

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50719/2021
(22) Anmeldetag: 13.09.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2023

(51) Int. Cl.: **F02B 29/04** (2006.01)
F02M 31/04 (2006.01)
F02M 31/10 (2006.01)
F02M 31/14 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01)
F02M 26/25 (2016.01)
F02M 26/33 (2016.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102007005246 A1
WO 2018183059 A1
DE 19680305 T1
DE 102014001477 A1
DE 102004026797 A1

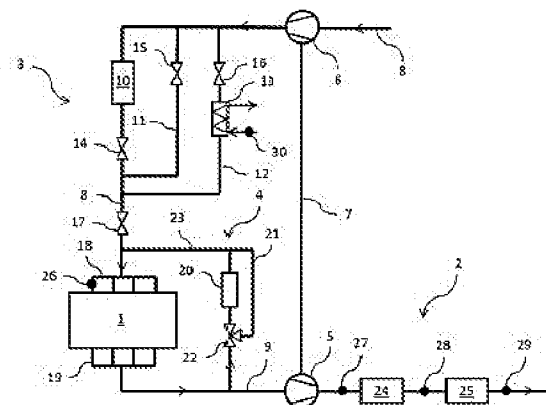
(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Sacher Thomas Dipl.-Ing. (FH)
8051 Graz (AT)
Grauenfels Attila Dipl.-Ing.
8020 Graz (AT)
Wancura Hannes Dipl.-Ing.
8113 St. Oswald bei Plankenwarth (AT)
Hadl Klaus Dr. techn.
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor (1) angeschlossenen Abgasreinigungsanlage (2) mit einem SCR-Katalysator. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass dem Verbrennungsmotor (1) verdichtete Verbrennungsluft über einen Ladeluftkühler (10) und/oder über einen ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass (11) und/oder über einen zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass (12) zugeführt wird, wobei in einem Niedriglastbetrieb des Verbrennungsmotors (1) dem Verbrennungsmotor (1) bei Unterschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass (10) und bei Überschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels zumindest überwiegend über den zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass (12) zugeführt wird.



Beschreibung

VERFAHREN ZUR TEMPERIERUNG EINER AN EINEN VERBRENNUNGSMOTOR ANGESCHLOSSENEN ABGASREINIGUNGSANLAGE MIT EINEM SCR-KATALYSATOR

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator.

[0002] Zur Reduzierung von im Abgas von Verbrennungsmotoren enthaltenen Stickoxiden (NO_x) ist für hierfür eingesetzte SCR-Katalysatoren eine Mindesttemperatur von etwa 200 °C erforderlich. Bei einem Niedriglastbetrieb, insbesondere von längerer Dauer, sinken die Abgastemperaturen und damit auch die Katalysatortemperaturen jedoch ohne entsprechende Gegenmaßnahmen unter diesen Wert, weshalb dann eine NO_x-Entfernung aus dem Abgas nicht, oder nicht mehr ausreichend möglich ist. Zur Behebung dieses Nachteils wird in der DE 10 2004 026 797 A1 vorgeschlagen, der durch einen Verdichter eines Abgasturboladers verdichteten Verbrennungsluft ungekühltes, rückgeführtes Abgas zuzumischen. Dies erhöht die Temperatur der Verbrennungsluft und vermindert gleichzeitig das Verbrennungsluftverhältnis, was wiederum zu einer Erhöhung der Abgastemperatur und damit der Temperatur des SCR-Katalysators führt. Zur weiteren Erhöhung des Temperaturniveaus kann die Verbrennungsluft über einen Bypass eines Ladeluftkühlers geführt werden.

[0003] Weitere Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator sind beispielsweise aus der DE 102007005246 A1 und der WO 2018183059 A1 bekannt.

[0004] Es hat sich jedoch gezeigt, dass diese Maßnahmen nicht immer zu einer ausreichenden Erhöhung der Katalysatortemperatur führen. Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, welches eine wirksamere Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator, insbesondere eine wirksamere Erhöhung der Katalysatortemperatur bei einem Niedriglastbetrieb des Verbrennungsmotors ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor angeschlossenen Abgasreinigungsanlage mit einem SCR-Katalysator wird dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft über einen Ladeluftkühler und/oder über einen ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass und/oder über einen zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass zugeführt, wobei in einem Niedriglastbetrieb des Verbrennungsmotors dem Verbrennungsmotor wenigstens in Abhängigkeit von einer Temperatur des Motorkühlmittels verdichtete Verbrennungsluft entweder zumindest überwiegend über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass oder zumindest überwiegend über den zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass zugeführt wird. Eine Beheizung des zweiten Ladeluftkühler-Bypasses erfolgt über einen darin angeordneten, in den Kühlmittelkreislauf des Verbrennungsmotors integrierten Wärmetauscher. Ladeluftkühler, erster Ladeluftkühler-Bypass und zweiter Ladeluftkühler-Bypass sind strömungsmäßig parallel angeordnet, wobei eine Durchströmung eines jeweiligen Verbrennungsluftpfades durch vorzugsweise geregelt ansteuerbare Sperrventile eingestellt werden kann. Bei dem Verbrennungsmotor kann es sich um einen Verbrennungsmotor für einen PKW oder für ein Nutzfahrzeug handeln. Obschon der Verbrennungsmotor als fremdgezündeter Ottomotor ausgebildet sein kann, ist das Verfahren aufgrund der niedrigeren Abgastemperaturen besonders geeignet bei Einsatz eines Dieselmotors. Was den Niedriglastbetriebsbereich des Verbrennungsmotors betrifft, so kann dieser im einfachsten Fall auf einen Lastbereich von weniger als 60 % oder weniger als etwa 50 % der Motorenlast beschränkt sein. Eine genauere Bestimmung des Niedriglastbetriebsbereichs kann bei einer Kraftstoffzufuhr für einen Mitteldruck von bis zu 3 bar auch durch folgende Formel für eine Motor-

drehzahlobergrenze vorgegeben sein:

$$Dz = uLDz + F \cdot (DzNI - uLDz)$$

[0007] Dabei bezeichnet Dz die Drehzahlobergrenze, uLDz eine untere Leerlaufdrehzahl, DzNI eine Drehzahl bei Nennlast und F einen Multiplikationsfaktor von etwa 0,6.

[0008] Für einen Pkw mit angenommenen Werten für eine untere Leerlaufdrehzahl von etwa 800 1/min sowie einer Drehzahl von etwa 3000 1/min bei Nennlast ergibt sich somit mit einem Faktor F von 0,6 für den Niedriglastbereich eine Drehzahlobergrenze von 2720 1/min.

[0009] Für ein schweres Nutzfahrzeug mit angenommenen Werten für eine untere Leerlaufdrehzahl von etwa 500 1/min sowie einer Drehzahl von etwa 1700 1/min bei Nennlast und mit einem Faktor F von 0,6 ergibt sich für den Niedriglastbereich eine Drehzahlobergrenze von 1220 1/min.

[0010] Durch die Bereitstellung des zweiten, durch ein Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass kann in Verbindung mit dem ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass flexibel insbesondere auf die bei Niedriglast vorherrschenden Betriebsbedingungen reagiert werden und je nach aktueller Temperatur des Motorkühlmittels bedarfsgerecht eine besonders wirksame Anhebung der Verbrennungslufttemperatur erreicht werden. Als Kriterium für eine Einstellung der Verbrennungsluftzufuhr zum Verbrennungsmotor entweder über den ersten Ladeluftkühler-Bypass oder über den zweiten Ladeluftkühler-Bypass kann zusätzlich zur Motorkühlmitteltemperatur auch eine Temperatur der Abgasreinigungsanlage herangezogen werden.

[0011] Beim erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass im Niedriglastbereich des Verbrennungsmotors bei Unterschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass zugeführt wird. Dabei ist unter „zumindest überwiegend“ zumindest ein Großteil, vorzugsweise mehr als 75 %, mehr als 80 % und besonders bevorzugt zumindest annähernd 100 % der dem Verbrennungsmotor zugeführten, verdichteten Verbrennungsluft zu verstehen. Ein gegebenenfalls vorhandener geringer Restanteil wird dem Verbrennungsmotor über den zweiten, beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass zugeführt.

[0012] Umgekehrt ist es vorgesehen, dass im Niedriglastbereich des Verbrennungsmotors bei Überschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den zweiten, beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass zugeführt wird. Dabei gilt für den Anteil der über den zweiten Ladeluftkühler-Bypass geführten Verbrennungsluft sinngemäß die oben getroffene Aussage. Ein gegebenenfalls vorhandener geringer Restanteil der Verbrennungsluft wird in diesem Fall dem Verbrennungsmotor über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass zugeführt. Diese Betriebsart wird insbesondere dann eingestellt, wenn eine Temperatur der Abgasreinigungsanlage einen vorgebbaren unteren Grenzwert erreicht oder unterschreitet oder eine bevorstehende drohende Unterschreitung festgestellt wird. Der untere Grenzwert beträgt dabei vorzugsweise etwa 250 °C. Wird der untere Grenzwert überschritten, so besteht nicht immer zwingend die Notwendigkeit, die Temperatur der Abgasreinigungsanlage zu erhöhen und die Verbrennungsluft kann auch zumindest größtenteils, vorzugsweise wenigstens annähernd vollständig dem Verbrennungsmotor über den ersten Ladeluftkühler-Bypass zugeführt werden.

[0013] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt der Schwellenwert für die Temperatur des Motorkühlmittels, aufgrund der entschieden wird, ob die verdichtete Verbrennungsluft dem Verbrennungsmotor bei Niedriglast entweder zumindest überwiegend über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass oder zumindest überwiegend über den zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass zugeführt wird, in einem Bereich von 45 °C bis 70 °C. Dabei kann für die Schwellentemperatur eine Hysterese von 1 °C bis 20 °C vorgesehen sein. Dadurch wird ein häufiges Umschalten bei einer Motorkühlmitteltemperatur nahe des Schwellenwerts vermieden. Obschon die maßgebliche Motorkühlmitteltemperatur im motorblockinternen Kühlmittelpfad ermittelt werden kann, ist es in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass eine Kühlmittelaustrittstemperatur maßgebend ist. Dabei wird die Kühlmittelaustrittstemperatur vorzugsweise am Kühlmittelaustritt aus dem Verbrennungsmotor oder am

Kühlmittelintritt in den im zweiten Ladeluftkühler-Bypass angeordneten Wärmetauscher oder in einem dazwischen liegenden Leitungsbereich erfasst.

[0014] In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass im Niedriglastbereich des Verbrennungsmotors der verdichteten Verbrennungsluft rückgeführtes Abgas ungekühlt zugemischt wird. Das aus einer Abgasleitung in den Luftzufuhrtrakt rückgeführte Abgas kann einer Niederdruck-Abgasrückführung entstammen, vorzugsweise entstammt es jedoch einer Hochdruck-Abgasrückführung, d.h. Abgas wird noch vor Zufuhr zu einer Abgasturbolader-Turbine der Abgasleitung entnommen. Eine Zumischung des rückgeführten Abgases zur Verbrennungsluft erfolgt dabei bevorzugt stromabwärts des Ladeluftkühlers. Zur Erhöhung des rückgeführten Abgasmassenstroms kann zusätzlich eine Drosselung der dem Verbrennungsmotor zugeführten Verbrennungsluft vorgenommen werden. Hierfür kann eine vorzugsweise stromab des Ladeluftkühlers im Ansaugtrakt angeordnete Einlassluft-Drosselklappe entsprechend betätigt werden.

[0015] In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird bei Überschreiten eines vorgegebenen Lastpunkts für den Betrieb des Verbrennungsmotors und bei Überschreiten einer vorgegebenen unteren Temperaturgrenze für die Abgasreinigungsanlage dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den Ladeluftkühler zugeführt. Vorzugsweise wird in diesem Fall dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest annähernd vollständig über den Ladeluftkühler zugeführt, d.h. dass in den Strömungspfaden des ersten, unbeheizten und des zweiten, beheizbaren Ladeluftkühler-Bypasses ein jeweils angeordnetes Sperrventil geschlossen ist. Außerdem ist vorzugsweise vorgesehen, dass der verdichteten Verbrennungsluft über einen AGR-Kühler geführtes, gekühltes Abgas zugemischt wird, d.h. ein über einen AGR-Kühler-Bypass führender Abgaspfad wird geschlossen. Die Zumischung des rückgeführten Abgases zur verdichteten Verbrennungsluft erfolgt dabei stromab des Ladeluftkühlers.

[0016] In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird bei Überschreiten eines vorgegebenen Lastpunkts für den Betrieb des Verbrennungsmotors und bei Unterschreiten der vorgegebenen unteren Temperaturgrenze für die Abgasreinigungsanlage dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend sowohl über den Ladeluftkühler als auch über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass zugeführt. Vorzugsweise wird die verdichtete Verbrennungsluft zu wenigstens annähernd 100 % sowohl über den Ladeluftkühler als auch über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass dem Verbrennungsmotor zugeführt. In diesem Fall ist ein im Luftströmungspfad des zweiten, beheizbaren Ladeluftkühler-Bypasses angeordnetes Sperrventil geschlossen und entsprechende Sperrventile im Luftströmungspfad des ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypasses bzw. des Luftpfads, der über den Ladeluftkühler führt, wenigstens annähernd voll geöffnet. Die Aufteilung der dem Verbrennungsmotor zugeführten verdichteten Verbrennungsluft ergibt sich somit aus den Strömungswiderständen der letztgenannten beiden Verbrennungsluftpfade. Auch in dieser Betriebsart ist es vorzugsweise vorgesehen, dass der verdichteten Verbrennungsluft über einen AGR-Kühler geführtes, gekühltes Abgas stromab des Ladeluftkühlers zugemischt wird.

[0017] Der für die oben genannten beiden Betriebsarten vorgesehene vorgegebene Lastpunkt beträgt vorzugsweise mehr als 60 %, insbesondere mehr als 70 % der Nennlast und besonders bevorzugt mehr als 80 % der Nennlast des Verbrennungsmotors. Die für die oben genannten beiden Betriebsarten vorgesehene vorgegebene untere Temperaturgrenze für die Abgasreinigungsanlage liegt vorzugsweise im Bereich von 160 °C und 250 °C, insbesondere im Bereich von 180 °C und 210 °C. Auf diese Weise kann ein in der Abgasreinigungsanlage angeordneter SCR-Katalysator besonders zuverlässig in einem bevorzugten Arbeitstemperaturbereich gehalten werden. Sowohl für den Lastpunkt des Verbrennungsmotors als auch für die untere Temperaturgrenze der Abgasreinigungsanlage können Schalthysteresen im Bereich von etwa 10 % bis 20 % der Nennlast bzw. im Bereich von 5 °C bis 50 °C vorgesehen sein.

[0018] In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass bei Überschreiten einer vorgebbaren ersten Temperaturschwelle in einem Lufteinlasskrümmer des Verbrennungsmotors dem Verbrennungsmotor verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den Lade-

luftkühler zugeführt wird. Vorzugsweise wird die verdichtete Verbrennungsluft dem Verbrennungsmotor wenigstens annähernd vollständig über den Ladeluftkühler zugeführt. Die erste Temperaturschwelle liegt dabei vorzugsweise im Bereich von 90 °C bis 170 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 110 °C bis 150 °C.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird der verdichteten Verbrennungsluft über einen AGR-Kühler geführtes, gekühltes rückgeführtes Abgas stromab des Ladeluftkühlers zugemischt, wenn eine zweite vorgebbare Temperaturschwelle in einem Lufteinlasskrümmer des Verbrennungsmotors überschritten wird, wobei die zweite Temperaturschwelle höher als die erste Temperaturschwelle ist. Die Abgasrückführung erfolgt dabei bevorzugt über eine Hochdruck-AGR-Strecke. Die zweite Temperaturschwelle liegt vorzugsweise im Bereich von 100 °C bis 180 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 120 °C bis 160 °C.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Zeichnung und zugehörigen Beispielen näher erläutert. Die einzige Figur zeigt dabei ein Gesamtsystem aus Verbrennungsmotor und daran angeschlossener Abgasreinigungsanlage sowie zugeordnetem Luftzufuhrsystem.

[0021] Das in der Figur lediglich beispielhaft und schematisch dargestellte Gesamtsystem umfasst einen Verbrennungsmotor 1 mit angeschlossener Abgasreinigungsanlage 2 und saugseitig angeschlossenen Luftzufuhrsystem 3, sowie einem Hochdruck-AGR-System 4, wobei auf die Aufnahme nicht vorrangig erfindungsrelevanter Bestandteile verzichtet wurde.

[0022] Der Verbrennungsmotor 1, nachfolgend vereinfacht als Motor bezeichnet, ist ohne Einschränkung der Allgemeinheit vorliegend als vierzylindriger Dieselmotor eines Kraftfahrzeugs ausgeführt. Der Motor 1 erhält seine Verbrennungsluft zur Kraftstoffverbrennung über eine Luftzufuhrleitung 8, die in einen Einlasskrümmer 18 zur Verbrennungsluftversorgung der einzelnen Motorzylinder mündet. Angesaugte Verbrennungsluft kann durch einen in der Luftzufuhrleitung 8 angeordneten Verdichter 6 eines Abgasturboladers verdichtet werden. Verdichtete Verbrennungsluft kann über einen in der Luftzufuhrleitung 8 angeordneten Ladeluftkühler 10 geführt und dabei abgekühlt werden. Stromab des Verdichters 6 und stromauf des Ladeluftkühlers 10 zweigen ein erster Ladeluftkühler-Bypass 11 und ein zweiter Ladeluftkühler-Bypass 12 von der Luftzufuhrleitung 8 ab und münden stromab des Ladeluftkühlers 10 wieder in die Luftzufuhrleitung 8 ein.

[0023] Mittels eines im zweiten Ladeluftkühler-Bypasses 12 angeordneten und von Motorkühlmittel durchströmbaren Wärmetauschers 13 kann verdichtete Verbrennungsluft vor Zufuhr zum Motor 1 gegebenenfalls erwärmt werden. Der Wärmetauscher 13 ist hierfür derart in einen nicht näher dargestellten Motorkühlmittelkreislauf integriert, dass aus dem Motor 1 herausgeführtes Motorkühlmittel in den Wärmetauscher 13 eintritt. Der erste Ladeluftkühler-Bypass 11 ist hingegen frei von Wärmetauscherelementen ausgeführt. Durch den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 strömende verdichtete Verbrennungsluft gelangt somit mit annähernd unveränderter Temperatur wieder in die Luftzufuhrleitung 8. Zur Aufteilung des Verbrennungsluftstroms auf die Luftpfade durch den Ladeluftkühler 10, den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 und den zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12 sind steuerbare Sperrventile 14, 15, 16 vorgesehen. Dabei ist ein erstes Sperrventil 14 im durch den Ladeluftkühler 10 führenden Luftpfad stromab des Ladeluftkühlers 10 angeordnet. Alternativ kann dieses Sperrventil 14 auch stromaufwärts des Ladeluftkühlers 10 positioniert werden. Ein im ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 angeordnetes zweites Sperrventil 15 ermöglicht eine Steuerung des Verbrennungsluftstroms durch diesen Luftpfad. Ein im zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12 stromauf des Wärmetauschers 13 angeordnetes drittes Sperrventil 16 ermöglicht eine Steuerung des Verbrennungsluftstroms durch den zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12. Alternativ kann das Sperrventil 16 auch stromabwärts des Wärmetauschers 13 positioniert werden. Es versteht sich jedoch, dass auch eine andere Ventilanordnung vorgesehen sein kann, welche eine Aufteilung der Verbrennungsluft auf die drei parallel geschalteten Luftpfade ermöglicht. Weiterhin ist in der Luftzufuhrleitung 8 stromab der Einmündungen von erstem Ladeluftkühler-Bypass 11 und zweitem Ladeluftkühler-Bypass 12 eine Einlassluft-Drosselklappe 17 vorgesehen, mittels der die Menge der dem Motor 1 zugeführten Verbrennungsluft einstellbar gedrosselt werden kann.

[0024] Bei der Kraftstoffverbrennung entstehendes Abgas wird über einen Abgaskrümmern 19 und eine daraus ausmündende Abgasleitung 9 aus dem Motor 1 abgeführt. Dabei kann das Abgas eine in der Abgasleitung 9 angeordnete Turbine 5 des Abgasturboladers antreiben, wobei diese wiederum über eine Welle 7 den in der Luftzufuhrleitung 8 angeordneten Verdichter 6 antreibt. Stromauf der Turbine 5 kann Abgas aus der Abgasleitung 9 über das HD-AGR-System 4 abgezweigt und stromab der Einlassluft-Drosselklappe 17 in die Luftzufuhrleitung 8 geführt und der Verbrennungsluft zugemischt werden. Dabei kann über eine AGR-Leitung 23 abgezweigtes Abgas über einen AGR-Kühler 20 geführt und dabei abgekühlt werden oder den AGR-Kühler 20 über einen AGR-Kühler-Bypass 21 umgehen und ungekühlt der Luftzufuhrleitung 8 zugeführt werden. Ein stromauf des AGR-Kühlers 20 angeordnetes 3-Wege-Ventil 22 ermöglicht dabei einerseits eine Einstellung der gesamten AGR-Menge und andererseits eine Aufteilung der AGR-Menge auf die Strömungspfade durch den AGR-Kühler 20 und den AGR-Kühler-Bypass 21.

[0025] Zur Reinigung des Abgases von unerwünschten Schadstoffen sind in der stromab der Turbine 5 angeordneten Abgasreinigungsanlage 2 ein erster Abgaskonverter 24 sowie ein dahinter angeordneter zweiter Abgaskonverter 25 vorgesehen. Zumindest einer der beiden Abgaskonverter 24, 25 ist dabei als so genannter SCR-Katalysator ausgebildet, welcher NO_x auch bei sauerstoffhaltigem Abgas mittels eines Reduktionsmittels reduzieren kann. Vorliegend sind beide Abgaskonverter 24, 25 als SCR-Katalysatoren ausgebildet. Als selektiv wirkendes Reduktionsmittel ist dabei vorzugsweise Harnstofflösung vorgesehen, welche eingangsseitig des ersten Abgaskonverters 24 und/oder eingangsseitig des zweiten Abgaskonverters 25 bedarfsweise in die Abgasleitung 9 eingespritzt wird. Hierfür notwendige Bauteile aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gesondert dargestellt. Es versteht sich, dass die Abgasreinigungsanlage 2 außerdem zusätzliche, insbesondere katalytisch und/oder filtertechnisch wirksame Bauteile, wie beispielsweise Oxidationskatalysatoren oder Partikelfilter beinhalten kann.

[0026] Zur Erfassung von Betriebsgrößen, wie Temperatur, Druck, Gaskonzentration usw. im Gesamtsystem sind diverse, dem Motor 1, der Abgasreinigungsanlage 2, dem Luftzufuhrsystem 3 und dem HD-AGR-System zugeordnete Sensoren vorgesehen, von denen hier lediglich Temperaturfühler 26, 27, 28, 29, 30 dargestellt sind. Dabei dient ein Temperaturfühler 26 zur Erfassung der Verbrennungslufttemperatur im Einlasskrümmern 18. Ein weiterer Temperatursensor 30 dient zur Erfassung der Motorkühlmitteltemperatur eintrittsseitig des Wärmetauschers 13. Die Temperatursensoren 27, 28, 29 dienen der Erfassung der Temperaturen zwischen Turbine 5 und erstem Abgaskonverter 24, zwischen erstem Abgaskonverter 24 und zweitem Abgaskonverter 25 sowie austrittsseitig des zweiten Abgaskonverters 24. Eine nicht dargestellte Steuereinheit verarbeitet die sensorisch erfassten Temperaturen sowie Signale der weiteren Sensoren und veranlasst in Abhängigkeit der Signalwerte insbesondere eine Betätigung der Sperrventile 14, 15, 16, des 3-Wege-Ventils 22 sowie der Einlassluft-Drosselklappe 17.

[0027] Nachfolgend wird unter weiterem Bezug auf die Figur auf bevorzugte Vorgehensweisen zur Temperierung der Abgasreinigungsanlage 2 und insbesondere zur Erhöhung der Abgastemperatur in einem Niedriglastbetrieb des Motors 1 zum Zwecke der Erlangung bzw. Erhaltung einer für eine katalytische Wirksamkeit notwendigen Temperatur des ersten und/oder des zweiten Abgaskonverters 24, 25 eingegangen.

[0028] Wird bei einem Betrieb des Motors 1 ein Niedriglastbetriebszustand festgestellt, so wird das erste Sperrventil 14 stromab des Ladeluftkühlers 10 zumindest überwiegend in eine Schließstellung gesteuert, vorzugsweise ganz geschlossen. Weiterhin werden in Abhängigkeit von der durch den Temperaturfühler 30 im Bereich des Motorkühlmiteleinlasses am Wärmetauscher 13 erfassten Temperatur des Motorkühlmittels das zweite und das dritte Sperrventil 15, 16 derart betätigt, dass dem Motor 1 vom Verdichter 6 verdichtete Verbrennungsluft entweder zumindest überwiegend über den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 oder zumindest überwiegend über den zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12 zugeführt wird. Für den Fall, dass die erfasste Temperatur einen vorgegebenen Schwellenwert im Bereich von etwa 45 °C bis etwa 70 °C, beispielsweise etwa 60 °C unterschreitet, wird das zweite Sperrventil 15 zumindest überwiegend, vorzugsweise völlig geöffnet und das dritte Sperrventil 16 zumindest überwiegend, vorzugsweise völlig geschlossen. Dadurch wird erreicht, dass verdichtete Verbrennungsluft dem Motor 1 zumindest überwiegend,

vorzugsweise wenigstens annähernd vollständig über den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 zu-geführt wird. Eine Abkühlung der Verbrennungsluft durch den Ladeluftkühler 10 oder durch den Wärmetauscher 13 wird dadurch vermieden, bzw. eine Erwärmung erreicht. Weiterhin ist vorge-sehen, dass das 3-Wege-Ventil 22 derart betätigt wird, dass Abgas zumindest überwiegend, vor-zugsweise wenigstens annähernd vollständig über den AGR-Kühler-Bypass 21 und somit unge-kühlt zum Einlasskrümmer 18 geführt wird. Auf diese Weise wird auch bei vergleichsweise gering aufgewärmtem Motorkühlmittel dem Motor 1 stark erwärmte Verbrennungsluft zugeführt. Dies hat entsprechend erhöhte Abgastemperaturen zur Folge und ein Auskühlen der Abgasreinigungs-anlage 2 wird vermieden. In diesem Betriebszustand kann außerdem die Einlassluft-Drosselklappe 17 angestellt und damit die dem Motor 1 zugeführte Verbrennungsluftmenge gedrosselt werden. Bei vergleichsweise kalter Abgasreinigungsanlage 2, beispielsweise nach einem Motorkaltstart oder zum Zwecke eines Wiederaufwärmens der Abgasreinigungsanlage 2 werden vorzugsweise die Sperrventile 14, 15, 16 sowie das 3-Wege-Ventil 22 ebenfalls in die oben genannten Stellun-gen gebracht.

[0029] Für den Fall, dass bei niedriger Motorlast die durch den Temperaturfühler 30 erfasste Temperatur den vorgegebenen Schwellenwert im Bereich von etwa 45 °C bis etwa 70 °C, bei-spielsweise etwa 60 °C überschreitet, wird bei ebenfalls geschlossenem ersten Sperrventil 14 das zweite Sperrventil 15 zumindest überwiegend, vorzugsweise völlig geschlossen und das dritte Sperrventil 16 zumindest überwiegend, vorzugsweise völlig geöffnet. Dadurch wird erreicht, dass verdichtete Verbrennungsluft dem Motor 1 zumindest überwiegend, vorzugsweise wenig-stens annähernd vollständig über den zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12, und infolge des erwärm-ten Motorkühlmittels entsprechend erwärmt, zugeführt wird. Eine Drosselung der dem Motor 1 zugeführten Verbrennungsluftmenge mittels der Einlassluft-Drosselklappe 17 kann dabei eben-falls erfolgen und zur Temperaturanhebung des Abgases beitragen. Das 3-Wege-Ventil 22 wird wiederum derart betätigt, dass Abgas zumindest überwiegend, vorzugsweise wenigstens annä-hernd vollständig über den AGR-Kühler-Bypass 21 und somit ungekühlt zum Einlasskrümmer 18 geführt wird. Dieser Betriebszustand hat sich als besonders wirksam zur Aufrechterhaltung einer für die katalytische Wirksamkeit erforderlichen Temperatur von erstem bzw. zweitem Abgaskon-verter 24, 25 insbesondere bei länger andauerndem Niedriglast- oder Leerlaufbetrieb erwiesen. Wird ausgehend von einer heißen Abgasreinigungsanlage 2 von einem Hochlastbetrieb des Mo-tors 1 in einen Niedriglastbetrieb übergegangen, so kann solange auf eine Beheizung der ver-dichteten Verbrennungsluft durch heißes Motorkühlmittel im Wärmetauscher 13 verzichtet wer-den, wie eine untere Temperaturgrenze von ca. 250 °C für die Abgasreinigungsanlage 2 nicht erreicht ist. In einem solchen Fall kann die verdichtete Verbrennungsluft vollständig oder größ-tenteils über den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 geführt werden.

[0030] Wird bei einem Betrieb des Motors 1 ein Lastzustand festgestellt, der oberhalb des Nied-riglastbereichs, insbesondere im höheren Teillastbereich oder im Hochlastbereich liegt, so wird das für den zweiten Ladeluftkühler-Bypass 12 relevante dritte Sperrventil 16 wenigstens annä-hernd, vorzugsweise völlig geschlossen. Verdichtete Verbrennungsluft wird damit dem Motor 1 wenigstens annähernd vollständig über den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 und/oder den La-deluftkühler 10 zugeführt. Speziell wird bei Überschreiten einer vorgegebenen Schwellentempe-ratur für die Abgasreinigungsanlage 2 dem Motor 1 verdichtete Verbrennungsluft zumindest über-wiegend, vorzugsweise vollständig über den Ladeluftkühler 10 zugeführt. Das für eine Durchströ-mung des ersten Ladeluftkühler-Bypasses 11 maßgebende zweite Sperrventil 15 wird hierfür we-nigstens annähernd vollständig geschlossen und das für die Durchströmung des Ladeluftkühlers 10 maßgebende erste Sperrventil 14 wird wenigstens annähernd voll geöffnet. Wird hingegen die vorgegebene Schwellentemperatur für die Abgasreinigungsanlage 2 unterschritten, so werden sowohl das erste Sperrventil 14 als auch das zweite Sperrventil 15 wenigstens annähernd voll geöffnet. Dem Motor 1 wird somit Verbrennungsluft sowohl über den Ladeluftkühler 10 als auch über den ersten Ladeluftkühler-Bypass 11 zugeführt. In beiden Fällen wird das für die Hochdruck-AGR relevante 3-Wege-Ventil derart angesteuert, dass zur Einlassseite des Motors 1 rückgeführ-tes Abgas wenigstens annähernd vollständig über den AGR-Kühler 20 geführt wird. Was die für die oben genannten Betriebspunkte relevante vorgegebene Schwellentemperatur für die Abgas-reinigungsanlage 2 betrifft, so liegt diese vorzugsweise im Bereich von 160 °C bis 250 °C, beson-

ders bevorzugt im Bereich von 180 °C bis 210 °C. Vorzugsweise ist es zur Erkennung eines Unterschreitens der Schwellentemperatur ausreichend, wenn für wenigstens einen der beiden Abgaskonverter 24, 25 ein Unterschreiten der Schwellentemperatur festgestellt wird bzw. dass wenigstens einer der Temperatursensoren 27, 28, 29 eine niedrigere Temperatur meldet. Entsprechendes kann für das Erkennen eines Überschreitens der Schwellentemperatur gelten. Meldet einer der Temperatursensoren 27, 28, 29 eine niedrigere Temperatur, ein anderer jedoch eine höhere, so kann der niedrigeren Temperatur der Vorrang gegeben werden. Im Übrigen wird vorzugsweise für die Erkennung eines Unterschreitens bzw. Überschreitens der Schwellentemperatur eine Hysterese im Bereich von 5 °C bis 50 °C, insbesondere im Bereich von 15 °C bis 30 °C vorgesehen.

[0031] Auswirkungen der oben geschilderten Maßnahmen zur Temperierung der Abgasreinigungsanlage 2 können durch Erfassung der Temperatur im Einlasskrümmer 18 mittels des Temperatursensors 26 verfolgt und ausgewertet werden. Erfindungsgemäß kann hierzu die erfasste Temperatur mit Temperaturschwellen verglichen werden. Bei Überschreiten einer ersten Temperaturschwelle im Bereich von etwa 90 °C bis 170 °C, bevorzugt im Bereich von 110 °C bis 150 °C kann vorgesehen sein, dem Motor 1 Verbrennungsluft zumindest überwiegend, vorzugsweise wenigstens annähernd vollständig über den Ladeluftkühler 10 zuzuführen. Wird eine zweite, im Vergleich zur ersten höhere Temperaturschwelle überschritten, so kann vorgesehen sein, der Verbrennungsluft ausschließlich über den AGR-Kühler 20 geführtes Abgas zuzumischen. Die zweite Temperaturschwelle liegt vorzugsweise im Bereich von 100 °C bis 180 °C, besonders bevorzugt im Bereich von 120 °C bis 160 °C.

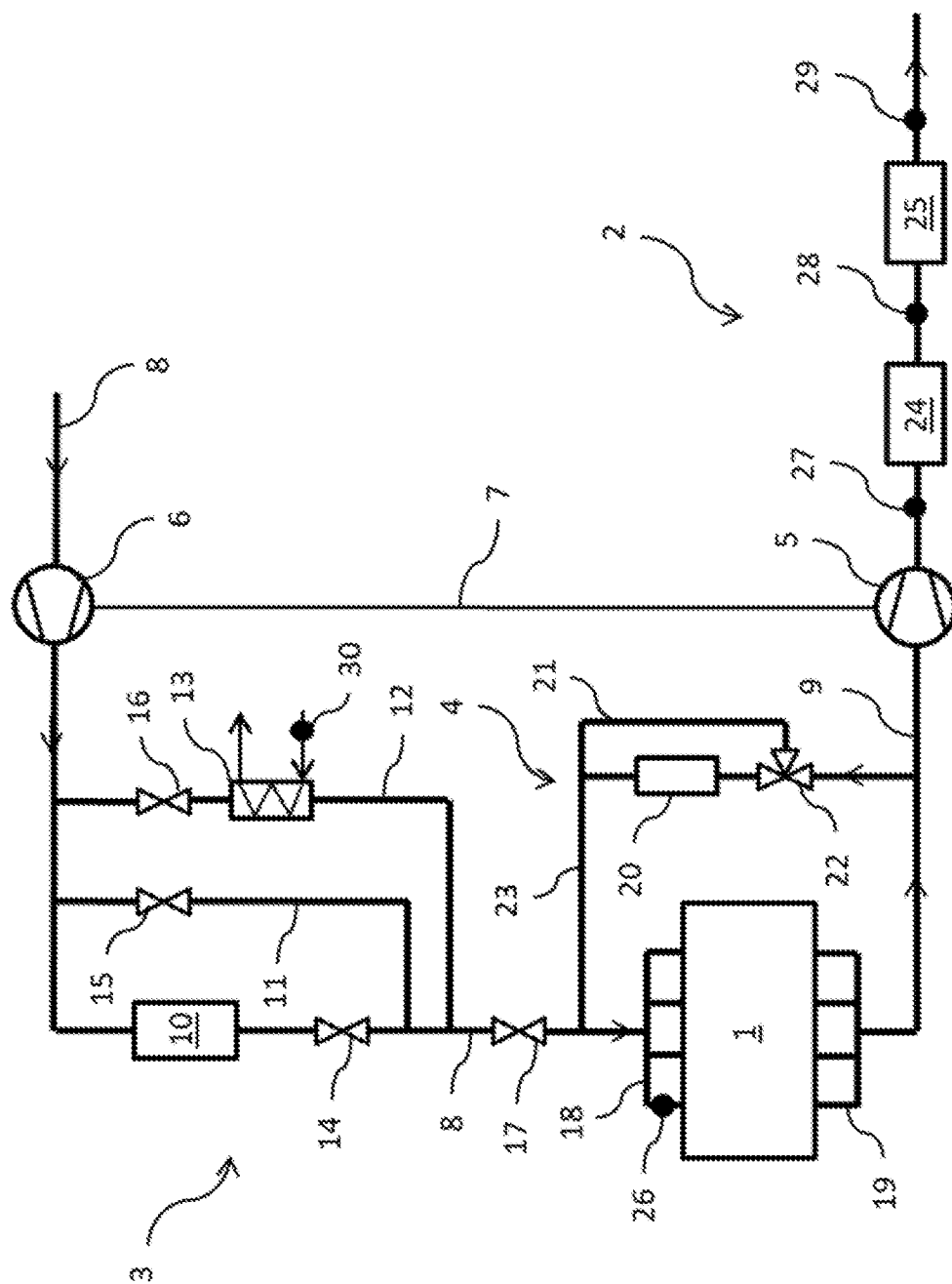
BEZUGSZEICHENLISTE

- | | |
|---------|-------------------------------|
| 1 | Verbrennungsmotor |
| 2 | Abgasreinigungsanlage |
| 3 | Luftzufuhrsystem |
| 4 | HD-AGR-System |
| 5 | Turbine |
| 6 | Verdichter |
| 7 | Welle |
| 8 | Luftzufuhrleitung |
| 9 | Abgasleitung |
| 10 | Ladeluftkühler |
| 11 | Erster Ladeluftkühler-Bypass |
| 12 | Zweiter Ladeluftkühler-Bypass |
| 13 | Wärmetauscher |
| 14 | Erstes Sperrventil |
| 15 | Zweites Sperrventil |
| 16 | Drittes Sperrventil |
| 17 | Einlassluft-Drosselklappe |
| 18 | Einlasskrümmer |
| 19 | Abgaskrümmer |
| 20 | AGR-Kühler |
| 21 | AGR-Kühler-Bypass |
| 22 | 3-Wege-Ventil |
| 23 | AGR-Leitung |
| 24 | Erster Abgaskonverter |
| 25 | Zweiter Abgaskonverter |
| 26 - 30 | Temperaturfühler |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Temperierung einer an einen Verbrennungsmotor (1) angeschlossenen Abgasreinigungsanlage (2) mit einem SCR-Katalysator, wobei dem Verbrennungsmotor (1) verdichtete Verbrennungsluft über einen Ladeluftkühler (10) und/oder über einen ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass (11) und/oder über einen zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass (12) zugeführt wird, wobei in einem Niedriglastbetrieb des Verbrennungsmotors (1) dem Verbrennungsmotor (1) bei Unterschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass (10) und bei Überschreiten eines Schwellenwerts für eine Temperatur des Motorkühlmittels zumindest überwiegend über den zweiten, durch ein mit Motorkühlmittel beheizbaren Ladeluftkühler-Bypass (12) zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schwellenwert für die Temperatur des Motorkühlmittels im Bereich von 45 °C bis 70 °C liegt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass für den Schwellenwert für die Temperatur des Motorkühlmittels eine Kühlmittelaustrittstemperatur maßgebend ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Niedriglastbereich des Verbrennungsmotors (1) der verdichteten Verbrennungsluft rückgeführtes Abgas ungekühlt zugemischt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Überschreiten eines vorgegebenen Lastpunkts für den Betrieb des Verbrennungsmotors (1) und bei Überschreiten einer vorgegebenen unteren Temperaturgrenze für die Abgasreinigungsanlage (2) dem Verbrennungsmotor (1) verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den Ladeluftkühler (10) zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Überschreiten eines vorgegebenen Lastpunkts für den Betrieb des Verbrennungsmotors (1) und bei Unterschreiten der vorgegebenen unteren Temperaturgrenze für die Abgasreinigungsanlage (2) dem Verbrennungsmotor (1) verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend sowohl über den Ladeluftkühler (10) als auch über den ersten, unbeheizten Ladeluftkühler-Bypass (11) zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Überschreiten einer vorgebbaren ersten Temperaturschwelle in einem Lufteinlasskrümmer (18) des Verbrennungsmotors (1) dem Verbrennungsmotor (1) verdichtete Verbrennungsluft zumindest überwiegend über den Ladeluftkühler (10) zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Überschreiten einer vorgebbaren zweiten Temperaturschwelle in einem Lufteinlasskrümmer (18) des Verbrennungsmotors (1) der verdichteten Verbrennungsluft über einen AGR-Kühler (20) geführtes, gekühltes rückgeführtes Abgas zugemischt wird, wobei die zweite Temperaturschwelle höher als die erste Temperaturschwelle ist.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



Figur