

 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

 Anmeldenummer: **80106362.9**

 Int. Cl.³: **F 24 J 3/04**

 Anmeldetag: **20.10.80**

 Priorität: **06.11.79 DE 2944654**
20.03.80 DE 3010601

 Anmelder: **Ruhrgas Aktiengesellschaft**
Huttropstrasse 60
D-4300 Essen 1(DE)

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.05.81 Patentblatt 81'19

 Erfinder: **Sommers, Hans, Dipl.-Ing.**
Friedrich-List-Strasse 9
D-4300 Essen 1(DE)

 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH FR GB IT LI NL

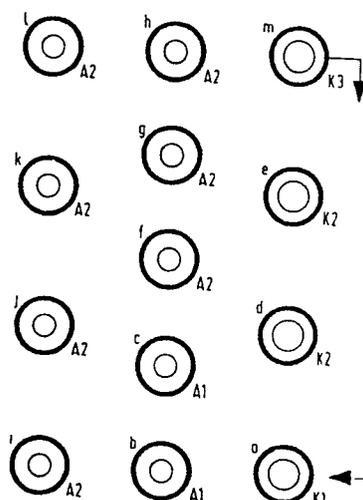
 Erfinder: **Mühlmann, Heinrich Dr. rer. nat. Dipl.-Chem.**
Am Strandbad 20
D-4270 Dorsten(DE)

 **Verfahren und Wärmetauscher zur Führung des Heizmediums in einer Sorptionswärmepumpe.**

 Die Erfindung betrifft Verfahren zur Gegenstromführung des Heizmediums zu dem in einer Sorptionswärmepumpe im Kreislauf geführten Lösungs- und/oder Kältemittel und Wärmetauscher zur Durchführung der Verfahren.

Zur optimalen Nutzung der am Absorber und Kondensator bzw. Resorber verfügbaren Wärme wird erfindungsgemäß das Heizmedium wechselweise im Wärmeaustausch mit Teilen des Absorbers und Kondensators bzw. Resorbers geführt. Das zu erwärmende Heizmedium tritt in jedem Fall zunächst in Wärmeaustausch mit einer Kondensator- bzw. Resorberzone und durchströmt danach mindestens je eine Absorber- und Kondensator- bzw. Resorberzone. Abhängig vom Stoffpaar sowie den Betriebsbedingungen ist die letzte Tauscherzone entweder eine Kondensator- oder eine Absorberzone oder, falls vorhanden, der Dephlegmator. Die Zahl der vom Heizmedium durchströmten Bereiche der Wärmetauscher, die vorzugsweise aus konzentrischen Rohrschlangen bestehen, beträgt deshalb mindestens drei, vorzugsweise fünf oder sieben, wenn eine Kondensatorzone, mindestens vier, wenn eine Absorberzone und mindestens fünf, wenn der Dephlegmator die letzte Wärmetauscherzone für das Heizungsmedium bildet.

Fig. 1



EP 0 028 343 A2

- 1 -

Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen

Verfahren und Wärmetauscher zur Führung des
Heizmediums in einer Sorptionswärmepumpe

Die Erfindung betrifft Verfahren zur Gegenstrom-Führung des
5 Heizmediums zu dem in einer Sorptionswärmepumpe im Kreislauf
geführten Lösungs- und/oder Kältemittel und Wärmetauscher zur
Durchführung der Verfahren.

Sorptionswärmepumpen der genannten Art, die oft als Ab-
sorptionen- beziehungsweise Resorptionswärmepumpen bezeich-
10 net werden, sind an sich bekannt. Im Gegensatz zu den eben-
falls bekannten Kompressionswärmepumpen haben sie bisher
nur wenig Anwendung gefunden, da ihre Heizleistung geringer
als die der Kompressionswärmepumpen ist.

Bei den Sorptionswärmepumpen erfolgt die Abgabe der zu
15 nutzenden Wärme am Absorber und Kondensator beziehungsweise
Resorber. Bei den bisher bekannten Sorptionswärmepumpen
strömt das Heizmedium, zum Beispiel Heizungswasser, durch je
einen als Wärmetauscher ausgebildeten Absorber und Konden-
sator bzw. Resorber, wobei die Reihenfolge, in der die bei-
20 den Wärmetauscher vom Heizmedium durchströmt werden, unter-
schiedlich ist. Die Wärmetauscher dieser bekannten Sorptions-
wärmepumpen sind im allgemeinen als Rohrbündeltauscher
ausgebildet.

Mit dieser bekannten Verfahrensweise und derartigen Wärmetauschern ist es nicht möglich, die verfügbaren Wärmemengen vollständig und optimal zu nutzen, die dem Lösungs-/oder Kältemittel, im folgenden Kreislaufmedium genannt, in Desorber und Verdampfer durch Beheizung sowie Umwelt-Wärme aus Luft oder Wasser zugeführt werden.

Die Betriebsbedingungen von Sorptionswärmepumpen können sehr unterschiedlich sein: Einerseits kann die gewünschte maximale Temperatur des mit ihrer Hilfe zu erwärmenden Heizmediums unterschiedlich sein, je nachdem ob dieses durch konventionelle Raum-Heizkörper oder ein Fußboden-Heizungssystem geführt wird oder ggf. zusätzlich oder allein zur Brauchwasser-Erwärmung dient. Andererseits kann die aus der Umgebung (Luft, Wasser, Erdboden) gewinnbare Wärme in unterschiedlicher Menge und mit verschiedenen Temperaturniveaus zur Verfügung stehen. - Die Maßnahmen zur Nutzung von Umweltwärme beim Betrieb von Sorptionswärmepumpen sind bekannt. Auf ihre Beschreibung wird verzichtet, da sie nicht Gegenstand dieser Erfindung sind. -

Aufgabe der Erfindung ist es, gattungsgemäße Verfahren und Wärmetauscher zu deren Durchführung zu entwickeln, die bei allen Betriebsweisen eine optimale Nutzung der verfügbaren Wärmemengen ermöglichen und bei denen das Heizmedium auf eine möglichst hohe Temperatur erwärmt wird.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 bis 7 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die erfindungsgemäßen Verfahrensweisen und die Ausbildung der Wärmetauscher zu deren Durchführung werden nachfolgend näher erläutert. - Der Aufbau und die Funktionsweise einer Sorptionswärmepumpe wird als bekannt vorausgesetzt und nicht mehr beschrieben. -

Bei einer Sorptionswärmepumpe sind bekanntlich Absorber und Kondensator bzw. Resorber als Wärmetauscher ausgebildet und stellen so die Verbindungselemente zum Heizsystem dar. In den Wärmetauschern strömen üblicherweise das Kreislauf-
5 medium und das Heizmedium im Gegenstrom zueinander.

Die Temperaturen in diesen Anlagenteilen bzw. die Verdampfungs-, Kondensations- und Absorptionstemperaturen sind abhängig vom Lösungs- und/oder Kältemittel, das heißt vom verwendeten Stoffpaar, den Konzentrationen der Stoff-
10 paar-Komponenten und den herrschenden Drücken, so daß abhängig von den Betriebsbedingungen entweder die maximale Temperatur im Absorber höher ist als die im Kondensator bzw. Resorber oder die maximale Temperatur im Kondensator bzw. Resorber höher ist als die im Absorber.

15 Bei Versuchen wurde festgestellt, daß es in den Fällen, bei denen im Kondensator bzw. Resorber höhere Temperaturen als im Absorber vorliegen - was meistens bei Verwendung des Stoffpaares Ammoniak/Wasser zutrifft - thermodynamisch am günstigsten ist, den Kältemitteldampf mit dem in den Heiz-
20 körpern abgekühlten Heizmedium am Kondensatoraustritt sehr weit herunterzukühlen, ebenso wie die reiche Lösung am Absorberaustritt, danach ggf. mit dem Heizmedium einen weiteren Teil des Kondensators und den übrigen Absorberteil zu kühlen und zum Schluß am Kondensator das Heizmedium auf die
25 höchstmögliche Temperatur zu erwärmen.

Daher soll nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Anspruch 1 das Heizmedium, zum Beispiel Wasser, immer als erstes und letztes durch einen Kondensator- bzw. Resorber-
Wärmetauscherbereich strömen. Dazwischen strömt es - je
30 nach Anzahl der Tauscherbereiche - entweder durch einen Absorber-Tauscherbereich oder abwechselnd durch mehrere Absorber- und Kondensator- bzw. Resorber-Tauscherbereiche hintereinander.

Um bei möglichst allen vorkommenden Betriebsbedingungen eine optimale Wärmenutzung zu erreichen, ist es notwendig, von Fall zu Fall das am besten geeignete Stoffpaar, dessen Konzentrationen sowie die anzuwendenden bzw. zulässigen Drücke mit Hilfe der aus der Fachliteratur bekannten Daten auszuwählen.

Als Stoffpaare kommen neben Ammoniak/Wasser hauptsächlich Salz/Wasser, Salz/Alkohole oder Salz/Amine zur Anwendung. Als Salze werden insbesondere Lithiumbromid oder Lithiumjodid/Zinkbromid, als Alkohole zum Beispiel Methanol oder Butandiol und als Amine zum Beispiel Methylamin verwendet.

Bei Verwendung der genannten Stoffpaare, bei denen Wasser, Alkohole oder Amine das Kältemittel bilden, tritt bei geringer Kältemittelkonzentration und entsprechender Festlegung der Drücke und wenn ein innerer Wärmetausch zwischen der reichen Lösung aus dem Absorber und dem Kältemitteldampf vor dem Kondensator stattfindet, die höchste Temperatur im Absorber im Eingangsbereich des Kältemittels auf. In diesem Bereich des Absorber-Wärmetauschers kann also das Heizwasser auf die höchstmögliche Temperatur erhitzt werden.

Daher soll nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Anspruch 2 das Heizmedium mindestens vier getrennte Wärmetauscherbereiche durchströmen. Dabei tritt es zuerst in den Kondensator-tauscherbereich ein und fließt dann abwechselnd je nach Anzahl der Tauscherbereiche zwischen Absorber und Kondensator. Das Heizmedium verläßt den Wärmetauscher aus dem Absorb-ertauscherbereich, in dem das Heizmedium auf seine höchste Tempertatur gebracht wird.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es notwendig, die Absorber- und Kondensator- beziehungsweise Resorber-Wärmetauscher, die vom Heizmedium durchströmt werden, in mehrere Bereiche aufzuteilen. Die Anzahl der Wärmetauscherbereiche soll gemäß Anspruch 1 insgesamt

mindestens drei betragen: Zwei Bereiche für den Kondensator bzw. Resorber und ein Bereich für den Absorber. Nach oben hin ist die Zahl der Tauscherbereiche nicht begrenzt, da sie von der Anlagengröße bzw. -leistung abhängt. In Anbetracht
5 des sich mit steigender Anzahl der Bereiche stark vergrößern-
den apparativen Aufwands, wird eine Zahl von insgesamt fünf
oder sieben Bereichen als optimal angesehen. Zur Durchfüh-
rung des Verfahrens nach Anspruch 2 ist eine Aufteilung
des Absorbers und Kondensators bzw. Resorbers in mindestens
10 vier Tauscherbereiche nötig, und zwar mindestens je zwei
Absorber- und zwei Kondensator-tauscherbereiche. Hier ist
eine Zahl von insgesamt vier oder sechs Bereichen als optimal
anzusehen. Die Länge bzw. die Abmessungen der einzelnen
Bereiche hängt von der Anlagengröße ab. Jeder Absorber-
15 Wärmetauscherbereich ist jedoch mindestens gleich groß,
vorzugsweise größer, als der größte Kondensator-Wärme-
tauscherbereich.

Bei dem häufig verwendeten Stoffpaar Ammoniak/Wasser
liegt die höchste Temperatur im Kondensator bzw. Resorber
20 praktisch immer oberhalb der höchsten Temperatur im Ab-
sorber, das heißt die höchstmögliche Temperatur würde das
Heizwasser unter der Voraussetzung des Gegenstromprinzips
im letzten Kondensator-Tauscherbereich - dort, wo der
Ammoniak-Dampf in den Kondensator eintritt -, erreichen.
25 Bei Anwendung des Stoffpaares Ammoniak/Wasser als Kreis-
laufmedium ist zwischen Austreiber und Kondensator jedoch
üblicherweise ein Dephlegmator angeordnet, der zur Konden-
sation und Rückführung (in den Austreiber) des mit dem
Ammoniak-Dampf verdampften Wassers dient. Die Tempera-
30 tur der Dämpfe im Dephlegmator ist jedoch immer höher als
die Eintrittstemperatur des Ammoniak-Dampfes in den Kondensator.
Eine vorteilhafte weitere Ausbildung des erfindungs-
gemäßen Verfahrens nach Anspruch 2 besteht darin, daß das
Heizmedium als letzte Stufe (vor der Abführung zum Ver-
35 braucher) in Wärmetausch mit dem Dephlegmator (soweit die-

ser nicht durch inneren Wärmetausch gekühlt wird) gebracht wird, wo es seine höchste Temperatur annimmt. Dadurch, daß der Dephlegmator-Wärmetauscher zur Erhitzung des Heizmediums benutzt wird, wird gleichzeitig die Temperatur des vom
5 Dephlegmator zum Kondensator strömenden Ammoniak-Dampfes gesenkt, so daß die höchste Temperatur im Kondensator nicht höher, sondern vorzugsweise niedriger liegt als die höchste Absorber-Temperatur. - Bei Salzen als Bestandteil des
10 Stoffpaares ist ein Dephlegmator nicht notwendig, da Salze bei den in Sorptionswärmepumpen herrschenden Drücken und Temperaturen nicht verdampfen können. -

Die Art des verwendeten Wärmetauschers hängt vom Heizmedium ab. Ist das Heizmedium eine Flüssigkeit, sind erfindungsgemäß Koaxialrohre vorteilhaft. Um die Wärmeaustauschfläche
15 zu vergrößern, können auch statt des üblicherweise verwendeten einen Innenrohres zwei oder mehrere Innenrohre vorgesehen werden. Wird Luft als Heizmedium verwendet, sind zum Beispiel Rippenrohre zweckmäßiger.

Fig. 1 und 2 stellen schematisch die beispielsweise Anord-
20 nung und Ausführung der Rohre des Kondensator- und Absorber-Wärmetauschers einer Absorptionswärmepumpe entsprechend dem Verfahren nach Anspruch 1 dar.

Die Wärmetauscher werden mit Wasser als Heizmedium betrieben und sind aus Koaxialrohren aufgebaut. Diese sind platz-
25 sparend in drei konzentrische Ringe unterschiedlichen Durchmessers gebogen und in mehreren Lagen übereinander angeordnet.

Das Kreislaufmedium fließt im inneren Rohr, das im äußeren Rohr befindliche Heizungswasser fließt in Gegenrichtung
30 dazu. Die Außenrohre der Kondensator- und Absorber-Wärmetauscher sind erfindungsgemäß in mehrere voneinander getrennte Bereiche aufgeteilt, und zwar im vorliegenden Beispiel der Kondensatorteil in drei und der Absorber-Teil

in zwei Bereiche.

Die vier übereinanderliegenden äußersten Ringe und die fünf Ringe mittleren Durchmessers bilden den Absorber-Wärmetauscher, der, wie schon beschrieben, heizwasserseitig
5 in zwei Bereiche A1 und A2 - einmal zwei und einmal sieben Ringe - unterteilt ist. Die übrigen vier Ringe mit dem kleinsten Durchmesser bilden die drei Kondensator-Wärmetauscherbereiche; der unterste Ring ist als Wärmetauscherbereich K1 abgeteilt, die darüber liegenden zwei Ringe als Bereich
10 K2. Der darüberliegende oberste innere Ring bildet den Wärmetauscherbereich K3.

Fig. 1 dient zur Veranschaulichung des Heizwasserkreislaufes im Außenrohr. Die Reihenfolge, in der die Rohre vom Heizmedium durchströmt werden, ist durch die alphabetische
15 Reihenfolge der kleinen Buchstaben gegeben.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel strömt das noch unerwärmte bzw. abgekühlte Heizwasser erfindungsgemäß als erstes durch den Kondensator-Wärmetauscherbereich K1 (a), dann durch den Absorber-Wärmetauscherbereich A1 (b, c), da-
20 nach durch einen weiteren Kondensator-Wärmetauscherbereich K2 (d, e), durch den zweiten Absorber-Wärmetauscherbereich A2 (f bis l), um zum Schluß aus dem letzten Kondensatorbereich K3 (m) auszutreten.

In Fig. 2 ist dargestellt, wie das Kreislaufmedium durch
25 Absorber und Kondensator fließt. Die Reihenfolge ist wie bei Fig. 1 durch die alphabetische Reihenfolge der kleinen Buchstaben gegeben. In die vier mit K bezeichneten Kondensator-Tauscherrohre tritt das Kreislaufmittel in den obersten Ring mit dem kleinsten Durchmesser ein (a), durchströmt die
30 darunter liegenden drei Ringe (b, c, d) und verläßt den Kondensator-Tauscher.

In den mit "A" bezeichneten Absorber-Wärmetauscher tritt das Kreislaufmedium in den obersten Ring mit dem größten Durchmesser (a) ein und durchströmt in der angegebenen Reihenfolge (a bis i) alle Tauscherrohre. In allen Innen-
5 rohren fließt das Kreislaufmedium immer im Gegenstrom zum Heizmedium.

Mit den neuen Verfahren und den Wärmetauschern zu deren Durchführung ist es erstmals möglich, die aus Heiz- und Umweltenergie bestehenden verfügbaren Wärmemengen voll-
10 ständig und optimal zu nutzen, das heißt die Gesamt-
heizleistung wird erhöht. Diese Erhöhung betrug bei Ver-
suchen etwa 10 %. Daraus resultiert eine Erhöhung der Heizziffer. Diese ist definiert als Verhältnis der erziel-
ten Nutzwärme zur zugeführten Wärmemenge in Form von Brenn-
15 stoff. Bei einer vergleichbaren bekannten Sorptions-Wärme-
pumpe beträgt die bei Versuchen festgestellte Heizziffer etwa 1,15. Diese konnte bei Anwendung der erfindungsgemäßen Verfahren und der neuen Wärmetauscher auf etwa 1,26 erhöht werden.

Ruhrgas Aktiengesellschaft, Essen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gegenstrom-Führung des Heizmediums zu dem in einer Sorptionswärmepumpe im Kreislauf geführten Lösungs- und/oder Kältemittel,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß das Heizmedium wechselweise im Wärmeaustausch mit Teilen des Absorbers und des Kondensators bzw. Resorbers geführt wird derart,
10 daß das Heizmedium mindestens drei, vorzugsweise fünf getrennte Wärmeaustauschbereiche durchströmt, in deren erstem und letztem ein Wärmeaustausch mit dem Kondensator bzw. Resorber erfolgt, während in dem bzw. den dazwischenliegenden Wärmeaustauschbereich(en) der
15 Wärmeaustausch allein mit dem Absorber bzw. bei mehr als drei Wärmeaustauschbereichen wechselweise mit Absorber- und Kondensator- bzw. Resorberzonen erfolgt.

2. Verfahren zur Gegenstrom-Führung des Heizmediums zu dem in einer Sorptionswärmepumpe im Kreislauf geführten Lösungs- und/oder Kältemittel,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß das Heizmedium wechselweise im Wärmetausch mit Teilen des Absorbers und des Kondensators bzw. Resorbers geführt wird, derart, daß das Heizmedium mindestens vier getrennte Wärmetauscherbereiche durchströmt, in deren erstem ein Wärmetausch mit dem Kondensator bzw. Resorber und in deren letztem ein Wärmetausch mit dem Absorber erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß das Heizmedium zusätzlich als letzte Stufe in Wärmeaustausch mit einem Dephlegmator gebracht wird.

4. Wärmetauscher zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Bereiche der Absorber- und Kondensator- bzw.
5 Resorber-Wärmetauscher, die vom Heizmedium durchströmt
werden, in insgesamt mindestens drei, vorzugsweise
fünf oder sieben Abschnitte aufgeteilt sind, wobei der
Kondensator-Wärmetauscher in mindestens zwei Wärme-
tauscherbereiche unterteilt ist.
- 10 5. Wärmetauscher zur Durchführung des Verfahrens nach
Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Absorber und der Kondensator bzw. Resorber
in mindestens je zwei Tauscherbereiche unterteilt
15 sind.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 4 oder 5
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Absorber-Wärmetauscherbereich mindestens
gleich groß, vorzugsweise größer als der größte Kon-
20 densator-Wärmetauscherbereich ist.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 4 bis 6
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmetauscher aus Koaxialrohren gebildet
werden, die in Ringe unterschiedlichen Durchmessers
25 gebogen und in mehreren Lagen übereinander ange-
ordnet sind.

Fig. 2

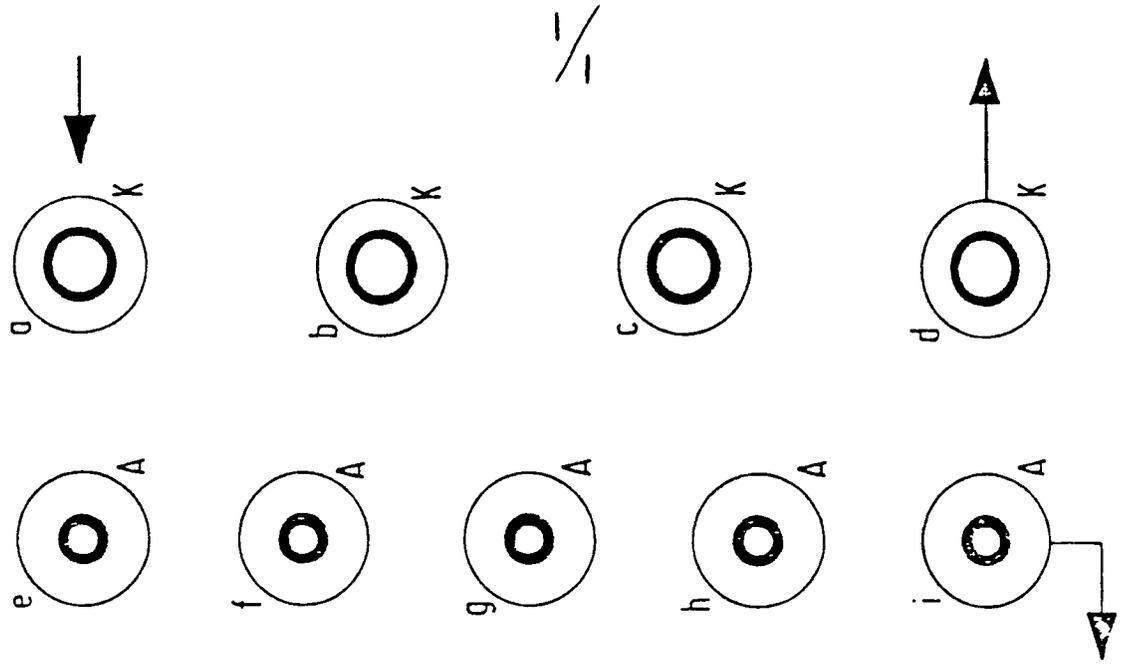


Fig. 1

