(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 517368 A1 2017-01-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50534/2015
(22) Anmeldetag: 24.06.2015
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2017

(51) Int. Cl.: ***F01N 5/02*** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102009045380 A1
EP 1333157 A1
JP 2010138884 A
DE 102009042584 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Wolkerstorfer Josef Dr.
8045 Graz (AT)

(74) Vertreter:
BABELUK M. DIPL. ING. MAG.
WIEN (AT)

AT 517368 A1 2017-01-15

(54) BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM ABWÄRMERÜCKGEWINNUNGSSYSTEM

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist. Um den Wirkungsgrad des Abwärmerückgewinnungssystems (3) zu verbessern, ist vorgesehen, dass auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

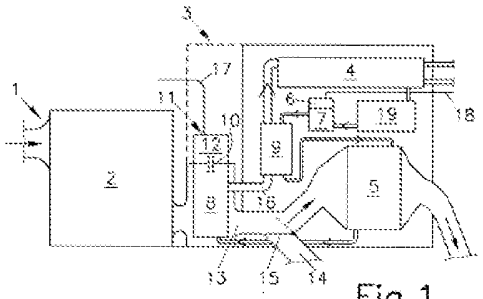


Fig.1

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist.

Um den Wirkungsgrad des Abwärmerückgewinnungssystems (3) zu verbessern, ist vorgesehen, dass auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung und eine Expansionseinrichtung aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem, wobei im Abgassystem zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung zumindest eine Verdampfungseinrichtung angeordnet ist.

Abwärmerückgewinnungssysteme bzw. WHR-Systeme (WHR-Waste Heat Recovery) zur Rückgewinnung von Energie aus Abwärme aus dem Abgas einer Brennkraftmaschine arbeiten beispielsweise nach dem Organic-Rankine-Kreisprozess (ORC-Organic Rankine Cycle). Dabei wird die Abwärme in mechanische Energie umgewandelt, indem ein in einem geschlossenen Kreislauf geführtes Arbeitsmedium abwechselnd bei niedrigem Druck in einer Kondensationseinrichtung kondensiert und bei höherem Druck in einer durch die Abwärme des Abgases erhitzten Verdampfungseinrichtung verdampft. Der Druck wird durch die Abgaswärme in der Verdampfungseinrichtung erzeugt und in einer Expansionseinrichtung, beispielsweise einer Turbine, einem Schraubenexpander oder Hubkolbenexpander, unter Abgabe von Arbeit abgebaut. Die benötigte Zufuhr des Arbeitsmediums zur Verdampfungseinrichtung wird von einer Speisepumpe durch Aufwand von Arbeit erbracht. Das Abwärmerückgewinnungssystem kann dabei zusätzlich noch einen durch einen Wärmetauscher gebildeten Regenerator zwischen der Verdampfungseinrichtung und der Speisepumpe aufweisen, welcher dazu dient, das Arbeitsmedium nach der Speisepumpe vorzuwärmen. Eine Brennkraftmaschine mit einem nach dem ORC arbeitenden Wärmerückgewinnungssystem ist beispielsweise aus der WO 2014/083074 A1 bekannt.

Es ist bekannt die Verdampfungseinrichtung eines Abwärmerückgewinnungssystems zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus einem Abgassystem einer Brennkraftmaschine im Bereich einer Abgasnachbehandlungseinrichtung anzuordnen. Derartige Anordnungen werden beispielsweise in den Dokumenten EP 1 455 074 A1, EP 1 361 346 A1, EP 1 249 584 A1 oder WO 2012/021539 A1 offenbart.

Dabei kann es bei ungünstigen Rahmenbedingungen zu sogenannter Blitzkondensation und Eisbildung im Bereich der Expansionseinrichtung kommen, was den Wirkungsgrad des Abwärmerückgewinnungssystems nachteilig beeinflusst.

Aufgabe der Erfindung ist es, diesen Nachteil zu vermeiden und den Wirkungsgrad des Abwärmerückgewinnungssystems zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass auch die Expansionseinrichtung im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist.

Die Expansionseinrichtung kann beispielsweise durch eine Turbine, einen Schraubenexpander oder einen Hubkolbenexpander gebildet sein.

Um Kondensation in der Expansionseinrichtung zu vermeiden ist es besonders vorteilhaft, wenn die Expansionseinrichtung im Abgasstrom des Abgassystems, vorzugsweise in einer Abgasleitung des Abgassystems, angeordnet ist und vom heißen Abgas der Brennkraftmaschine zumindest teilweise umströmt wird. Um die Temperatur der Abgasnachbehandlungseinrichtung nicht nachteilig zu beeinflussen kann die Expansionseinrichtung stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet sein.

Die Expansionseinrichtung treibt eine Abtriebswelle an, welche mit einer Arbeitsmaschine, beispielsweise einem Generator zur Umwandlung der mechanischen Energie in elektrische Energie, antriebsverbunden ist. Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass die Arbeitsmaschine außerhalb des Abgasstroms, vorzugsweise außerhalb der Abgasleitung des Abgassystems angeordnet ist. Dadurch wird die thermische Belastung der Arbeitsmaschine möglichst gering gehalten.

Zur bestmöglichen Nutzung der Abwärme des Abgases ist es vorteilhaft, wenn auch die Verdampfungseinrichtung im Abgasstrom des Abgassystems, vorzugsweise in einer Abgasleitung des Abgassystems, angeordnet ist und vom heißen Abgas der Brennkraftmaschine zumindest teilweise umströmt wird.

Die Verdampfungseinrichtung kann dabei stromaufwärts oder stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet sein. In einer besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist die Verdampfungseinrichtung

stromabwärts der Expansionseinrichtung angeordnet. Dadurch, dass die Expansionseinrichtung auf eine Temperatur erhitzt wird, welche höher ist als die Temperatur in der Verdampfungseinrichtung, kann das Auftreten von Blitzkondensation in der Expansionseinrichtung zuverlässig ausgeschlossen werden.

Alternativ dazu ist es auch möglich, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung zwischen Verdampfungseinrichtung und Expansionseinrichtung angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verdampfungseinrichtung stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung angeordnet ist.

Zum Schutz gegen das korrosiv wirkende Abgas können Verdampfungseinrichtung und/oder Expansionseinrichtung von einem Schutzgehäuse umgeben sein.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert.

Die Fig. 1 und Fig. 2 zeigen schematisch Anordnungen von Komponenten eines Abwärmerückgewinnungssystems einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in verschiedenen Ausführungsvarianten.

In den Ausführungsvarianten sind funktionsgleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In den Figuren ist jeweils ein Teil eines Abgassystem 1 mit einer Abgasnachbehandlungseinrichtung 2, beispielsweise einem SCR-Katalysator (SCR=Selective Catalytic Reduction) oder einem Oxidationskatalysator, dargestellt. Zur Rückgewinnung von Energie aus Abwärme aus dem Abgas weist die Brennkraftmaschine ein Abwärmerückgewinnungssystem 3 auf, welches beispielsweise nach dem ORC -Kreisprozess arbeitet. Dabei wird die Abwärme des Abgases in mechanische Energie umgewandelt, indem ein in einem geschlossenen Kreislauf geführtes Arbeitsmedium abwechselnd bei niedrigem Druck in einer Kondensationseinrichtung 4 kondensiert und bei höherem Druck in einer durch die Abwärme des Abgases erhitzten Verdampfungseinrichtung 5 verdampft. Der Druck wird durch die Abgaswärme in der Verdampfungseinrichtung 5 erzeugt und in einer Expansionseinrichtung 8, beispielsweise einer Turbine, einem Schraubenexpander oder einem Hubkolbenexpander, unter Abgabe von Arbeit abgebaut. . Die benötigte Zufuhr des Arbeitsmediums vom Tank 19 zur Verdampfungseinrichtung 5 wird von

einer durch einen Motor 6 angetriebenen Speisepumpe 7 unter Aufwand von Arbeit erbracht. Zur Vorwärmung des flüssigen Arbeitsmediums der Speisepumpe 7 stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung 5 kann ein durch einen Wärmetauscher gebildeter Regenerator 9 vorgesehen sein. Die Expansionseinrichtung 8 steht über eine Abtriebswelle 10 mit einer außerhalb des Abgasstroms angeordneten Arbeitsmaschine 11, beispielsweise mit einem Generator 12 in Antriebsverbindung, wobei durch den von der Expansionseinrichtung 8 angetriebenen Generator 12 elektrische Energie erzeugt wird. Mit Bezugszeichen 16 sind Leitungen für das Arbeitsmedium des Abwärmerückgewinnungssystems 3 bezeichnet. Die Bezugszeichen 17 und 18 bezeichnen Stromleitungen des Generators 12 bzw. des Motors 6 der Speisepumpe 7.

Sowohl der Verdampfer 5, als auch die Expansionseinrichtung 8 befinden sich in einem die Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 aufweisenden Bereich der Abgasleitung 13 des Abgassystems 1 und werden vom heißen Abgas der Brennkraftmaschine umströmt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsvariante sind Verdampfer 5 und Expansionseinrichtung 8 stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 angeordnet, wobei die Expansionseinrichtung 8 stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung 5 angeordnet ist. Die Verdampfungseinrichtung 5 kann abgasseitig durch eine Bypassleitung 14 umgangen werden, deren Durchfluss durch eine Steuerungseinrichtung 15 gesteuert wird. Dadurch, dass die Expansionseinrichtung 8 auf eine Temperatur erhitzt wird, welche höher ist als die Temperatur des Arbeitsmediums in der Verdampfungseinrichtung 5, kann das Auftreten von Blitzkondensation in der Expansionseinrichtung zuverlässig ausgeschlossen werden.

Fig. 2 zeigt dagegen eine Ausführungsvariante, bei der der die Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 zwischen der Verdampfungseinrichtung 5 und der Expansionseinrichtung 8 des Abwärmerückgewinnungssystems 3 in der Abgasleitung 13 des Abgassystems 1 angeordnet und mit Leitungen 16 miteinander verbunden sind. Beispielsweise ist die Verdampfungseinrichtung 5 stromaufwärts, und die Expansionseinrichtung 8 stromabwärts der

Abgasnachbehandlungseinrichtung 2 angeordnet. Weitere Teile des Abwärmerückgewinnungssystems 3 sind nicht dargestellt.

Eventuell können die Expansionseinrichtung 8 und/oder die Verdampfungseinrichtung 5 mit einem Schutzgehäuse als Schutz gegen die korrosiven Abgase geschützt sein. Eine separate thermische Isolierung ist nicht erforderlich. Da die Expansionseinrichtung 8 im heißen Abgasstrom angeordnet ist, fallen keine Isolationsverluste an.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

3. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Expansionseinrichtung (8) über eine Abtriebswelle (10) mit einer Arbeitsmaschine (11), vorzugsweise einem Generator (12), antriebsverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsmaschine (11) außerhalb des Abgasstroms, vorzugsweise außerhalb der Abgasleitung (13) des Abgassystems (1) angeordnet ist.

4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zwischen

Verdampfungseinrichtung (5) und Expansionseinrichtung (8) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verdampfungseinrichtung (5) stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Eintrittsbereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom angeordnet ist.

9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) im Abgasstrom angeordnet ist.

10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) und/oder die Expansionseinrichtung (8) von einem Schutzgehäuse umgeben ist.

2015 06 24
Fu

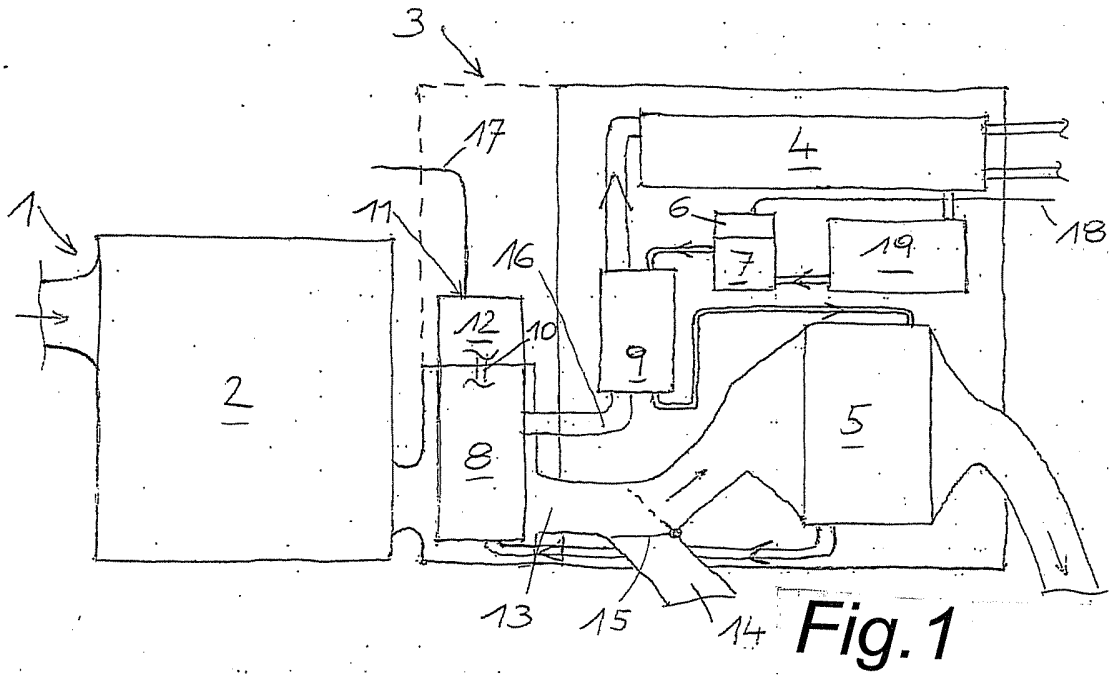


Fig.1

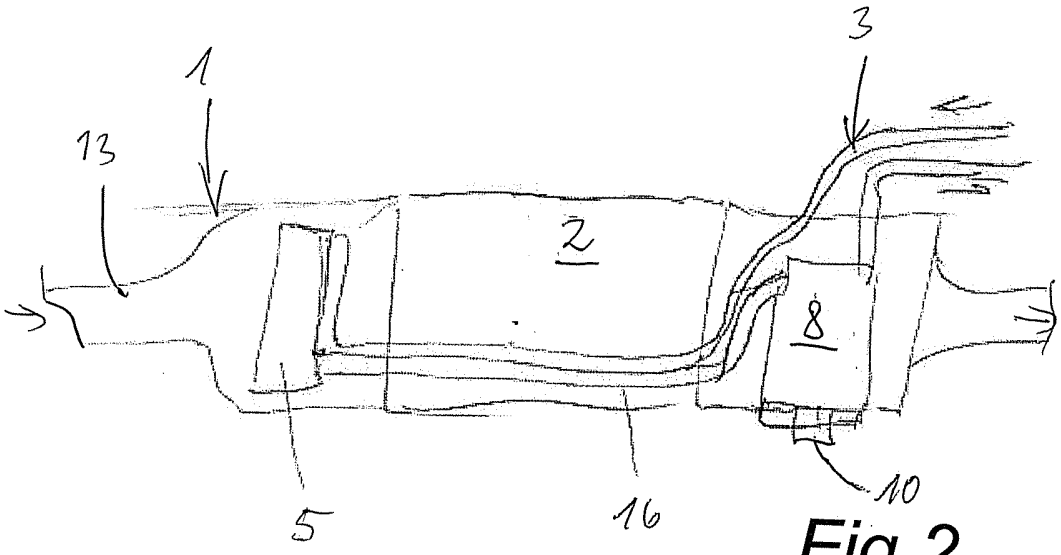


Fig.2

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
F01N 5/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
F01N 5/02 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
F01N

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPI, TXTnn

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.06.2015** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102009045380 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 07. April 2011 (07.04.2011) gesamtes Dokument	1, 3-8, 10
A	EP 1333157 A1 (HONDA MOTOR CO LTD) 06. August 2003 (06.08.2003) Fig. 1; Absätze 11-16	1
A	JP 2010138884 A (TOYOTA MOTOR CORP) 24. Juni 2010 (24.06.2010) Fig. 1; Abstract	1, 4
A	DE 102009042584 A1 (BEHR GMBH & CO KG) 21. April 2011 (21.04.2011) Fig. 1; Absatz 47	1

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
20.05.2016		RODLAUER Gerhard

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- **X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- **Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.
- **A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- **P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- **E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**" hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- **&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

(neue) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennkraftmaschine mit einem zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) und eine Expansionseinrichtung (8) aufweisenden Abwärmerückgewinnungssystem (3) zum Rückgewinnen von Energie aus Abwärme aus dem Abgassystem (1), wobei im Abgassystem (1) zumindest eine vorzugsweise als SCR-Katalysator oder Oxidationskatalysator ausgebildete Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, wobei im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zumindest eine Verdampfungseinrichtung (5) angeordnet ist, wobei auch die Expansionseinrichtung (8) im Bereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

2. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1, wobei die Expansionseinrichtung (8) über eine Abtriebswelle (10) mit einer Arbeitsmaschine (11), vorzugsweise einem Generator (12), antriebsverbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsmaschine (11) außerhalb des Abgasstroms, vorzugsweise außerhalb der Abgasleitung (13) des Abgassystems (1) angeordnet ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom des Abgassystems (1), vorzugsweise in einer Abgasleitung (13) des Abgassystems (1), angeordnet ist und vom Abgas zumindest teilweise umströmt wird.

4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) zwischen

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE

Verdampfungseinrichtung (5) und Expansionseinrichtung (8) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verdampfungseinrichtung (5) stromaufwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) im Eintrittsbereich der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) angeordnet ist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) stromaufwärts der Verdampfungseinrichtung (5) im Abgasstrom angeordnet ist.

8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionseinrichtung (8) stromabwärts der Abgasnachbehandlungseinrichtung (2) im Abgasstrom angeordnet ist.

9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (5) und/oder die Expansionseinrichtung (8) von einem Schutzgehäuse umgeben ist.

2016 07 14
Fu

ZULETZT VORGELEGTE ANSPRÜCHE