



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 274 B**

PATENT SCHRIFT

(12)

(21) Anmeldenummer: A 1139/2003
(22) Anmeldetag: 21.07.2003
(42) Beginn der Patentdauer: 15.05.2004
(45) Ausgabetag: 27.12.2004

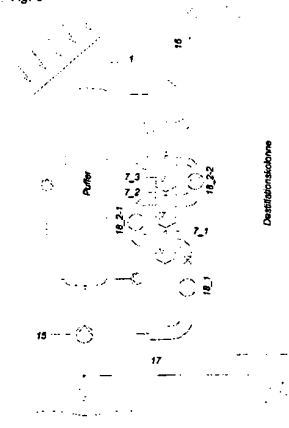
(51) Int. Cl.⁷: **C02F 1/06**
B01D 3/06

(73) Patentinhaber:
HADLAUER MARTIN DIPL.ING.
A-8010 GRAZ, STEIERMARK (AT).
(72) Erfinder:
HADLAUER MARTIN DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) MEHRSTUFIGE VERDAMPFUNGSEINRICHTUNG MIT KOMPRESSORUNTERSTÜTZUNG ZUR HEIZWÄRMEABGABE AN MEERWASSERENTSALZUNGSANLAGEN

(57) Meerwasserentsalzungsanlage (20), betrieben durch Wärmezufuhr aus Sonnenkollektoren (6) und technischer Arbeit (18_1, 18_2) mit einer mehrstufigen Verdampfungseinrichtung nach dem MSF- (Multi Stage Flash) Prinzip oder nach dem MED- (Multi Effect Distillation) Prinzip. Die Wärmezufuhr aus dem Kollektorkreis (1) erfolgt mittels einer Einrichtung zur Entspannungsverdampfung (7) durch Abgabe von Dampf (16). Die Menge an ausgeschiedenem Dampf (16) wird durch destilliertes Wasser (15) aus der Entsalzungsanlage nachersetzt. Die Einrichtungen zur Entspannungsverdampfung (7) sind erfindungsgemäß in mehrere Untereinheiten (7_1, 7_2, 7_3 ...), aneinandergereiht nach fallendem Druckniveau entsprechend dem Multi Stage Flash Verfahren unterteilt, welche in Serie über Dampfleitungen (16) mit zwischengeschalteten Kompressoren oder Kompressorstufen (18_2-1, 18_2-2 ...) in aufsteigender Druckfolge gekoppelt sind.

Fig. 5



AT 412 274 B

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anlage zur Gewinnung von Brauch- und Trinkwasser mittels eines mehrstufigen Destillationsverfahrens nach dem MSF (Multi Stage Flash) oder MED (Multi Effect Distillation) Prinzips mit Nutzung der Heizwärme aus rein thermischen Sonnenkollektoren oder Hybridkollektoren für Strom und Wärmeabgabe.

5 Gattungsgemäße Anlagen arbeiten mit hoher Wärmerückgewinnung, indem das zuströmende Meerwasser in Serie über die Wärmetauscher der einzelnen Stufen zur Kondensatverflüssigung geleitet wird, wobei nach Austritt aus der obersten Stufe eine Nachheizung im Ausmaß von etwa ein bis zwei Stufentemperaturintervallen erfolgt, oder, indem Prozessdampf in die erste Entspannungsstufe eingeleitet wird. Bei solargetriebenen Anlagen erfolgt zumeist eine Nacherwärmung
10 des Meerwassers nach Austritt aus der obersten Kondensationsstufe über kuperative Wärmetauscher mit Medientrennung zwischen Meerwasserkreis und Kollektorkreis. Um die Kollektortemperaturen so niedrig als möglich zu halten, wird versucht, direkt mit Meerwasser durchströmte Kollektoren einzusetzen. Dies führt auch zur Ersparnis des Wärmetauschers zwischen Meerwasser- und Kollektorkreislauf. Da die Temperatur des Meerwassers relativ hoch ist, verursacht dieses bei
15 herkömmlichen Kollektoren jedoch Korrosion und starke Ablagerungen. Durch die Entwicklung von entsprechenden Kollektormaterialien aus Kunststoffen und Verbundwerkstoffen wird versucht das Problem der Korrosion und der Ablagerungen zu minimieren, und somit einen wirtschaftlichen Einsatz von Sonnenenergie zu ermöglichen. Dabei wird der gesamte Massenstrom des zuströmenden Meerwassers ohne Pufferspeicherzwischenschaltung direkt in die Kollektoren geleitet. Ein
20 besonderes Kriterium bei solargetriebenen Anlagen ist jedoch die Fluktuation des Energieangebotes. Um Anlagen durchgehend optimal betreiben zu können sollten Pufferspeicher zwischengeschaltet sein. Um Pufferspeichervolumina möglichst klein auslegen zu können muss die Differenz von Vorlauftemperatur zu Rücklauftemperatur möglichst hoch gehalten werden. Diese Forderung ist gegenteilig zum Niedertemperatursystem mit direkter Meerwasserdurchströmung bei hohem Mas-
25 sendurchsatz. Um hohe Temperaturdifferenzen zwischen Vorlauf und Rücklauf zu erreichen darf im Verhältnis zum gesamten zuströmenden Meerwasser nur ein kleiner Teil in den Kollektorenkreis geleitet werden. Nachdem die Vorlauftemperatur entsprechend ansteigt, ergibt sich eine hohe mittlere Kollektortemperatur was den Wirkungsgrad wiederum herabsetzt und verschärft zu Ablagerungen in den Kollektoren und Pufferspeichern führt. Gesamtbetrachtet ergibt sich keine günstige Möglichkeit Pufferspeicher einzubinden, da die angestrebten Vorteile einer Direktdurchströmung stark
30 abgemindert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, die Gefahr der Korrosion und der Ablagerungen im Kollektorkreis zu beseitigen, ohne einen Wärmetauscher mit Medientrennung zwischen Primär- und Sekundärkreislauf zwischenschalten, wobei im Gegensatz zur oben angeführten
35 Lösungsvariante nicht auf die Entwicklung von besonderen Materialien für Kollektoren und Pufferspeicher eingegangen wird, sondern, indem eine prozesstechnische Lösung zur Vermeidung des Direktkontaktes von Meerwasser in den Kollektoren angeboten wird. Zudem soll die Einbindung von Pufferspeichern mit kleiner Auslegung ohne Ablagerungsbelastung und ohne einer zwingend verbundeneren Anhebung der mittleren Temperatur in den Kollektoren möglich sein.

40 Dies wird erfindungsgemäß durch eine Anlage gemäß den Kennzeichen des Anspruches 1 erreicht. Dabei wird das Medium aus dem Kollektorkreislauf in eine Einrichtung zur Entspannungsverdampfung geleitet, in welcher sich unter Abkühlung des Kondensats energiereicher Dampf abscheidet. Dieser Dampf wird zur Beheizung an die Meerwasserentsalzungsanlage weitergegeben. Das restliche, um die Dampfmenge verminderte, Kondensat wird über eine Pumpe in den
45 Kollektorkreis rückgeführt. Entsprechend der abgegebenen Dampfmenge wird destilliertes Wasser aus der Destillationskolonne in den Kollektorkreislauf nachersetzt. Als Medium im Kollektorkreis dient destilliertes Wasser, eventuell versetzt mit korrosionshindernden Zusätzen, die nicht- bzw. nur in geringsten Mengen verdampfen.

Durch die Energiezufuhr im Form von Wasserdampf bietet sich innerhalb der Meerwasserentsalzungsanlage eine sehr flexible Verwendbarkeit, mit mehreren interessanten Ausführungsvarianten. Vorteilhafte Ausführungen sind im Hauptanspruch und in den Unteransprüchen gekennzeichnet.
50

Eine einfache Variante sieht vor, den Dampf aus dem Kollektorkreis direkt in die Kondensationskammer der obersten Stufe der Meerwasserentsalzungsanlage einzubringen. Die Rücklauf-
55 temperatur ist an die Hochtemperaturstufe der Meerwasserentsalzungsanlage gebunden und somit

relativ hoch. Um einen effizienten Betrieb zu gewährleisten sollten hochwertige Kollektoren zum Einsatz kommen, welche auch noch bei hohen Temperaturen gute Wirkungsgrade haben.

Eine erweiterte Variante sieht vor, die Rücklauftemperatur zu den Kollektoren zu senken, indem die Entspannungsverdampfung bis zu einem Druck erfolgt, welcher weit unter dem Sättigungsdruck der obersten Entspannungs-kammer der Destillationskolonne liegt. Der aus den Einrichtungen zur Entspannungsverdampfung ausgeschiedene Dampf wird über eine Kompressoreinheit auf den Druck der obersten Kondensationsstufe der Meerwasserentsalzungsanlage gebracht und dort eingeleitet. Die Heizenergie aus den Kollektoren ist in diesem Fall weniger hochwertig, da wie bei einer Wärmepumpe technische Arbeit zugeführt wird. Dafür können die Kollektoren bei niedrigerer Rücklauftemperatur betrieben werden und somit eine bessere Wärmeleistung erzielen, beziehungsweise entsprechend kostengünstiger ausgeführt sein. Ein besonderer Vorteil aus den niederen Rücklauftemperaturen ergibt sich aufgrund der kleineren Auslegung von Pufferspeichern, da das nutzbare Energiepotential, gemessen an der Differenz von Vorlauf- zu Rücklauftemperatur, entsprechend ansteigt.

Eine weitere Variante sieht darüber hinaus vor, die Meerwasserentsalzungsanlage auch ohne Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis betreiben zu können. In diesem Fall wird nach der letzten Kondensationsstufe aus der Destillationskolonne der Entsalzungsanlage eine weitere Entspannungsstufe vorgesehen, wobei der entstehende Dampf über eine Kompressoreinheit auf den Druck der obersten Kondensationskammer gebracht wird. Idealerweise ist der Kompressor in zwei Einheiten, einer Niederdruckeinheit und einer Hochdruckeinheit, mit Wertschaltmöglichkeit der Niederdruckeinheit, ausgeführt. Dies ermöglicht, bei ausreichender Heizenergie aus dem Kollektorkreis, die Niederdruckeinheit wegzuschalten und ersatzweise mit dem Dampf aus dem Kollektorkreis in die Hochdruckeinheit zu gehen. Mit diesem System ist eine optimale Anlagennutzung auch in Zeiten geringer Sonneneinstrahlung sichergestellt. Außerdem kann der Pufferspeicher im Solar-kreislauf kleiner dimensioniert werden.

Bei kompressorunterstützten Anlagen bietet sich an, die Einrichtung zur Entspannungsverdampfung in mehrere Untereinheiten zu unterteilen und den aus den unteren Stufen angesammelten Dampf über Kompressorstufen in die jeweils nächste, druckhöher gelegene, Untereinheit zu leiten. Somit muss der Kompressor nicht die gesamte Dampfmenge beginnend bei unterstem Druckniveau hinauf zu Prozessdruck der obersten Stufe der Meerwasserentsalzungsanlage (~1 bar) komprimieren, sondern kann beginnend bei einer kleinen Dampfmenge über mehrere Druckstufen mit jeweils zunehmender Dampfmenge den gesamten ausgeschiedenen Dampf auf Hochdruck komprimieren. Je nach Anzahl an Stufenunterteilungen kann die Gesamtkompressorarbeit beträchtlich gesenkt werden. Eine weitere Arbeitseinsparung ergibt sich dadurch, dass der überhitzte Dampf nach Austritt aus den einzelnen Kompressorstufen durch Einleitung in die jeweils nächste, druckhöher gelegene Untereinheit zur Entspannungsverdampfung zusammen mit dem neu ausgeschiedenen Dampf ein Energiegleichgewicht mit näherungsweise Sattdampfzustand bildet, was die darauffolgende Kompressorarbeit wiederum senkt. Besonders interessant erscheint die Möglichkeit Prozessdampf aus externen Quellen oder aus Dampfaukopplungen aus den unteren Druckstufen der Destillationskolonne, in die druckniedrigste Expansionskammer einzuleiten und zusammen mit dem zusätzlich ausgeschiedenen Dampf über Kompressorstufen seriell durch die einzelnen Kammern der Einrichtung zur Entspannungsverdampfung durchzuleiten. Die Energieabgabe aus dem Kollektorkreis kann auf ein Minimum reduziert werden, gerade so weit, daß Sättigungszustand bei Austritt aus den Entspannungs-kammern erreicht werden kann. Die vergleichsweise hohe Prozesswärme aus dem Kollektorkreis dient quasi als Katalysator um Dampfenergien bei niedriger Temperatur noch effizient nutzen zu können. Besonders Interessant kann dabei in Zukunft der Betrieb von hochwertigen Sonnenkollektoranlagen zur Klimatisierung und zugleich Meerwasserentsalzung werden, wobei das Heizmedium in Serie durch die Wärmetauscher der Klimatisierungsanlage und weiter in die Expansionskammern der Entspannungsverdampfung geleitet wird.

Die Erfindung bezieht sich nicht ausschließlich auf die oben angeführten Varianten, sondern auf alle möglichen Kombinationen die sich aus diesen Varianten ergeben. Der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Entspannungsverdampfung und Destillatnachfüllung in den Kollektorkreis beschränkt sich nicht nur auf Destillationsanlagen von Meerwasser, sondern auch auf Anlagen zur Destillation von Brackwasser und biologisch und chemisch verunreinigtem Wasser zur

Brauchwassergewinnung und Trinkwasseraufbereitung.

Weitere Merkmale und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage mit Wärmezufuhr nach der obersten Stufe über Sonnenkollektoren nach dem allgemeinen Stand der Technik.

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage mit Wärmezufuhr nach der obersten Stufe über direkt mit Meerwasser durchströmte Sonnenkollektoren.

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage, mit Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis bei hoher Temperatur.

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage, mit Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis bei mittlerer Temperatur mit interner Kompressoreinrichtung mit Nieder- und Hochdruckteil.

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage, mit Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis über eine Einrichtung zur Entspannungsverdampfung mit drei Untereinheiten und der erfindungsgemäßen Kompressorverschaltung.

Der in Fig.1 dargestellte Stand der Technik ist ein allgemein bekannter Prozeß einer MSF- (Multi Stage Flash) Destillationsanlage 20 zur Gewinnung von Brauch- bzw. Trinkwasser nach einem thermischen Verfahren. Die Wärme aus dem Kollektorkreis 1 wird aus einem Pufferspeicher 4 über einen Wärmetauscher 3 an das Meerwasser 2 weitergegeben.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage 20 mit Heizwärmezufuhr über direkt mit Meerwasser 2 durchströmte Kollektoren 6. Auch hier ist sinnvoller Weise ein Pufferspeicher 4 zwischengeschaltet. Im Idealfall ist ein Bypaß mit Rückmischvorrichtung 13 vorgesehen, um nicht die gesamte vorgewärmte Meerwassermenge 2 durch die Kollektoren 6 leiten zu müssen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage 20 mit der erfindungsgemäßen Zufuhr von Dampf 16 aus dem Kollektorkreis 1, welcher in der Einrichtung 7 zur Entspannungsverdampfung ausgeschieden wird. Der Dampf 16 wird in die Kondensationskammer der obersten Stufe 17 der MSF- Destillationsanlage 20 eingebracht. Das abgekühlte Kondensat 11 im Kollektorkreislauf wird über eine Umwälzpumpe 12 auf den ursprünglichen Druck gebracht, und in den Pufferspeicher 4 rückgeführt. Die abgegebene Dampfmenge wird durch destilliertes Wasser 15 aus der Destillationsanlage nachersetzt.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage 20 mit der erfindungsgemäßen Zufuhr von Dampf 16 aus dem Kollektorkreis 1 welcher in der Einrichtung 7 zur Entspannungsverdampfung ausgeschieden wird. Zum Unterschied zu der in Fig. 3 gezeigten Anordnung ist in der MSF- Destillationsanlage 20 eine Kompressoreinrichtung 18 mit Nieder- und Hochdruckteil 18_1, 18_2 vorgesehen. Der Dampf 16 aus dem Kollektorkreis wird über die Hochdruckstufe 18_2 auf den Druck der obersten Stufe gebracht und dort in die Kondensationskammer 17 eingeleitet. Dadurch kann der Kollektorkreis 1 aus einem niedrigeren Temperaturniveau betrieben werden. Reicht die Temperatur im Pufferspeicher nicht mehr aus, um genügend Dampf zu erzeugen, wird die Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis weggeschaltet, und ersatzweise Dampf aus der untersten Expansionsverdampfungsstufe 21 aus der Destillationsanlage 20 entnommen, welcher von dem Niederdruckkompressor 18_1 auf den Einlaßdruck des Hochdruckkompressors 18_2 gebracht wird. In diesem Fall läuft die Anlage ausschließlich mit technischer Arbeit rein kompressorgetrieben, ohne Wärmezufuhr von außen.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer MSF- Destillationsanlage, mit Dampfzufuhr aus dem Kollektorkreis 1 über eine Einrichtung zur Entspannungsverdampfung 7 mit drei Untereinheiten 7_1, 7_2, 7_3 wobei zusätzlich Dampf 17 aus einer externen Quelle in die Kammer der untersten Stufe 7_1 eingebracht wird. Der Dampf 17 wird über die Kompressorstufe 18_1 in die unterste Kammer 7_1 eingeleitet und über zwei weitere Kompressorstufen 18_2-1, 18_2-2 in die Kammern 7_2 und 7_3 geleitet, von wo eine Weiterleitung in die oberste Kammer der Meerwasserentsalzungsanlage 20 erfolgt.

Bei den in allen Figuren schematisch dargestellten erfindungsgemäßen Merkmalen ist darauf hinzuweisen, daß die einzelnen Bauteile sowie Zuleitungen in allen verschiedenen Ausführungsvarianten und Materialien gefertigt sein können.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Destillationsanlage nach dem MSF- (Multi Stage Flash) oder MED- (Multi Effect Destillation) Verfahren mit Heizwärmezufuhr über Sonnenkollektoren, **dadurch gekennzeichnet**, daß Einrichtungen zur Entspannungsverdampfung (7) vorgesehen sind zur Weitergabe von Wärme aus dem Kollektorkreislauf (1) in Form von ausgeschiedenem Dampf (16) an die Destillationsanlage (20) und Leitungen zur Rückgabe des restlichen abgekühlten Kondensats (11) aus der Einrichtung zur Entspannungsverdampfung (7) in den Kollektorkreis (1) sowie zur Nachfüllung von Destillat (15) aus der Destillationsanlage (20) im Ausmaß der abgegebenen Dampfmenge (16) in den Kollektorkreis (1), und, daß die Einrichtungen zur Entspannungsverdampfung (7) in mehrere Untereinheiten (7_1, 7_2, 7_3), aneinandergereiht nach fallendem Druckniveau entsprechend dem Multi Stage Flash Verfahren unterteilt sind, welche in Serie über Dampfleitungen (16) mit zwischengeschalteten Kompressoren oder Kompressorstufen (18_2-1, 18_2-2 ...) in aufsteigender Druckfolge gekoppelt sind.
2. MSF/MED- Destillationsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich Leitungen (17) für externe Dampfzufuhr in ein oder mehrere Untereinheiten (7_1, 7_2) vorgesehen sind.

HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

Fig. 1

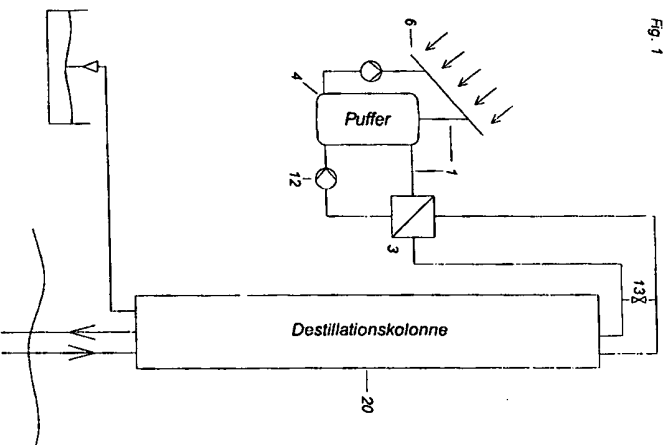


Fig. 2

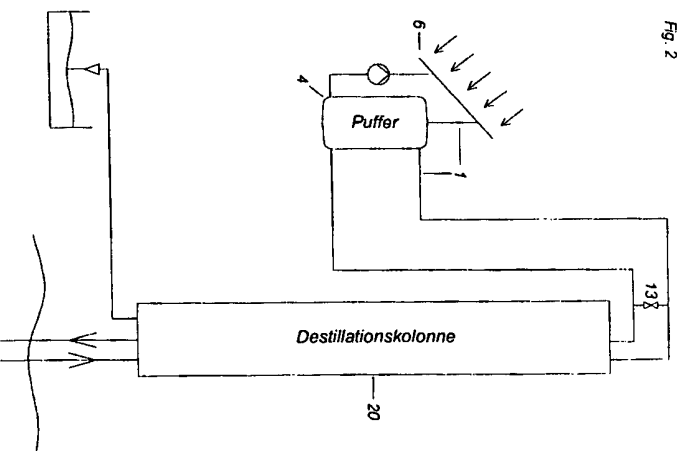


Fig. 3

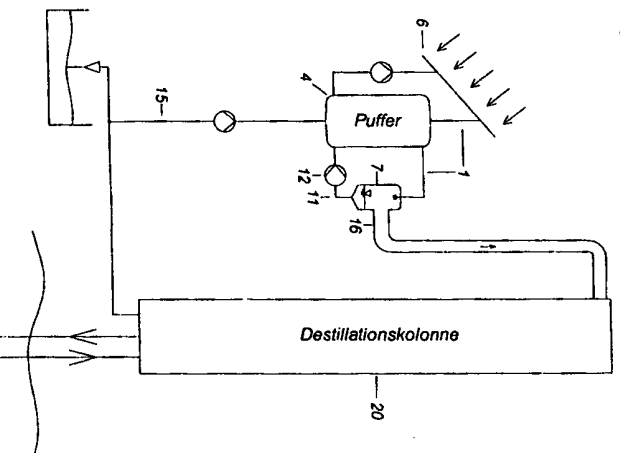


Fig. 4

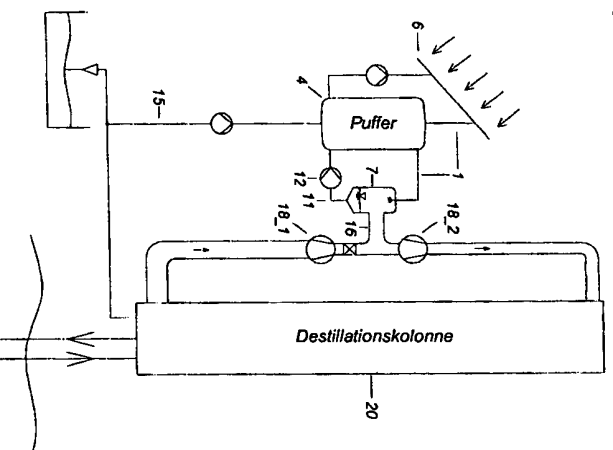


Fig. 5

