



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 30 763 A1** 2004.01.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 30 763.6**
(22) Anmeldetag: **09.07.2002**
(43) Offenlegungstag: **22.01.2004**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/00**

(71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(74) Vertreter:
**Pohlmann, B., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
60316 Frankfurt**

(72) Erfinder:
**Loeck, Harald, 38442 Wolfsburg, DE; Kammann,
Uwe, 38378 Warberg, DE; Müller, Reimund, 09112
Chemnitz, DE; Heikenwälder, Jürgen, 09126
Chemnitz, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

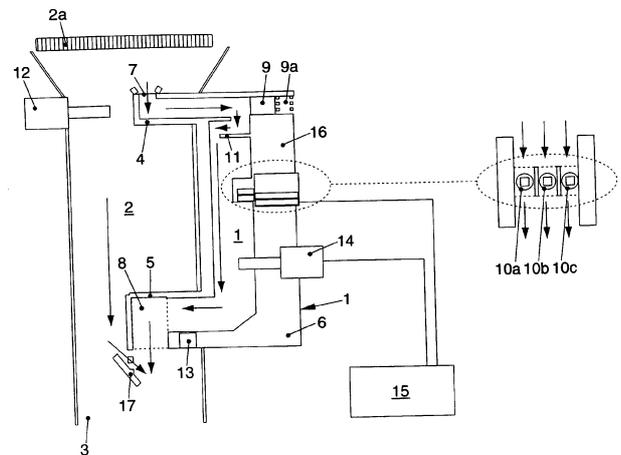
DE 100 64 667 A1
US 57 09 082 A
US 57 31 510

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Messung von Schadstoffen in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen**

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Schadstoffe in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen. Die Schadstoffe werden on-board mittels in einer Abzweigung (1) angeordneten Sensoren gemessen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Schadstoffe in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen in mobilen Vorrichtungen mit einer in einer Abzweigung eines Abgaskanals angeordneten Messanordnung für wenigstens einen Schadstoff.

Stand der Technik

[0002] Ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Art sind bekannt aus der DE 196 05 053 A1. Bei der bekannten Vorrichtung ist im Nebenschluss beziehungsweise in der Abzweigung eines Abgasrohrs eine Gasentnahmesonde mit einem wärmebeständigen, auswechselbaren Filter zur Zurückhaltung grober Schmutzteile vorgesehen. Hinter dem Filter sind in Reihe ein Luftkühler und ein Peltier-Kühler angeordnet. Der Peltier-Kühler trocknet das Abgas. Eine Kondensatpumpe entsorgt das Kondensat über einen Ablauf. Das getrocknete und gereinigte Abgas gelangt in einen IR-Analysator mit einem oder mehreren Strahlern und pyroelektrischen oder Halbleitersensoren.

[0003] Bekannt ist auch ein On-Board-Diagnosesystem für Abgase von durch Verbrennungskraftmaschinen angetriebenen beweglichen Vorrichtungen. Das Diagnosesystem weist eine Probeentnahmeöffnung an der Abgasleitung und eine Probezelle auf, in der spektrometrisch die Konzentration von Kohlenwasserstoffen gemessen wird (US 5709 082).

[0004] Es sind weiterhin ein Verfahren und eine Anordnung zur Messung gasförmiger Schadstoffe in Abgasen von Fahrzeug-Verbrennungskraftmaschinen bekannt, die in dem bewegten Fahrzeug bei geringem Energiebedarf genaue Messungen erlauben. Die Anordnung enthält einen im Abgasstrom angeordneten Durchflussmesser, einen Rechner, ein pulsdauermoduliertes Ventil und eine kleine Probeentnahmepumpe für gleichbleibenden Durchfluss. Das Ventil wird vom Rechner so gesteuert, dass der Bruchteil des Abgases in der Probe dem Massendurchfluss im Abgasstrom proportional ist. Die Schadstoffe werden mit einem kommerziell erhältlichen Gasanalysator bestimmt, der die Konzentration von Kohlenwasserstoffen, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Sauerstoff misst (US 6 112 575).

[0005] Bei einer anderen bekannten, lösbar am Abgasrohr einer Verbrennungskraftmaschine befestigbaren Vorrichtung sind in einem am Ende des Abgasrohrs anbringbaren Modul ein Durchflussmesser für das Abgas, ein Abgasdrucksensor, ein Thermoelement und eine Probeentnehmeröhre angebracht. Die Probeentnehmeröhre ist mit einem kommerziell verfügbaren Gasanalysator verbunden, der die Konzentration von HC, CO, CO₂, O₂ und NO misst (US 6 148 656).

[0006] Schließlich ist ein tragbares Gerät zur quantitativen Messung von Gaskomponenten in Abgasen

von Verbrennungskraftmaschinen bekannt, das eine Pumpe, einen Durchflussmesser und in einem Gehäuse zahlreiche Sensoren enthält, von denen jeder aus einem Quarz mit einer auf ein Gas ansprechenden Überzugsschicht besteht (US 5 731 510).

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen in beweglichen, von Verbrennungskraftmaschinen angetriebenen Vorrichtungen On-Board Schadstoffe im Abgasstrom genau, aber mit geringem Aufwand gemessen werden können.

[0008] Das Problem wird erfindungsgemäß jeweils durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0009] Das Problem wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in die Abzweigung Abgase aus dem Hauptkanal eingespeist und in der Abzweigung ein vorgegebener Sauerstoffgehalt erzeugt wird, und in der Abzweigung wenigstens ein für die Messung eines bestimmten Schadstoffes ausgebildeter Sensor die Schadstoffkonzentration im Abgas misst. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können wirtschaftliche beziehungsweise kostengünstig verfügbare Metalloxid-Halbleitersensoren zur Schadstoffmessung eingesetzt werden. Mit derartigen Sensoren können gasförmige Schadstoffe in Abgasen genau gemessen werden. Für die Abzweigung wird nur wenig Raum in der mobilen Vorrichtung beansprucht. Das Verfahren ist daher ohne großen Aufwand bei mobilen Vorrichtungen wie Kraftfahrzeugen oder Booten einsetzbar, so dass keine großen Raum- oder Gewichtsprobleme auftreten.

[0010] Vorzugsweise wird aus dem Ergebnis der Messung in der Abzweigung auf die eigentlich interessierende Schadstoffkonzentration im Hauptkanal geschlossen.

[0011] Vorzugsweise erfolgt die Einstellung des Sauerstoffgehalts durch eine Sauerstoff-Pumpzelle.

[0012] Vorzugsweise wird der Sauerstoffgehalt in der Abzweigung auf einem Wert im Bereich zwischen 0,05 und 0,2 Vol. % konstant gehalten. Bei einem derartigen Sauerstoffgehalt lässt sich eine sehr genaue Messung der gasförmigen Schadstoffe erreichen.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Temperatur in der Abzweigung auf Werten im Bereich zwischen 250°C und 600°C gehalten. Durch die Beschränkung der Temperatur im Inneren der Abzweigung auf Werte unterhalb von 600°C wird eine genaue Messung durch Metalloxid-Halbleitersensoren ermöglicht. Temperaturen in der Abzweigung von wenigstens 300°C verhindern, dass in der Abzweigung eine Kondensatbildung und Lösungen von Abgaskomponenten auftreten können. Damit wird vermieden, dass Feuchtigkeit die Messgenauigkeit der Halbleitersensoren beeinträchtigen kann.

[0014] Es ist zweckmäßig, wenn vor dem Starten der Brennkraftmaschine das Innere der Abzweigung auf eine Temperatur zwischen 300°C und 600°C aufgeheizt wird. Mit dieser Maßnahme lassen sich die Schadstoffemissionen sofort nach dem Start der Verbrennungskraftmaschine genau messen, so dass diese Maßnahme eine Messung der Kaltstartemissionen ermöglicht.

[0015] In der Abzweigung werden insbesondere die Schadstoffanteile von Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Kohlenmonoxid im Abgas durch selektiv für die Messung dieser Schadstoffe ausgebildete Metalloxid-Halbleitersensoren gemessen.

[0016] Bei einer Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art wird das genannte Problem erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Abzweigung einen ersten, in den Abgaskanal ragenden Abschnitt für den Einlass von Abgasen sowie einen zweiten, in den Abgaskanal ragenden Abschnitt für den Auslass der Abgase aus der Abzweigung aufweist. In einem dritten, außerhalb des Abgaskanals verlaufenden Abschnitt der Abzweigung sind eine Sauerstoff-Pumpeinrichtung und wenigstens ein Sauerstoffsensor und ein Sensor zur Schadstoffmessung angeordnet, die mit einer Auswerteinheit verbunden sind. In dieser Vorrichtung können für die Schadstoffmessung Sensoren, vorzugsweise Metalloxid-Halbleitersensoren verwendet werden, die nicht direkt mit den hohen Temperaturen der Abgase der Verbrennungskraftmaschine in Kontakt kommen dürfen, da sie sonst zerstört oder zumindest unbrauchbar würden. Die Erfindung ermöglicht die Messung von Schadstoffen in Abgasen bei Temperaturen, die genau messenden Metalloxid-Sensoren angepasst sind. Die Sauerstoff-Pump-Zelle kann auch als Sauerstoff-Pump- und Messzelle ausgebildet sein.

[0017] Im dritten Abschnitt der Abzweigung ist zweckmäßigerweise ein Temperatursensor angeordnet, der mit der Auswerteinheit elektrisch verbunden ist.

[0018] Vorzugsweise sind am oder im außerhalb des Hauptkanals verlaufenden dritten Abschnitt elektrische Heizelemente angeordnet, die durch die Auswerteinheit einschaltbar sind. Die Heizelemente werden insbesondere von einem elektrischen Bordnetz der mobilen Vorrichtung mit Energie versorgt. Es ist zweckmäßig, wenn die Heizelemente bei einem unteren Grenzwert der Temperatur oder bei einem über diesem Grenzwert liegenden Wert der Temperatur im dritten Abschnitt einschaltbar sind. Mit diesen Maßnahmen können negative Einflüsse, die bei niedrigen Temperaturen die Messgenauigkeit der Halbleitersensoren beeinträchtigen, vermieden werden.

[0019] Der untere Grenzwert der Temperatur ist insbesondere 300°C. Bei über 300°C liegenden Temperaturen in der Abzweigung werden Einflüsse durch Feuchtigkeit und Korrosion auf die Messgenauigkeit der Halbleitersensoren vermieden.

[0020] Es ist vorteilhaft, wenn die Auswerteinheit in den Betrieb der Brennkraftmaschine bei Erreichen

oder Überschreiten eines oberen Grenzwerts der Temperatur im dritten Abschnitt der Abzweigung zur Verminderung der Temperatur in der Abzweigung eingreift. Mit dieser Ausführungsform lässt sich verhindern, dass die Metalloxid-Halbleitersensoren einer zu hohen Temperatur ausgesetzt werden, bei der sie nicht mehr genau messen. Der obere Grenzwert der Temperatur ist insbesondere 600°C.

[0021] Vorzugsweise enthält die Sauerstoff-Pumpzelle in einem gegen die Abgase im Hauptkanal wärmeisolierten Gehäuse einen Festelektrolyt, der einen mit dem dritten Abschnitt über einen Diffusionskanal verbundenen Hohlraum aufweist, in dem eine innere, poröse Pump-Elektrode angeordnet ist, wobei im Festelektrolyt eine poröse, äußere Pump-Elektrode in einem mit dem Hauptkanal über einen Diffusionskanal verbundenen weiteren Hohlraum angeordnet ist, wobei die Pump-Elektroden mit der Auswerteinheit elektrisch verbunden sind.

[0022] An den Öffnungen der Abzweigung zum Hauptkanal sind insbesondere jeweils Diffusionsmembranen vorgesehen, wodurch die Aufrechterhaltung einer bestimmten Sauerstoffkonzentration in der Abzweigung auf einfache Weise begünstigt wird.

[0023] Besonders vorteilhaft ist es, wenn aus dem Lambdawert des Abgases in der Abzweigung vor und nach dem Pumpen von Sauerstoff und der gepumpten Sauerstoffmasse die Abgasmenge in der Abzweigung bestimmt wird, ohne dass dort eine separate Durchflussmessung vorgenommen werden muss.

[0024] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

Ausführungsbeispiel

[0025] Es zeigen:

[0026] **Fig. 1** eine Vorrichtung zur Messung der Schadstoffe in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen in einem Fahrzeug schematisch, teilweise im Längsschnitt,

[0027] **Fig. 2** eine Diagramm-Darstellung der Änderung des Lambdawertes in der Abzweigung in Abhängigkeit von der gepumpten Sauerstoffmasse,

[0028] **Fig. 3** eine Diagramm-Darstellung der Abgasmasse in der Abzweigung in Abhängigkeit von der Änderung des Lambdawertes in der Abzweigung.

[0029] Die in **Fig. 1** dargestellte Vorrichtung zur Messung der Schadstoffe in Abgasen von Verbrennungskraftmaschinen in Fahrzeugen weist eine Abzweigung **1** beziehungsweise einen Abzweigungskanal **1** zu einem Abschnitt **2** eines rohrförmigen Hauptkanals **3** einer nicht dargestellten Verbrennungskraftmaschine auf. Die Abzweigung **1** ist stromabwärts eines Katalysators **2a** angeordnet und besteht aus einem ersten Abschnitt **4**, der in den Hauptkanal **3** hineinragt, einem zweiten, in den Abgaskanal **3** – in Strömungsrichtung der Abgase gesehen – hinter dem Abschnitt **4** ragenden Abschnitt **5** und einem

dritten, außerhalb des Hauptkanals **3** verlaufenden Abschnitt **6**.

[0030] Die Abgas-Strömungsrichtung ist in **Fig. 1** mit einem Pfeil bezeichnet. Der erste Abschnitt **4** hat einen Diffusionskanal **7**, der mit seiner nicht näher bezeichneten Öffnung so auf den Abgasstrom ausgerichtet ist, dass Abgase aus dem Hauptkanal **2** in ihn eindringen. Der zweite Abschnitt **5** hat einen Diffusionskanal **8**, durch den die über den Diffusionskanal **7** in die Abzweigung **1** eingetretenen Abgase diesen wiederum verlassen und sich mit dem Abgasstrom im Hauptkanal **2** vereinigen. In anderen Ausführungsformen ist die Abzweigung nicht zum Hauptkanal **2** zurückgeführt, sondern mit der Atmosphäre verbunden. Der dritte Abschnitt **6** verläuft in einer solchen Entfernung vom Hauptkanal **2**, dass sich die Abgase abkühlen und Temperaturen annehmen, die niedriger als die Temperaturen der Abgase im Hauptkanal **2** sind. Mit dem dritten Abschnitt **6** ist eine Sauerstoff-Pump-Zelle **9** verbunden. Die Sauerstoff-Pump-Zelle **9** pumpt zur Herstellung einer Sauerstoffkonzentration innerhalb eines vorgegebenen Bereiches Sauerstoff aus der Abzweigung **1** in einen zu der Atmosphäre hin offenen Luftkanal **9a** bzw. aus diesem in die Abzweigung **1**.

[0031] Mit dem Abschnitt **6** der Abzweigung **1** sind drei Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** durch nicht näher dargestellte Öffnungen verbunden. Derartige Sensoren sind beispielsweise aus dem Artikel „Fundamental and New Applications of Semiconductor gas sensors“, Trends in Applications of Thin Films, German French Vacuum Society, Colmar, 1.-3. April 1996, bekannt. Die Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** sind jeweils selektiv für eine bestimmte gasförmige Schadstoff-Komponente in den Abgasen ausgelegt. Der Metalloxid-Halbleitersensor **10a** misst Kohlenwasserstoffe im Abgas. Der Metalloxid-Halbleitersensor **10b** misst Stickoxide im Abgas und der Metalloxid-Halbleitersensor **10c** misst Kohlenmonoxid im Abgas.

[0032] Mit dem zweiten Abschnitt **5** ist eine Pumpeneinrichtung **13**, vorzugsweise eine Sauerstoff-Pumpzelle, durch eine nicht dargestellte Öffnung verbunden, die aus der Abzweigung **1** Sauerstoff in den Hauptkanal **2** pumpt, um in der Abzweigung **1** die Strömung der Abgase zu unterstützen. Die Sauerstoff-Pumpzelle **13** arbeitet ebenfalls nach dem bekannten elektrochemischen Prinzip und enthält einen Sauerstoffionen leitenden Festelektrolyten sowie poröse Metallelektroden.

[0033] Gegenüber dem Hauptkanal **2** ist die Sauerstoff-Pumpzelle **13** in einem wärmeisolierenden Gehäuse angeordnet. Ferner ist zur Unterstützung der Strömung ein Strömungsführelement **17** im Hauptkanal **2** im Bereich des Auslassabschnitts **5** der Abzweigung **1** angeordnet.

[0034] In den Hauptkanal **2** sowie in den Abschnitt **6** ragen jeweils Lambdasonden **12** bzw. **14** zur Messung der Sauerstoffkonzentration. Die Lambdasonde **14** umfasst ferner einen Temperaturmessfühler, der

jedoch bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung auch separat oder integriert in einen der Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** ausgeführt sein kann. Die Anschlüsse der Sauerstoff-Pump-Zelle **9**, der Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c**, der Sauerstoff-Pumpzelle **13** und der Lambdasonden **12** und **14** sowie des Temperaturmessfühlers sind über nicht dargestellte Verbindungsleitungen an eine Auswerteinheit **15** angeschlossen, die die Mess-Signale von der Sauerstoff-Pump-Zelle **9**, den Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** und dem Temperaturmessfühler auswertet und Steuersignale an die Sauerstoff-Pump-Zelle **9**, die Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-e** und die Sauerstoff Pumpzelle **13** sendet.

[0035] Ein Teil des Abschnitts **6** ist von elektrischen Heizelementen **16** umgeben, die über einen nicht dargestellten Schalter mit dem Bordnetz des Kraftfahrzeugs verbunden sind. Der Schalter wird durch die Auswerteinheit **15** betätigt, die wenigstens einen Mikroprozessor enthält, der den Schadstoffgehalt im Abgas berechnet und nicht dargestellte Anzeigeelemente steuert, mit denen die Werte des Schadstoffgehalts angezeigt werden.

[0036] Die Sauerstoff-Pump-Zelle **9** kann auch als Sauerstoff-Pump- und Messzelle ausgebildet sein und misst in diesem Fall die Sauerstoffkonzentration in der Abzweigung **1**. In diesem Fall kann auf den Einsatz des Lambdasensors **14** verzichtet werden.

[0037] Der Sauerstoffgehalt in der Abzweigung **1** wird auf 0,05 bis 0,2 Vol % konditioniert, da bei dieser Sauerstoffkonzentration die Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** eine ausreichend hohe Messgenauigkeit aufweisen.

[0038] Im Abschnitt **6** der Abzweigung **1** wird das Abgas abgekühlt und nimmt eine Temperatur innerhalb eines Temperaturbereichs an, in dem die Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** eine hohe Messgenauigkeit haben. Die Temperatur im Abschnitt **6** soll nicht unterhalb einer unteren Grenztemperatur absinken, damit in der Abzweigung **1** keine Kondensatbildung stattfindet, die sich ungünstig auf die Messgenauigkeit auswirken würde. Wenn mit dem Temperaturmessfühler ein unterer Grenzwert der Temperatur, beispielsweise von 300°C, gemessen wird, schließt die Auswerteinheit **15** den Schalter, so dass die Heizelemente **16** eingeschaltet werden, wodurch die Temperatur der Gase im Abschnitt **6** über 300°C hinaus ansteigt.

[0039] Weiterhin wird mit dem Temperaturmessfühler ein oberer Grenzwert der Temperatur der Abgase im Abschnitt **6** überwacht. Dieser Grenzwert ist auf die Messgenauigkeit der Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** abgestimmt und beträgt vorzugsweise 600°C. Übersteigt die Temperatur der Gase im Abschnitt **6** den Grenzwert von 600°C, dann greift die Auswerteinheit **15** ein, damit die Gastemperatur in der Abzweigung **1** unter 600°C absinkt. Hierzu kann eine Strömungsbarriere **11** variabel ausgebildet sein, die stromaufwärts der Metalloxid-Halbleitersensoren **10a-c** in der Abzweigung **1** angeordnet ist.

[0040] Vor dem Starten der Verbrennungskraftmaschine wird vorzugsweise in einem kurzen Zeitabschnitt der Heizkreis, das heißt die Heizelemente **16** durch die Auswerteinheit **15** eingeschaltet, so dass die Gase im Abschnitt **6** nach dem Starten der Verbrennungskraftmaschine bereits auf über 300°C aufgeheizt sind, wodurch sich die Abgase in der Kaltstartphase der Verbrennungskraftmaschine mit hoher Genauigkeit bestimmen lassen.

[0041] Die Heizelemente **16** werden vorzugsweise von einem Bordnetz von 12 Volt oder mit einer höheren Spannung eines Bordnetzes gespeist.

[0042] Die Diffusionskanäle **7** und **8** können Diffusionsmembrane aufweisen, wodurch ein Übergang von Sauerstoff in den Abgaskanal **3** wesentlich erschwert wird, was den Aufwand für die Konstanthaltung einer Sauerstoffkonzentration vermindert.

[0043] Die Auswerteinheit **15** ermittelt den Schadstoffgehalt im Hauptkanal **2** aus der Konzentration der Schadstoffe in der Abzweigung **1**. Da durch den durch die Sauerstoffpumpzellen **9** und **13** zu- oder abgepumpten Sauerstoff die Konzentration der Schadstoffe in der Abzweigung **1** von der im Hauptkanal **2** verschieden ist, muss zur Bestimmung der Schadstoffkonzentration im Hauptkanal **2** die gemessene Konzentration je Schadstoffkomponente korrigiert werden. Vor dem Sauerstoffpumpen ist die Konzentration einer Schadstoffkomponente in der Abzweigung **1** gleich der Konzentration dieser Komponente im Hauptkanal **2**. Durch das Sauerstoffpumpen verändert sich die Gesamtmasse des Gases in der Abzweigung **1** entsprechend der gepumpten Sauerstoffmasse. Hierzu werden folgende Rechenschritte vorgenommen:

Für die Umrechnung der Konzentration berücksichtigt man, dass

- aus Delta O₂ → $\dot{m}_{\text{Abg vor O}_2\text{-Pumpen}}$
- aus $\dot{m}_{\text{Abg vor O}_2\text{-Pumpen}}$ und O₂-Pumpmenge → $\dot{m}_{\text{Abg nach dem O}_2\text{-Pumpen}}$
- aus \dot{m}_{Abgvor} / \dot{m}_{Abgnach} → $\frac{\text{Konzentration}_{\text{Hauptkanal}}}{\text{Konzentration}_{\text{Abzweigung}}}$
- $\text{Konz}_{\text{Hauptkanal}} * \text{?Abg}_{\text{Hauptkanal}} = \text{? Abgaskomponente}$ ist.

[0044] Trägt man daher die Veränderung des Lambda werts in der Abzweigung **1** in einem Diagramm gegen die gepumpte Sauerstoffmasse auf, erhält man eine Gerade aus deren Steigung die Abgasmasse in der Abzweigung **1** vor dem Sauerstoffpumpen bestimmt wird. Hieraus wird durch Division durch eine Zeiteinheit der Massenstrom MasBP, das heißt die durch die Abzweigung **1** pro Zeiteinheit fließende Abgasmasse bestimmt.

[0045] **Fig. 2** zeigt die Veränderung des Lambda werts (Delta Lambda) für verschiedene Abgasmassenströme MasBP in der Abzweigung **1** in Abhängigkeit von der gepumpten Sauerstoffmasse O_{2-Pump_Masse}. Es ist zu erkennen, dass mit abnehmen-

der Abgasmasse die Steigung der Geraden zunimmt. Aus der Steigung der Geraden in **Fig. 2** lässt sich daher der Massenstrom MasBP in der Abzweigung **1** bestimmen.

[0046] In **Fig. 3** ist der Abgasmassenstrom in der Abzweigung **1** gegen die Variable O_{2-pump} / Delta Lambda aufgetragen. Hieraus ist ersichtlich, dass zu einem vorgegebenen Wert O_{2-pump} / Delta Lambda ein zugeordneter Abgasmassenstrom in der Abzweigung **1** bestimmt werden kann, aus dem wiederum die Konzentration einer Schadstoffkomponente im Hauptkanal **2** ermittelt werden kann. Eine der **Fig. 3** entsprechende Zuordnung ist als Tabelle in der Auswerteinheit **15** abgelegt.

[0047] Der Massenstrom der betreffenden Schadstoffkomponente im Hauptkanal **2** lässt sich durch Multiplikation der Konzentration mit dem Abgasmassenstrom im Hauptkanal **2** in an sich bekannter Weise ermitteln, wobei der Abgasmassenstrom im Hauptkanal **2** wie üblich beispielsweise aus dem Kraftstoffverbrauch ermittelt werden kann. Eine separate Abgasdurchflussmessung in der Abzweigung **1** ist daher nicht erforderlich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung von Schadstoffen im Abgas einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Hauptkanal und mit einer in einer Abzweigung des Hauptkanals angeordneten Messanordnung für wenigstens einen Schadstoff, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abzweigung Abgase aus dem Hauptkanal, vorzugsweise über einen Diffusionskanal, eingespeist und in der Abzweigung durch Sauerstoffpumpen ein vorgegebener Sauerstoffgehalt eingestellt wird und wenigstens ein für die Messung eines bestimmten Schadstoffes ausgebildeter Sensor der Messanordnung die entsprechende Schadstoffkonzentration im Abgas in der Abzweigung misst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Messergebnis für die Schadstoffkonzentration in der Abzweigung auf die Schadstoffkonzentration im Hauptkanal geschlossen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Herstellung des vorgegebenen Sauerstoffgehalts erforderliche gepumpte Sauerstoffmasse und der dem vorgegebenen Sauerstoffgehalt entsprechende Lambda-Wert in der Abzweigung ermittelt wird, dass daraus die Abgasmasse in der Abzweigung bestimmt und aus der gemessenen Schadstoffkonzentration im Abgas in der Abzweigung die Schadstoffkonzentration im Hauptkanal berechnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Abgase, vorzugsweise über einen weiteren Diffusionskanal, in den Hauptkanal zurückgeführt werden.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einstellung des Sauerstoffgehalts in der Abzweigung vorzugsweise durch eine Sauerstoff-Pumpzelle oder eine Sauerstoff-Pump- und Messzelle erfolgt.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor als Metalloxid-Halbleitersensor ausgebildet ist

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Abzweigung Sauerstoff, vorzugsweise in einem Bereich neben dem weiteren Diffusionskanal, insbesondere durch eine weitere Sauerstoff-pumpzelle, abgepumpt wird.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoffgehalt in der Abzweigung auf einem Wert im Bereich zwischen 0,05 und 0,2 Volumenprozent konstant gehalten wird.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur in der Abzweigung auf Werten zwischen 300 °C und 600 °C gehalten wird.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Starten der Brennkraftmaschine das Innere der Abzweigung auf eine Temperatur zwischen 300 °C und 600 °C aufgeheizt wird.

11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messung des Sauerstoffgehalts in der Abzweigung, vorzugsweise mittels einer Lambda-Sonde erfolgt und diese Messwerte zur Einstellung des vorgegebenen Sauerstoffgehalts herangezogen werden.

12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abzweigung zumindest Kohlenwasserstoffe, Stickoxide und/oder Kohlenmonoxid als Schadstoffe im Abgas mittels selektiv für diese Schadstoffe ausgebildeten Metalloxid-Halbleitersensoren gemessen werden.

13. Vorrichtung zur Messung von Schadstoffen im Abgas von Verbrennungskraftmaschinen mit einem Hauptkanal und mit einer in einer Abzweigung (1) des Hauptkanals angeordneten Messanordnung für wenigstens einen Schadstoff, dadurch gekennzeichnet, dass die vorzugsweise parallel zu einem Stück des Hauptkanals (3) angeordnete Abzweigung (1) einen ersten, vorzugsweise in den Hauptkanal (3)

ragenden Abschnitt (4), vorzugsweise mit einem Diffusionskanal (7) für den Einlass von Abgasen, sowie einen zweiten, vorzugsweise in den Hauptkanal (8) ragenden Abschnitt (5), vorzugsweise mit einem weiteren Diffusionskanal für den Auslass der Abgase aus der Abzweigung (1) aufweist, dass mit einem dritten, außerhalb des Hauptkanals verlaufenden Abschnitts (6) der Abzweigung (1) eine Sauerstoff-Pump-Einrichtung, vorzugsweise eine Sauerstoff-Pump-Zelle (9), verbunden ist und dass in dem dritten Abschnitt wenigstens ein Sauerstoffsensor (14) sowie ein Sensor (10) zur Schadstoffmessung, vorzugsweise ein Metalloxid-Halbleitersensor, angeordnet und mit einer Auswerteinheit (15) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in dem zweiten Abschnitt (5), vorzugsweise neben dem Diffusionskanal (8), eine Pumpvorrichtung, insbesondere eine Sauerstoff-Pumpzelle (13), vorgesehen ist, um Abgasbestandteile aus der Abzweigung (1) abzupumpen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass im dritten Abschnitt (6) der Abzweigung (1) ein Temperatursensor angeordnet ist, der mit der Auswerteinheit (15) verbunden ist.

16. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass am oder im außerhalb des Abgaskanals (3) verlaufenden dritten Abschnitt (6) Heizelemente (16) angeordnet sind, die durch die Auswerteinheit (15) ein- und ausschaltbar sind.

17. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Heizelemente (16) bei einem unteren Grenzwert der Temperatur im dritten Abschnitt (6) einschaltbar sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Grenzwert der Temperatur zwischen 250 °C und 350 °C, bevorzugt bei 300 °C, liegt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der obere Grenzwert der Temperatur in einem Bereich um 600 ° Grad liegt.

20. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts der Sensoren (10) in der Abzweigung (1) eine Strömungsbaniere (11) angeordnet ist.

21. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Sauerstoffkonzentration in der Abzweigung (1) auf einem Wert im Bereich zwischen 0,05 und 0,2 Volumenprozent eingestellt ist.

22. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass in den Diffusionskanälen (7,8) der Abzweigung (1) zum Hauptkanal (3) Diffusionsmembranen angeordnet sind.

23. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts des Abschnitts (5) für den Auslaß der Abgase aus der Abzweigung (1) im Hauptkanal (3) ein Strömungsführelement (17) angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 13 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die mobile Vorrichtung ein Kraftfahrzeug ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

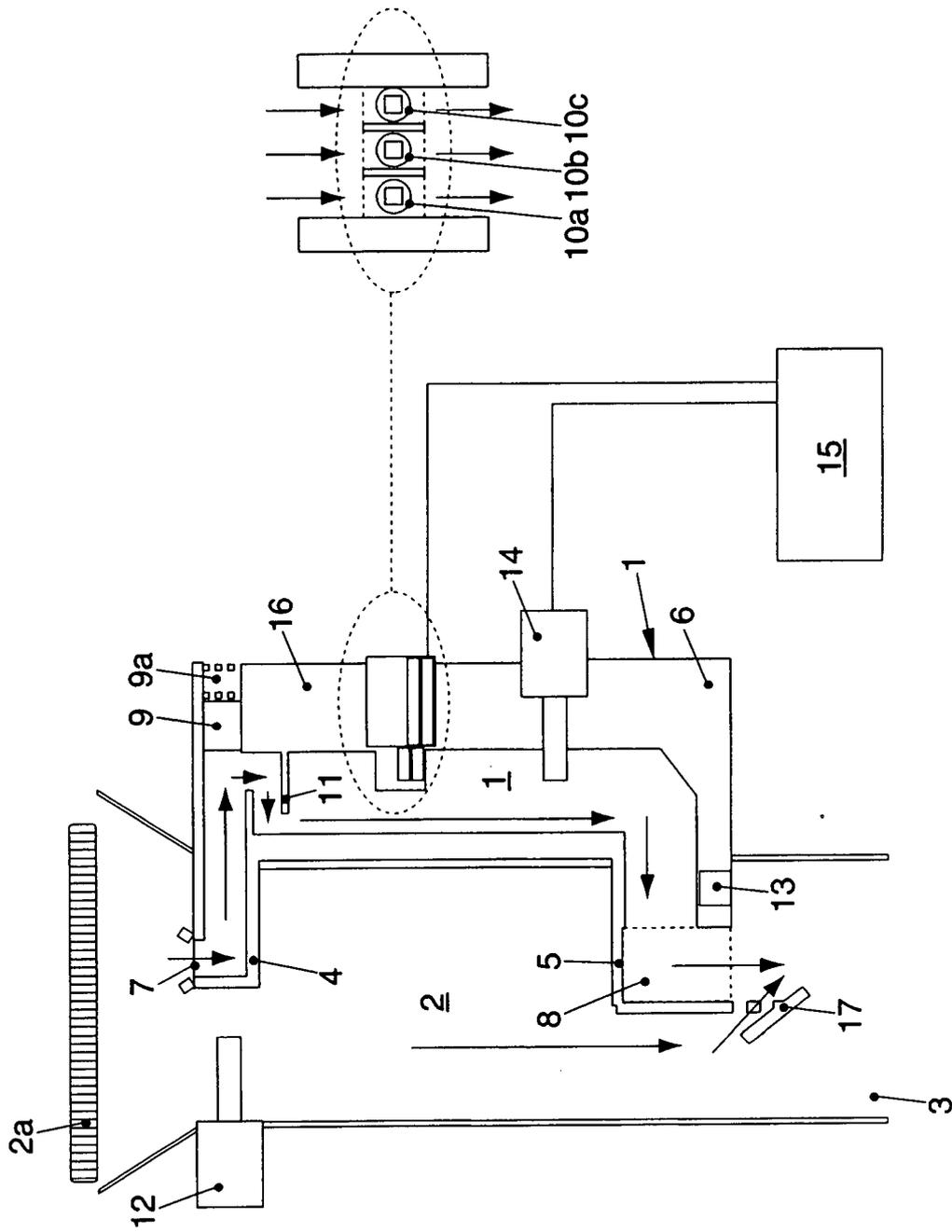


FIG. 1

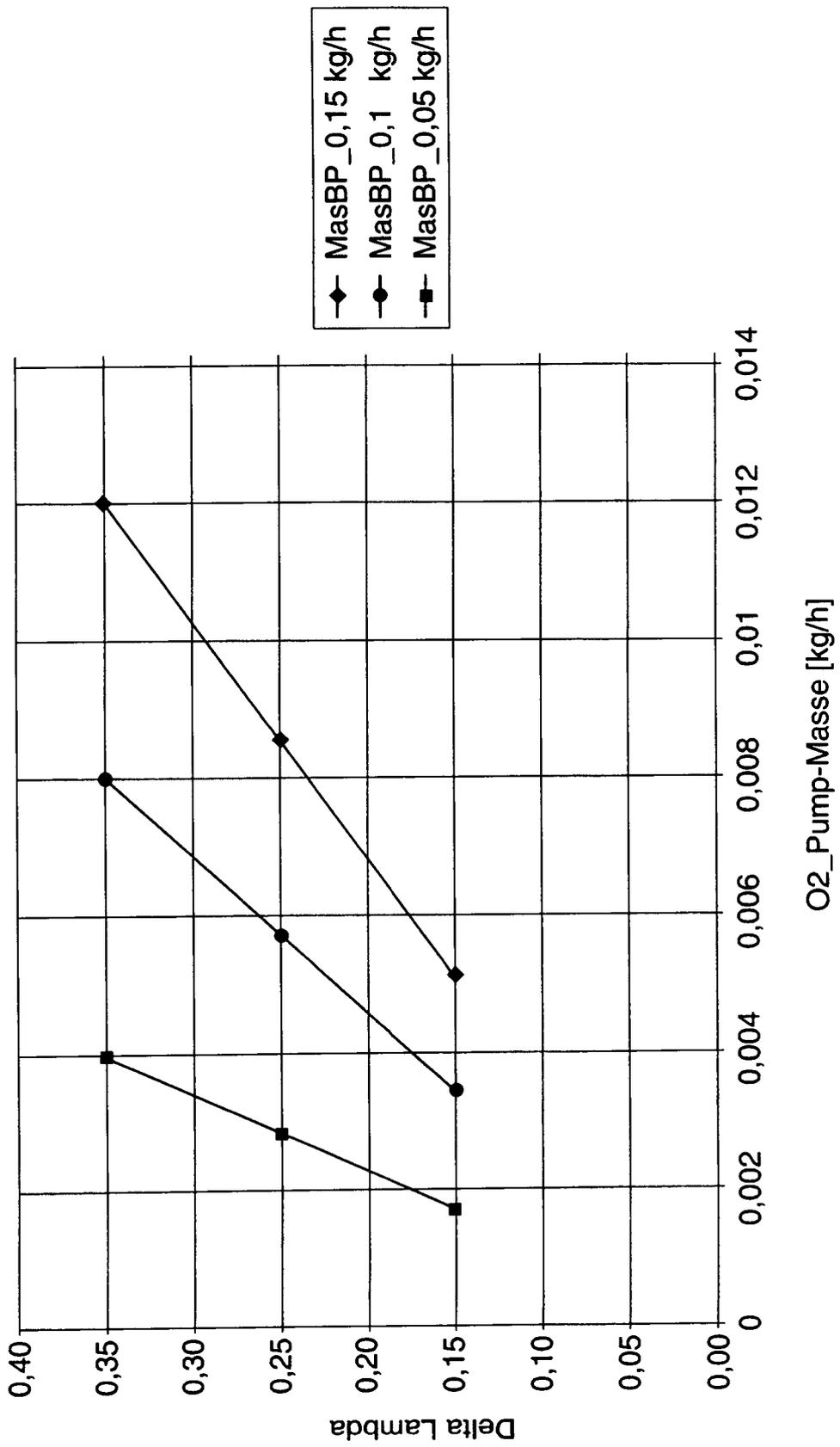


FIG. 2

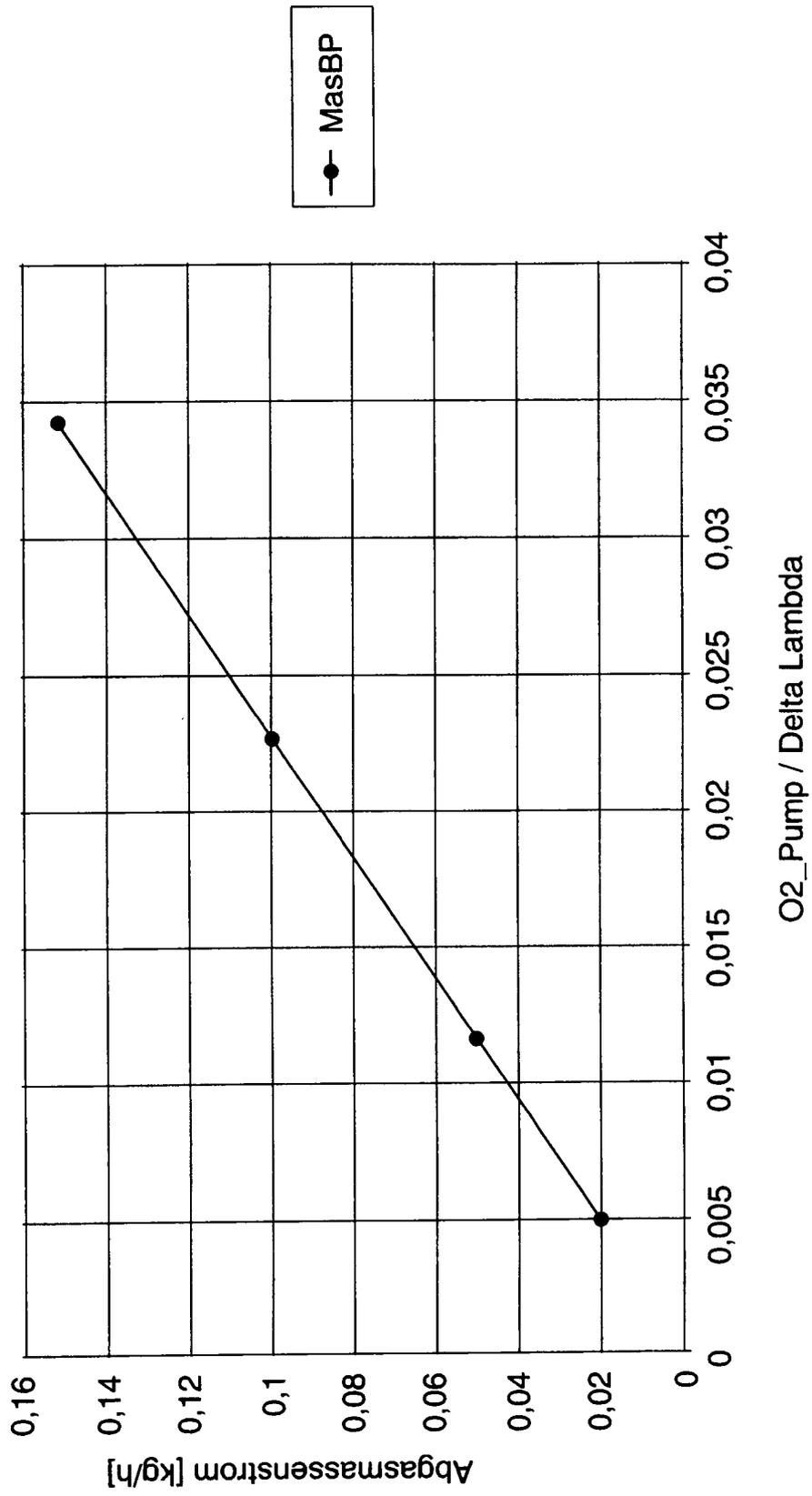


FIG. 3