Verdampfer (1) mit niedriger Temperatur zum Resorber (27) durch eine erste Leitung strömt, und dass das Kältemittel mit höherer Temperatur von dem Resorber (27) zum Verdampfer (1) durch eine zweite Leitung

- strömt, wobei beide Kältemittelströme einen Wärmeübertrager (28) durchlaufen, in dem der von dem Verdampfer (1) stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Resorber (27) erwärmt wird und der von dem Resorber (27) stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Verdampfer (1) abgekühlt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lösungsmittel von dem Absorber (2) mit niedriger Temperatur durch eine dritte Leitung zum Desorber (4) strömt und dass das Lösungsmittel von dem Desorber (4) zum Absorber (2) durch eine vierte Leitung strömt, wobei beide Lösungsmittelströme einen Wärmeübertrager (8) durchlaufen, in dem der von dem Absorber (2) stammende Lösungsmittelstrom auf dem Weg zum Desorber (4) erwärmt wird und der von dem Desorber (4) stammende Lösungsmittelstrom auf dem Weg zum Absorber (2) gekühlt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Flüssigkeit von dem Kreislauf zwischen Absorber (2) und Desorber (4) bzw. dem Kreislauf zwischen Resorber (27) und Verdampfer (1) in den jeweils anderen Kreislauf überführt wird, um die Konzentration im vorgegebenen Bereich zu halten.
5. Absorptionskältemaschine mit
- einem Verdampfer (1) zum Verdampfen des Wassers eines wasserhaltigen Kältemittels,
 - einem Absorber (2), in dem das verdampfte Wasser in einem Lösungsmittel absorbiert wird,
 - einem Desorber (4), in dem das absorbierte Wasser aus dem Lösungsmittel unter Wärmezufuhr ausgetrieben wird,
- dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Resorber (27) aufweist, dem der aus dem Lösungsmittel ausgetriebene Wasserdampf zugeführt wird, wobei in dem Resorber eine Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel aufgenommen ist, in der der Wasserdampf absorbiert wird, und wobei in dem Verdampfer (1) die Lösung aus Wasser und Frostschutzmittel enthalten ist, aus der das Wasser verdampft wird.
6. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine erste Leitung, **durch** die das Kältemittel von dem Verdampfer (1) mit niedriger Temperatur zum Resorber (27) strömt, und eine zweite Leitung, **durch** die das Kältemittel mit höherer Temperatur von dem Resorber (27) zum Verdampfer (1) strömt, wobei beide Leitungen an einen Wärmeübertrager (28) angeschlossen sind, in dem der von dem Verdampfer (1) stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Resorber (27) erwärmt wird und der von dem Resorber (27) stammende Kältemittelstrom auf dem Weg zum Verdampfer (1) abgekühlt wird.
7. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 5 oder 6, **gekennzeichnet durch** eine dritte Leitung, in der das Lösungsmittel von dem Absorber (2) mit niedriger Temperatur zum Desorber (4) strömt, und eine vierte Leitung, in der das Lösungsmittel von dem Desorber (4) zum Absorber (2) strömt, wobei diese zwei Leitungen **durch** einen Wärmeübertrager (8) angeschlossen sind, in dem der von dem Absorber (2) stammende Lösungsmittelstrom auf dem Weg zum Desorber (4) erwärmt wird und der von dem Desorber (4) stammende Lösungsmittelstrom auf dem Weg zum Absorber (2) gekühlt wird.
8. Absorptionskältemaschine nach einem der Ansprüche 5 bis 7 mit mindestens einer Flüssigkeit, insbesondere mit einem Kältemittel und einem Lösungsmittel, und mit einer Vorrichtung zur Bestimmung der Konzentration mindestens einer der Flüssigkeiten, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Vorrichtung folgendes aufweist:
- einen Hohlraum, in dem Flüssigkeit (10) und ein in die Flüssigkeit (10) eingetauchtes Senkelement (13,13'), insbesondere eine Senkspindel, aufgenommen sind,
 - eine Sensoranordnung (15,16; 14',19) zum Erfassen der Bewegung des Senkelements (13,13').
9. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoranordnung mindestens eins der nachfolgend aufgezählten Paare miteinander zusammenwirkender Elemente aufweist, wobei eines der Elemente des Paares an dem Senkelement befestigt ist:
- Magnet (15) und Magnetschalter;
 - Spule (19) und Spulenkern (14');
 - inkrementale Messskala und eine optische Erfassungsvorrichtung zum Lesen der Messskala.
10. Absorptionskältemaschine nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner mindestens eines der folgenden Merkmale aufweist:
- die Sensoranordnung überträgt das die Bewegung des Senkelements repräsentierende Signal durch eine geschlossene Wand, insbesondere aus Edelstahl;
 - das zweite Element (19) ist an einem Schwimmer (18') befestigt, der auf der Oberfläche der Flüssigkeit (10) schwimmt;
 - das zweite Element (16) ist an einer Wandung des Hohlraums befestigt, wobei die Absorptionskältemaschine vorzugsweise ferner eine Vor-

richtung zur Bestimmung der Füllhöhe der Flüssigkeit im Hohlraum aufweist.

11. Absorptionskältemaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Mittel zum Überführen von Flüssigkeit von dem Kreislauf zwischen Absorber (2) und Desorber (4) bzw. dem Kreislauf zwischen Resorber (27) und Verdampfer (1) in den jeweils anderen Kreislauf aufweist, um die Konzentration im vorgegebenen Bereich zu halten. 5
10
12. System für die Herstellung von Lebensmitteln mit einer Garvorrichtung (22), welche einen Garraum, eine Heizvorrichtung und einen Abgaskanal (23) für Abgase aus der Heizvorrichtung und/oder aus dem Garraum aufweist, und mit einer Kühlvorrichtung, welche eine Absorptionskältemaschine (24) nach einem der vorangehenden Ansprüche 5 bis 11 aufweist. 15
20
13. System nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Eisspeicher (25) aufweist, in dem die tiefen Temperaturen gespeichert werden können. 25
14. System nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner mindestens einen klimatisierten Raum, insbesondere einen Gärraum (26), Kühlraum oder Gefrierraum, zur Aufbewahrung der Lebensmittel aufweist, der mit der Kühlvorrichtung und/oder dem Eisspeicher (25) gekühlt wird. 30
15. System nach einem der vorangehenden Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absorptionskältemaschine durch einen Abgaskanal (23) für Abgase aus der Heizvorrichtung und/oder aus dem Garraum thermische Energie zugeführt wird. 35
40

45

50

55

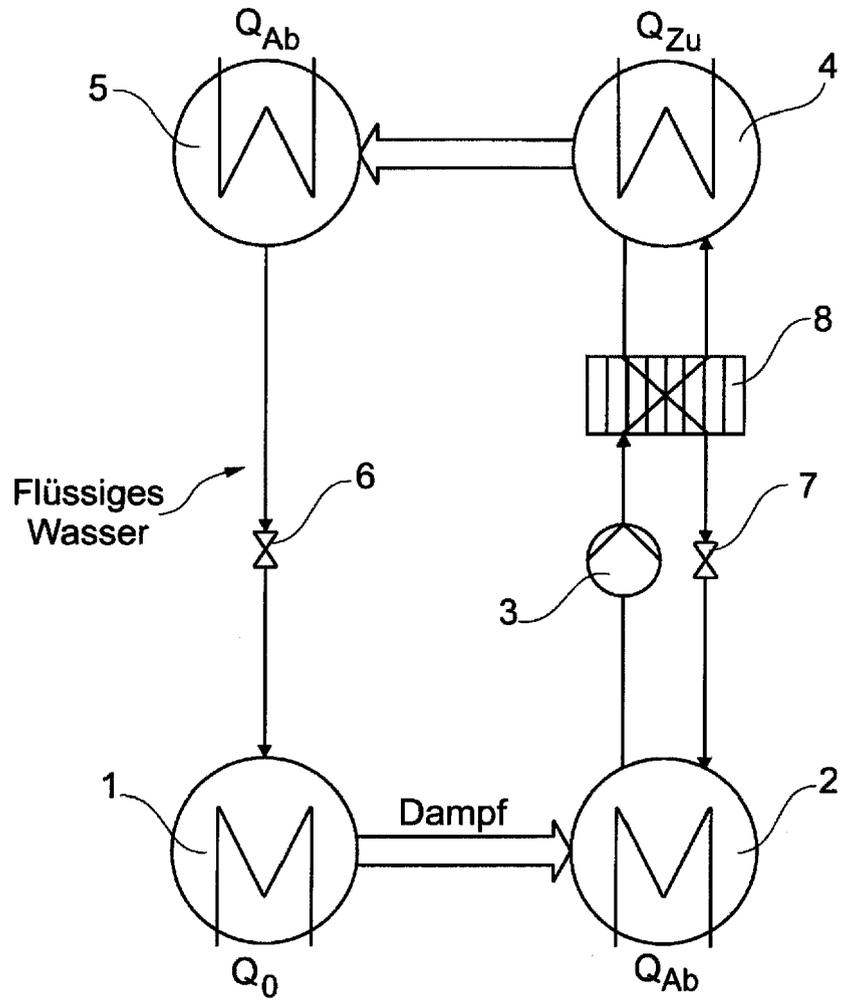


Fig. 1

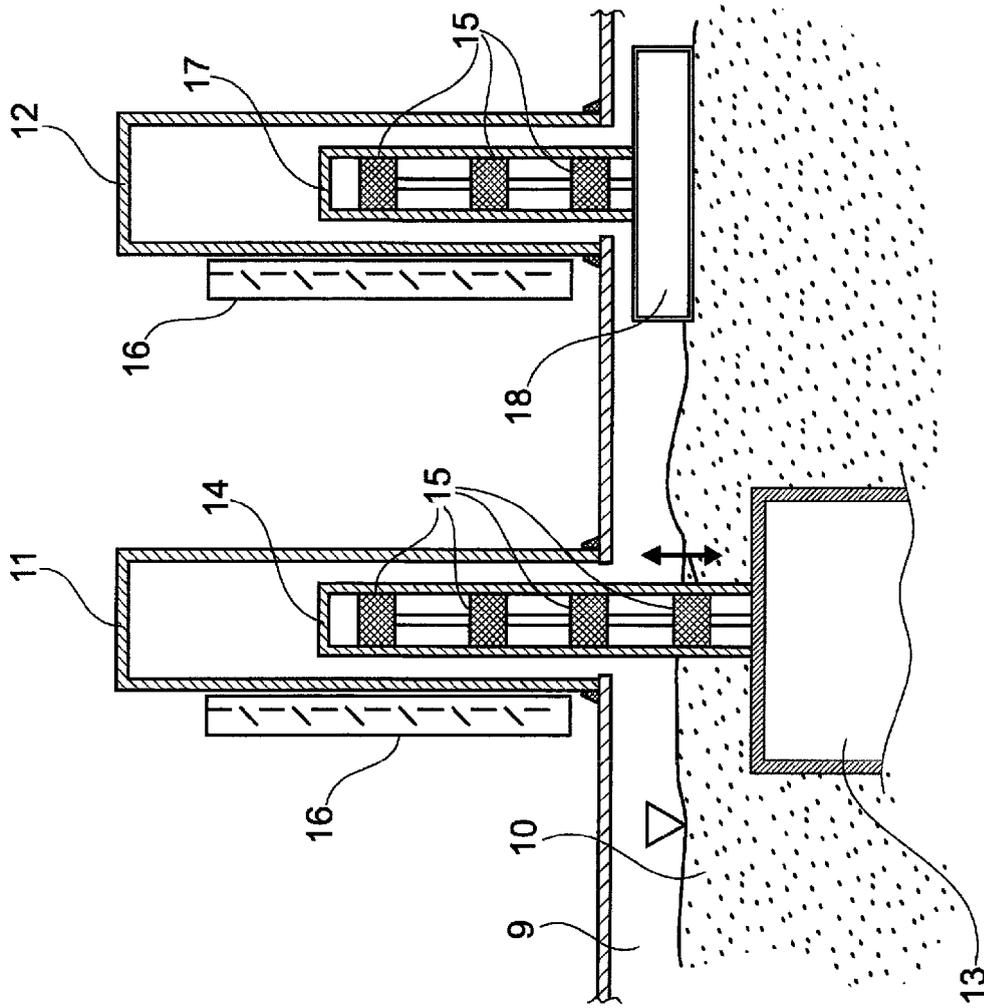


Fig. 2

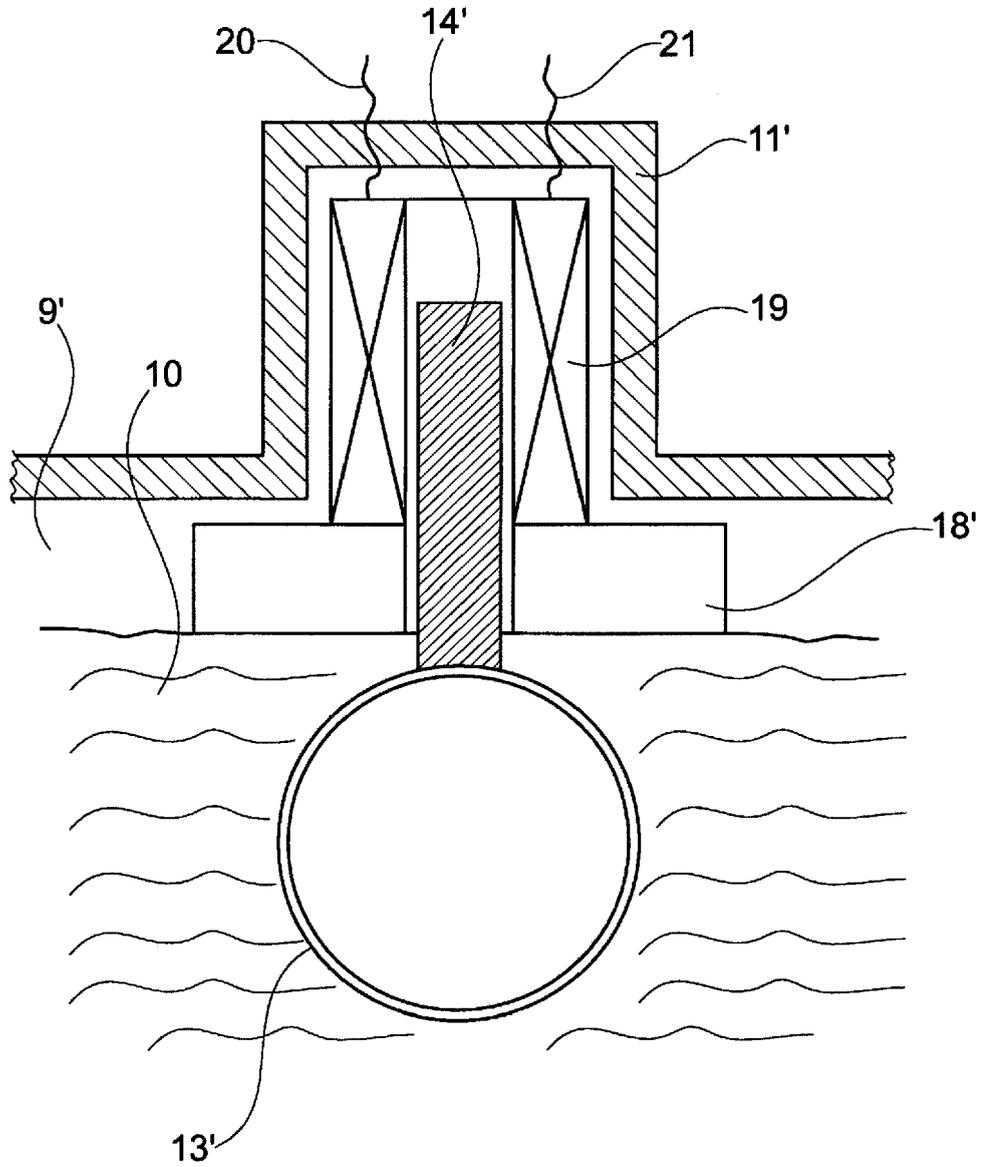


Fig. 3

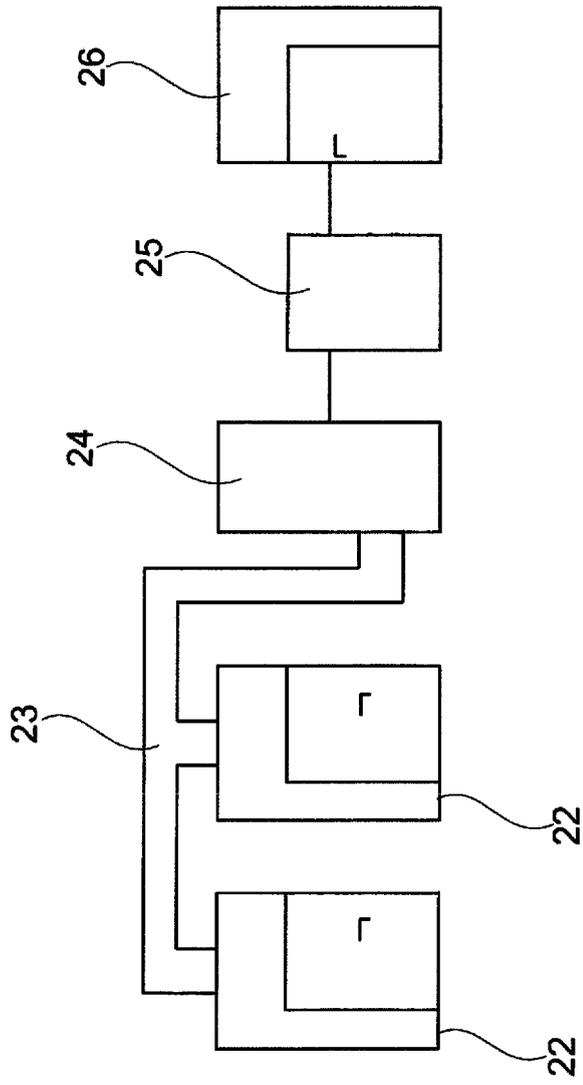


Fig. 4

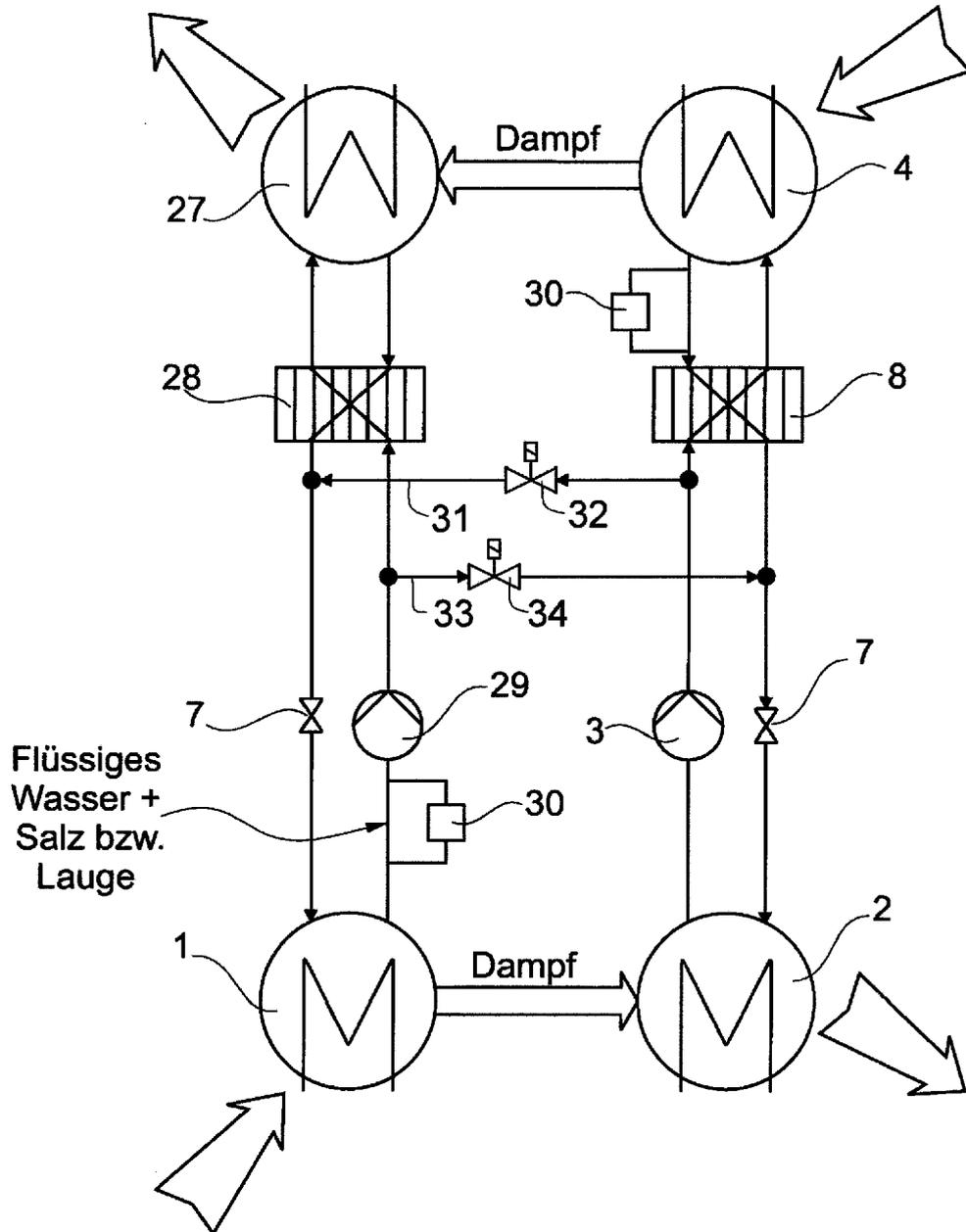


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10347497 B4 [0007] [0014]
- DE 10347498 B4 [0007] [0014]
- DE 10353058 B4 [0007] [0014]
- EP 1391668 A [0013]
- EP 2005008717 W [0026]
- CA 2216257 [0027]