



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 931 922 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.10.2001 Patentblatt 2001/43

(51) Int Cl.7: **F02D 41/02**, F01N 3/08,
F01N 3/22

(21) Anmeldenummer: **98123165.7**

(22) Anmeldetag: **04.12.1998**

(54) **Verfahren und Einrichtung zum Reinigen von Abgasen eines Verbrennungsmotors**

Method and apparatus to purify the exhaust gas of an internal combustion engine

Procédé et dispositif d'épuration de gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **24.01.1998 DE 19802631**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(73) Patentinhaber: **DaimlerChrysler AG**
70567 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Boegner, Walter**
71686 Remseck (DE)

- **Karl, Günter, Dr.**
73732 Esslingen (DE)
- **Krutzsch, Bernd, Dr.**
73770 Denkendorf (DE)
- **Schön, Christof, Dr.**
73630 Remshalden (DE)
- **Voigtländer, Dirk**
70825 Korntal (DE)
- **Weninger, Günter**
70599 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 582 917 **EP-A- 0 625 633**
EP-A- 0 814 242 **US-A- 5 657 625**

EP 0 931 922 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 Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen von Abgasen eines Verbrennungsmotors mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1. Außerdem betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Reinigen von Abgasen eines Verbrennungsmotors.

[0002] Um die Schadstoffemission eines Verbrennungsmotors zu reduzieren, kann ein derartiger Motor, z.B. Diesel- oder Ottomotor, mit einer von den Abgasen des Verbrennungsmotors durchströmten Abgasreinigungseinrichtung ausgestattet werden. Zur Reinigung der Verbrennungsmotorabgase eignen sich in besonderer Weise NO_x -Adsorbersysteme. Derartige, auch als NO_x -Adsorber-Katalysatoren bezeichnete Abgasreinigungselemente speichern unter bestimmten Voraussetzungen die Stickoxide (NO_x) von Verbrennungskraftmaschinen, sofern diese "mager" betrieben werden. Ein solcher Mager-Betrieb liegt vor, wenn das Verbrennungs-Luftverhältnis λ größer als 1 ist, das heißt wenn eine überstöchiometrische Verbrennung vorliegt, bei der große Mengen Sauerstoff im Abgas vorhanden sind. Zur Regeneration derartiger, aufgrund ihrer Speicherfähigkeit auch als Speicher-Katalysator bezeichneten NO_x -Adsorbersysteme wird reduzierend wirkendes Abgas mit möglichst hohem Reduktionsmittelgehalt benötigt, damit das im NO_x -Adsorber-Katalysator gespeicherte NO_x freigesetzt und zu Stickstoff N_2 umgesetzt werden kann. Eine Verbrennungskraftmaschine produziert reduzierend wirkendes Abgas, wenn eine "fette" Verbrennung, das heißt eine unterstöchiometrische Verbrennung mit $\lambda < 1$ vorliegt, bei der kein oder nur noch wenig Restsauerstoff im Abgas vorhanden ist.

[0003] Die mit einem derartigen NO_x -Speicher-Katalysator ausgestatteten Verbrennungsmotoren müssen demnach über eine Motorsteuerung verfügen, die einen Wechsel zwischen Mager-Betrieb und Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors ermöglicht.

[0004] Aufgrund des Mager-Betriebs sind in den Abgasen des Verbrennungsmotors Schwefeloxid-Verbindungen (SO_x), vorzugsweise Schwefeldioxid (SO_2), enthalten, die während eines Mager-Betriebes mit dem Speicher-Material des NO_x -Speicher-Katalysators reagieren und dabei Sulfate bilden. Eine derartige Sulfatbildung führt zu einer Verringerung der NO_x -Speicherkapazität des NO_x -Speicher-Katalysators, was auch als "Schwefelvergiftung" des NO_x -Speicher-Katalysators bezeichnet wird.

[0005] Zur Aufrechterhaltung der Funktion des NO_x -Speicher-Katalysators kann dieser von Zeit zu Zeit von angelagertem Sulfat befreit und dadurch regeneriert werden. Zur Erzielung einer wirksamen Regeneration ist es bekannt, erhöhte Abgastemperaturen von z.B. über 550°C und eine fette Abgaszusammensetzung einzustellen. Je nach Schwefelgehalt von Kraftstoff und Motoröl als den wesentlichen Schwefelquellen muss die Regeneration des NO_x -Speicher-Katalysators in mehr

oder weniger kurzen Zeitabständen durchgeführt werden. Diese Zeitabstände liegen typischerweise im Bereich von einigen Betriebsstunden.

[0006] Hierfür wird in der Patentschrift US 5 657 625 A ein Verfahren zur Sulfat-Regeneration eines NO_x -Speicher-Katalysators beschrieben, das zur Erreichung der Regenerationsbedingungen die Einstellung unterschiedlicher Luftverhältnisse bei verschiedenen Zylindern eines mehrzylindrigen Verbrennungsmotors und eine Verstellung des Zündzeitpunkts bei den betroffenen Zylindern beinhaltet. Dieses Verfahren ist jedoch mit einem hohen regelungstechnischen Aufwand verbunden und unterbricht in unerwünschter Weise den normalen Betrieb des Verbrennungsmotors.

[0007] Um die Häufigkeit der erforderlichen Regenerationsvorgänge zu verringern, können zum einen Kraftstoffe und Motorenöle mit niedrigem Schwefelgehalt verwendet werden, zum anderen kann die Schwefelvergiftung des NO_x -Speicher-Katalysators vermieden werden, in dem ein in der Literatur als "SO_x-Trap" bezeichneter SO_x -Speicher-Katalysator verwendet wird, der im Abgasstrang vor dem NO_x -Speicher-Katalysator angeordnet ist.

[0008] Wenn die Abgase den SO_x -Speicher-Katalysator durchströmen, wird ein Großteil der vom Motor emittierten Schwefelverbindungen darin absorbiert und abgespeichert und auf diese Weise die Schwefelvergiftung des NO_x -Speicher-Katalysators vermieden.

[0009] Jedoch ist die NO_x -Speicher-Kapazität eines derartigen SO_x -Traps bzw. SO_x -Speicher-Katalysators begrenzt, so dass für einen Dauerbetrieb eine Regeneration bzw. Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators durchgeführt werden muss. Eine derartige Desulfatisierung kann mit Hilfe eines Abgases erreicht werden, das Reduktionsmittel (z.B. CO , H_2 , HC) enthält und eine relativ hohe Temperatur aufweist. Unter diesen Bedingungen werden die zuvor gespeicherten Schwefelmengen hauptsächlich als SO_2 und H_2S desorbiert und freigesetzt, wobei die SO_x -Speicherkapazität des SO_x -Speicher-Katalysators wieder hergestellt wird.

[0010] Der Einsatz eines SO_x -Traps und ein Verfahren zu dessen Desulfatisierung ist in der europäischen Patentanmeldung EP 0 625 633 A1 beschrieben. EP 0 625 633 A1 enthält jedoch keine Angaben darüber, wie die zur Desulfatisierung des SO_x -Traps notwendige Temperaturerhöhung des Abgases gezielt und auf einfache Weise erreicht werden kann.

[0011] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend auszugestalten, dass die für die Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators notwendige Abgaszusammensetzung und Abgastemperatur mit technisch einfachen Maßnahmen bzw. Einrichtungen bereitgestellt werden kann.

[0012] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0013] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Ge-

danken, mit Hilfe der Motorsteuerung die Abgaszusammensetzung dahingehend zu beeinflussen, dass diese eine reduzierende Atmosphäre aufweisen, die im SO_x-Speicher-Katalysator eine Freisetzung der SO_x-Verbindungen bewirken kann. Die dazu außerdem erforderliche hohe Abgastemperatur wird dabei in einfacher Weise - mit Hilfe der vorgeschlagenen Zuführung von sekundärer Luft in den Abgasstrang, nach dem Motor und vor dem SO_x-Speicher-Katalysator erreicht. Hierbei wird die Erkenntnis ausgenutzt, dass das mit Reduktionsmitteln angereicherte Abgas eine hohe chemische Energie enthält, die unter Zufuhr von Sauerstoff mittels entsprechender chemischer Reaktionen in Wärmeenergie umgesetzt werden kann. Der dazu benötigte Sauerstoff wird mit der Sekundärluft zur Verfügung gestellt. Im SO_x-Speicher-Katalysator kann dann eine katalytische Verbrennung eines Teils der im Abgas mitgeführten Reduktionsmittel mit dem Sauerstoff der Sekundärluft stattfinden, bei der Wärmeenergie freigesetzt und vorzugsweise an das Oberflächenmaterial des SO_x-Speicher-Katalysators übertragen wird. Die für die Sulfatzersetzung notwendige hohe Temperatur im SO_x-Speicher-Katalysator kann somit durch diese chemische Reaktion im SO_x-Speicher-Katalysator selbst erzeugt werden und erfordert daher keine zusätzliche Energiequelle.

[0014] Eine Reduktionsmittel enthaltende Atmosphäre wird im Abgas auf einfache Weise dadurch bereitgestellt, dass durch die Motorsteuerung von Mager-Betrieb auf Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors umgestellt wird.

[0015] Um eine optimale Desulfatisierung erzielen zu können wird im SO_x-Speicher-Katalysator vorzugsweise eine Temperatur von mehr als 550 °C eingestellt.

[0016] Um eine derartig hohe Temperatur im SO_x-Speicher-Katalysator erzielen zu können und um eine für die Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators optimale Zusammensetzung der Abgase zu erreichen, wird das Verbrennungs-Luftverhältnis der mit der Sekundärluft vermischten Abgase aus einem Bereich von $\lambda = 0,75$ bis $\lambda = 0,99$ gewählt.

[0017] Die Einstellung dieser bevorzugten Werte für das Verbrennungs-Luftverhältnis der mit Sekundärluft gemischten Abgas und für die im SO_x-Speicher-Katalysator herrschende Temperatur wird entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch erzielt, dass während der Desulfatisierung durch die Motorsteuerung die Menge der zugeführten Sekundärluft und/oder das Verbrennungsluftverhältnis der vom Motor kommenden Abgase beeinflusst bzw. variiert wird. Die vorgeschlagenen Maßnahmen ermöglichen auf einfache Weise eine Regelung bzw. Steuerung der Parameter, die für den Ablauf der Desulfatisierung charakteristisch sind.

[0018] Bei einer Abgasreinigungseinrichtung, bei der im Abgasstrang vor dem NO_x-Speicher-Katalysator der SO_x-Speicher-Katalysator angeordnet ist, gelangen die bei der Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysa-

tors freigesetzten Schwefelverbindungen in den NO_x-Speicher-Katalysator und können dort Verbindungen mit dem NO_x-Speicher-Material eingehen und Sulfate bilden. Dies hat zur Folge, dass sich die NO_x-Speicher-Kapazität des NO_x-Speicher-Katalysators verringert.

[0019] Es stellt sich somit das Problem, die Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators so durchzuführen, dass dabei die Speicherfähigkeit des NO_x-Speicher-Katalysators nicht beeinträchtigt wird. Dies wird dadurch ermöglicht, dass im Abgasstrang ein den NO_x-Speicher-Katalysator umgehender Bypass vorgesehen ist, der während der Desulfatisierung von der Motorsteuerung aktiviert ist. Mit Hilfe dieses Bypasses werden die mit Schwefelverbindungen beladenen Abgase während der Desulfatisierung am NO_x-Speicher-Katalysator vorbeigeleitet, so dass es zu keiner Sulfatbildung im NO_x-Speicher-Katalysator kommen kann.

[0020] Bei einer anderen besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Adsorption von Schwefelverbindungen im NO_x-Speicher-Katalysator während der Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators auch dadurch verhindert werden, dass nach dem Umschalten von Mager-Betrieb auf Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors zunächst eine Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators durchgeführt wird, wobei die Motorsteuerung einen mit dem Regenerationsgrad des NO_x-Speicher-Katalysators korrelierenden Parameter überwacht und erst bei Erreichen eines vorbestimmten Schwellwertes für diesen Parameter die Zufuhr von Sekundärluft in den Abgasstrang veranlasst. Durch diese vorgelagerte Regenerationsphase werden mit Hilfe der während des Fett-Betriebs vom Motor emittierte Reduktionsmittel die in dem SO_x-Speicher-Katalysator und in dem NO_x-Speicher-Katalysator gespeicherten Sauerstoffmengen und Nitrate umgesetzt. Die beiden Katalysatoren (SO_x- und NO_x-Speicher-Katalysator) werden dadurch in einen reduzierten Zustand versetzt, in dem - außer den Sulfaten im SO_x-Speicher-Katalysator - näherungsweise keine sauerstoffhaltigen Atome oder Moleküle in den Katalysatoren mehr vorhanden sind. Nach einer derartigen Regeneration, insbesondere des NO_x-Speicher-Katalysators kann dann die eigentliche Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators erfolgen, indem Sekundärluft zugeführt wird. Bei dieser unmittelbar nachgeschalteten Desulfatisierung werden die während des Mager-Betriebes adsorbierten und gespeicherten Schwefelverbindungen aus dem SO_x-Speicher-Katalysator desorbiert und freigesetzt. Die freigesetzten Schwefelverbindungen können den reduzierten NO_x-Speicher-Katalysator durchströmen, ohne dass dabei eine Adsorption bzw. Speicherung der Schwefelverbindungen stattfinden kann. Eine Schwefelvergiftung bzw. Sulfatisierung des NO_x-Speicher-Katalysators kann somit während der Desulfatisierung des vorgeschalteten SO_x-Speicher-Katalysators verhindert werden und zwar ausschließlich durch die Wahl eines besonders geschickten Ablaufes der Steuerungs- bzw. Regelungsvorgänge. Ei-

ne nach diesem Verfahren arbeitende Abgasreinigungseinrichtung verfügt über wenig bewegliche Bauteile, ist dadurch robust, wenig stör anfällig und preiswert.

[0021] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen. Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Verbrennungsmotors mit einer Abgasreinigungseinrichtung, die einen einen NO_x -Speicher-Katalysator umgehenden Bypass aufweist und mit zwei Schließorganen ausgestattet ist,

Fig. 2 eine Prinzipskizze eines Verbrennungsmotors mit einer Abgasreinigungseinrichtung wie in Fig. 1, jedoch mit nur einem Schließorgan, und

Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Verbrennungsmotors mit einer Abgasreinigungseinrichtung wie in den Fig. 1 und 2, jedoch ohne Bypass.

[0022] Entsprechend den Fig. 1 bis 3 wird einem Verbrennungsmotor 1, der sowohl ein Diesel- als auch ein Otto-Motor sein kann, Luft über eine elektronisch oder elektrisch verstellbare Drosselklappe 2 zugeführt. Die Drosselklappe 2 ist dabei mit einer elektronischen Motorsteuerung 3 verbunden, die über einen Rechner, einen Speicher mit Daten und entsprechenden Programmen verfügt.

[0023] Die bei der Verbrennung vom Motor 1 gebildeten Abgase treten in einen Abgasstrang 4 einer Abgasreinigungseinrichtung 5 des Motors 1 ein. Dabei ist an den Abgasstrang 4, im gezeigten Ausführungsbeispiel bereits im Austrittsbereich der Abgase aus dem Verbrennungsmotor 1, eine Sekundärluftzuführung 6 angeschlossen, die mit einer von der Motorsteuerung 3 gesteuerten Sekundärluftpumpe 7 Sekundärluft in den Abgasstrang 4 zur Vermischung mit den Abgasen einbringen kann.

[0024] Nach den Anschlussstellen der Sekundärluftzuführung 6 an den Abgasstrang 4 ist eine λ -Sonde 8 im Abgasstrang angeordnet, die mit der Motorsteuerung 3 verbunden ist. Nach der λ -Sonde 8 ist im Abgasstrang 4 ein SO_x -Speicher-Katalysator 9 angeordnet, der vorzugsweise als SO_x -Trap ausgebildet ist.

[0025] Nach dem SO_x -Speicher-Katalysator 9 ist im Abgasstrang 4 ein mit der Motorsteuerung 3 verbundener Temperatursensor 10 angeordnet. Dabei misst der Temperatursensor 10 eine Temperatur, die mit der im SO_x -Speicher-Katalysator 9 herrschenden Temperatur korreliert.

[0026] Bei der Ausführungsform entsprechend Fig. 1 zweigt sich der Abgasstrang 4 in seinem weiteren Verlauf auf, wobei in einem ersten Teilstrang 4a ein NO_x -Speicher-Katalysator 11 angeordnet ist. Vor dem NO_x -Speicher-Katalysator 11 ist in diesem ersten Teilstrang

4a ein als Abgasklappe ausgebildetes Schließorgan 12 angeordnet, das mit der Motorsteuerung 3 verbunden ist und durch diese zwischen einer Durchlassstellung und einer Sperrstellung verstellbar ist.

[0027] Ein nach der Abzweigung ausgebildeter zweiter Teilstrang 4b bildet einen den NO_x -Speicher-Katalysator 11 umgehenden Bypass 13. In diesem Bypass 13 ist ebenfalls ein als Abgasklappe ausgebildetes Schließorgan 14 angeordnet, das auch mit der Motorsteuerung 3 verbunden und zwischen einer Durchlassstellung und einer Sperrstellung verstellbar ist.

[0028] Die Teilstränge 4a und 4b des Abgasstranges 4 sind nach dem NO_x -Speicher-Katalysator 11 wieder zu einem gemeinsamen Abgasstrang 4 zusammengeführt.

[0029] Das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren arbeitet wie folgt:

[0030] Die Motorsteuerung 3 überwacht die Speicherkapazität des SO_x -Speicher-Katalysators 9 und stellt fest, wann eine Regeneration des SO_x -Speicher-Katalysators erforderlich ist. Um die aktuelle Speicherkapazität des SO_x -Speicher-Katalysators 9 feststellen zu können, kann vorgesehen sein, dass hier nicht dargestellte Sensoren im SO_x -Speicher-Katalysator 9 oder im Abgasstrang 4 angeordnet sind, die z.B. einen Anstieg des Gehalts an Schwefelverbindungen im Abgas oder einen anderen, mit der SO_x -Speicher-Kapazität korrelierenden Parameter detektieren. Ebenso ist es möglich, die jeweils aktuelle Speicherkapazität des SO_x -Speicher-Katalysators 9 anhand von in einem entsprechenden Speicher abgelegten Kennfeldern zu bestimmen, in denen beispielsweise die SO_x -Speicher-Kapazität in Abhängigkeit von der Betriebsdauer des Verbrennungsmotors 1 und des Schwefelgehalts der vom Motor 1 kommenden Abgase abgelegt ist.

[0031] Nachdem die Motorsteuerung 3 ein Absinken der SO_x -Speicher-Kapazität auf bzw. unter einen vorbestimmten Schwellwert festgestellt hat, beeinflusst sie das Betriebsverhalten des Verbrennungsmotors 1 dahingehend, dass dieser von einem Mager-Betrieb auf einen Fett-Betrieb umgestellt wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass sich ggf. bei der Umstellung zwischen den beiden Betriebsarten (mager bzw. fett) auftretende Veränderung der Motorleistung, insbesondere des Motordrehmoments, z.B. durch eine entsprechende Veränderung der Stellung der Drosselklappe 2 ausgeglichen wird, so dass der Fahrer den Wechsel zwischen den Betriebsarten nicht wahrnimmt.

[0032] Mit dem Wechsel auf fetten Motorbetrieb oder dazu zeitlich verzögert wird die Sekundärluftpumpe 7 aktiviert, so dass Sekundärluft in den Abgasstrang 4 einblasen wird. Dabei vermischt sich das von Motor 1 kommende Abgas mit der Sekundärluft. Aufgrund der im Fett-Betrieb unterstöchiometrischen Verbrennung mit $\lambda < 1$ sind die vom Motor 1 kommenden Abgase mit Reduktionsmittel beladen. Durch die Zufuhr von Sekundärluft werden die Abgase außerdem mit Sauerstoff angereichert.

[0033] Mit Hilfe der λ -Sonde 8 wird von der Motorsteuerung 3 der aktuelle λ -Wert vor dem SO_x -Speicher-Katalysator 9, das heißt das Verbrennungsluftverhältnis der mit der Sekundärluft vermischten Abgase, gemessen. Um einen vorbestimmten λ -Wert der Abgase ein-

stellen zu können, bei dem ein optimaler Ablauf der Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 gewährleistet werden kann, beeinflusst die Motorsteuerung 3 die Abgaszusammensetzung. Dazu werden erfindungsgemäß mehrere Möglichkeiten vorgeschlagen:

[0034] Entsprechend der ersten Möglichkeit zur Beeinflussung des λ -Wertes der dem SO_x -Speicher-Katalysator 9 zugeführten Abgase wird - bei einem konstant bleibenden Verbrennungs-Luftverhältnis der vom fett betriebenen Motor 1 kommenden Abgase - die Menge an zugeführter Sekundärluft über eine entsprechende Ansteuerung der Sekundärluftzuführung 6 bzw. deren Sekundärluftpumpe 7 variiert.

[0035] Entsprechend einer zweiten Möglichkeit zur Beeinflussung der Abgaszusammensetzung vor deren

Eintritt in den SO_x -Speicher-Katalysator 9 kann - bei einer konstant bleibenden Menge an zugeführter Sekundärluft - über die Motorsteuerung 3 das Verbrennungsluftverhältnis der vom Motor 1 erzeugten Abgase variiert werden, in dem die Motorsteuerung 3 in den Betrieb des Motors 1 eingreift.

[0036] Bei einer dritten Möglichkeit zur Beeinflussung des λ -Wertes der dem SO_x -Speicher-Katalysator 9 zugeführten Abgase werden die vorgenannten Möglichkeiten kombiniert, das heißt sowohl das Verbrennungsluftverhältnis der vom Motor 1 erzeugten Abgase als auch die Menge der zugeführten Sekundärluft werden durch die Motorsteuerung 3 in geeigneter Weise beeinflusst.

[0037] Das für eine Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 angestrebte Verbrennungsluftverhältnis wird vorzugsweise aus einem Bereich von $\lambda = 0,75$ bis $\lambda = 0,99$ gewählt.

[0038] Die in den SO_x -Speicher-Katalysator 9 eintretenden Abgase weisen einen hohen Gehalt an Reduktionsmitteln (z.B. CO , H_2 , HC) auf, außerdem sind diese Abgase nach der Sekundärluftzuführung 6 mit Sauerstoff angereichert, so dass im SO_x -Speicher-Katalysator 9 eine katalytische Verbrennung stattfinden kann. Bei dieser Reaktion wird die in den Reduktionsmitteln gespeicherte chemische Energie durch Oxidation in Wärmeenergie umgesetzt. Auf diese Weise wird der SO_x -Speicher-Katalysator 9 erwärmt und kann eine für die Desulfatisierung optimale Temperatur erreichen.

[0039] Mit Hilfe des Temperatursensors 10 wird die Erwärmung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 überwacht. Diese Erwärmung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 kann durch eine Beeinflussung des Verbrennungsluftverhältnisses der dem SO_x -Speicher-Katalysator 9 zugeführten Abgase reguliert werden. Die Motorsteuerung 3 regelt bzw. stellt im SO_x -Speicher-Katalysator 9 mit Hilfe des Temperatursensors 10 eine für die Desulfatisierung optimale Temperatur ein, vorzugs-

weise mehr als 550°C . Außerdem ermöglicht der Temperatursensor 10 einen wirksamen Schutz vor Überhitzung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 bzw. der anderen Bestandteile der Abgasreinigungseinrichtung 5.

[0040] Während der normalen Betriebsphase des Verbrennungsmotors 1 bzw. dessen Abgasreinigungseinrichtung 5, in denen Schwefelverbindungen im SO_x -Speicher-Katalysator 9 adsorbiert und gespeichert werden, ist die Abgasklappe 14 des Bypasses 13 geschlossen, während die Abgasklappe 12 in dem den NO_x -Speicher-Katalysator 11 enthaltenden Teilstrang 4a des Abgasstranges 4 geöffnet ist. Die von Schwefelverbindungen gereinigten Abgase durchströmen den NO_x -Speicher-Katalysator 11 und werden in diesem von Stickoxiden (NO_x) befreit.

[0041] Während der Desulfatisierung wird gleichzeitig mit der Aktivierung der Sekundärluftzuführung 6 oder zeitlich verzögert die Abgasklappe 12 geschlossen und die Abgasklappe 14 geöffnet, so dass die Abgase unter Umgehung des NO_x -Speicher-Katalysators 11 ausschließlich den Bypass 13 durchströmen. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die während der Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 freigesetzten Schwefelverbindungen von der Abgasströmung nicht in den NO_x -Speicher-Katalysator 11 transportiert werden können. Somit kann wirksam eine Sulfatbildung im NO_x -Speicher-Katalysator 11 und folglich dessen Vergiftung bzw. Kapazitätsverminderung verhindert werden.

[0042] Zur Vermeidung einer Schwefelvergiftung des NO_x -Speicher-Katalysators 11 während der Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 ist im Unterschied zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 bei einem anderen Aufbau der Abgasreinigungseinrichtung 5 entsprechend Fig. 2 nur ein als Abgasklappe ausgebildetes Schließorgan 15 vorgesehen, das im Bypass 13 angeordnet und über eine Verbindung mit der Motorsteuerung 3 durch diese zwischen einer Durchgangsstellung und einer Sperrstellung verstellbar ist. Während des Normalbetriebes des Verbrennungsmotors 1 bzw. der Abgasreinigungsanlage 5 ist die Abgasklappe 15 in ihrer geschlossenen Stellung, so dass die schwefelfreien Abgase den NO_x -Speicher-Katalysator 11 durchströmen müssen. Im Unterschied dazu ist die Abgasklappe 15 während der Regenerationsphase bzw. Desulfatisierung des SO_x -Speicher-Katalysators 9 auf Durchlass geschaltet. Zwar sind bei dieser Ausführungsform gemäß Fig. 2 bei geöffneter Abgasklappe 15 zwei Strömungswege, nämlich durch Teilstrang 4a und durch Teilstrang 4b, möglich, jedoch ist der Abgasstrang 4 in diesem Bereich strömungstechnisch derart ausgebildet, dass bei geöffneter Abgasklappe 15 die Abgase ausschließlich oder zumindest größtenteils durch den Bypass 13 strömen und keine schwefelhaltigen Abgase oder nur vernachlässigbar geringe Anteile den NO_x -Speicher-Katalysator 11 durchströmen. Dies wird beispielsweise durch eine Erhöhung des Strömungswiderstandes im Teilstrang 4a, z.B. durch eine Drosselstelle

realisiert. Die Abgasreinigungseinrichtung 5 entsprechend Fig. 2 ist aufgrund ihrer Ausführung mit nur einer Abgasklappe 15 preiswerter und weniger störanfällig als die Ausführungsform entsprechend Fig. 1.

[0043] Entsprechend Fig. 3 wird bei einer anderen Variante ein Schutz des NO_x-Speicher-Katalysators 11 vor einer Schwefelvergiftung während der Desulfatisierung auch ohne Bypass erreicht. Dies wird dadurch ermöglicht, dass bei einer derartigen Abgasreinigungseinrichtung 5 vor der eigentlichen Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators 9 von der Motorsteuerung 3 eine Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators 11 durchgeführt wird.

[0044] Der gesamte Desulfatisierungsvorgang läuft bei einer Anordnung entsprechend Fig. 3 wie folgt ab:

[0045] Nachdem die Motorsteuerung 3 ein Absinken der SO_x-Speicher-Kapazität des SO_x-Speicher-Katalysators 9 auf oder unter einen vorbestimmten Schwellwert festgestellt hat, veranlasst sie - wie bei den Ausgestaltungen gemäß den Fig. 1 und 2 - einen Wechsel von Mager-Betrieb auf Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors 1, jedoch in diesem Fall ohne die Sekundärluftzuführung 6 zu aktivieren. Der Verbrennungsmotor 1 erzeugt dann Abgase mit einem relativ hohen Reduktionsmittelgehalt, die im NO_x-Speicher-Katalysator 11 eine Reduktionsreaktion auslösen, bei der die im NO_x-Speicher-Katalysator 11 adsorbierten Stickoxide reduziert und in Form unbedenklicher Verbindungen wie N₂, CO₂, H₂O freigesetzt werden. Der NO_x-Speicher-Katalysator 11 wird durch seine Regeneration in einen reduzierten Zustand überführt, bei dem keine sauerstoffhaltigen Spezies mehr im NO_x-Speicher-Katalysator 11 vorhanden sind.

[0046] Während dieser Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators 11 wird auch der SO_x-Speicher-Katalysator 9 von den reduzierend wirkenden Abgasen des fett betriebenen Verbrennungsmotors 1 durchgeströmt, so dass auch im SO_x-Speicher-Katalysator 9 eine Reduktion stattfinden kann, bei der außer den Schwefeloxidverbindungen (SO_x) sauerstoffhaltige Verbindungen freigesetzt werden.

[0047] Das Ende des Regenerationsvorganges für den NO_x-Speicher-Katalysator 11 wird von der Motorsteuerung 3 festgestellt. Beispielsweise erfolgt der Regenerationsprozess anhand von in Kennfeldern abgespeicherten Parametern oder mit Hilfe eines im Abgasstrang 4 nach dem NO_x-Speicher-Katalysator 11 angeordneten zusätzlichen Sensors 16. Dieser Sensor 16 ist mit der Motorsteuerung 3 verbunden und kann entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform als λ-Sonde ausgebildet sein. Das Ende der Regenerationsphase kann vom Sensor 16 beispielsweise dadurch detektiert werden, dass die im Abgas enthaltenen Reduktionsmittel in zunehmenden Maße den NO_x-Speicher-Katalysator 11 unverändert durchströmen.

[0048] Nach Abschluss der Regenerationsphase des NO_x-Speicher-Katalysators 11 beginnt die eigentliche Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators 9, in

dem mit Hilfe der Sekundärluftzuführung 6 Sekundärluft in die vom Motor 1 kommenden Abgase eingeleitet wird. Mit Hilfe des Verbrennungsluftverhältnisses vor dem SO_x-Speicher-Katalysator 9 werden die optimalen Bedingungen für die Desulfatisierung durch die Motorsteuerung 3 eingestellt bzw. eingeregelt. Dabei ist es durchaus möglich, dass für die Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators 11 ein Fett-Betrieb mit einem anderen λ-Wert als für die Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators 9 eingestellt wird.

[0049] Die während der Desulfatisierung freigesetzten Schwefelverbindungen werden von der Abgasströmung dem NO_x-Speicher-Katalysator 11 zugeleitet. Da dieser sich jedoch in einem reduzierten Zustand befindet, können die im Abgas enthaltenen Schwefelverbindungen von dessen Adsorbiermaterial nicht adsorbiert und gespeichert werden, so dass die Schwefelverbindungen den NO_x-Speicher-Katalysator 11 unverändert durchströmen. Mit Hilfe dieses erfindungsgemäß vorgeschlagenen geschickten Regelungsvorganges kann somit effektiv eine Sulfatisierung bzw. Schwefelvergiftung des NO_x-Speicher-Katalysators 11 während der Desulfatisierung des vorgeschalteten SO_x-Speicher-Katalysators 9 vermieden werden.

[0050] Eine Abgasreinigungseinrichtung 5 entsprechend Fig. 3 weist im Vergleich zu den vorgehend beschriebenen Ausführungsformen entsprechend Fig. 1 und 2 keine Abgasklappen auf, so dass der Gesamtaufbau der Abgasreinigungseinrichtung 5 erheblich robuster und weniger störanfällig, somit wartungsfreundlich und insgesamt preiswert ist.

[0051] Das Ende der Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators 9 wird bei allen gezeigten Ausführungsbeispielen von der Motorsteuerung 3 beispielsweise anhand von in Kennfeldern abgelegten Parametern ermittelt. Zusätzlich oder alternativ kann entsprechend Fig. 3 zwischen dem SO_x-Speicher-Katalysator 9 und dem NO_x-Speicher-Katalysator 11 im Abgasstrang 4, insbesondere bei den Beispielen gemäß den Fig. 1 und 2 vor dem Bypass 13, ein weiterer Sensor 17 angeordnet sein, der mit der Motorsteuerung 3 verbunden ist. Dieser Sensor 17 kann beispielsweise eine Abnahme freigesetzter Schwefelverbindungen in den Abgasen detektieren oder entsprechend einer anderen Ausführungsform als λ-Sonde ausgebildet sein und das Verbrennungsluftverhältnis der Abgase nach dem SO_x-Speicher-Katalysator 9 überwachen.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen von Abgasen eines Verbrennungsmotors mit einer Motorsteuerung, die einen Wechsel zwischen einem Mager-Betrieb und einem Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors ermöglicht, und mit einer Abgasreinigungseinrichtung, bei der im Abgasstrang nach dem Motor nacheinander eine λ-Sonde, ein SO_x-Speicher-Kataly-

sator und ein NO_x-Speicher-Katalysator angeordnet sind,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- A mit Hilfe einer mit der Motorsteuerung (3) verbundenen Sensorik wird ein mit der aktuellen SO_x-Speicher-Kapazität des SO_x-Speicher-Katalysators (9) korrelierender Parameter generiert, 5
- B wenn die Motorsteuerung (3) eine Abnahme der SO_x-Speicher-Kapazität unter einen voreingestellten Parameter-Wert feststellt, startet diese die Desulfatisierung des SO_x-Speicher-Katalysators, in dem sie einen Wechsel von Mager-Betrieb auf Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors veranlasst, 10
- C mit Hilfe einer steuerbaren Sekundärluftzuführung wird nach dem Motor (1) und vor der λ-Sonde (8) Sekundärluft in den Abgasstrang (4) eingebracht, 15
- D das aktuelle Verbrennungsluftverhältnis der mit Sekundärluft gemischten Abgase wird von der λ-Sonde (8) detektiert und **durch** die Motorsteuerung (3) auf einen vorbestimmten Wert eingestellt, 20
- E mit Hilfe eines Temperatursensors (10) wird ein mit der im SO_x-Speicher-Katalysator (9) herrschenden Temperatur korrelierender Signalwert generiert, wobei **durch** die Motorsteuerung (3) die im SO_x-Speicher-Katalysator (9) herrschende Temperatur zur Erzielung eines vorbestimmten Signalwertes eingestellt wird, 25
- F beim Erreichen eines vorbestimmten Schwellwertes für den mit der SO_x-Speicher-Kapazität des SO_x-Speicher-Katalysators (9) korrelierenden Parameter beendet die Motorsteuerung (3) die Desulfatisierung, in dem sie einen Wechsel von Fett-Betrieb auf Mager-Betrieb des Verbrennungsmotors (1) veranlasst. 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** während der Desulfatisierung, zum Einstellen der vorbestimmten Werte für das Verbrennungsluftverhältnis der mit Sekundärluft gemischten Abgase und für die im SO_x-Speicher-Katalysator (9) herrschende Temperatur die Motorsteuerung (3) die Menge der zugeführten Sekundärluft und/oder das Verbrennungsluftverhältnis der vom Motor (1) kommenden Abgase variiert. 35
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** im Abgasstrang (4) ein den NO_x-Speicher-Katalysator (11) umgehender Bypass (13) vorgesehen ist, der während der Desulfatisierung durch die Motorsteuerung (3) aktiviert ist. 40
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** Mittel (12, 14) zum Leiten der Abgasströmung vorgesehen sind, die während aktivierter Desulfatisierung die Abgase durch den Bypass (13) leiten und den Zustrom zum NO_x-Speicher-Katalysator (11) sperren und während deaktivierter Desulfatisierung die Abgase durch den NO_x-Speicher-Katalysator (11) leiten und eine Durchströmung des Bypasses (13) sperren. 45
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Mittel zum Leiten der Abgasströmung eine Weiche vorgesehen ist, die in einer Gabelung des Abgasstranges (4) in den NO_x-Speicher-Katalysator (11) und in den Bypass (13) angeordnet ist. 50
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** als Mittel zum Leiten der Abgasströmung in der Zuströmung zum NO_x-Speicher-Katalysator (11) ein erstes Schließorgan (12) und im Bypass (13) ein zweites Schließorgan (14) vorgesehen ist, wobei die Schließorgane (12, 14) wechselseitig auf Durchlass und Sperren geschaltet sind. 55
7. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** ein Schließorgan (15) im Bypass (13) angeordnet ist und die Anordnung aus Bypass (13) und NO_x-Speicher-Katalysator (11) im Abgasstrang (4) strömungstechnisch dahingehend ausgebildet ist, dass bei auf Durchlass geschaltetem Schließorgan (15) die Abgase ausschließlich oder im wesentlichen nur den Bypass (13) durchströmen. 60
8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** nach der Durchführung des Schrittes B eine Regeneration des NO_x-Speicher-Katalysators (11) durchgeführt wird, wobei die Motorsteuerung (3) einen mit dem Regenerationsgrad des NO_x-Speicher-Katalysators (11) korrelierenden Parameter überwacht und erst bei Erreichen eines vorbestimmten Schwellwertes für diesen Parameter die Durchführung des Schrittes C veranlasst. 65
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zur Detektion des mit dem Regenerationsgrad des NO_x-Speicher-Katalysators (11) korrelierenden Parameters ein Sensor (16), insbesondere eine λ-Sonde, vorgesehen ist, der nach dem NO_x-Speicher-Katalysator (11) im Abgasstrang (4) angeordnet ist. 70
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mit der SO_x-Speicher-Kapazität des SO_x-Speicher-Katalysators (9) korrelierender Parameter in Abhängigkeit von der Betriebsdauer des Verbrennungsmotors (1) und von der Zusammensetzung der vom Motor (1) kommenden Abgase kennfeldmäßig ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Detektion des mit der SO_x-Speicher-Kapazität des SO_x-Speicher-Katalysators (9) korrelierenden Parameters ein Sensor (17), insbesondere eine λ-Sonde, zwischen SO_x-Speicher-Katalysator (9) und NO_x-Speicher-Katalysator (11) im Abgasstrang (4) angeordnet ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der für die Desulfatisierung vorbestimmte Wert des Verbrennungs-Luftverhältnisses der mit der Sekundärluft vermischten Abgase aus einem Bereich von $\lambda = 0,75$ bis $\lambda = 0,99$ gewählt ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der für die Desulfatisierung vorbestimmte Wert der im SO_x-Speicher-Katalysator (9) herrschenden Temperatur einer Temperatur von mehr als 550° C entspricht.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass beim Wechsel zwischen Mager-Betrieb und Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors (1) die Motorsteuerung (3) mit Hilfe einer steuerbaren Drosselklappe (2) eine Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor (1) in Richtung auf die Erzeugung eines konstanten Motor-Drehmomentes oder einer konstanten Motorleistung variiert.

15. Einrichtung zum Reinigen von Abgasen eines Verbrennungsmotors (1) mit einer Motorsteuerung (3), die einen Wechsel zwischen einem Mager-Betrieb und einem Fett-Betrieb des Verbrennungsmotors (1) ermöglicht, bei der nach dem Motor (1) in einem Abgasstrang (4) nacheinander eine Sekundärluftzuführung (6), eine λ-Sonde (8), ein SO_x-Speicher-Katalysator (9), ein Temperatursensor (10) und ein NO_x-Speicher-Katalysator (11) angeordnet sind.

16. Einrichtung nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Umgehung des NO_x-Speicher-Katalysators (11) ein Bypass (13) im Abgasstrang (4) vorgesehen ist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet,

dass im Abgasstrang (4) Mittel (12, 14) zum Leiten der Abgasströmung vorgesehen sind, mit denen die Abgasströmung im wesentlichen entweder durch den NO_x-Speicher-Katalysator (11) oder durch den Bypass (13) geleitet wird.

Claims

1. A process for purifying the exhaust emissions of an internal combustion engine with a engine control system which permits the internal combustion engine to switch between lean operation and rich operation and an exhaust emission control system in which a λ-sensor, a SO_x storage catalytic converter and a NO_x storage catalytic converter are positioned one after another in the exhaust train, **characterised by the following stages:**

- A a parameter correlating with the current SO_x storage capacity of the SO_x storage catalytic converter (9) is generated by means of a sensory mechanism connected to the engine control system (3),
- B when the engine control system (3) detects a reduction in SO_x storage capacity to below a pre-set parameter value, it starts desulphatisation of the SO_x storage catalytic converter by initiating a switch in the internal combustion engine from lean operation to rich operation,
- C secondary air is introduced into the exhaust train (4) after the engine (1) and before the λ-sensor (8) by means of a controlled secondary air feed system,
- D the current combustion air ratio of the exhaust emissions mixed with secondary air is detected by the λ-sensor (8) and set to a pre-determined value by the engine control system (3),
- E a signal value correlating with the temperature prevailing in the SO_x storage catalytic converter (9) is generated by means of a temperature sensor (10), with the temperature prevailing in the SO_x storage catalytic converter (9) being set to achieve a pre-determined signal value by the engine control system (3),
- F upon reaching a pre-determined threshold value for the parameter correlating with the SO_x storage capacity of the SO_x storage catalytic converter (9) the engine control system (3) ends desulphatisation by initiating a switch in the internal combustion engine (1) from rich operation to lean operation.

2. A process in accordance with claim 1,
characterised in that
during the desulphatisation process in order to set the pre-determined value for the combustion air ratio of the exhaust emissions mixed with the secondary air and for the temperature prevailing in the SO_x storage catalytic converter (9), the engine control system (3) varies the amount of secondary air supplied and/or the combustion air ratio of the exhaust emissions coming from the engine (1). 5
3. A process in accordance with claim 1 or 2,
characterised in that
a bypass (13) avoiding the NO_x storage catalytic converter (11) is provided in the exhaust train (4) and is activated during the desulphatisation process by the engine control system (3). 10
4. A process in accordance with claim 3,
characterised in that
means (12, 14) are provided to guide the flow of exhaust emissions which guide the emissions through the bypass (13) and block the supply to the NO_x storage catalytic converter (11) when the desulphatisation process is active and guide the emissions through the NO_x storage catalytic converter (11) and block any flow through the bypass (13) when the desulphatisation process is deactivated 20
5. A process in accordance with claim 4,
characterised in that
a switch positioned in a fork of the exhaust train (4) into the NO_x storage catalytic converter (11) and the bypass (13) is provided as the means of guiding the flow of exhaust emissions. 25
6. A process in accordance with claim 4,
characterised in that
a first closing member (12) is provided in the feed flow to the NO_x storage catalytic converter (11) and a second closing member (14) is provided in the bypass (13) as the means of guiding the flow of exhaust emissions, with the closing members (12, 14) being switched alternately to open and closed. 30
7. A process in accordance with claim 3,
characterised in that
a closing member (15) is positioned in the bypass (13) and that the arrangement of the bypass (13) and the NO_x storage catalytic converter (11) in the exhaust train (4) is designed in terms of flow technology in such a way that when the closing member (15) is switched to open the exhaust emissions flow exclusively or essentially through the bypass (13). 35
8. A process in accordance with claim 1 or 2,
characterised in that
once stage B is complete, a regeneration of the NO_x storage catalytic converter (11) is carried out with the engine control system (3) monitoring a parameter which correlates with the degree of regeneration of the NO_x storage catalytic converter (11) and not initiating the start of stage C until a pre-determined threshold value for this parameter is reached. 40
9. A process in accordance with claim 8,
characterised in that
in order to detect the parameter correlating with the degree of regeneration of the NO_x storage catalytic converter (11), a sensor (16), in particular a λ-sensor, is provided which is positioned after the NO_x storage catalytic converter (11) in the exhaust train (4). 45
10. A process in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the parameter correlating with the SO_x storage capacity of the SO_x storage catalytic converter (9) is calculated by means of a characteristic diagram dependent upon the period of operation of the internal combustion engine (1) and the composition of the exhaust emissions coming from the engine (1). 50
11. A process in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
in order to detect the parameter correlating with the SO_x storage capacity of the SO_x storage catalytic converter (9) a sensor (17), in particular a λ-sensor, is positioned between the SO_x storage catalytic converter (9) and the NO_x storage catalytic converter (11) in the exhaust train (4). 55
12. A process in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the value of the combustion air ratio of the exhaust emissions mixed with secondary air pre-determined for the desulphatisation process is selected from a range of between $\lambda = 0.75$ and $\lambda = 0.99$.
13. A process in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
the value of the temperature prevailing in the SO_x storage catalytic converter (9) predetermined for the desulphatisation process corresponds to a temperature of more than 550°C.
14. A process in accordance with one of the preceding claims,
characterised in that
during the switch in the internal combustion engine (1) from lean operation to rich operation the engine

control system (3) varies a supply of air to the internal combustion engine (1) in order to generate constant engine torque or constant engine output by means of a controlled throttle valve.

- 5
10
15
20
25
15. A device for purifying exhaust emissions in an internal combustion engine (1) with an engine control system (3) which permits a switch in the internal combustion engine (1) between lean operation and rich operation in which a secondary air feed (6), a λ -sensor (8), a SO_x storage catalytic converter (9), a temperature sensor (10) and a NO_x storage catalytic converter (11) are positioned one after the other after the engine in an exhaust train (4).
16. A device in accordance with claim 15, **characterised in that** a bypass (13) to avoid the NO_x storage catalytic converter (11) is provided in the exhaust train (4).
17. A device in accordance with claim 16, **characterised in that** means (12, 14) are provided in the exhaust train (4) to guide the flow of exhaust emissions and which essentially guide the flow of exhaust emissions either through the NO_x storage catalytic converter (11) or through the bypass (13).

Revendications

- 30
35
40
45
50
55
1. Procédé d'épuration des gaz d'échappement d'un moteur à combustion avec une commande de moteur, qui permet un passage entre un fonctionnement en régime pauvre et un fonctionnement en régime riche du moteur à combustion, et avec un dispositif d'épuration des gaz d'échappement, pour lequel dans le tronçon de gaz d'échappement, en aval du moteur, sont installés l'un après l'autre une sonde lambda, un catalyseur-accumulateur de SO_x et un catalyseur-accumulateur de NO_x, **caractérisé par** les étapes suivantes :
- A à l'aide d'une sensorique reliée à la commande moteur (3) on génère un paramètre qui met en corrélation avec la capacité d'accumulation en SO_x actuelle du catalyseur-accumulateur de SO_x (9),
- B lorsque la commande moteur (3) constate qu'il y a diminution de la capacité d'accumulation en SO_x, avec descente au-dessous d'une valeur pré-réglée de paramètres, celle-ci commence à effectuer la désulfatation du catalyseur-accumulateur de SO_x, procédé dans lequel elle provoque un passage du fonctionnement en régime pauvre au fonctionnement en régime riche de la part du moteur à combustion,
- C à l'aide d'une alimentation en air secondaire pouvant être commandée, on introduit après le moteur (1) et avant la sonde λ (8) de l'air secondaire dans le tronçon de gaz d'échappement (4),
- D le rapport d'air de combustion actuel des gaz d'échappement mélangés à l'air secondaire est appréhendé avant la sonde λ (8) et est réglé à une valeur prédéterminée, à l'aide de la commande moteur (3),
- E à l'aide d'un capteur de température (10) on génère une valeur de signal corrélant à la température régnant dans le catalyseur-accumulateur de SO_x (9), sachant que la température régnant dans le catalyseur-accumulateur de SO_x (9) est réglée au moyen de la commande de moteur (3), pour obtenir une valeur de signal prédéterminée,
- F lors de l'atteinte d'une valeur de seuil prédéterminée, pour le paramètre corrélant à la capacité d'accumulation en SO_x du catalyseur-accumulateur de SO_x (9), la commande de moteur (3) fait cesser la désulfatation en provoquant un passage du mode riche au mode pauvre du moteur à combustion (1).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pendant la désulfatation, pour régler les valeurs prédéterminées du mélange d'air de combustion, des gaz d'échappement mélangés à de l'air secondaire et, pour la température régnant dans le catalyseur-accumulateur de SO_x (9), la commande moteur (3) fait varier la quantité d'air secondaire fournie et/ou le rapport d'air de combustion des gaz d'échappement venant du moteur (1).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, dans le tronçon des gaz d'échappement (4), est prévue une dérivation (13) contournant le catalyseur-accumulateur de NO_x (11), dérivation qui est activée par la commande moteur (3) pendant le processus de désulfatation.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** des moyens (12, 14), pour diriger l'écoulement de gaz d'échappement, sont prévus qui, pendant que le processus de désulfatation est activé, font passer les gaz d'échappement par la dérivation (13) et bloquent l'arrivée d'écoulement au catalyseur-accumulateur de NO_x (11) et qui, pendant que le processus de désulfatation est désactivé, dirigent les gaz d'échappement par le catalyseur-accumulateur de NO_x (11) et bloquent tout passage d'écoulement dans la dérivation (13).

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'** est prévu, comme moyen pour guider l'écoulement des gaz d'échappement, un élément d'aiguillage qui est disposé dans une bifurcation du tronçon de gaz d'échappement (4), allant dans le catalyseur-accumulateur de NO_x (11) et allant vers la dérivation (13).
6. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** sont prévus comme moyens, pour guider l'écoulement des gaz d'échappement dans l'écoulement d'arrivée au catalyseur-accumulateur de NO_x (11), un premier organe de fermeture (12) et, dans la dérivation (13), un deuxième organe de fermeture (14), les organes de fermeture (12, 14) étant branchés de façon alternée en mode passant et bloquant.
7. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'** un organe de fermeture (15) est disposé dans la dérivation (13) et l'agencement, constitué de la dérivation (13) et du catalyseur-accumulateur de NO_x (11), installé dans le tronçon de gaz d'échappement (4), étant réalisé en plus, du point de vue de la technique d'écoulement, de manière que, lorsque l'organe de fermeture (15) est commuté en mode passant, les gaz d'échappement traversent exclusivement, ou pratiquement uniquement, la dérivation (13).
8. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que,** après avoir effectué l'étape B, on effectue une régénération du catalyseur-accumulateur de NO_x (11), la commande moteur (3) surveillant un paramètre corrélant au signal de régénération du catalyseur-accumulateur de NO_x (11), puis, en cas d'atteinte d'une valeur de seuil prédéterminée de ce paramètre, provoquant l'exécution de l'étape C.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que,** pour détecter le paramètre corrélé au degré de régénération du catalyseur-accumulateur de NO_x (11), est prévu un capteur (16), en particulier une sonde λ , qui est disposée dans le tronçon de gaz d'échappement (4), en aval du catalyseur-accumulateur de NO_x (11).
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le paramètre, corrélé à la capacité d'accumulation en SO_x du catalyseur-accumulateur de SO_x (9), est déterminé, par le biais de champs de caractéristiques, en fonction de la durée de fonctionnement du moteur à combustion (1) et de la composition des gaz d'échappement venant du moteur (1).
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que,** pour détecter le paramètre corrélé à la capacité d'accumulation en SO_x du catalyseur-accumulateur de SO_x (9), un capteur (17), en particulier une sonde λ , est disposé(e) dans le tronçon de gaz d'échappement (4), entre le catalyseur-accumulateur de SO_x (9) et le catalyseur-accumulateur de NO_x (11).
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur, prédéterminée pour la désulfatation, du rapport d'air de combustion des gaz d'échappement mélangés à de l'air secondaire, est choisie dans une plage de $\lambda=0,75$ à $\lambda=0,99$.
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur, prédéterminée pour la désulfatation, de la température régnant dans le catalyseur-accumulateur de SO_x (9) correspond une température supérieure à 550°.
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que,** en cas de passage entre un fonctionnement en mode maigre et un fonctionnement en mode riche du moteur à combustion (1), la commande moteur (3), à l'aide d'un clapet d'étranglement susceptible d'être commandé, modifie l'alimentation en air au moteur à combustion (1), dans le sens de la génération d'un couple moteur constant ou d'une puissance moteur constante.
15. Dispositif d'épuration des gaz d'échappement d'un moteur à combustion (1) équipé d'une commande moteur (3), permettant un passage entre un fonctionnement en mode pauvre et un fonctionnement en mode riche du moteur à combustion (1), dispositif pour lequel en aval du moteur (1) sont disposés, dans un tronçon de gaz d'échappement (4), l'un après l'autre, une alimentation en air secondaire (6), une sonde λ (8), un catalyseur-accumulateur de SO_x (9), un capteur de température (10) et un catalyseur-accumulateur de NO_x (11).
16. Dispositif selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'** une dérivation (13) est prévue dans le tronçon de gaz d'échappement (4), pour assurer le contournement,

ment du catalyseur-accumulateur de NO_x (11).

17. Dispositif selon la revendication 16,

caractérisé en ce que,

dans le tronçon de gaz d'échappement (4), sont 5
prévus, pour guider l'écoulement de gaz d'échap-
pement, des moyens (12, 14), à l'aide desquels
l'écoulement de gaz d'échappement est guidé es-
sentiellement soit à travers le catalyseur-accumu-
lateur de NO_x (11), soit à travers la dérivation (13). 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

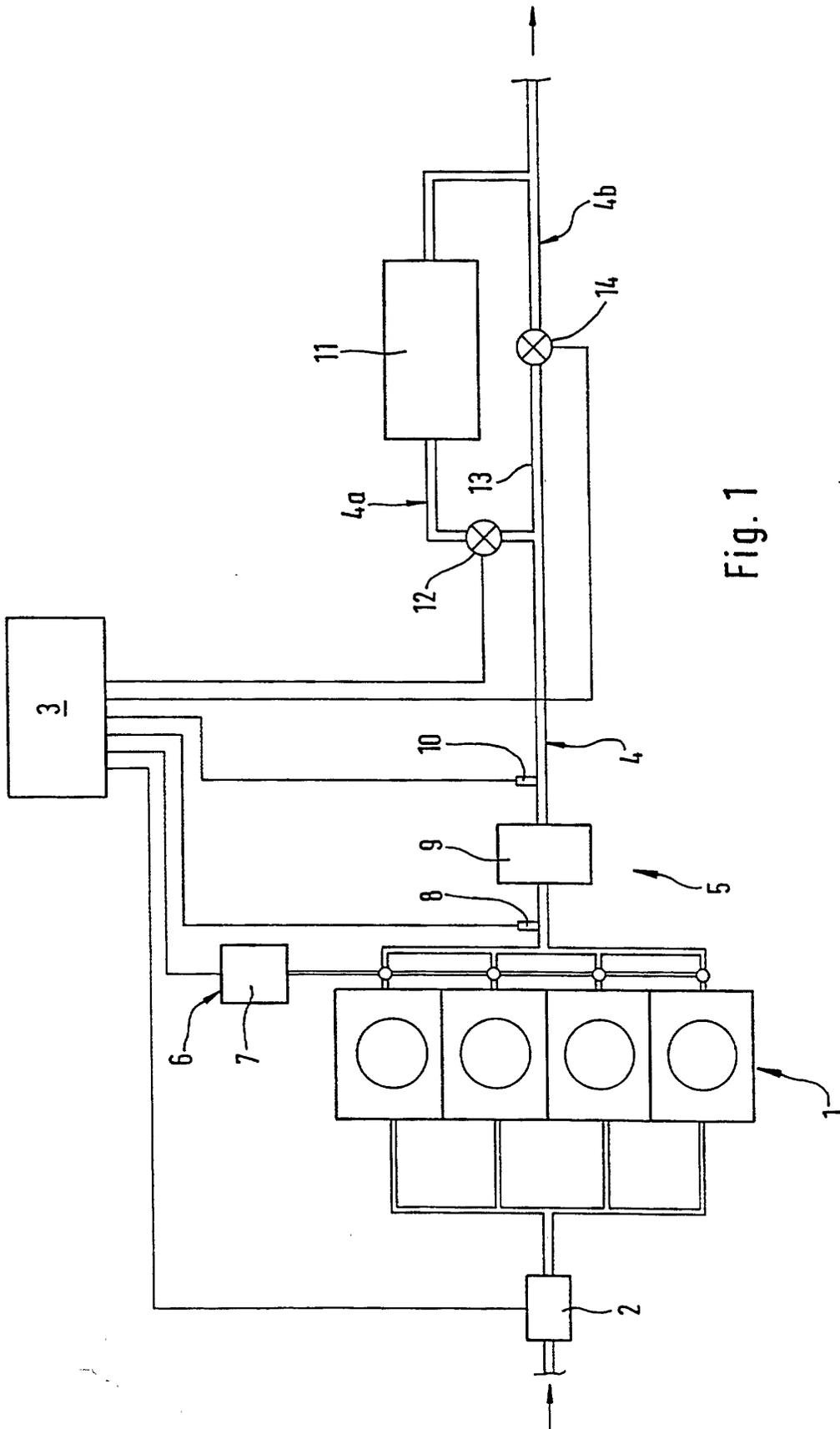


Fig. 1

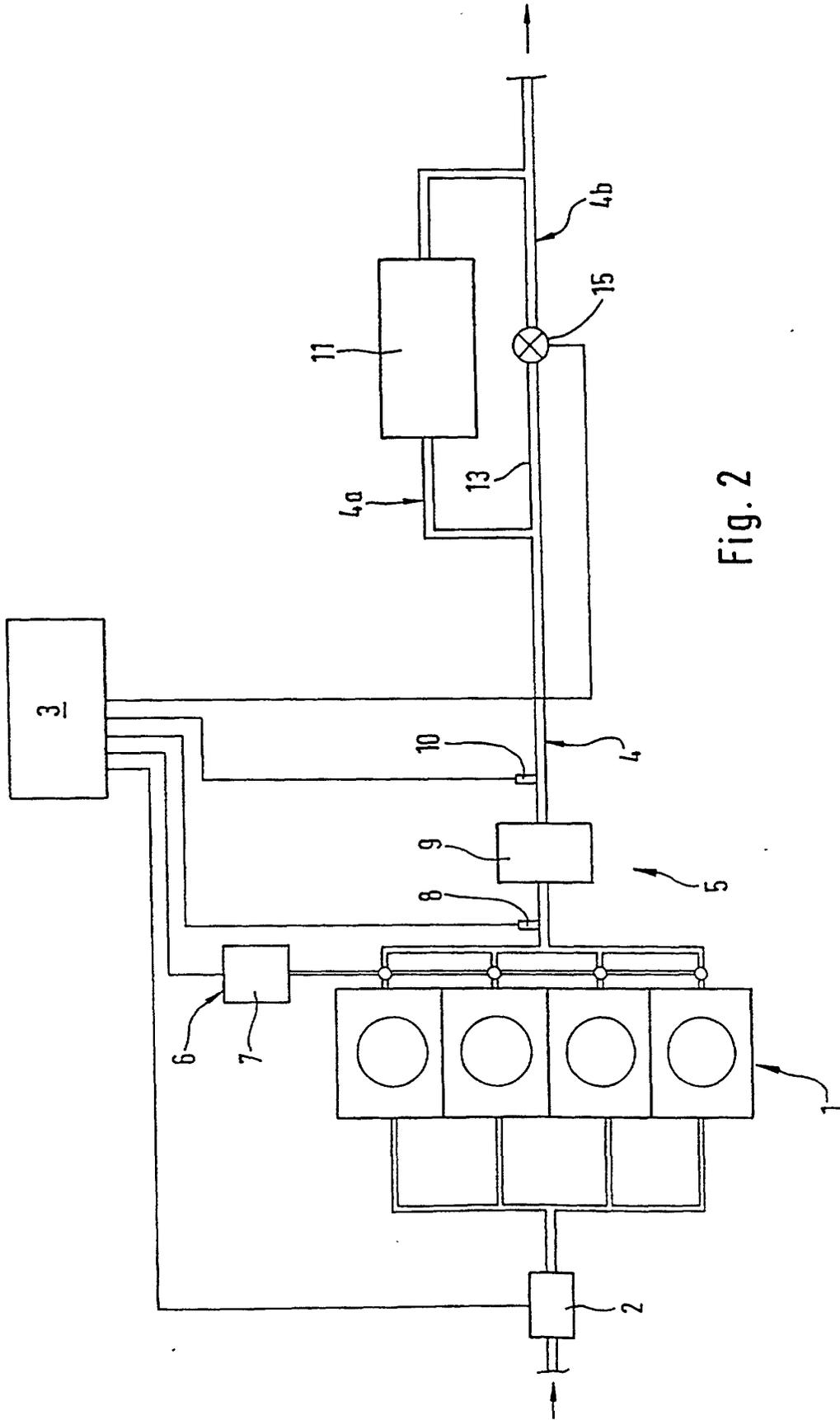


Fig. 2

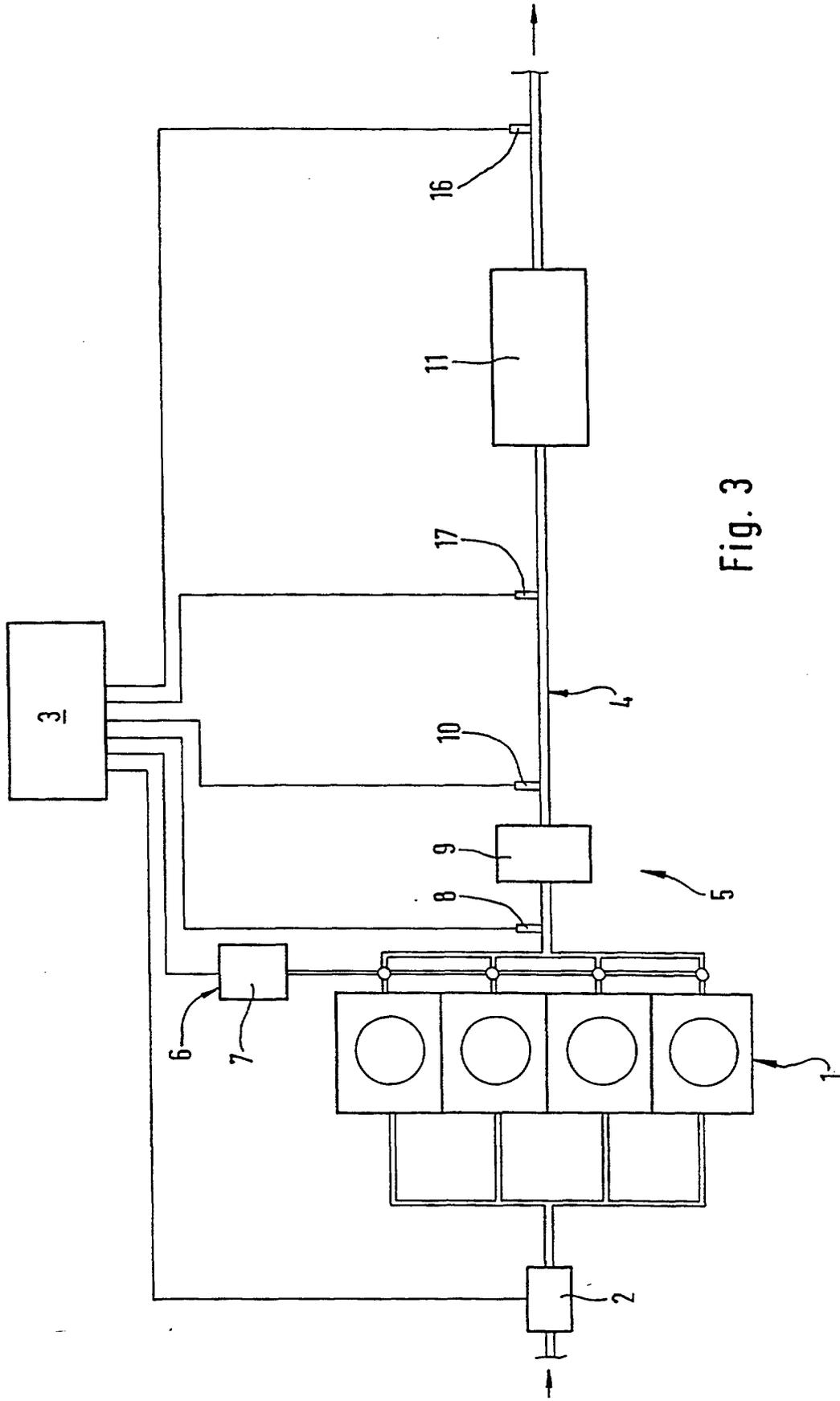


Fig. 3