

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 507 218 A4 2010-03-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 10/2009**(22) Anmeldetag: **05.01.2009**(43) Veröffentlicht am: **15.03.2010**(51) Int. Cl.⁸: **F03G 6/06** (2006.01),
F25B 1/08 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

KROTIL RICHARD DIPL.ING. DR.
A-8010 GRAZ (AT)
PINTER CHRISTIAN DIPL.ING. (FH)
A-7471 RECHNITZ (AT)

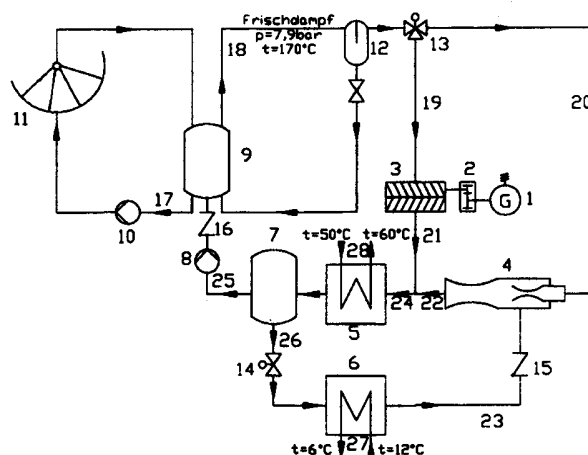
(72) Erfinder:

KROTIL RICHARD DIPL.ING. DR.
GRAZ (AT)
PINTER CHRISTIAN DIPL.ING. (FH)
RECHNITZ (AT)

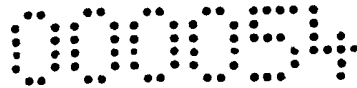
(54) VERFAHREN UND ANLAGE ZUR GEKOPPELTEN SOLARTHERMISCHEN STROM-, WÄRME- UND KÄLTEERZEUGUNG

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft; ein Verfahren sowie eine Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung. Dabei wird das Arbeitsmedium durch Anbindung eines Sonnenkollektors verdampft und der Frischdampf wird zum einen einem Dampfschraubenmotor zur Stromerzeugung und zum anderen einem Strahlverdichter zur Wärme- und Kälteerzeugung bereitgestellt.

Durch Regelung der Frischdampfmenge ist ein stromgeführter oder kältegeführter Betrieb sowie ein reiner Strombetrieb oder Kältebetrieb mit oder ohne gekoppelte Wärmebereitstellung für Heiz- bzw. Warmwasser der Anlage möglich. Je nach Anforderung an der Kälteseite kann als Arbeitsmedium Wasser oder Ammoniak zur Erzeugung von Klimakälte bzw. Prozesskälte bei gleichzeitiger Bereitstellung von Strom und Wärme eingesetzt werden. Das Verfahren bzw. die Anlage erzielt eine höhere Gesamteffizienz als herkömmliche Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen bei verringertem anlagentechnischem Aufwand und geringeren Investitionskosten.



AT 507 218 A4 2010-03-15

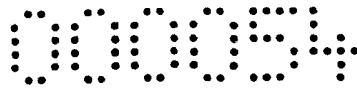


Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung. Dabei wird das Arbeitsmedium durch Anbindung eines Sonnenkollektors verdampft und der Frischdampf wird zum einen einem Dampfschraubenmotor zur Stromerzeugung und zum anderen einem Strahlverdichter zur Wärme- und Kälteerzeugung bereitgestellt.

Durch Regelung der Frischdampfmenge ist ein stromgeführter oder kältegeführter Betrieb sowie ein reiner Strombetrieb oder Kältebetrieb mit oder ohne gekoppelte Wärmebereitstellung für Heiz- bzw. Warmwasser der Anlage möglich. Je nach Anforderung an der Kälteseite kann als Arbeitsmedium Wasser oder Ammoniak zur Erzeugung von Klimakälte bzw. Prozesskälte bei gleichzeitiger Bereitstellung von Strom und Wärme eingesetzt werden.

Das Verfahren bzw. die Anlage erzielt eine höhere Gesamteffizienz als herkömmliche Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen bei verringertem anlagentechnischem Aufwand und geringeren Investitionskosten.



Verfahren und Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung

Technisches Anwendungsgebiet

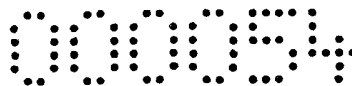
Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung. Dabei wird das Arbeitsmedium durch Anbindung eines Sonnenkollektors verdampft und der Frischdampf wird zum einen einem Dampfschraubenmotor zur Stromerzeugung und zum anderen einem Strahlverdichter zur Wärme- und Kälteerzeugung zugeführt. Gekoppelte Strom-, Wärme- und Kältebereitungsverfahren und -anlagen gemäß der vorliegenden Erfindung werden insbesondere zur Versorgung von Gebäuden mit Strom, Wärme zur Warmwasserbereitung und zur Beheizung sowie mit Kälte zur Klimatisierung eingesetzt. Zudem ist durch Einsatz eines entsprechenden Arbeitsmittels auch eine Bereitstellung von Prozesskälte unterhalb von 0 °C bei gleichzeitiger Bereitstellung von Strom und Wärme mit diesem vorliegenden gekoppelten Verfahren zu realisieren.

Stand der Technik

Auf dem Gebiet der gekoppelten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung, auch bekannt unter Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK), sind unterschiedliche Techniken bekannt. Dabei werden vorwiegend die bereits bekannten Kraft-Wärme-Kopplungsprozesse (Dampfprozesse, Gasturbinenprozesse, Gas- und Dampfturbinenprozesse, Diesel- und Gasmotorenprozesse, Alternative Prozesse wie z.B.: Dampfkolbenmotorprozess oder ORC-Prozess, Innovative Prozesse, wie z.B.: Brennstoffzelle, Stirling-Motor oder Dampfschraubenmotor) in Verbindung mit einem Kälteprozess gesetzt. Bei den Kälteprozessen kommen insbesondere Wasser-LiBr-Absorptionskältemaschinen, das DEC-Verfahren (desiccative and evaporative cooling), Wasser-Silica-Gel-Adsorptionskältemaschine oder Wasser-Ammoniak-Absorptionskältemaschinen (insbesondere für Temperaturen unter 0°C) zum Einsatz.

Bei diesen Techniken entstehen hohe kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten.

Aus P. Nores „Thermische Kälteerzeugung mit Dampfstrahlkältemaschinen – Konzepte und Erfahrungen“, KI Luft- und Kältetechnik, 11/2006, sind ein Verfahren sowie eine Anlage zur solarthermischen Kälteerzeugung bekannt, *bei denen Kältemittel eines Strahlverdichters durch Anbindung eines Sonnenkollektors verdampft und der Kältemitteldampf nach Verdichtung durch den Strahlverdichter unter Wärmeabgabe kondensiert wird.* Bei diesem Verfahren wird ausschließlich Kälte zur Klimatisierung oder zur Kühlung im Temperaturbereich von -5 bis +20°C bei Leistungen von 10 bis 15000 kW mit Hilfe von Sonnenenergie bereit gestellt.



Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Verfahren sowie eine Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung aufzuzeigen, die mit verringerten Investitionskosten und geringem anlagentechnischem Aufwand realisiert werden kann.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe wird mit dem Verfahren und der Anlage gemäß den Patentansprüchen 1 bis 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sowie der Anlage können den Unteransprüchen sowie dem Ausführungsbeispiel entnommen werden.

Bei dem vorliegenden Verfahren wird in bekannter Weise durch Anbindung eines Sonnenkollektors das Arbeitsmittel, bevorzugt Wasser, eines Strahlverdichters verdampft und der Arbeitsmitteldampf nach Verdichtung durch den Strahlverdichter kondensiert. Das abgekühlte Kondensat wird zum Teil als Kältemittel im Verdampfer zur Kühlung der Objekte über Wärmetauscher eingesetzt und zum anderen Teil zurück zum Sonnenkollektor zur Bereitstellung von Arbeitsmitteldampf geführt. Das vorliegende Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zusätzlich zur Kältebereitstellung über den Dampfstrahlverdichter auch Strom über einen Dampfschraubenmotor und Wärme zur Beheizung und Warmwasserbereitung über den Kondensator bereitgestellt werden.

Bei dem hier vorliegenden Konzept einer gekoppelten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung wird zur Bereitstellung der Antriebsenergie Dampf solarthermisch aus einem Parabolrinnenkollektor oder Reflektor im Zwangsumlauf- oder Naturumlaufprinzip erzeugt. Der Frischdampf wird im Gegensatz zu *P. Nores* nicht nur einem Strahlverdichter zur Kälteproduktion zugeführt, sondern entsprechend der Regelung einer Frischdampfregelarmatur auch einem Dampfschraubenmotor zur Stromerzeugung zugeführt. Dies hat den Vorteil, dass je nach Kälte- oder Strombedarf die Frischdampfzufuhr für den Dampfschraubenmotor entsprechend einer Massenstromregelung bzw. für den Strahlverdichter entsprechend einer Bypassregelung erhöht oder reduziert werden kann, ohne dabei eine Auswirkung auf die Wärmeproduktion für die Heizung und für die Warmwasserbereitstellung zu haben.

Das vorliegende Verfahren sowie die Anlage zur gekoppelten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung kann auch in einem reinen Strombetrieb oder Kältebetrieb mit oder ohne gekoppelte Wärmebereitstellung für Heiz- bzw. Warmwasser betrieben werden. Dazu müssen als Anlagenkomponenten zumindest ein Dampfschraubenmotor, ein Strahlverdichter, ein Kondensator, ein Verdampfer und ein solarer Dampferzeuger (Parabolrinnenkollektor, Reflektor), der die Energie für die Erzeugung des Frischdampfes liefert, vorhanden sein. Der solare Dampferzeuger umfasst einen Parabolrinnenkollektor bzw. einen Reflektor mit Dampftrömmel und ist



zur direkten Verdampfung des Arbeitsmittels für den Dampfschraubenmotor und Strahlverdichter ausgebildet.

Die Erzeugung von Strom mittels Dampfschraubenmotor hat den Vorteil, dass ein Schraubenmotor ein gutes Teillastverhalten hat und unempfindlich auf Änderung der Dampfqualität ist. Lastschwankungen zwischen 30 % und 100 % der elektrischen Nennleistung werden problemlos bewältigt. Dies ist vor allem für einen kälte- bzw. wärmegeführten Betrieb der vorliegenden Anlage von Vorteil. Zudem ergibt sich bei Dampfschraubenmotoren ein geringer Wartungsaufwand.

Das Betriebsverhalten ist wesentlich unkomplizierter als bei anderen bekannten Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen (KWKK-Anlagen), da je nach Einsatzgebiet für die Kühlung (Klima- bzw. Prozesskälte) mit Wasser bzw. Ammoniak ein Reinstoff als Arbeitsmittel verwendet wird. Aus diesem Grunde kann die vorliegende KWKK-Anlage ohne aufwendige Werkstoffe und Anlagenteile realisiert werden. Die Investitionskosten sind daher im Vergleich zu anderen KWKK-Anlagen gering, die Strom, Wärme und Kältebereitstellung erfolgt rein durch eine einzige kompakte Anlage. Zudem stellen die verwendeten Arbeitsmittel keine globale Umweltbelastung dar (ODP Ozonschicht-Abbaupotential = Null, GWP Treibhauspotential = Null). Das Verfahren bietet weiterhin ein sehr gutes dynamisches Betriebsverhalten mit kurzen Ansprechzeiten.

Im vorliegenden Verfahren bzw. in der Anlage wird der Frischdampf - entsprechend des geforderten Temperaturniveaus im Heiz-/Warmwasserkreislauf - im Dampfschraubenmotor und/oder im Strahlverdichter nicht auf den herkömmlichen Kondensatordruck entspannt. Dies bewirkt eine Verschlechterung der Teilwirkungsgrade für die Strom- und Kältebereitstellung. Betrachtet man jedoch wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel (siehe Fig. 1) die angegebenen Parameter, so ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad von 118 % für die gekoppelte solarthermische Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung, was eine höhere Effizienz als bei herkömmlichen Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen darstellt. Gekoppelte Dampf- und Gasturbinenprozesse (GUD-Prozesse) - auf dem neuesten Stand der Technik - erreichen Gesamtwirkungsgrade von maximal 90 %.

Nach Nutzung der Kondensatorwärme für die Heizung und/oder für die Warmwasserbereitung, erfolgt je nach Bedarf im Kondensatorsammler eine Aufteilung des Kondensats. Ein Teil wird über ein Drosselventil dem Verdampfer zur Kälteerzeugung und ein anderer Teil wird über die Speisewasserpumpe der Dampftrommel zur solaren Dampferzeugung zugeführt.

Im Gegensatz zu *P. Nores* wird auf einen internen Kältespeicher verzichtet. Je nach Schwankungen des Kälte- bzw. Heiz-/Warmwasserbedarfs ist ein Kältespeicher im Kaltwasserkreislauf



bzw. ein Warmwasserspeicher im Heiz-/Warmwasserkreislauf vorzusehen um einen bedarfsgerechten kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten. Diese Speicher sind nicht Bestandteil des vorliegenden Verfahrens sowie der zugehörigen Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung.

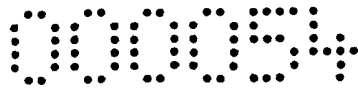
Falls überschüssige Wärme am Kondensator anfällt, welche nicht mehr genutzt bzw. gespeichert werden kann, muss diese je nach Einsatzort entsprechend rückgekühlt werden.

Die Leistungsregelung der vorliegenden Anlage erfolgt ausschließlich über eine Frischdampfregelarmatur, welche die Menge der Frischdampfzufuhr für die Stromerzeugung bzw. Kälteerzeugung bestimmt, ohne dabei einen Einfluss auf die Wärmebereitstellung für Heizung bzw. Warmwasser zu haben.

Für den Fall, dass ein geringer Kältebedarf vorliegt (z.B.: Winterbetrieb), wird über die Frischdampfregelarmatur mehr Dampf dem Dampfschraubenmotor zugeführt und zur Stromerzeugung verwendet. Dieser Strom steht - je nach Nachfrage und Einspeisetarif - für den Eigenbedarf zur Verfügung oder kann in das öffentliche Netz eingespeist werden. Die dabei am Kondensator anfallende Wärme kann wiederum je nach Nachfrage von Warmwasser und Heizwasser zur Warmwasserbereitstellung und zur Beheizung des Gebäudes verwendet werden. Überschüssige Produktion von Warm- bzw. Heizwasser muss durch Pufferung im Heiz-/Warmwasserkreislauf abgefedert oder durch eine Rückkühlanlage rückgekühlt werden. Nach Kondensation des Arbeitsmittels muss bei einer entsprechend geringen Nachfrage an Kälte, das Drosselventil nach dem Kondensatorsammler entsprechend geregelt werden, so dass mehr Arbeitsmittel über die Speisewasserpumpe der solaren Dampferzeugung zugeführt wird.

Tritt der Fall ein, dass ein großer Kältebedarf vorliegt (z.B.: Sommerbetrieb), so muss mehr Frischdampfmenge über die Frischdampfregelarmatur dem Strahlverdichter zugeführt werden und das Drosselventil nach dem Kondensatorsammler muss so geregelt werden, dass dem Verdampfer ein Teilstrom zur Kaltwasserproduktion und der restliche Kondensatorstrom zur solaren Dampferzeugung zur Verfügung steht. Falls gleichzeitig auch Wärme zur Warmwasserbereitstellung zur Verfügung gestellt werden soll, so geschieht dies unabhängig von der Nachfrage an Kälte und Strom über den Kondensator.

Besteht ein gleichzeitiger Bedarf an Strom und Kälte, so ist dies über eine entsprechende Auslegung der Einzelkomponenten und Regelung der Frischdampfarmatur und des Drosselventils der vorliegenden Anlage zur gekoppelten Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung zu bewerkstelligen.



Die Anlage kann auch im reinen Strombetrieb betrieben werden, in dem der gesamte Frischdampfstrom über die Frischdampfarmatur dem Dampfschraubenmotor zugeführt und die anfallende Wärme am Kondensator - ohne Nachfrage von Warmwasser und Heizwasser - über eine Rückkühleinheit an die Umgebung abgeführt wird.

Je nach solarem Angebot kann zu viel oder zu wenig Frischdampf für die Bereitstellung von Strom, Wärme und Kälte zur Verfügung stehen. Sollte das solare Energieangebot größer als der Bedarf an Antriebsenergie sein, so kann der überschüssige Dampf über den Dampfschraubenmotor und/oder Strahlverdichter am Kondensator an die Umgebung abgegeben werden. Zweckmäßiger ist es natürlich den Überschussdampf in Form von Wärmeenergie im Heiz-/ Warmwasserkreislauf bzw. in Form von Kälteenergie im Kaltwasserkreislauf zu puffern.

Bei solarem Unterangebot ist über eine entsprechende Regelung der Frischdampfarmatur und des Drosselorgans vor dem Verdampfer eine Aufteilung der Antriebsenergie für die Strom- und Kältebereitstellung durchzuführen. Zudem können Rückschlagklappen in der Saugleitung zwischen Strahlverdichter und Verdampfer vorgesehen werden, die sicherstellen, dass aus dem Kondensator keine Rückverdampfung in den Verdampfer erfolgen kann. Außerdem sind entsprechende Speicher im Heiz- / Warmwasserkreislauf bzw. im Kaltwasserkreislauf vorzusehen um dem geringem solaren Angebot gegenzusteuern.



Kurze Beschreibung der Zeichnung

Das vorliegende Verfahren sowie die zugehörige Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung werden nachfolgend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit einer Zeichnung Fig. 1 nochmals kurz erläutert.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Fig. 1 zeigt ein Beispiel der vorliegenden gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugungsanlage, die in dieser Ausführung mit einem Dampfschraubenmotor 3, einem Strahlapparat (Verdichter) 4, einer indirekten Anbindung an den Kaltwasserkreislauf 27 und den Heiz-/Warmwasserkreislauf 28 realisiert wird.

Die Antriebsenergie Dampf wird solarthermisch bereitgestellt und besteht aus einem Parabolrinnenkollektor oder Reflektor 11, einer Dampftrommel 9, einer Verdampferpumpe 10 sowie aus dem Umlaufverdampferkreislauf 17.

In der solaren Dampferzeugung 11 (Parabolrinnenkollektor, Reflektor) wird durch Sonneneinstrahlung direkt Wasserdampf aus dem mit der Verdampferpumpe 10 umgepumpten Wasser erzeugt. Dieser Wasserdampf gelangt in die Dampftrommel 9. Der im Dampferzeuger 11 erzeugte Dampf wird als Frischdampf 18 über einen Dampftrockner 12 und eine Frischdampfregelarmatur 13 zum einen einem Dampfschraubenmotor 3 zur Stromerzeugung und zum anderen als Treibdampf 20 einem Strahlapparat (Verdichter) 4 zur Wärme- und Kälteerzeugung zugeführt. Im vorliegenden Beispiel wird Frischdampf mit einem Druck von $p = 7,9$ bar und einer Temperatur von $t = 170$ °C bereitgestellt. Der Dampfschraubenmotor wandelt das Enthalpiegefälle in mechanische Energie um und überträgt diese über ein Umsetzungsgetriebe 2 an einem Asynchrongenerator 1. Nach der Entspannung des Frischdampfes 19, verlässt der Dampf als Abdampf 21 den Dampfschraubenmotor 3.

Der dem Strahlapparat 4 als Treibdampf 20 zugeführte Dampf saugt nach dem Prinzip des Impulsaustausches Saugdampf 23 aus dem Kaltwasser-Wärmetauscher 6 bei der erforderlichen Temperatur an und der entstehende Mischdampf 22 wird im Strahlapparat 4 auf das Kondensatordruckniveau verdichtet. Zwischen dem Kaltwasser-Wärmetauscher 6 und dem Strahlapparat 4 ist ein Rückschlagventil 15 eingebaut. Der verdichtete Mischdampf 22 wird zusammen mit dem aus dem Dampfschraubenmotor 3 entspannten Abdampfstrom 21 als Kondensatorstrom 24 im Heiz-/Warmwasser Wärmetauscher 5 kondensiert, dabei wird die nutzbare Wärme an den Heiz-/Warmwasserkreislauf 28 abgegeben und dem Kondensatorsammler 7 zugeführt. Im vorliegenden Beispiel wird Heiz-/ Warmwasser mit einer Vorlauftemperatur von 60 °C bzw. Rücklauftemperatur von 50 °C bereitgestellt.



Aus dem Kondensatorsammler 7 wird ein Teilstrom des Kondensats 25 über eine Speisewasserpumpe 8 der Dampftrammel 9 zurückgeführt, und steht somit der solaren Dampferzeugung wieder zur Verfügung. Bei der Zuführung des Kondensats 25 zur Dampftrammel 9 des solaren Dampferzeugers 11 ist auf eine kontinuierliche Regelung des Kondensatzulaufs 25 zu achten, da es sonst zu einer unregelmäßigen Strom-, Wärme- und Kältebereitstellung kommen kann. Dies kann über eine drehzahlgeregelte Speisewasserpumpe 8 in Verbindung mit einer Füllstandsmessung in der Dampftrammel 9 verhindert werden. Zwischen der Speisewasserpumpe 8 und der Dampftrammel 9 ist ein Rückschlagventil 16 eingebaut.

Der andere Teilstrom im Kondensatorzulauf Verdampfer 26 wird über ein geregeltes Drosselventil 14 dem Kaltwasser-Wärmetauscher 6 zugeführt wo er durch Entzug der Wärme aus dem Kaltwasserkreislauf 27 verdampft und als Saugdampfstrom 23 dem Strahlapparat (Verdichter) 4 zur Verfügung steht. Im vorliegenden Beispiel wird Kaltwasser mit einer Vorlauftemperatur von 6 °C bzw. Rücklauftemperatur von 12 °C bereitgestellt.

Auf Grund des hohen Temperaturniveaus im Heiz-/Warmwasserkreislauf 28 kommt es zu einer Verschlechterung der Teilwirkungsgrade für die Strom- und Kältebereitstellung, jedoch ergibt sich im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit den angegebenen Parametern ein Gesamtwirkungsgrad von 118 % für die gekoppelte solarthermische Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung und somit eine höhere Effizienz als bei herkömmlichen Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen.

Das vorliegende Ausführungsbeispiel Fig. 1 kann durch die Regelung der Frischdampfregelarmatur 13 auch in einem reinem Strombetrieb oder Kältebetrieb mit oder ohne gekoppelte Wärmebereitstellung für Heiz- bzw. Warmwasser betrieben werden.

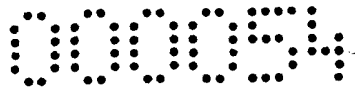
Je nach Wärme- bzw. Kältebedarf des zu versorgenden Objektes ist ein Kältespeicher im Kaltwasserkreislauf 27 bzw. ein Warmwasserspeicher im Heiz-/Warmwasserkreislauf 28 vorzusehen um eine kontinuierliche Energiebereitstellung zu gewährleisten. Diese Speicher sind nicht Bestandteil des vorliegenden Verfahrens sowie der zugehörigen Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung.

Die Stromerzeugung im Asynchrongenerator 1 dient zur Abdeckung des Eigenbedarfs für die Hilfsenergien der ausgeführten Anlage (Speisewasserpumpe 8, Verdampferpumpe 10, Regelung, Pumpen im Heiz-/Warmwasserkreislauf 28 und Kaltwasserkreislauf 27 und Ventilatoren für die eventuelle Rückkühlung der überschüssige Wärme am Heiz-/Warmwasser-Wärmetauscher 5) sowie für die Versorgung eines Objektes und/oder zur Einspeisung in das öffentliche Stromnetz.



Bezugszeichenliste

1	Asynchrongenerator
2	Umsetzungsgetriebe
3	Dampfschraubenmotor
4	Strahlapparat (Verdichter)
5	Heiz-/Warmwasser-Wärmetauscher (Kühlwasser)
6	Kaltwasser-Wärmetauscher
7	Kondensatorsammler
8	Speisewasserpumpe
9	Dampftrommel
10	Verdampferpumpe
11	Solare Dampferzeugung (Parabolrinnenkollektor, Reflektor)
12	Dampftrockner
13	Frischdampfregelarmatur
14	Drosselventil
15	Rückschlagventil (Rückschlagverhinderer)
16	Rückschlagventil (Rückschlagverhinderer)
17	Umlaufverdampferkreislauf
18	Frischdampfstrom
19	Frischdampfeintritt
20	Treibdampf
21	Abdampfaustritt
22	Mischdampf
23	Saugdampfstrom
24	Kondensatorstrom
25	Kondensatorzulauf Speisewasser
26	Kondensatorzulauf Verdampfer
27	Kaltwasserkreislauf
28	Heiz- / Warmwasserkreislauf



Literaturliste

- Nores, P.: „Thermische Kälteerzeugung mit Dampfstrahlkältemaschinen - Konzepte und Erfahrungen“, KI Luft- und Kältetechnik, 11/2006
- Nores, P., Pollerberg, Cl, Dötsch, Chr., Althaus, W.: Solare Kühlung mit Parabolrinnen-DSKM – Erfahrungen mit solarthermischen Kälteerzeugung, HfT Stuttgart, Band 65 – Drittes Symposium „Solare Kühlung in der Praxis“
- Frauenhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung: „Verfahren zur Solarthermischen Kälteerzeugung mit Parabolrinnenkollektoren als Treibdampferzeuger und Dampfstrahlkältemaschine“, Patentanmeldung am 29. November 2001, München, F 25 B 27/00
- Kötting, J.: Strom aus fester Biomasse - Der neue Dampfschraubenmotor, klein und wirtschaftlich, Vortrag BENO Bioenergie Niedersachsen, 07/1999, Göttingen
- Kauder, Fost, Cl.: Dampfschraubenmotoranlage, UNI Dortmund, Deutschland
- Eisenbeiß, G.: Solarthermie – Wärme und Kraft von der Sonne, DLR, Themen 2000
- AEE: Solare Prozesswärme, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie (AEE), Zeitschrift für eine nachhaltige Energiezukunft, 2005-3



Patentansprüche

1. Verfahren und Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung, bei dem ein Arbeitsmedium durch Anbindung eines solaren Dampferzeugers (11) verdampft und der Frischdampf (18) zum einen einem Dampfschraubenmotor (3) zur Stromerzeugung und zum anderen einem Strahlapparat (4) zur Wärme- (5) und Kälteerzeugung (6) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampfschraubenmotor (3) und der Strahlapparat (4) als Dampfstahtverdichter parallel mit variabel geregeltem Frischdampf (18) über eine Frischdampfregelarmatur (13) beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als solarer Dampferzeuger (11) ein Parabolrinnenkollektor oder ein Reflektor eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmedium Wasser zur Versorgung von Gebäuden mit Strom-, Wärme zur Warmwasserbereitung und zur Beheizung sowie mit Klimakälte eingesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmedium auch Ammoniak zur Bereitstellung von Prozesskälte unterhalb von 0 °C bei gleichzeitiger Bereitstellung von Strom und Wärme mit diesem vorliegenden gekoppelten Verfahren zu realisieren ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Regelung der Frischdampfregelarmatur (13) ein stromgeführter oder kältegeführter Betrieb der Anlage gegeben ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Regelung der Frischdampfregelarmatur (13) die Anlage auch in einem reinem Strombetrieb oder Kältebetrieb mit oder ohne gekoppelte Wärmebereitstellung für Heiz- bzw. Warmwasser betrieben werden kann.



7. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 5 und 6
dadurch gekennzeichnet,
dass Heiz- bzw. Warmwasser (28) auf einem Temperaturniveau von 60 °C zur Verfügung steht.
8. Verfahren nach Anspruch 1, 3, 4, 5, 6 und 7
dadurch gekennzeichnet,
dass eine indirekte Anbindung an den Kaltwasserkreislauf (27) und den Heiz-/ Warmwasserkreislauf (28) realisiert ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8
dadurch gekennzeichnet
dass eine höhere Gesamteffizienz mit der gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung als bei herkömmlichen Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen erzielt werden kann.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8
dadurch gekennzeichnet
dass für den Betrieb der Anlage zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung kein interner Dampf-, Kalt- und Warmwasserspeicher erforderlich ist.
11. Anlage nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet
dass die Anlage mit zumindest einer Frischdampfregelarmatur (13) zur variablen Strom- und Kältebereitstellung, zumindest einem Dampfschraubenmotor (3) zur Stromerzeugung, zumindest einem Strahlapparat (4) zur Verdichtung von aus Treibdampf (20) und Saugdampf (23) zusammengesetzten Mischdampf (22), zumindest einem Heiz-/Warmwasser-Wärmetauscher (5) zur Heiz- bzw. Warmwassererzeugung, zumindest einem Kaltwasser-Wärmetauscher (6) zur Kälteerzeugung und zumindest einem solarem Dampferzeuger (11) zur direkten Verdampfung des Arbeitsmediums Wasser oder Ammoniak als Frischdampf (18) für den Dampfschraubenmotor (3) und als Treibdampf (20) für den Strahlapparat (4) ausgebildet ist.

000054

Zeichnung

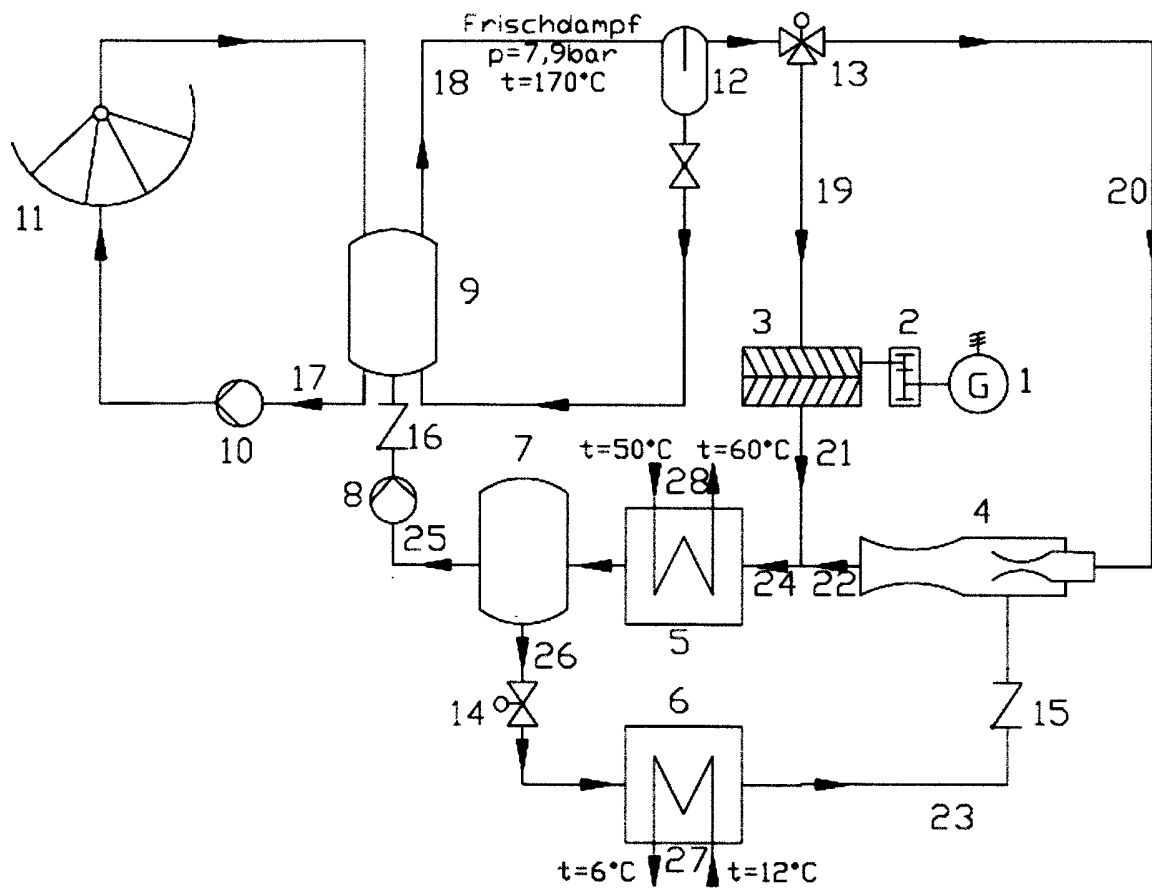


Fig. 1



Patentansprüche

1. Verfahren zur gekoppelten solarthermischen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung, bei dem ein Arbeitsmedium durch Anbindung eines solaren Dampferzeugers (11) verdampft und der Frischdampf (18) zum einen einem Dampfschraubenmotor (3) zur Stromerzeugung und zum anderen einem Strahlapparat (4) zur Wärme- (5) und Kälteerzeugung (6) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampfschraubenmotor (3) und der Strahlapparat (4) als Dampfstahtverdichter parallel mit variabel geregeltem Frischdampf (18) über eine Frischdampfregelarmatur (13) beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als solarer Dampferzeuger (11) ein Parabolrinnenkollektor oder ein Reflektor eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmedium Wasser zur Versorgung von Gebäuden mit Strom-, Wärme zur Warmwasserbereitung und zur Beheizung sowie mit Klimakälte eingesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsmedium auch Ammoniak zur Bereitstellung von Prozesskälte unterhalb von 0 °C bei gleichzeitiger Bereitstellung von Strom und Wärme mit diesem vorliegenden gekoppelten Verfahren zu realisieren ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 3 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass Heiz- bzw. Warmwasser (28) auf einem Temperaturniveau von 60 °C zur Verfügung steht.
6. Anlage für ein Verfahren nach Anspruch 1 mit zumindest einem Dampfschraubenmotor (3) zur Stromerzeugung, zumindest einem Strahlapparat (4) zur Verdichtung von aus Treibdampf (20) und Saugdampf (23) zusammengesetzten Mischdampf (22), zumindest einem solarem Dampferzeuger (11) zur direkten Verdampfung des Arbeitsmediums als Frischdampf (18) für den Dampfschraubenmotor (3) und als Treibdampf (20) für den Strahlapparat (4) dadurch gekennzeichnet

009952

dass die Anlage mit zumindest einer Frischdampfregelarmatur (13) zur variablen Strom- und Kältebereitstellung, zumindest einem Heiz-/Warmwasser-Wärmetauscher (5) zur Heiz- bzw. Warmwassererzeugung und zumindest einem Kaltwasser-Wärmetauscher (6) zur Kälteerzeugung ausgebildet ist.