

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. November 2010 (18.11.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/130317 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/001834

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. März 2010 (24.03.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 020 615.9 9. Mai 2009 (09.05.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstrasse 137,  
70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÄRTNER, Jan [DE/  
DE]; Haigerlocherstrasse 5, 71069 Sindelfingen (DE).  
KOCH, Thomas [DE/DE]; Dahlienstrasse 16, 71034  
Böblingen (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: DAIMLER AG; Intellectual  
Property and Technology Management, GR/PI - H512,  
70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,  
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,  
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,  
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,  
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

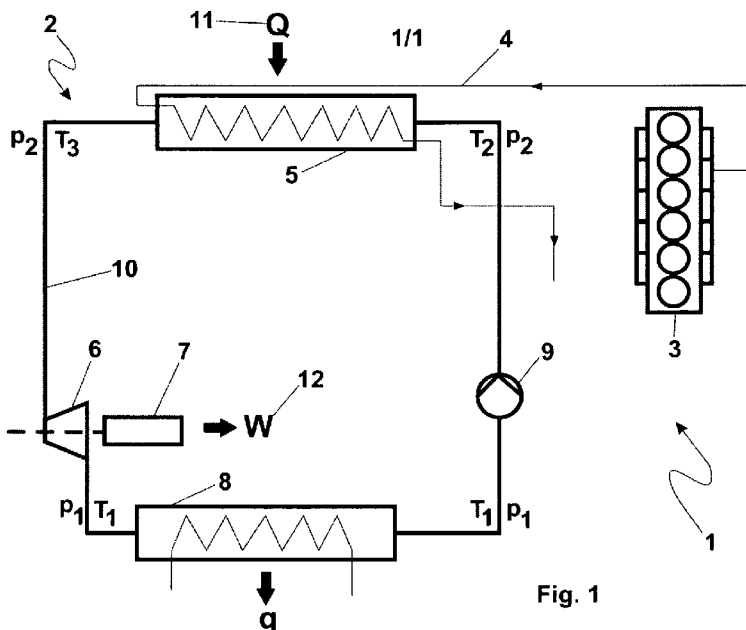
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,  
RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,  
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz  
2 Buchstabe g)

(54) Title: EXHAUST GAS HEAT UTILIZATION IN MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung : ABGASWÄRMENUTZUNG IN KRAFTFAHRZEUGEN



(57) Abstract: The invention relates to an exhaust gas heat utilization device (1) in a motor vehicle using an exhaust gas heat utilization cycle (2) in which a working temperature of a working fluid of the exhaust gas heat utilisation cycle (2) is controlled. The working temperature ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) is controlled by adapting a mass flow of the working fluid flowing through the heat exchanger (5) of the exhaust gas heat utilisation cycle (2) such that a maximum permitted working temperature, in particular the decomposition temperature, of the working fluid is not exceeded.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Abgaswärmenutzungsvorrichtung (1) eines Kraftfahrzeuges mit einem Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2) bei dem eine Arbeitstemperatur eines Arbeitsfluides des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses (2) geregelt wird. Dabei wird durch Anpassung eines durch den Wärmetauscher (5) des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses (2) strömenden Massenstroms des Arbeitsfluides die Arbeitstemperatur ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) so geregelt, dass eine maximal zulässige Arbeitstemperatur,

insbesondere die Zersetzungstemperatur, des Arbeitsfluides nicht überschritten wird.

## Abgaswärmenutzung in Kraftfahrzeugen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Abgaswärmenutzungsanordnung, eines Kraftfahrzeuges. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Fluid zur Verwendung als Arbeitsfluid in einer Abgaswärmenutzungsanordnung.

In der DE 10 2007 057 164 A1 sind ein System mit einem Organic Rankine-Kreislauf zum Antrieb zumindest einer Expansionsmaschine, ein Wärmetauscher zum Antrieb einer Expansionsmaschine und ein Verfahren zum Betreiben zumindest einer Expansionsmaschine beschrieben.

In einem Rankine-Kreislauf gemäß der US 2006 0 201 153 A1 wird Wasser als Arbeitsfluid des Rankine-Kreislaufs, durch die Abwärme des Abgases in einem abgasdurchströmten Verdampfer verdampft. Dabei wird die Temperatur des aus dem Verdampfer austretenden Dampfes gemessen und mittels dieser Dampftemperatur die dem Verdampfer zugeführte Wassermenge geregelt.

In einem Rankine-Kreislauf gemäß der DE 20 2007 002 602 U1 beschrieben, mit einer organischen Verbindung als Arbeitsfluid, wie z. B. Methylcyclohexan oder auch Oktan oder Heptan, wird das organische Arbeitsfluid durch die Abgaswärme verdampft. Zur sicherheitstechnischen Überwachung wird auf der Abgasseite des Verdampfers nach dessen Durchströmung mit Abgas ein Sicherheitstemperaturbegrenzer angeordnet, der bei Überschreitung einer Temperaturschwelle die Anlage mittels Schaltsignal in einen sicheren Zustand verbringt. Hierdurch können weitere sicherheitstechnische Einrichtungen, wie z. B. eine Durchflussüberwachung im Arbeitsfluidkreis des Rankine-Kreislaufs entfallen. Dabei signalisiert eine niedrige Temperatur einen gefluteten und durchströmten Verdampfer.

In der EP 1 431 523 A1 ist eine Temperaturkontrolleinrichtung für einen Verdampfer beschrieben, wobei der Verdampfer ein Teil eines Rankine-Kreissystems sein kann, mit dem eine Abgaswärme eines Verbrennungsmotors in einem Kraftfahrzeug genutzt werden kann. Dabei wird als Arbeitsfluid Wasser in dem Wärmetauscher des Rankine-Kreissystems durch die Abwärme des Abgases verdampft. Die Dampftemperatur wird hierbei mittels der Temperaturkontrolleinrichtung durch Regelung der in den Verdampfer eingespeisten Menge an Wasser, basierend auf der Flussrate des Abgases, der Temperatur des Abgases, der Temperatur des Wassers und der Dampftemperatur, eingestellt.

Rankine Kreissysteme können mit organischen oder nichtorganischen Medien betrieben werden. Rankine Kreissysteme die mit organischem Arbeitsfluid betrieben werden bezeichnet man auch als Organic RC oder ORC. Als Clausius-Rankine Kreissysteme oder CRC werden demgegenüber häufig die mit organischen Medien betriebenen Rankine-Kreisläufe bezeichnet.

Nachteilig an Rankine-Kreissystemen mit einem organischen Arbeitsfluid ist die auf vergleichsweise niedrige Temperaturen begrenzte thermische Stabilität des organischen Arbeitsfluids.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem für ein Betriebsverfahren bzw. für eine Abgaswärmenutzungsvorrichtung bzw. für ein Arbeitsfluid eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass die thermische Stabilität des Arbeitsfluids besser berücksichtigt wird. Insbesondere ist dabei ein höherer Wirkungsgrad angestrebt.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, beim Betreiben eines Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses in einem Kraftfahrzeug, eine Arbeitstemperatur eines Arbeitsfluids des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses durch Anpassen eines durch den Wärmetauscher des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses strömenden Massenstroms des Arbeitsfluids zu regeln. Dabei soll durch die Regelung der Arbeitstemperatur vermieden werden, dass das Arbeitsfluid eine maximal zulässige Arbeitstemperatur überschreitet.

Gerade im Fall der Verwendung organischer Arbeitsfluide kann die Abgastemperatur deutlich über der chemischen Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluides liegen. Deshalb ist es zweckmäßig, die maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides nur geringfügig unterhalb der chemischen Zersetzungstemperatur zu regeln. Bevorzugt sollte die Prozesstemperatur des Arbeitsfluids die Zersetzungstemperatur um den Toleranzbereich der Temperaturregelgüte unterschreiten. Dadurch kann eine Zersetzung des insbesondere organischen Arbeitsfluides verhindert oder zumindest verringert bzw. verzögert werden.

Dabei ist bei einem als Gemisch ausgeführten Arbeitsfluid die Zersetzungstemperatur bevorzugt die niedrigste der chemischen Zersetzungstemperaturen der Komponenten des Arbeitsfluids. Diese wird nachfolgend auch als niedrigste chemische Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluids bezeichnet.

Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesse die mit, insbesondere organischen, Arbeitsfluiden ausgestattet sind und so betrieben werden, dass die Arbeitstemperatur durch Anpassen eines durch einen Wärmetauscher des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses strömenden Massenstroms des Arbeitsfluids geregelt wird, sind in Abgaswärmenutzungsanordnungen eines Kraftfahrzeuges einsetzbar.

Als Arbeitsfluid kann ein organisches Fluid in einer solchen Abgaswärmenutzungsanordnung eines Kraftfahrzeuges mit einem Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess, eingesetzt werden. Dabei ist das Fluid verdampfbar und kondensierbar, eine organische Verbindung oder ein Gemisch organischer Verbindungen und weist zumindest Methanol, Ethanol, N-Propanol, Iso-Propanol, Dimethylether, Ethylmethylether, Diethylether oder ein Alkan auf. Zumindest eine der organischen Verbindungen oder ein Verbindungsgemisch, das zumindest Methanol enthält, führt eingesetzt in einer Abwärmenutzungsanordnung dazu, dass die Abwärmenutzungsanordnung einen höheren Wirkungsgrad hat, als mit Wasser als Arbeitsfluid.

Die Abgaswärmenutzung kann die Wärme der Abgase in der Abgasanlage und/oder die Wärme der rezirkulierten Abgasrückführgase nutzen.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1            eine über einen Wärmetauscher mit dem Abgasstrom eines  
Verbrennungsmotors gekoppelte Abgaswärmenutzungsvorrichtung,  
Fig. 2            ein Wirkungsgradverhalten unterschiedlicher Arbeitsfluide.

Entsprechend Fig. 1 umfasst eine Abgaswärmenutzungsvorrichtung 1 für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, einen Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess 2 und einen Verbrennungsmotor 3, die über eine Abgaszufuhrleitung 4 miteinander verbunden sind. Der Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess 2, der in dieser Ausführungsform als Clausius-Rankine-Kreisprozess ausgebildet ist, weist einen Wärmetauscher 5, eine Turbine 6 mit einem Leistungswandler 7, einen Kondensator 8 und eine Pumpe 9 auf. Wird ein solcher Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess 2 mit einem Verfahren nach dem Clausius-Rankine-Kreisprozess betrieben, so herrscht zwischen Kondensator 8 und Pumpe 9 ein Druck  $p_1$  und eine Temperatur  $T_1$ , zwischen Pumpe 9 und Wärmetauscher 5 ein Druck  $p_2$  und eine Temperatur  $T_2$ , zwischen Wärmetauscher 5 und Turbine 6 der Druck  $p_2$  und eine Temperatur  $T_3$  und zwischen Turbine 6 und Kondensator 8 der Druck  $p_1$  und die Temperatur  $T_1$ , wobei der Druck  $p_2$  größer als der Druck  $p_1$  ist und die Temperatur  $T_3$  größer als die Temperatur  $T_2$  und größer als die Temperatur  $T_1$  ist. Die Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess 2 kann auch nach anderen Kreisprozessen betrieben werden, wie z. B. nach dem Carnot-Kreisprozess, dem Stirling-Kreisprozess oder dem Joule-Kreisprozess oder dergleichen. In diesem Fall treten evtl. andere Druck- und Temperaturverhältnisse im Arbeitsfluid auf.

Heißes von dem Verbrennungsmotor 3 über die Abgaszufuhrleitung 4 in den Wärmetauscher 5 eingeleitetes Abgas durchströmt denselben und verdampft dabei das in einer Zirkulationsleitung 10 umgewälzte Arbeitsfluid, welches in einer Turbine 6

expandiert wird, wodurch ein Teil der im Wärmetauscher 5 zugeführten Abwärme 11 in nutzbare Arbeit 12 durch den Leistungswandler 7 umgewandelt werden kann. Das expandierte Arbeitsfluid wird in dem Kondensator 8 nachfolgend verflüssigt und mittels der Pumpe 9 mit erhöhtem Druck  $p_2$  durch den Wärmetauscher 5 zur Aufnahme von Abwärme 11 durchgepumpt.

In einer hier vorgestellten Ausführungsform kann der Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess 2 durch ein Verfahren betrieben werden, bei dem die Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides durch Anpassen eines durch den Wärmetauscher 5 strömenden Massenstromes des Arbeitsfluides so geregelt wird, dass eine maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides nicht überschritten wird. Gerade bei organischen Arbeitsfluiden, wie z. B. Methanol, Diethylether, Dimethylether oder dergleichen oder organischer Verbindungsgemische, ist die Regelung der Arbeitstemperatur  $T_1$ ,  $T_2$  des Arbeitsfluides von essentieller Bedeutung für ein ordnungsgemäßes Funktionieren des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses 2, da in Folge der heißen Abgase, die beispielsweise Temperaturen von 700°C erreichen können, eine Zersetzungstemperatur eines Arbeitsfluides von z. B. 350°C weit überschritten wird. In diesem Fall würde bei Vollast das heiße, den Wärmetauscher 5 durchströmende Abgas, das ebenfalls den Wärmetauscher 5 gegenläufig durchströmende organische Arbeitsfluid zumindest teilweise zersetzen. Da dies verhindert werden soll, ist es zweckmäßig, die maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides so zu wählen, dass sie beispielsweise zumindest 20°C weniger als die chemische Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluides beträgt.

Dabei muss bei Stoffgemischen beachtet werden, dass die einzelnen organischen Verbindungen bei unterschiedlichen Temperaturen zersetzt werden. In diesem Fall ist es eine Bedingung, die maximal zulässige Arbeitstemperatur so zu wählen, dass die niedrigste chemische Zersetzungstemperatur berücksichtigt wird. Dabei ist es zweckmäßig, dass die chemische Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluides oberhalb des Regelbereichs der Temperaturgüte, beispielsweise 20°C oberhalb der Maximaltemperatur des Abwärmefluides liegt, da dann die chemische Zersetzung des Arbeitsfluides durch das Abwärmefluid vernachlässigt werden kann und zumindest nur dann eintritt, wenn durch einen technischen Defekt die Fließgeschwindigkeit des Arbeitsfluides durch den Wärmetauscher 5 aussetzt und somit das in dem Wärmetauscher 5 befindliche Arbeitsfluid ohne den Wärmetauscher 5 zu durchströmen, in demselben verbleibt.

Nun lässt sich die Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides außerdem noch durch Kühlen desselben vor dem Eintritt in den Wärmetauscher 5 regeln. Ebenfalls kann die Arbeitstemperatur durch Begrenzen des durch den Wärmetauscher 5 strömenden Abwärmefluidmassenstroms und durch ein Zumischen von kalten Fluiden zum Abwärmefluid vor Eintritt in den Wärmetauscher 5 beeinflussen. Solche Maßnahmen sind vorteilhaft, wenn in der Zirkulationsleitung 10 ein maximal möglicher Arbeitsfluidmassenstrom erreicht ist und dieser nicht mehr gesteigert werden kann. Stellt sich in diesem Fall dennoch eine Temperaturerhöhung nach dem Wärmetauscher 5 in Richtung zur Turbine 6 ein, und besteht die Gefahr, dass die maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides überschritten wird, so kann durch oben beschriebene Maßnahmen die Abwärme 11, die im Wärmetauscher 5 dem Arbeitsfluid durch das Abwärmefluid zugeführt wird, begrenzt werden und damit die Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides geregelt werden.

Um eine genauere und feinere Einstellung der Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides zu ermöglichen, können bei der Regelung der Arbeitstemperatur weitere Parameter berücksichtigt werden. So kann aufgrund der Detektion und Verarbeitung der Temperatur des Abwärmefluids vor und/oder nach dem Wärmetauscher 5 und/oder einer Temperatur des Arbeitsfluides vor und/oder nach dem Wärmetauscher 5 sowie durch einen Druck des Arbeitsfluides vor und/oder nach der Turbine 6 und/oder durch eine Fließgeschwindigkeit des Arbeitsfluides und/oder des Abwärmefluides, die im Wärmetauscher 5 transferierte Abwärme 11 insbesondere in zeitlicher Abhängigkeit aufgrund der Detektionssignale bestimmt werden und somit die Arbeitstemperatur unabhängig von Spitzenlasten konstant unterhalb der chemischen Zersetzungstemperatur gehalten werden.

Vorteilhaft ist es, solche organische Verbindungen als Arbeitsfluid in einer Abwärmenutzungsvorrichtung 1 zu verwenden, bei denen der Wirkungsgrad der Abwärmenutzungsvorrichtung 1 größer ist als unter Verwendung von Wasser als Arbeitsfluid. Als Beispiel ist hier Methanol zu nennen, wie man der Fig. 2 entnehmen kann. Gemäß Fig. 2 zeigen mehrere Wirkungsgradkurven von n-Oktan 13, n-Heptan 14, Toluol 15, n-Hexan 16, Cyclohexan 17, Benzol 18 und Ethanol 19 ein schlechteres Wirkungsgradverhalten als die Wirkungsgradkurve von Wasser 20. In den aufgeführten Beispielen zeigt allein die Wirkungsgradkurve von Methanol 21 ein gegenüber dem Wasser 20 überlegenes Wirkungsgradverhalten. Ebenso als Arbeitsfluid geeignet sind Alkane. An dieser Stelle sei allerdings darauf verwiesen, dass andere organische Verbindungen, als Arbeitsfluid eingesetzt, einen noch höheren Wirkungsgrad der Abwärmenutzungsvorrichtung 1 aufweisen können. In einer vorteilhaften

Ausführungsform wird somit ein organisches Arbeitsfluid verwendet, das eine organische Verbindung oder ein Gemisch organischer Verbindungen aufweist, wobei dieses Arbeitsfluid in der Abgaswärmenutzungsvorrichtung 1 einen höheren Wirkungsgrad aufweist als Wasser 20.

Eine Veränderung des Massenstroms des Arbeitsfluids verändert die Temperatur T3 des Arbeitsfluids. Eine Erhöhung des Massenstroms verringert den Wärmeeintrag pro Masse und senkt die Arbeitmedientemperatur T3. Eine Absenkung des Massenstroms kann den Wärmeeintrag pro Masse und damit die Arbeitmedientemperatur T3 erhöhen. Auf diese Weise ist eine Regelung der Arbeitstemperatur T3 mittels Anpassung des Arbeitsfluidmassenstroms darstellbar.

Dabei kann die Zersetzungstemperatur eines solchen Arbeitsfluides durch Regelung der Arbeitstemperatur mittels Anpassung des Arbeitsfluidmassenstroms in der Art und Weise berücksichtigt werden, dass die Arbeitstemperatur in jedem Fall unterhalb der Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluides während des Betriebes der Abgaswärmenutzungsvorrichtung verbleibt.



## Bezugszeichenliste

- 1 Abgaswärmenutzungsvorrichtung
- 2 Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess
- 3 Verbrennungsmotor
- 4 Abgaszufuhrleitung
- 5 Wärmetauscher
- 6 Turbine
- 7 Leistungswandler
- 8 Kondensator
- 9 Pumpe
- 10 Zirkulationsleitung
- 11 Abwärme
- 12 Arbeit
- 13 N-Oktan
- 14 N-Heptan
- 15 Toloul
- 16 N-Hexan
- 17 Zykhlohexan
- 18 Benzol
- 19 Ethanol
- 20 Wasser
- 21 Methanol

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses (2) in einem Kraftfahrzeug, mit einer Regelung einer Arbeitstemperatur ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) eines Arbeitsfluids des Abgaswärmenutzungs-Kreisprozesses (2),  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Arbeitstemperatur ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) durch Anpassen eines durch einen Wärmetauscher (5) der Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2) strömenden Massenstroms des Arbeitsfluids so geregelt wird, dass eine maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluids nicht überschritten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Arbeitstemperatur ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) des Arbeitsfluids außerdem durch zumindest eine der folgenden Maßnahmen geregelt wird:
  - Kühlen eines Abwärmefluids, insbesondere eines Abgases eines Verbrennungsmotors (3), vor Eintritt in den Wärmetauscher (5),
  - Begrenzen des durch den Wärmetauscher (5) strömenden Abwärmefluidmassenstroms,
  - Zumischen von kalten Fluiden zum Abwärmefluid vor Eintritt in den Wärmetauscher (5).
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
bei der Regelung der Arbeitstemperatur ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ) zumindest einer der folgenden Parameter berücksichtigt wird:
  - eine Temperatur des Abwärmefluids vor dem Wärmetauscher (5),

- eine Temperatur des Abwärmefluids nach dem Wärmetauscher (5),
  - eine Temperatur ( $T_2$ ) des Arbeitsfluids vor dem Wärmetauscher (5),
  - eine Temperatur ( $T_3$ ) des Arbeitsfluids nach dem Wärmetauscher (5),
  - ein Druck ( $p_2$ ) des Arbeitsfluids vor einer Turbine der Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2),
  - ein Druck ( $p_1$ ) des Arbeitsfluids nach der Turbine der Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2),
  - eine Fließgeschwindigkeit des Arbeitsfluids,
  - eine Fließgeschwindigkeit des Abwärmefluids.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die maximal zulässige Arbeitstemperatur des Arbeitsfluids unterhalb einer chemische Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluids liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Arbeitstemperatur des Arbeitsfluides die chemische Zersetzungstemperatur um den Toleranzbereich der Temperaturregelungsgüte unterschreitet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren einen Kreisprozess aufweist, der insbesondere als Carnot-Kreisprozess, als Clausius-Rankine-Kreisprozess, als Stirling-Kreisprozess oder als Joule-Kreisprozess oder dergleichen ausgestaltet ist.
7. Abgaswärmenutzungsvorrichtung eines Kraftfahrzeuges, mit einer Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2), die so ausgestattet ist, dass sie nach einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 6 betrieben werden kann.
8. Fluid zur Verwendung als Arbeitsfluid in einer Abgaswärmenutzungsvorrichtung (1), insbesondere nach Anspruch 7, eines Kraftfahrzeuges mit einem Abgaswärmenutzungs-Kreisprozess (2), wobei das Fluid verdampfbar und

kondensierbar ist und eine organische Verbindung oder ein Gemisch organischer Verbindungen enthält oder daraus besteht,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Fluid zumindest eine der folgenden Verbindungen aufweist:

- einen einfachen Alkohol, wie z. B. Methanol, Ethanol, n-Propanol, iso-Propanol,
- einen Ether, wie z. B. Dimethylether, Ethyl-Methylether, Diethylether,
- ein Alkan.

9. Fluid nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass

die niedrigste chemische Zersetzungstemperatur des Arbeitsfluids um den Regelbereich der Temperaturgüte oberhalb einer Maximaltemperatur des Abwärmefluids liegt.

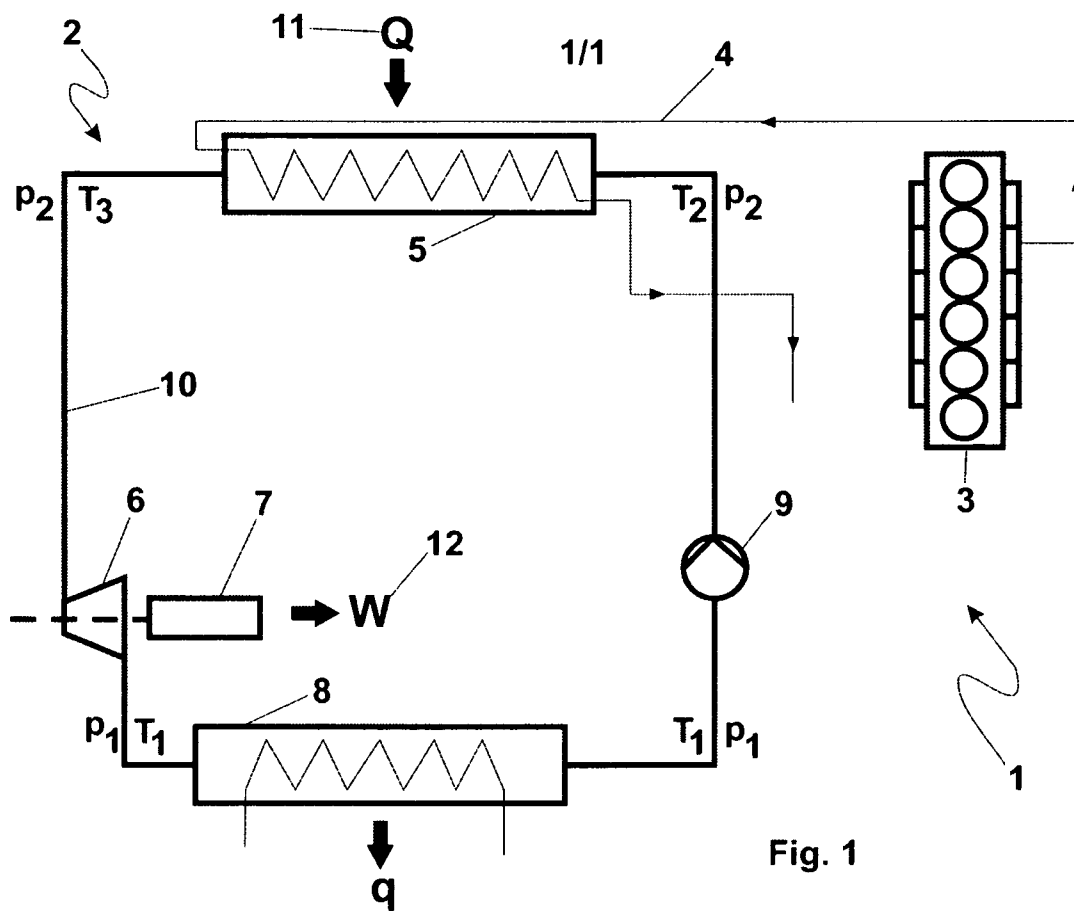


Fig. 1

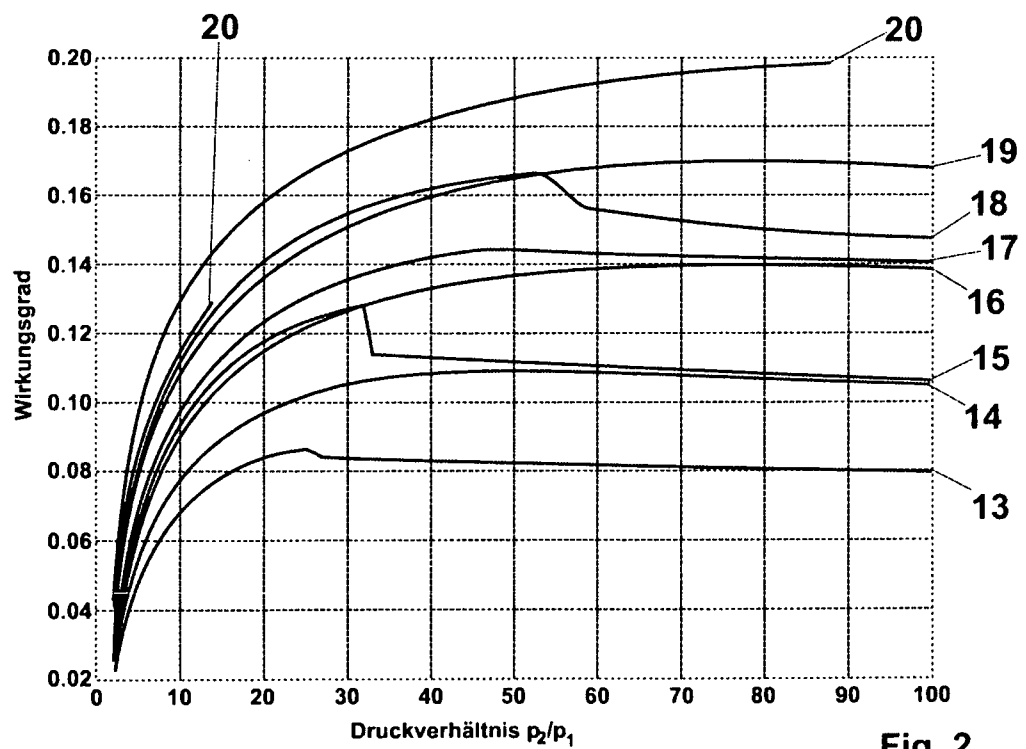


Fig. 2