

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 458 959 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.01.2006 Patentblatt 2006/04

(51) Int Cl.:
F01N 3/02 (2006.01) F01N 3/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02787586.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/012412

(22) Anmeldetag: **07.11.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/054363 (03.07.2003 Gazette 2003/27)

(54) VERFAHREN ZUR AUSLEGUNG EINER ABGASKÜHLEINRICHTUNG

METHOD FOR DESIGNING AN EXHAUST GAS COOLING SYSTEM

PROCEDE POUR LA CONCEPTION D'UN SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DE GAZ
D'ECHAPPEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CZ DE ES FR GB IT

• **ZILLMER, Michael**
38173 Sickte (DE)

(30) Priorität: **13.12.2001 DE 10161398**

(74) Vertreter: **Pohlmann, Bernd Michael**
Patentanwalt
Günthersburgallee 40
60316 Frankfurt am Main (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.2004 Patentblatt 2004/39

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft**
38436 Wolfsburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 031 708 DE-A- 10 048 580
DE-A- 19 522 274 DE-A- 19 927 246
US-A- 5 979 159 US-A1- 2002 000 089

(72) Erfinder:
• **POTT, Ekkehard**
38518 Gifhorn (DE)

EP 1 458 959 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen einer Katalysatoreinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Abgasanlage und ein Kraftfahrzeug zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] Katalysatoreinrichtungen besitzen üblicherweise nur einen relativ eingeschränkten optimalen thermischen Arbeitsbereich zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Abgasreinigung, der bei NO_x -Speicherkatalysatoren beispielsweise zwischen etwa 220 °C und 550 °C liegt. Unterhalb dieses Bereiches sind sie noch nicht ausreichend katalytisch aktiv, um voll funktionsfähig zu sein und die im Abgas enthaltenen unerwünschten Schadstoffe wunschgemäß zu speichern und/oder in unschädliche Stoffe umzuwandeln. Treten höhere Katalysatortemperaturen auf, müssen mager betreibbare Ottomotoren bei den korrespondierenden höheren Abgastemperaturen stöchiometrisch betrieben werden, obwohl das Brennverfahren noch einen mit einem niedrigen Kraftstoffverbrauch verbundenen ökonomischeren Magerbetrieb zulassen würde. Darüber hinaus setzt mit weiter ansteigenden Katalysatortemperaturen die thermische Alterung ein, die zu einer starken Desaktivierung der Katalysatoreinrichtung oder sogar zur Katalysatorzerstörung durch Überhitzung führen kann. Da die Katalysatortemperatur im wesentlichen durch die Temperatur des durchströmenden Abgases bestimmt wird, ist für den ordnungsgemäßen Betrieb von Abgaskatalysatoren und für eine verbrauchsoptimierte Betriebsweise der jeweils zugeordneten Brennkraftmaschine die Steuerung, insbesondere die Absenkung oder zumindest Begrenzung, der Abgastemperatur durch motorische Maßnahmen und/oder eine gezielte Abgaskühlung von besonderer Bedeutung.

[0003] Zur Abgas- bzw. Katalysatorkühlung werden in der Praxis sowohl aktive als auch passive Abgaskühler eingesetzt, die der zu kühlenden Katalysatoreinrichtung vorgeschaltet werden. Bei einem NO_x -Speicherkatalysatorsystem mit einer Vorkatalysatoreinrichtung wird der Abgaskühler hierbei üblicherweise stromab der Vorkatalysatoreinrichtung angeordnet, um diesen bei temperatursteigenden Maßnahmen mit einem entsprechend höheren Temperaturniveau zur besseren exothermen Umsetzung von Abgasschadstoffen nutzen zu können.

[0004] Aktive oder schaltbare Abgaskühler besitzen eine in einem auslegungsmäßig vorgebbaren weiten Kühlleistungsbereich bedarfsgerecht regelbare Kühlleistung. Sie können daher einerseits, ohne entsprechende Nachteile fürchten zu müssen, hinreichend leistungsstark ausgelegt werden, um eine eventuelle thermische Schädigung der zugeordneten Katalysatoreinrichtung im Vollastbetrieb mit entsprechend hohen Abgas- und Katalysatortemperaturen zuverlässig zu verhindern. Andererseits hingegen ist ihre Kühlleistung üblicherweise bis zumindest nahe an das Niveau eines einfachen Abgasrohres verringerbare, so dass sie, wie beispielsweise bei einer De-Sulfatierung, auch eine hohe Effektivität von betriebszustandsbedingt erforderlichen katalysatortemperatursteigenden Maßnahmen ermöglichen.

[0005] Ein solch großer Kühlleistungsbereich lässt sich beispielsweise durch Verwendung eines Abgaskühlers mit einem leistungsstarken Abgaswärmetauscher zur eigentlichen Abgaskühlung und einer zugeordneten Bypassleitung erreichen, bei dem je nach Kühlbedarf beliebige Anteile eines ankommenden Abgasmassenstroms mittels einer geeigneten Abgas-Steuerungseinrichtung, wie z.B. einer Abgasklappeneinrichtung, zur bedarfsgerechten Kühlung durch den Abgaswärmetauscher hindurch bzw. durch die Bypassleitung nahezu ungekühlt an ihm vorbei geleitet werden können. Es sind jedoch auch anders gestaltete regelbare oder schaltbare Abgaskühler bekannt, deren Kühlleistung beispielsweise durch bedarfsgerechte Steuerung der Kühlluftumströmung und/oder der Kühlluftdurchströmung mittels geeigneter Kühlluft-Führungseinrichtungen, wie z.B. steuerbare Luft- oder Lamellenklappen und/oder Kühlluftkanäle, in weiten Bereichen einstellbar ist. Zur Steigerung der Kühlleistung können regelbare Abgaskühler gegebenenfalls auch eine Kombination unterschiedlicher Kühlmechanismen oder Kühlvorrichtungen umfassen, wobei zur besseren Wärmeabfuhr an die Umgebung auch der Einsatz spezieller Kühlmedien denkbar ist.

[0006] Aktive Abgaskühler sind jedoch wegen ihrer Steuerungs- und Regelungseinrichtungen zur bedarfsgerechten Einstellung der Kühlleistung oftmals technisch aufwendig gestaltet. Durch die gewünschten hohen maximalen Kühlleistungen sind sie zudem auch entsprechend groß ausgebildet, so dass sie einen großen Platzbedarf besitzen und eine praktische Nutzung mit einem entsprechend hohen Kostenaufwand verbunden ist. Trotz dieser Nachteile werden sie infolge ihrer bedarfsgerecht verringerbaren hohen Kühlleistungen insbesondere in Verbindung mit NO_x -Speicherkatalysatorsystemen eingesetzt, um diese in möglichst weiten Betriebsbereichen in einem für eine ordnungsgemäße Abgasreinigung erforderlichen Arbeitstemperaturbereich zu halten.

[0007] Passive, nicht schaltbare Abgaskühler mit ihrer nicht regelbaren (jedoch fahrzeug-, motor- und abgasanlagenbetriebszustandsabhängigen) Kühlleistung sind hingegen üblicherweise nicht nur technisch wesentlich einfacher gestaltet sondern auch merklich kompakter ausgebildet als aktive Abgaskühler, so dass sie im Vergleich zu diesen einen deutlich geringeren Kostenaufwand erfordern und spürbar weniger Platz für einen Einbau benötigen. Diesen großen praktischen Vorteilen steht jedoch der nicht unerhebliche Nachteil gegenüber, dass ihre Kühlleistung in der Praxis stets nur als Kompromiss zwischen gegensätzlichen technischen Anforderungen wählbar ist. Einerseits dürfen sie wegen ihrer nicht aktiv verringerbaren Kühlleistung nur deutlich schwächer ausgelegt werden als aktive Abgaskühler, um nicht durch eine zu starke Abgaskühlung die Effektivität von katalysatortemperatursteigernden Maßnahmen im Light-Off und bei einer De-Sulfatierung zu sehr zu verringern. Bei NO_x -Speicherkatalysatorsystemen dürfen sie hierbei insbesondere nicht so leistungsstark ausgelegt werden, dass unter bestimmten Betriebsbedingungen in der zugeordneten Vorkataly-

satoreinrichtung unzulässig hohe oder gar katalysatorschädigende Abgas- und Katalysatortemperaturen erforderlich sein könnten, um das NO_x-Speicherkatalysatorsystem unter Kompensation der hohen Wärmeverluste durch den Abgaskühler bedarfsgerecht aufzuheizen. Andererseits hingegen müssen auch passive Abgaskühler wiederum möglichst leistungsfähig ausgelegt sein, um die zu kühlende Katalysatoreinrichtung durch eine ausreichend hohe Wärmeabfuhr in möglichst weiten Betriebsbereichen in einem für eine ordnungsgemäße Abgasreinigung erforderlichen Arbeitstemperaturbereich zu halten. Sie müssen hierbei insbesondere zumindest jedoch so stark ausgelegt sein, dass eine eventuelle thermische Schädigung der Katalysatoreinrichtung im Vollastbetrieb mit entsprechend hohen Abgas- und Katalysatortemperaturen zuverlässig verhindert wird.

[0008] Aus der US 5 979 159 A ist eine passive Abgaskühleinrichtung zum Kühlen einer Katalysatoreinrichtung bekannt, welche so ausgelegt ist, dass die Kühlleistung in Abhängigkeit des Abgasmassenstroms bestimmt wird. Abgase, die von einem Dreizeigekatalysator behandelt wurden, passieren einen Parallelpfad einer abgasmassenstrom-sensitiven, die Abgastemperatur modifizierenden Anordnung, welche sich zwischen dem Dreizeigekatalysator und einer zweiten Abgasbehandlungsvorrichtung erstreckt. Die besagte Anordnung konserviert einen relativ höheren Prozentsatz von Wärme des Gasstroms bei einem niedrigeren Abgasmassenstrom und vermindert einen relativ höheren Prozentsatz an Wärme innerhalb des Abgasmassenstroms bei höheren Abgasmassenströmen.

[0009] Aus dem Dokument DE 195 22 274 A ist bereits ein Otto- bzw. Dieselmotor bekannt, mit einem Kühltopf, der durch seine Bauart den Abgasen Wärme entzieht, die über Kühlrippen an die Außenluft abgegeben werden. Dem Kühltopf kann ein Katalysator folgen.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines verbesserten Kühlverfahrens für eine Katalysatoreinrichtung mittels eines vorgeschalteten Abgaskühlers, das einerseits möglichst kostengünstig und platzsparend ist, andererseits aber auch nicht nur einen hinreichend hohen Schutz gegen unzulässig hohe Katalysatortemperaturen bietet sondern auch eine hohe Effektivität von katalysatortemperatursteigernden Maßnahmen ermöglicht und dadurch die genannten Vorteile einer passiven bzw. aktiven Abgaskühlung möglichst gut miteinander verbindet. Das gesuchte Verfahren soll insbesondere zur Kühlung eines einem schichtbetriebsfähigen und/oder magerlauffähigen DI-Ottomotor nachgeschalteten NO_x-Speicherkatalysators geeignet sein, um den DI-Ottomotor durch eine stets ausreichend hohe Katalysatorkühlung in weiten Betriebsbereichen verbrauchsoptimiert in einem ökonomischen Magerbetrieb betreiben zu können. Die Aufgabe besteht auch in der Schaffung einer Abgasanlage und eines Kraftfahrzeugs zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Die Abgaskühleinrichtung umfasst hierbei einen passiven Abgaskühler und einen vor- und/oder nachgeschalteten Abgasstrang. Sie umfasst alle am Wärmeaustausch beteiligten gasführenden Abgaskanäle des Abgasstrangs oder der Abgasstrecke. Bei dem im folgenden näher beschriebenen NO_x-Speicherkatalysatorsystem umfasst die Abgaskühleinrichtung somit beispielsweise die gesamte Abgasstrecke zwischen Vor- und Hauptkatalysatoreinrichtung.

[0012] Der Abgaskühler wird hierbei so gewählt, dass seine Kühlleistung PKWT100 in kW in Verbindung mit einem vorgeschalteten, den Abgaskühler mit einem Vorkatalysator verbindenden Abgasstrang bei einem stationären Fahrzeugbetrieb in der Ebene mit einer konstanten Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h im betriebswarmen Zustand der Brennkraftmaschine bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20 ... 80 % und einer Windgeschwindigkeit von weniger als 3 m/s gemäß

$$PKWT100 = f \cdot PBFZG100 \cdot (1,6 / VH)^n$$

mit der in kW angegebenen Bedarfsleistung PBFZG100 des Kraftfahrzeugs bei den genannten Betriebsbedingungen und dem Hubraum VH in Litern korreliert ist. Für den Parameter n wird hierbei ein Wert zwischen 0,3 und 0,8, vorzugsweise jedoch zwischen 0,35 und 0,55 gewählt, während für den Parameter f ein Wert zwischen 0,30 und 0,55, vorzugsweise jedoch zwischen 0,32 und 0,38 gewählt wird. Bei einer Brennkraftmaschine mit einem Hubraum von 1,6 l ist die Kühlleistung PKWT100 des zugeordneten Abgaskühlers somit mit Faktor f proportional zu der Bedarfsleistung PBFZG100 des Kraftfahrzeugs zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Ebene.

[0013] Die Kühlleistung des Abgaskühlers oder der Abgaskühleinrichtung wird hierbei vorzugsweise durch einen Minimalwert und einen Maximalwert begrenzt, um einerseits stets eine ausreichend hohe Kühlleistung zur Vermeidung unzulässig hoher Katalysatortemperaturen zur Verfügung zu haben und um andererseits die Effektivität von katalysatortemperatursteigernden Maßnahmen durch eine zu starke Wärmeabfuhr nicht zu sehr zu verringern. Der Minimal- und Maximalwert als untere bzw. obere Grenze für die Kühlleistung wird hierbei insbesondere so gewählt, dass ein ankommender Abgasmassenstrom durch die Abgaskühleinrichtung unter den genannten Betriebsbedingungen um zumindest 75 K oder um einen einer Kühlleistung von 2,5 kW entsprechenden Temperaturwert bzw. um 250 K oder um einen einer Kühlleistung von 8,5 kW entsprechenden Temperaturwert abkühlbar ist oder abgekühlt wird.

[0014] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise zur Kühlung eines einer schichtbetriebsfähigen und/oder

magerlauffähigen Brennkraftmaschine nachgeschalteten NO_x-Speicherkatalysators verwendet, um diesen durch entsprechende Absenkung der Katalysatortemperatur in weiten Betriebsbereichen verbrauchsoptimiert im Magerbetrieb betreiben zu können.

[0015] Eine Abgasanlage zur Durchführung dieses Verfahrens umfasst eine Katalysatoreinrichtung und einer vorgeschalteten passiven Abgaskühleinrichtung mit einer nicht beeinflussbaren fahrzeug-, motor- und abgasanlagenbetriebszustandsabhängigen Kühlleistung, die mit der Bedarfsleistung des zugeordneten Kraftfahrzeugs zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Ebene bei einem stationären Fahrzeugbetrieb und dem Hubraum der Brennkraftmaschine dieses Kraftfahrzeugs korreliert ist. Die Abgaskühleinrichtung umfasst hierbei einen passiven Abgaskühler und einen vor- und/oder nachgeschalteten Abgasstrang. Sie umfasst alle am Wärmeaustausch beteiligten gasführenden Abgaskanäle des Abgasstrangs oder der Abgasstrecke. Bei dem hier beschriebenen NO_x-Speicherkatalysatorsystem umfasst sie somit beispielsweise die gesamte Abgasstrecke zwischen Vor- und Hauptkatalysatoreinrichtung.

[0016] Die Kühlleistung PKWT100 der Abgaskühleinrichtung in kW bei einem stationären Fahrzeugbetrieb in der Ebene mit einer konstanten Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h im betriebswarmen Zustand der Brennkraftmaschine bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20 ... 80 % und einer Windgeschwindigkeit von weniger als 3 m/s ist gemäß

$$PKWT100 = f \cdot PBFZG100 \cdot (1,6 / VH)^n$$

mit der in kW angegebenen Bedarfsleistung PBFZG100 des Kraftfahrzeugs zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Ebene bei den genannten Betriebsbedingungen und dem Hubraum VH der Brennkraftmaschine in Litern korreliert, wobei n ein Parameter zwischen 0,3 und 0,8, insbesondere jedoch zwischen 0,35 und 0,55 ist, während f ein Parameter zwischen 0,30 und 0,55, insbesondere jedoch zwischen 0,32 und 0,38 ist.

[0017] Die Kühlleistung der Abgaskühleinrichtung liegt vorzugsweise innerhalb eines durch einen Minimalwert und einen Maximalwert begrenzten Leistungsbereiches, wobei der Minimalwert bei den genannten Betriebsbedingungen 2,5 kW beträgt oder einer Kühlleistung entspricht, bei der ein ankommender Abgasmassenstrom um 75 K abkühlbar ist oder abgekühlt wird, während der Maximalwert bei den genannten Betriebsbedingungen 8,5 kW beträgt oder einer Kühlleistung entspricht, bei der ein ankommender Abgasmassenstrom um 250 K abkühlbar ist oder abgekühlt wird.

[0018] Die Katalysatoreinrichtung umfasst vorzugsweise einen der Abgaskühleinrichtung nachgeschalteten NO_x-Speicherkatalysator.

[0019] Ein Kraftfahrzeug zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst eine Brennkraftmaschine, insbesondere einen schichtbetriebsfähigen und/oder magerlauffähigen DI-Ottomotor, und eine nachgeschaltete erfindungsgemäße Abgasanlage der beschriebenen Art.

[0020] Weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ergeben sich nicht nur aus den zugehörigen Ansprüchen - für sich und/oder in Kombination - sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der zugehörigen

Fig. 1, die in schematischer Darstellung ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Abgasanlage zeigt.

[0021] Das in Fig. 1 dargestellte Kraftfahrzeug 10 umfasst einen herkömmlichen schichtbetriebsfähigen DI-Ottomotor 12 mit einem Hubraum von 1,6 l und einer Motorleistung von 81 kW. Die Bedarfsleistung PBFZG100 dieses Kraftfahrzeugs 10 zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Ebene beträgt bei einer Fahrt mit einer konstanten Geschwindigkeit von etwa 100 km/h im homogen mageren Betrieb im betriebswarmen Zustand des DI-Ottomotors 12 bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20 - 80 % und einer Windgeschwindigkeit von weniger als 3 m/s etwa 13,4 kW.

[0022] Dem DI-Ottomotor 12 ist eine erfindungsgemäße ausgelegte Abgasanlage 14 - 20 zur katalytischen Abgasnachbehandlung der von ihm emittierten Abgase nachgeschaltet. Die Abgasanlage 14 - 20 umfasst einen Abgasstrang 14 mit einer herkömmlichen Katalysatoreinrichtung 16, 18, die aus einem kleinvolumigen Vorkatalysator 16 und einem als Hauptkatalysator dienenden nachgeschalteten NO_x-Speicherkatalysator 18 besteht. Zwischen diesen beiden Katalysatoren 16, 18 ist eine passive, in ihrer fahrzeug-, motor- und abgasanlagenbetriebszustandsabhängigen Kühlleistung nicht beeinflussbare Abgaskühleinrichtung 14, 20 zur weiteren Kühlung des ankommenden Abgasmassenstroms angeordnet, die einen passiven Abgaskühler 20 und den Abgasstrang 14 umfasst. Ihre Kühlleistung beträgt bei einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 100 km/h in der Ebene etwa 4,7 kW.

[0023] Bei den angegebenen Betriebsbedingungen beträgt die Abgastemperatur bei einer Fahrgeschwindigkeit von etwa 100 km/h in der Ebene hinter dem Vorkatalysator 16 etwa 600 °C bei einem Abgasmassenstrom von etwa 105 kg/h. Durch die Abgaskühleinrichtung 14, 20 wird das Abgas vor dem Eintritt in den NO_x-Speicherkatalysator 18 auf

eine Temperatur von etwa 460 °C abgekühlt, so dass sich eine angestrebte Katalysatortemperatur, d.h. die Temperatur in der Mitte des NO_x-Speicherkatalysators 18, von weniger als etwa 480 °C ergibt. Bei diesen Betriebsbedingungen kann der DI-Ottomotor 12 mager betrieben werden, was mit einem deutlichen Verbrauchsvorteil gegenüber einem Kraftfahrzeug mit einem ungekühlten NO_x-Speicherkatalysator verbunden ist.

[0024] Bei intermittierenden De-Sulfatierungen wird die Katalysatortemperatur, beispielsweise durch eine Spätzündung, auf einen Wert von etwa 650 °C erhöht, um den eingelagerten Schwefel unter fetten Betriebsbedingungen im Homogenbetrieb freizusetzen. Diese De-Sulfatierungstemperatur wird unter den angegebenen Betriebsbedingungen bei einer Abgastemperatur vor dem Vorkatalysator 16 von etwa 920 °C erreicht. Die Temperatur hinter dem Vorkatalysator 16 beträgt hierbei etwa 950 °C.

[0025] Würde eine Abgaskühleinrichtung 14, 20 mit einer Kühlleistung von merklich mehr als 4,7 kW bei den angegebenen Betriebsbedingungen verwendet werden, so müssten bei intermittierenden De-Sulfatierungen zur Kompensation der hohen Wärmeabfuhr an die Umgebung unzulässig hohe Vorkatalysatortemperaturen aufgebracht werden, bei denen eine thermische Schädigung des Vorkatalysators 16 nicht auszuschließen wäre.

[0026] Würde hingegen eine Abgaskühleinrichtung 14, 20 mit einer merklich geringeren Kühlleistung verwendet werden, wäre bei den sich ergebenden hohen Katalysatortemperaturen in weiten Betriebsbereichen kein verbrauchssparender Magerbetrieb möglich. Wäre beispielsweise der Abgaskühler 20 um etwa 1 kW schwächer dimensioniert als im vorliegenden Ausführungsbeispiel, würde sich vor dem NO_x-Speicherkatalysator 18 eine deutlich höhere Abgastemperatur als etwa 500 °C einstellen, die zumindest an der oberen Temperaturgrenze zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen NO_x-Speicherbetriebs läge und bei höheren Lasten im dynamischen Fahrbetrieb schnell überschritten werden würde.

[0027] Bei anderen Kraftfahrzeugen 10 mit einem anderen Fahrwiderstand PBFZG100 in der Ebene und einer Brennkraftmaschine 12 mit einem anderen Hubraum VH wird jeweils eine speziell angepasste Abgaskühleinrichtung 14, 20 verwendet, deren Kühlleistung PKWT100 bei den angegebenen Betriebsbedingungen gemäß

$$PKWT100 = f \cdot PBFZG100 \cdot (1,6 / VH)^n$$

mit dem Fahrwiderstand PBFZG100 und dem Hubraum VH korreliert ist. Für ein Kraftfahrzeug 10 mit einem Fahrwiderstand PBFZG100 von 15 kW und einem Hubraum VH von 2 l ergibt sich beispielsweise je nach Wahl der Parameter n und f eine Kühlleistung von 3,8 - 7,7 kW. Für bevorzugte Werte von n (n = 0,5) und f (f = 0,35) ergibt sich eine Kühlleistung von 4,7 kW.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen einer Katalysatoreinrichtung (18) in der Abgasanlage (14 - 20) einer Brennkraftmaschine (12) eines Kraftfahrzeugs (10) durch Vorschalten einer passiven, in ihrer fahrzeug-, motor- und abgasanlagenbetriebszustandsabhängigen Kühlleistung nicht beeinflussbaren Abgaskühleinrichtung (14, 20), **dadurch gekennzeichnet, dass**

(a) eine Abgaskühleinrichtung (14, 20) verwendet wird, deren Kühlleistung PKWT100 in kW bei einem stationären Fahrzeugbetrieb mit einer konstanten Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h im betriebswarmen Zustand der Brennkraftmaschine (12) bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20 - 80 % und einer Windgeschwindigkeit von weniger als 3 m/s gemäß

$$PKWT100 = f \cdot PBFZG100 \cdot (1,6 / VH)^n$$

mit der in kW angegebenen Bedarfsleistung PBFZG100 des Kraftfahrzeugs (10) zur Überwindung der Fahrwiderstände in der Ebene bei den genannten Betriebsbedingungen und dem Hubraum VH der Brennkraftmaschine (12) in Litern korreliert ist, wobei f und n Parameter mit $0,30 \leq f \leq 0,55$ bzw. $0,3 \leq n \leq 0,8$ sind und,

(b) die Abgaskühleinrichtung (14, 20) einen Abgaskühler (20) und einen vorund/oder nachgeschalteten Abgasstrang (14) umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** für f ein Wert zwischen 0,32 und 0,38 gewählt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für n ein Wert zwischen 0,35 und 0,55 gewählt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Abgaskühler (20) oder eine Abgaskühleinrichtung (14, 20) verwendet werden, deren Kühlleistung innerhalb eines durch einen Minimalwert und einen Maximalwert begrenzten Leistungsbereiches liegt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Minimalwert so gewählt wird, dass ein ankommender Abgasmassenstrom unter den genannten Betriebsbedingungen über die Abgaskühleinrichtung (14, 20) um 75 K oder um einen einer Kühlleistung von 2,5 kW entsprechenden Temperaturwert abkühlbar ist oder abgekühlt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Maximalwert so gewählt wird, dass ein ankommender Abgasmassenstrom unter den genannten Betriebsbedingungen über die Abgaskühleinrichtung (14, 20) um 250 K oder um einen einer Kühlleistung von 8,5 kW entsprechenden Temperaturwert abkühlbar ist oder abgekühlt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abgas stromauf eines NO_x-Speicherkatalysators (18) gekühlt wird.

Claims

1. Method for cooling a catalytic converter device (18) in the exhaust system (14 - 20) of an internal combustion engine (12) of a motor vehicle (10) by upstream connection of a passive exhaust-gas cooling device (14, 20), which cannot be influenced in terms of its cooling capacity as a function of vehicle, engine and exhaust system operating states, **characterized in that**

(a) the method uses an exhaust-gas cooling device (14, 20) whereof the cooling capacity PKWT100 in kW under steady-state vehicle operation with a constant driving speed of 100 km/h with the internal combustion engine (12) at its operating temperature and at an ambient temperature of 20°C, a relative atmospheric humidity of 20 - 80% and a wind speed of less than 3 m/s is correlated according to

$$PKWT100 = f \cdot PBFZG100 \cdot (1.6 / VH)^n$$

to the power demand PBFZG100, given in kW, of the motor vehicle (10) required to overcome the driving resistances on the level under the abovementioned operating conditions and the capacity VH of the internal combustion engine (12) in litres, where f and n are parameters with $0.30 \leq f \leq 0.55$ and $0.3 \leq n \leq 0$, and
(b) the exhaust-gas cooling device (14, 20) comprises an exhaust-gas cooler (20) and an upstream and/or downstream exhaust section (14).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** a value of between 0.32 and 0.38 is selected for f.
3. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a value of between 0.35 and 0.55 is selected for n.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** an exhaust-gas cooler (20) or an exhaust-gas cooling device (14, 20) with a cooling capacity within a power range limited by a minimum and a maximum value is used.
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the minimum value is selected in such a way that an incoming exhaust-gas mass flow is or can be cooled by 75 K or by a temperature value corresponding to a cooling capacity of 2.5 kW by the exhaust-gas cooling device (14, 20) under the abovementioned operating conditions.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the maximum value is selected in such a way that an incoming exhaust-gas mass flow is or can be cooled by 250 K or by a temperature value corresponding to a cooling capacity of 8.5 kW by the exhaust-gas cooling device (14, 20) under the abovementioned operating conditions.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the exhaust gas is cooled upstream of an NO_x storage catalytic converter (18).

Revendications

1. Procédé de refroidissement d'un dispositif de catalyseur (18) dans l'installation de gaz d'échappement (14 - 20) d'un moteur à combustion interne (12) d'un véhicule automobile (10) par montage préalable d'un dispositif de refroidissement de gaz d'échappement (14, 20) dont la performance de refroidissement dépendant de l'état de fonctionnement du véhicule, du moteur et de l'installation de gaz d'échappement ne peut pas être affectée, **caractérisé en ce que**

(a) l'on utilise un dispositif de refroidissement de gaz d'échappement (14, 20) dont la puissance de refroidissement PKWT100 en kW, pour un fonctionnement stationnaire du véhicule, avec une vitesse de conduite constante de 100 km/h dans un état de fonctionnement à chaud du moteur à combustion interne (12) à une température ambiante de 20°C, une humidité relative de l'air de 20 à 80% et une vitesse du vent de moins de 3 m/s, selon la formule :

$$PKWT100 = f * PBFZG100 * (1,6 / VH)^n$$

est corrélée avec la puissance nécessaire indiquée en KW PBFZG100 du véhicule automobile (10) pour surmonter la résistance de conduite dans le plan dans les conditions de fonctionnement mentionnées et avec la cylindrée VH du moteur à combustion interne (12) en litres, f et n étant des paramètres tels que $0,30 \leq f \leq 0,55$, et $0,3 \leq n \leq 0,8$, et

(b) le dispositif de refroidissement (14, 20) comprend un refroidisseur de gaz d'échappement (20) et une ligne de gaz d'échappement (14) montée avant et/ou après.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on choisit pour f une valeur comprise entre 0,32 et 0,38.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on choisit pour n une valeur comprise entre 0,35 et 0,55.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise un refroidisseur de gaz d'échappement (20) ou un dispositif de refroidissement de gaz d'échappement (14, 20) dont la performance de refroidissement est comprise dans une plage de puissance limitée par une valeur minimale et une valeur maximale.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la valeur minimale est choisie de telle sorte qu'un débit volumique de gaz d'échappement affluant dans les conditions de fonctionnement mentionnées puisse être refroidi ou soit refroidi par le biais du dispositif de refroidissement de gaz d'échappement (14, 20) de 75 K ou d'une valeur de température correspondant à une puissance de refroidissement de 2,5 kW.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la valeur maximale est choisie de telle sorte qu'un débit volumique de gaz d'échappement affluant dans les conditions de fonctionnement mentionnées puisse être refroidi ou soit refroidi par le biais du dispositif de refroidissement de gaz d'échappement (14, 20) de 250 K ou d'une valeur de température correspondant à une puissance de refroidissement de 8,5 kW.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le gaz d'échappement est refroidi en amont d'un catalyseur à accumulation de NO_x (18).

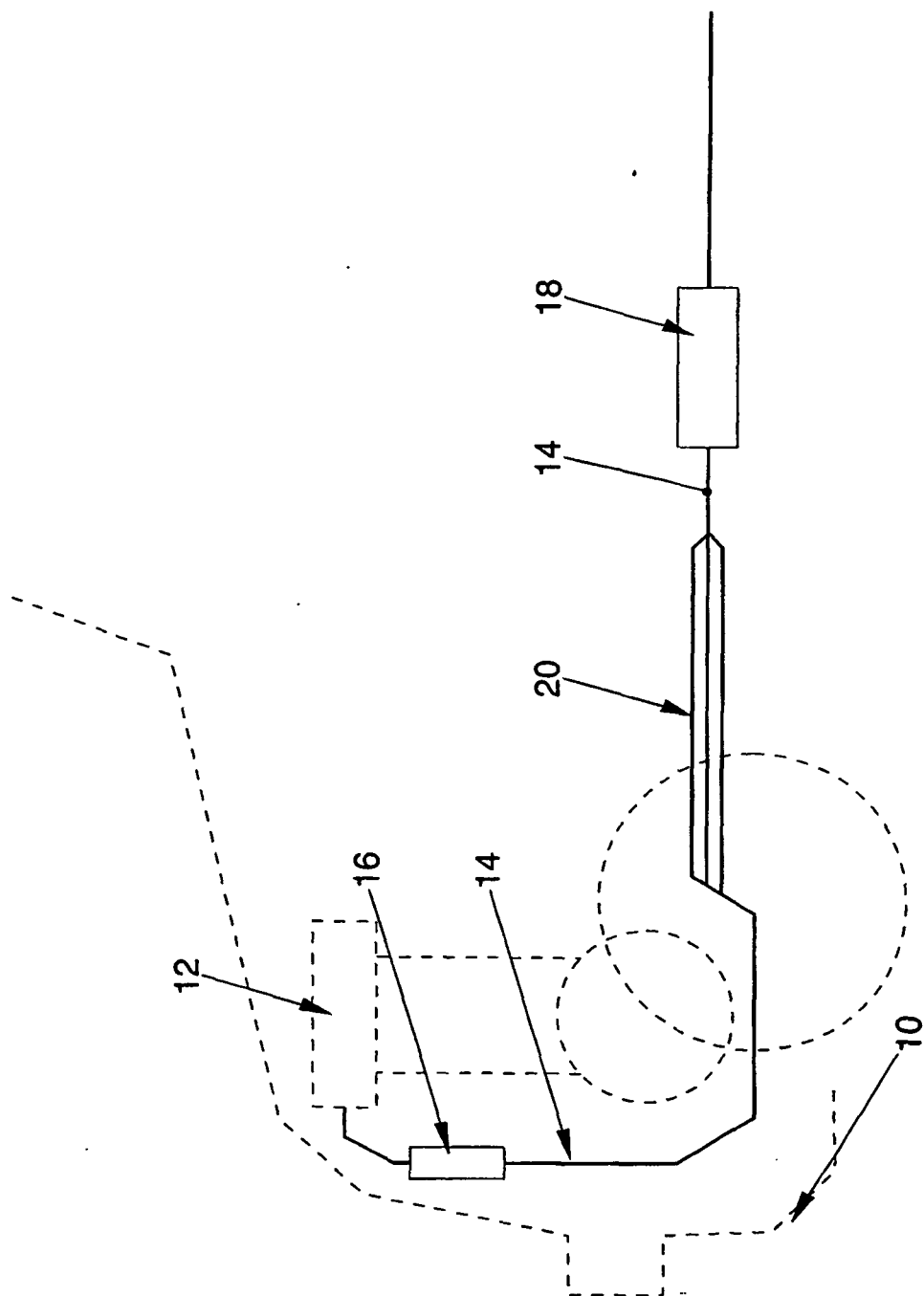


FIG. 1