



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 199 457 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.04.2002 Patentblatt 2002/17**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14, F02D 41/22**

(21) Anmeldenummer: **01120794.1**

(22) Anmeldetag: **11.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Pott, Ekkehard, Dr.  
38518 Gifhorn (DE)**  
• **Zillmer, Michael, Dr.  
38173 Sickinge (DE)**

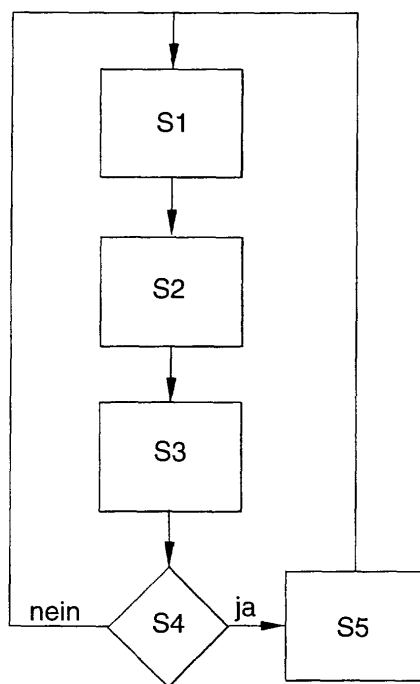
(30) Priorität: **16.10.2000 DE 10051184**

(54) **Verfahren zur Steuerung einer magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysatorsystem, bestehend aus mindestens einem Katalysator.

Es ist vorgesehen, dass unzulässige Verbrennungsereignisse registriert werden und eine Steuerung eines Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine (10) in Abhängigkeit von einer Häufigkeit der unzuläs-

sigen Verbrennungsereignisse erfolgt, wobei der Magerbetrieb mit zunehmender Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungsereignisse eingeschränkt oder gesperrt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht bei der Zulassung eines Magerbetriebs der Verbrennungskraftmaschine (10) die Berücksichtigung einer durch unzulässige Verbrennungsereignisse hervorgerufenen Beeinträchtigung des Katalysatorsystems hinsichtlich seiner Konvertierungsrate, so dass im Ergebnis eine Schadstoffemission reduziert wird.



**FIG. 2**

**EP 1 199 457 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysatorsystem, bestehend aus mindestens einem Katalysator.

**[0002]** Zur Verbrauchsminimierung werden Verbrennungskraftmaschinen bevorzugt zumindest zeitweise in einem mageren Betriebsmodus betrieben, das heißt mit einem Gemisch mit einem niedrigen Kraftstoffanteil und einem Luftüberschuss ( $\lambda > 1$ ). Unter diesen Bedingungen kann außerdem eine Emission unverbrannter Kohlenwasserstoffe HC und anderer Schadstoffe gesenkt werden. Im Falle direkteinspritzender Verbrennungskraftmaschinen kann der zulässige Lambdawert durch Realisierung eines sogenannten Schichtbetriebes, bei dem der eingespritzte Kraftstoff sich im Verbrennungsraum der Maschine im Bereich einer Zündkerze konzentriert, sehr stark in Richtung mager angehoben werden. Da (aufgrund eines geringen Reduktionsmittelangebots) im mageren Abgas Stickoxide  $\text{NO}_x$  nicht vollständig konvertiert werden können, ist es bekannt, diese während des Magerbetriebes durch einen in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator zu absorbieren. Um  $\text{NO}_x$ -Durchbrüche zu vermeiden, ist ferner üblich, eine Zulassung des Magerbetriebes einzuschränken oder zu sperren, wenn eine  $\text{NO}_x$ -Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators abnimmt. Nachteilig an dieser Steuerung des Magerbetriebes in ausschließlicher Abhängigkeit von der  $\text{NO}_x$ -Speicherfähigkeit des Speicherkatalysators ist jedoch, dass ein Einbruch einer HC-Konvertierungsrate des Katalysatorsystems, insbesondere eines üblicherweise dem  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysator vorgeschalteten Vorkatalysators, nicht berücksichtigt wird. Es hat sich nämlich erwiesen, dass trotz der insgesamt niedrigen HC-Rohemission der Verbrennungskraftmaschine im Magerbetrieb die HC-Endemission empfindlich mit bereits geringfügigen Einbrüchen der HC-Konvertierungsrate des Katalysatorsystems ansteigt. Dies ist unter anderem auf das Vorhandensein verhältnismäßig hoher Anteile schwer oxidierbarer HC-Komponenten im Magerabgas zurückzuführen. Dies hat zur Folge, dass die HC-Konvertierungsrate im Magerbetrieb grundsätzlich niedriger als in einem stöchiometrischen Betriebsmodus bei  $\lambda = 1$  ist, bei dem die HC-Konvertierungsrate wesentlich über 99,5 % liegt.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung einer magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine zu entwickeln, bei dem in einfacher und kostengünstiger Weise der Magerbetrieb derart gesteuert wird, dass die HC-Konvertierungsrate des Katalysatorsystems bei einer Zulassung des Magerbetriebes berücksichtigt wird, um die Schadstoffemission zu senken.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsge-

mäß ist vorgesehen, dass unzulässige Verbrennungsereignisse registriert werden und eine Steuerung eines Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine in Abhängigkeit von einer Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungsereignisse erfolgt, wobei der Magerbetrieb mit zunehmender Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungsereignisse eingeschränkt oder gesperrt wird. Unzulässige Verbrennungsereignisse der Verbrennungskraftmaschine stellen eine Hauptursache für die Beeinträchtigung der HC-, aber auch der CO- und  $\text{NO}_x$ -Konvertierungsrate des Katalysatorsystems, insbesondere eines motornahen Vorkatalysators des Katalysatorsystems, dar. Indem die Häufigkeit dieser Ereignisse ermittelt wird, kann ein Einbruch der HC-, CO- und  $\text{NO}_x$ -Konvertierungsrate abgeschätzt werden. Mit zunehmender Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungsereignisse und somit abnehmender Konvertierungsrate des Katalysatorsystems wird dann ein Betriebsparameterbereich der Verbrennungskraftmaschine, in dem der Magerbetrieb zugelassen wird, eingeschränkt oder vollständig gesperrt.

**[0005]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens umfassen die registrierten unzulässigen Verbrennungsereignisse verschleppte Verbrennungen und/oder Zündaussetzer beziehungsweise Entflammungsaussetzer. Sowohl bei der verschleppten Verbrennung, bei der eine Entflammung des Luft-Kraftstoff-Gemisches gegenüber der regulären Verbrennung weit in den Expansionstakt hinein verschoben wird, sowie auch bei einem Zündaussetzer beziehungsweise Entflammungsaussetzer, bei dem das Gemisch erst am Katalysator verbrennt, entstehen extreme thermische Belastungen des Katalysatorsystems, insbesondere des Vorkatalysators, welche die HC-Konvertierungsleistung herabsetzen.

**[0006]** Die Detektion der unzulässigen Verbrennungsereignisse erfolgt bevorzugt durch Auswertung eines Drehzahl- oder Laufruhesignals, welches beispielsweise von einem Drehzahlsensor ausgegeben wird. Diese Vorgehensweise ist aus der sogenannten Aussetzererkennung bekannt und soll hier nicht näher erläutert werden.

**[0007]** Gemäß zweier besonders vorteilhafter Ausbildungen des Verfahrens wird der Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine entweder in Abhängigkeit einer absoluten oder einer spezifischen Häufigkeit unzulässiger Verbrennungsereignisse gesteuert. Beide Stellgrößen lassen sich auch miteinander kombinieren. Die absolute Häufigkeit wird durch Integration der während einer Dauer des Magerbetriebes detektierten unzulässigen Verbrennungsereignisse ermittelt. Dagegen bezieht sich die spezifische Häufigkeit beispielsweise auf eine vorgegebene Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen oder auf eine fest vorgegebene Zeiteinheit. Ein geeigneter Bereich für die Anzahl von Kurbelwellenumdrehungen liegt zwischen 10 und 10000, insbesondere zwischen 50 und 500. Idealerweise werden die unzulässigen Verbrennungsereignisse bezogen auf 200 bis

2000 Kurbelwellenumdrehungen ermittelt. Die auf Kurbelwellenumdrehungen bezogene spezifische Häufigkeit von unzulässigen Verbrennungsereignissen liegt für einen vierzylindrigen Viertaktmotor typischerweise zwischen 0,1 und 5 %, insbesondere zwischen 0,5 und 3 %, vornehmlich zwischen 0,8 und 3,5 %. Dabei ist zu beachten, dass pro Kurbelwellenumdrehung zwei Zündungen erfolgen.

**[0008]** Die Genauigkeit des Verfahren kann weiterhin dadurch erhöht werden, dass nicht jedes unzulässige Verbrennungsereignis gleich gewichtet wird, sondern eine individuelle Gewichtung gemäß seines Schädigungspotentials vorgenommen wird. In die Berechnung einer Gewichtung eines solchen Ereignisses können unterschiedliche Faktoren einfließen. Beispielsweise kann die Gewichtung mit Höhe einer Katalysatortemperatur und/oder Höhe einer Drehzahl und/oder Höhe einer Last und/oder Höhe eines Kraftstoffanteiles in dem Luft-Kraftstoff-Gemisch und/oder der Häufigkeit unzulässiger Verbrennungsereignisse, also dem Grad der Vorschädigung des Katalysatorsystems, zunehmen.

**[0009]** Die Einschränkung des Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine erfolgt bevorzugt durch eine Begrenzung von Betriebsparameterbereichen der Verbrennungskraftmaschine, innerhalb derer der Magerbetrieb zugelassen wird. Dabei wird vorteilhafterweise ein Lastbereich, ein Drehzahlbereich, ein Bereich einer Katalysatortemperatur und/oder einer Abgastemperatur eingeschränkt.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird besonders zweckmäßig in Kombination mit der herkömmlichen Steuerung des Magerbetriebes durchgeführt, welche in Abhängigkeit einer  $\text{NO}_x$ -Speicherrate eines  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysators des Katalysatorsystems erfolgt. Auf diese Weise kann sowohl eine  $\text{NO}_x$ -Emission als auch die HC-Emission während des Magerbetriebes wirkungsvoll abgesichert werden.

**[0011]** Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

**[0012]** Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 schematisch eine Anordnung einer Verbrennungskraftmaschine mit zugehörigem Abgaskanal und

Figur 2 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens.

**[0013]** Figur 1 zeigt eine Verbrennungskraftmaschine 10 mit einem nachgeschalteten Abgaskanal 12. In einer motornahen Position des Abgaskanals 12 befindet sich ein kleinvolumiger, typischerweise als 3-Wege-Katalysator ausgestalteter Vorkatalysator 14. Der Vorkatalysator 14 fördert eine oxidative Konvertierung unverbrannter Kohlenwasserstoffe HC und Kohlenmonoxid

CO sowie gleichzeitig eine Reduktion von Stickoxiden  $\text{NO}_x$ . Überschüssiges  $\text{NO}_x$ , welches aufgrund der im mageren Abgas geringen Reduktionsmittelmengen nicht vollständig umgesetzt werden kann, wird in einem nachgeschalteten, typischerweise an einer Unterbodenposition eines Fahrzeuges angeordneten  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysator 16 eingelagert. Außer dem Katalysatorsystem 14, 16 sind verschiedene Sensoren in dem Abgaskanal 12 installiert. Eine unmittelbar der Verbrennungskraftmaschine 10 nachgeschaltete Lambdasonde 18 gibt ein Signal an ein Steuergerät 20, welches ein der Verbrennungskraftmaschine 10 zuzuführendes Luft-Kraftstoff-Gemisch regelt (Lambdaregelung). Ein stromab des  $\text{NO}_x$ -Speicher-katalysators 16 geschalteter  $\text{NO}_x$ -Sensor 22 dient der Überwachung des Speicher-katalysators 16 sowie der Steuerung des Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine 10. Auch sein Signal wird von dem Steuergerät 20 verarbeitet. Wird zum Beispiel mittels des  $\text{NO}_x$ -Sensors 22 eine abnehmende  $\text{NO}_x$ -Speicherfähigkeit des Speicher-katalysators 16 erkannt, so wird etwa der Betriebsbereich der Verbrennungskraftmaschine 10, in welchem ein Magerbetrieb zulässig ist, eingeschränkt oder gesperrt, bis eine  $\text{NO}_x$ -Regeneration des Speicher-katalysators 16 durchgeführt werden kann. Auf diese Weise lassen sich  $\text{NO}_x$ -Durchbrüche unterdrücken. Es existieren jedoch Schädigungsprofile, bei denen zwar eine ausreichende  $\text{NO}_x$ -Konvertierung beziehungsweise -Einlagerung stattfindet, die HC-Konvertierungsrate des Katalysatorsystems 14, 16, insbesondere des Vorkatalysators 14, jedoch einbricht. Wie bereits eingangs erläutert, ist dies hauptsächlich die Folge von unzulässig ablaufenden Verbrennungen, insbesondere verschleppten Verbrennungen, oder sporadisch auftretenden Zündaussetzern, welche zu einer hohen thermischen Exposition des Vorkatalysators 14 führen. Da im Magerbetrieb die HC-Konvertierungsrate aufgrund eines verhältnismäßig hohen Anteils schwer oxidierbarer HC-Komponenten im Abgas im Gegensatz zu einem stöchiometrischen Betrieb bei  $\lambda = 1$  unterhalb von 99,5 % liegt, reagiert eine kumulierte HC-Emission im Magerbetrieb besonders empfindlich auf Einbrüche der HC-Konvertierungsrate und steigt schnell an. Erfindungsgemäß werden daher unzulässige Verbrennungsereignisse im Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine gemessen, um eine Schädigung des Katalysatorsystems 14, 16 hinsichtlich der HC-Konvertierung zu detektieren. Zu diesem Zweck ist beispielsweise ein Drehzahlsensor 24 an einer geeigneten Position der Verbrennungskraftmaschine 10 angeordnet. Der Drehzahlsensor 24 stellt ein Laufruhe-signal bereit und übermittelt dieses ebenfalls an das Steuergerät 20. Dieses wertet in noch zu beschreibender Weise das Signal aus und steuert den zulässigen Betriebsbereich für den Magerbetrieb in Abhängigkeit von dem Signal.

**[0014]** Einen typischen Verfahrensablauf zur Steuerung der magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine 10 zeigt Figur 2. In einem ersten Schritt S1 erfolgt in

bekannter Weise die Detektierung unzulässig ablaufender Verbrennungseignisse mittels Auswertung des durch den Drehzahlsensor 24 bereitgestellten Laufruhesignals durch das Steuergerät 20. In einem optionalen zweiten Schritt S2 wird eine Gewichtung der detektierten unzulässigen Verbrennungseignisse anhand ihres Schädigungspotentials hinsichtlich der HC-Konvertierungsrate des Vorkatalysators 14 und/oder des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16 vorgenommen. So kann etwa ein Zündaussetzer, der bei einer ohnehin relativ hohen Katalysatortemperatur auftritt, höher gewichtet werden als ein bei einer verhältnismäßig niedrigen Katalysatortemperatur stattfindender Aussetzer. In einem dritten Schritt S3 wird durch Integration der gewichteten oder ungewichteten unzulässigen Verbrennungseignisse während einer Magerphase deren absolute Häufigkeit bestimmt. Alternativ oder zusätzlich kann hier auch eine spezifische Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungseignisse, beispielsweise pro Kurbelwellenumdrehung oder Zeiteinheit, ermittelt werden. In einem vierten Schritt S4 wird eine Abfrage durchgeführt, bei welcher überprüft wird, ob die ermittelte absolute und/oder spezifische Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungseignisse eine vorgebbare Schwelle überschreitet. Ist dies nicht der Fall, wird ohne Ergreifung weiterer Maßnahmen wieder mit Schritt S1 begonnen. Wird andernfalls die Abfrage im Schritt S4 bejaht, so wird in einem fünften Schritt S5 der Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine entweder eingeschränkt oder vollständig gesperrt. Dabei kann die Einschränkung des Magerbetriebes durch Einschränkung eines zulässigen Betriebsbereiches für den Magerbetrieb, etwa durch Einschränkung eines zulässigen Lastbereiches und/oder Drehzahlbereiches etc., erfolgen. Besonders sein. Dabei kann die Schrittweite, beispielsweise für die zulässige Last und/oder Drehzahl, entweder fest vorgegeben werden oder variabel in Abhängigkeit von der Häufigkeit unzulässiger Ereignisse bestimmt werden. Ebenso ist denkbar, nach Verstreichen eines vorgebbaren Zeitintervalls und/oder eines vorgebbaren Kraftstoffteilweise aufzuheben. Hierdurch kann einer gewissen Spontanregeneration der Verbrennungskraftmaschine 10 oder des Katalysatorsystems 14, 16 Rechnung getragen werden.

**[0015]** Insgesamt ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren, mit geringem Prozessaufwand den zulässigen Betriebsbereich für den Magerbetrieb von Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere von direkteinspritzenden Motoren, sehr genau auf die aktuelle Verbrennungsgüte der Verbrennungskraftmaschine 10 abzustimmen. Im Gegensatz zu bekannten Verfahren kann somit nicht nur eine NO<sub>x</sub>-Beladung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 16, sondern auch eine HC-Konvertierungsrate des Katalysatorsystems 14, 16 berücksichtigt werden. Im Resultat kann die Einhaltung von Grenzwerten für HC-Emissionen somit effektiver abgesichert werden.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0016]

- |    |    |                                      |
|----|----|--------------------------------------|
| 5  | 10 | Verbrennungskraftmaschine            |
|    | 12 | Abgaskanal                           |
|    | 14 | Vorkatalysator                       |
|    | 16 | NO <sub>x</sub> -Speicherkatalysator |
|    | 18 | Lambdasonde                          |
| 10 | 20 | Steuergerät                          |
|    | 22 | NO <sub>x</sub> -Sensor              |
|    | 24 | Drehzahlsensor                       |

### 15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer magerlauffähigen Verbrennungskraftmaschine mit einem in einem Abgaskanal der Verbrennungskraftmaschine angeordneten Katalysatorsystem, bestehend aus mindestens einem Katalysator, **dadurch gekennzeichnet, dass** unzulässige Verbrennungseignisse registriert werden und eine Steuerung eines Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine (10) in Abhängigkeit von einer Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungseignisse erfolgt, wobei der Magerbetrieb mit zunehmender Häufigkeit der unzulässigen Verbrennungseignisse eingeschränkt oder gesperrt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das unzulässige Verbrennungseignis eine verschleppte Verbrennung und/oder ein Zündaussetzer ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unzulässigen Verbrennungseignisse durch Auswertung eines Drehzahl- oder Laufruhesignals detektiert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine absolute, auf eine Dauer des Magerbetriebs bezogene Häufigkeit unzulässiger Verbrennungseignisse ermittelt und der Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine (10) in Abhängigkeit der absoluten Häufigkeit unzulässiger Verbrennungseignisse gesteuert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine spezifische Häufigkeit unzulässiger Verbrennungseignisse, insbesondere bezogen auf eine vorgegebene Anzahl (n) von Kurbelwellenumdrehungen oder auf eine vorgegebene Zeiteinheit, ermittelt und der Magerbetrieb der Verbrennungskraftmaschine (10) in Abhängigkeit der spezifischen Häufigkeit unzulässiger Verbrennungseignisse gesteuert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** (n) zwischen 10 und 10000, insbesondere zwischen 50 und 5000, vorzugsweise zwischen 200 und 2000, Kurbelwellenumdrehungen liegt. 5
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spezifische Häufigkeit zwischen 0,1 und 5 %, insbesondere zwischen 0,5 und 3 %, insbesondere zwischen 0,8 und 2,5 %, liegt. 10
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Gewichtung eines unzulässigen Verbrennungsereignisses durchgeführt wird, wobei die Gewichtung mit Höhe einer Katalysatortemperatur und/oder Höhe einer Drehzahl und/oder Höhe einer Last und/oder Höhe eines Kraftstoffanteils in einem Luft-Kraftstoff-Gemisch und/oder der Häufigkeit unzulässiger Verbrennungsereignisse zunimmt. 15  
20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschränkung des Magerbetriebes der Verbrennungskraftmaschine (10) durch Begrenzung von Betriebsparameterbereichen erfolgt, innerhalb derer der Magerbetrieb zugelassen wird. 25
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsparameter eine Last und/oder eine Drehzahl und/oder eine Katalysatortemperatur und/oder eine Abgastemperatur umfassen. 30
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschränkung des Magerbetriebs der Verbrennungskraftmaschine (10) schrittweise erfolgt, wobei eine Schrittweite fest vorgegeben wird oder variabel, insbesondere in Abhängigkeit von der Häufigkeit unzulässiger Verbrennungsereignisse, bestimmt wird. 35  
40
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einschränkung oder Sperrung des Magerbetriebs nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls und/oder eines vorgebbaren Kraftstoff- oder Luftmassendurchsatzes vollständig oder teilweise aufgehoben wird. 45  
50
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zulassung des Magerbetriebs der Verbrennungskraftmaschine (10) zusätzlich in Abhängigkeit einer NO<sub>x</sub>-Speicherrate eines NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators (16) des Katalysatorsystems (14, 16) durchgeführt wird. 55

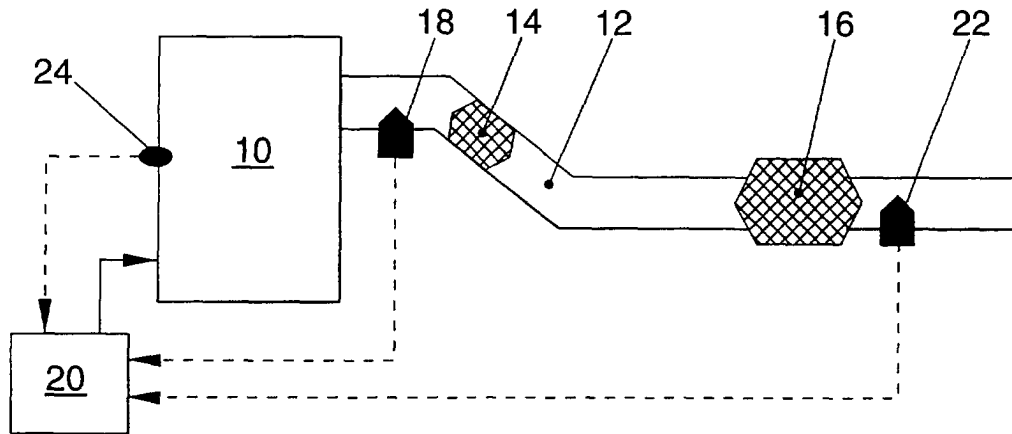


FIG. 1

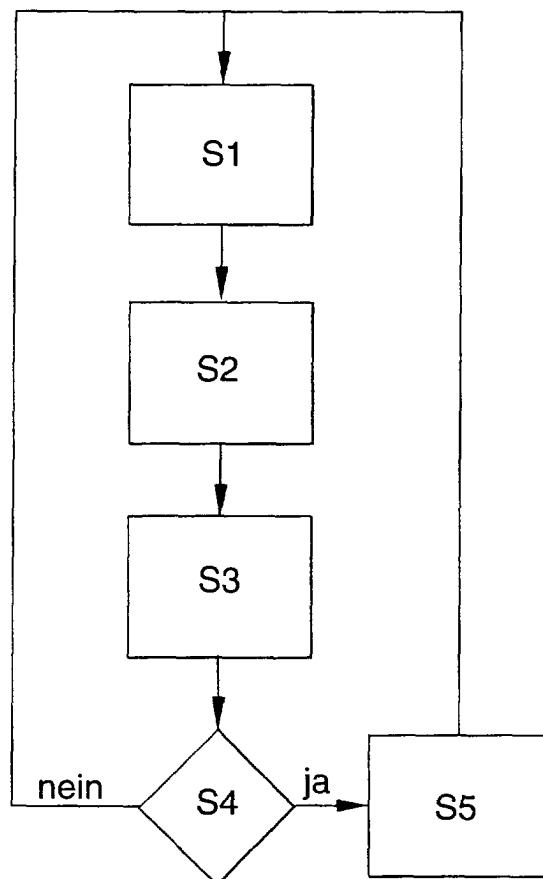


FIG. 2