



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2007 002 602 U1** 2007.07.19

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2007 002 602.1**

(22) Anmeldetag: **22.02.2007**

(47) Eintragungstag: **14.06.2007**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **19.07.2007**

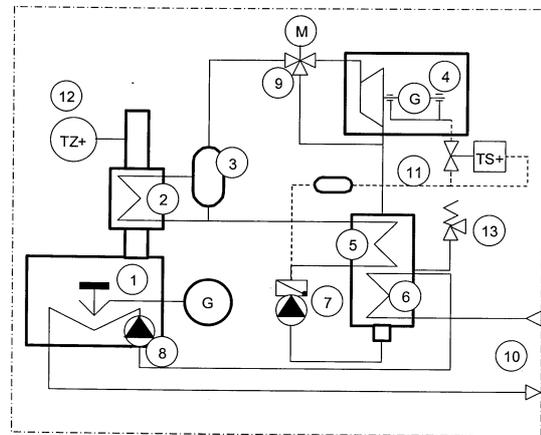
(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01K 25/04** (2006.01)  
**F02G 5/02** (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Eckert, Frank, 07356 Bad Lobenstein, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **ORC-System für Verbrennungsmotoren**

(57) Hauptanspruch: Organic Rankine Zyklus (ORC)-Systeme, die mit dem Medium Methylcyclohexan als Arbeitsmedium betrieben werden. Das Arbeitsmedium ist dadurch gekennzeichnet, dass es im System den Aggregatzustand wechselt und im gasförmigen Zustand (als Dampf) eine so genannte Kraftmaschine (z.B. Turbine) antreibt.



## Beschreibung

**[0001]** Bei der Anwendung von ORC-Systemen kleiner Leistung spielen vor allem die spezifischen Anlagenkosten (Preis pro kW erzeugter elektrischer Leistung) eine erhebliche Rolle. Die Erfindung beschreibt eine effiziente Kombination von ORC-System mit Verbrennungsmotor sowie den für diese Kombination geeigneten Aufbau der ORC-Anlage. Der prinzipielle Aufbau wird in [Fig. 1](#) beschrieben.

**[0002]** Hierdurch wird es möglich, Anlagen und Systeme kostengünstig zu fertigen, in herkömmliche Blockheizkraftwerke zu integrieren und höchstmögliche Effizienz des Gesamtsystems zu erzielen.

**[0003]** Die Wärme des Verbrennungsmotors **1**) wird direkt aus dem Rauchgas mittels Wärmetauscher **2**) ausgekoppelt. Hierdurch wird die thermische Leistung des Rauchgases direkt auf das Arbeitsmedium des ORC-Prozesses übertragen. Dieses wird verdampft, über einer Turbomaschine **4**) entspannt und nach der Abkühlung im Rekuperator **5**) kondensiert **6**). Das Kondensat wird über den Rekuperator zum Verdampfer zurückgepumpt.

**[0004]** Der Kondensator **6**) des ORC-Systems ist in den Kühlwasserkreis des Verbrennungsmotors **1**) so eingebunden, dass das abgekühlte Kühlwasser zuerst den ORC-Kondensator **6**) durchströmt und danach dem Motor zugeführt wird. Diese Anordnung gestattet eine Nutzung der Abwärme des ORC-Kreises und des Motors in einem einfachen und preisgünstigen System. Das Kühlwasser des Systems **10**) strömt erst in den ORC-Kondensator und danach in den Verbrennungsmotor. Die Wärme wird entweder direkt oder über einen gemeinsamen Wärmetauscher an die Verbraucher abgegeben.

**[0005]** Um ORC-Anlagen anfahren und Abschalten zu können, ist normalerweise ein Bypassventil notwendig, welches nach dem Abschalten und vor dem Anfahren der Turbomaschine den Dampf des Arbeitsmittels an der Turbine vorbeiführt. Hier wird statt der üblichen Kombination aus Schnellschlussventil für die Turbine und Bypassventil ein Dreiwegeventil **9**) als Schnellschlussarmatur vorgeschlagen. Mit dieser Lösung kann auf ein Sicherheitsventil am Verdampfer **2**) bzw. Abscheider **3**) verzichtet werden, da dieser auf der Arbeitsmittelseite immer zur Unterdruckseite **5**), **6**) geöffnet ist.

**[0006]** Als Schmiermedium für die Turbomaschine **4**) wird das Kondensat des Arbeitsmittels verwendet **11**). Dieses wird direkt nach der Speisepumpe und dem üblicherweise eingesetzten Rückschlagventil **7**) angeordnet. Bei Abschalten der ORC-Anlage wird die Turbomaschine noch durch das aus dem Rekuperator zurückfließende Arbeitsmittel geschmiert. Um eine Beschädigung durch zu heißes Kondensat zu

vermeiden, ist vor der Turbomaschine im Schmierkreis **11**) ein Thermostatventil angeordnet. Dieser verhindert z.B. bei einer Notabschaltung nach Stillstand der Maschine eine Beschädigung durch einströmenden Dampf. Gleichzeitig macht er kostenintensive Sicherheitsarmaturen überflüssig.

**[0007]** Um das System auf der heißen Prozessseite sicherheitstechnisch zu überwachen, wird auf der Rauchgasseite des Verdampfers nach dessen Durchströmung ein Sicherheitstemperaturbegrenzer (STB) **12**) angeordnet, der bei Überschreitung einer Temperaturschwelle die Anlage mittels Schaltsignal in einen sicheren Zustand verbringt. Hierdurch können weitere sicherheitstechnische Einrichtung, wie z.B. eine Durchflussüberwachung im ORC-Arbeitsmittelkreis entfallen. Das Sicherheitskonzept vereinfacht sich wesentlich. Eine niedrige Temperatur signalisiert einen gefluteten und durchströmten Verdampfer.

**[0008]** Als Arbeitsmedium für den ORC-Prozess wird Methylcyclohexan verwendet. Das Druckverhältnis gestattet eine höchstmögliche Prozesseffizienz, bei hoher Umweltverträglichkeit. Alternativ hierzu kann bei einer etwas niedrigeren Effizienz des Prozesses auch Octan oder Heptan Anwendung finden.

**[0009]** Entgegen den üblichen Einsatz von Siloxanen oder Fluorverbindungen sind die Zerfallsprodukte des Arbeitsmediums sowohl für den Verbrennungsmotor als auch für die Umwelt unkritisch. Bei ähnlicher Stabilität liegt der Preis der vorgeschlagenen Medien erheblich tiefer. Gegenüber aromatischen Verbindungen, wie z.B. Toluol ist die Verbindung gesundheitlich unbedenklicher für Bedien- und Wartungspersonal.

**[0010]** Aus der Reihe der möglichen ORC-Medien heben sich die vorgeschlagenen Arbeitsmittel von anderen Kohlenwasserstoffverbindungen vor allem durch ihre außergewöhnlich hohe Prozesseffizienz ab.

## Zusammenfassung

**[0011]** Die Erfindung umfasst ein System zur Stromerzeugung aus der Abwärme von Verbrennungsmotoren, welches sich durch die Art, den Aufbau und die Anordnung der Komponenten von den am Markt erhältlichen ORC-Anlagen unterscheidet. Wesentliches Ziel ist die Senkung der Investitionskosten einer solchen Anlage bei gleichzeitiger Erhaltung bzw. Steigerung der Effizienz. Selbst scheinbar geringfügige Änderungen ermöglichen eine Vermarktung des Produktes in immer niedrigeren Leistungsbereichen.

## Bezugszeichenliste

1	Verbrennungsmotor mit Generator
2	Verdampfer ORC-System
3	Abscheider
4	Turbogenerator
5	Rekuperator
6	Kondensator
7	Speisepumpe mit Rückschlagklappe
8	Kühlwasserpumpe
9	3-Wege-Rückschlagklappe
10	Vor- Rücklauf Kühlwasser
11	Kondensatschmierung mit Temperaturbegrenzung
12	Sicherheitstemperaturbegrenzer
13	Sicherheitsventil Rekuperator/Kondensator

**Schutzansprüche**

1. Organic Rankine Zyklus (ORC)-Systeme, die mit dem Medium Methylcyclohexan als Arbeitsmedium betrieben werden. Das Arbeitsmedium ist **dadurch gekennzeichnet**, dass es im System den Aggregatzustand wechselt und im gasförmigen Zustand (als Dampf) eine so genannte Kraftmaschine (z.B. Turbine) antreibt.

2. ORC-Systeme, die mit dem Arbeitsmedium (Definition wie oben) Oktan betrieben werden.

3. Systeme nach 1) und 2) in Verbindung mit Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen.

4. ORC-Systeme mit Dreiwegeventil als Armatur zur Umleitung des Dampfes bei gleichzeitiger Abschaltung der Turbomaschine.

5. Kombinationen von Verbrennungsmotoren mit ORC-Systemen, deren Kühlmittleitungen so verbunden sind, dass erst die Wärme aus dem Kondensator des ORC-Prozesses in das Kühlmittelsystem eingekoppelt wird und danach die Wärme aus dem Verbrennungsmotor.

6. ORC-Systeme, bei denen das ORC-Medium als Schmier- und/oder Kühlmittel von der Speisepumpe über ein Thermostatventil den Lagern der Turbomaschine zugeführt wird.

7. ORC-Systeme in Kombination mit Verbrennungsmotoren, bei denen die Temperatur des Rauchgas des Verbrennungsmotors nach Durchströmung des ORC-Verdampfers auf Überschreitung eines Grenzwertes überwacht wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig. 1) Prinzip Verbrennungsmotor (BHKW) mit ORC-System

