



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 393 034 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1276/87

(51) Int.Cl.⁵ : **G01N 21/59**

(22) Anmeldetag: 19. 5.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.1990

(45) Ausgabetag: 25. 7.1991

(56) Entgegenhaltungen:

AT-PS 267232 DD-PS 127256

(73) Patentinhaber:

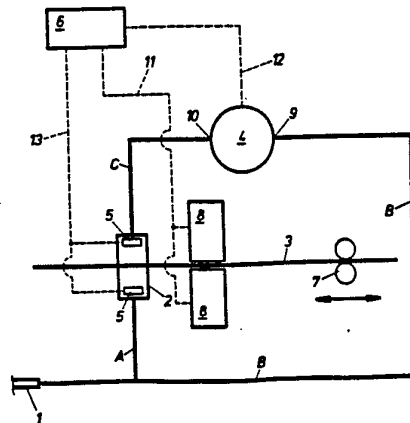
AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN
UND MESSTECHNIK MBH. PROF.DR.DR.H.C. HANS LIST
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

(72) Erfinder:

PFINGSTL MAX
GRAZ, STEIERMARK (AT).
JASCHEK ALFRED OTTO
GRAZ, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN (UND EINRICHTUNG) ZUR BESTIMMUNG DES RUSSGEHALTES VON RAUCHGASEN (SOWIE EINE EINRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS)

(57) Um bei einem Verfahren eine hohe Meßgenauigkeit zu erzielen, die unabhängig vom Rußgehalt des zu untersuchenden Rauchgases ist, ist vorgesehen, daß das für die Messung einer definierten Filterbeladung benötigte Abgasvolumen über einen entsprechenden Algorithmus aus dem Meßwert der Filterschwärzung einer vorhergehenden Prüfmessung bestimmt wird und daß die Probenentnahme entweder fortgesetzt oder ein neuer Probenentnahme- und Meßzyklus ausgelöst wird, wenn die Filterschwärzung ausserhalb eines definierten Bereiches liegt.



AT 393 034 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Rußgehaltes von Rauchgasen, insbesondere Abgasen von Brennkraftmaschinen, wobei durch das Abgas eine Beladung bzw. Schwärzung des durchströmten Filters hervorgerufen und sodann die Schwärzung des Filters gemessen wird, sowie auf eine Einrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

5 Ein solches Verfahren wurde z. B. durch die AT-PS 267 232 bekannt. Bei dem bekannten Verfahren wird eine vorbestimmte Rauchgasmenge durch das Filter hindurchgeleitet und danach dessen Schwärzung gemessen. Dabei ergibt sich das Problem, daß, da für einen größeren Meßbereich geeignete Meßgeräte verwendet werden müssen und diese keine über ihren gesamten Meßbereich gleichbleibende Empfindlichkeit aufweisen, die Meßgenauigkeit vom Rußgehalt des zu untersuchenden Rauchgases abhängt.

10 Ein weiteres Verfahren zur Messung von Auspuffabgasen bzw. eine Einrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens ist aus der DD-PS 127 256 bekannt. Um unterschiedliche Weißgrade eines Papierfilterbandes an der Schwärzungsstelle und an einer Referenzstelle auszugleichen, wird hier das Papierfilterband entlang seiner Länge in zwei Bereiche unterteilt, von denen der eine laufend von den Proben beaufschlagt wird, während der danebenliegende frei bleibt und für die Vergleichsmessung benutzt wird. Die Entnahme der Rauchproben erfolgt 15 quasikontinuierlich. Der fotoelektrische Auswerter weist eine Blende mit zwei Öffnungen auf, von denen die eine auf eine vom Rauch beaufschlagte Stelle und die andere auf eine in gleichen Querstreifen liegende, nicht beaufschlagte Stelle des Papierfilterbandes gerichtet ist. Auch hier ist die Meßgenauigkeit aus den oben genannten Gründen vom Rußgehalt des zu untersuchenden Rauchgases abhängig.

20 Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, bei dem unabhängig vom Rußgehalt des zu untersuchenden Rauchgases die Meßgenauigkeit konstant bleibt.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das für die Messung einer definierten Filterbeladung benötigte Abgasvolumen über einen entsprechenden Algorithmus aus dem Meßwert der Filterschwärzung einer vorhergehenden Prüfmessung bestimmt wird und daß die Probenentnahme entweder fortgesetzt oder ein neuer Probenentnahme- und Meßzyklus ausgelöst wird, wenn die Filterschwärzung außerhalb eines definierten 25 Bereiches liegt. Diese Verfahrensführung ermöglicht es, die zur Bestimmung der Schwärzung des Filters vorgesehenen Meßgeräte in einem vorgebbaren Meßbereich einzusetzen, sodaß die Kennlinie dieser Geräte in die Messung praktisch nicht mehr eingeht. Dabei ist es zweckmäßig, wenn im Bereich einer starken Schwärzung gearbeitet wird, da in diesem Falle allfällige Unterschiede in der Helligkeit des Filtermaterials, z. B. eines Filterpapiers, keinen nennenswerten Einfluß auf das Meßergebnis haben.

30 Beispielsweise kann nach einer ersten Probenentnahme die Schwärzung geprüft und automatisch ein neuer Probenaufnahme- und Meßzyklus ausgelöst werden, wenn die Filterschwärzung außerhalb eines definierten Bereiches liegt. Unter Verwendung eines Rechners kann diese Art des Verfahrens mit konventionellen Mitteln leicht verwirklicht werden.

35 Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann das durch das Filter durchgeströmte Abgasvolumen gemessen und der resultierende Meßwert mit dem Meßwert für die Filterschwärzung in einem geeigneten Rechner derart miteinander verknüpft werden, daß ein Signal generiert wird, welches dem Rußgehalt im Abgas proportional ist. Dies ermöglicht eine sehr einfache Verfahrensführung mit der Möglichkeit einer Automatisierung des Verfahrensablaufes.

40 Zur zusätzlichen Erhöhung der Meßgenauigkeit können in Ausgestaltung der Erfindung Druck und/oder Temperatur des das Filter durchströmenden Abgases gemessen und eine Druck- und/oder Temperaturkompensation des pro Messung durchgeströmten Abgasvolumens erfolgen.

Weiters kann auch vorgesehen sein, daß bei fortgesetzter Probenentnahme bereits während der Probenentnahme die Filterschwärzung kontinuierlich durch mindestens einen Sensor geprüft wird. Dies ermöglicht die Einsparung eines Verfahrensschrittes. Bei dieser Verfahrensführung wird praktisch die durch das 45 Filter hindurchgeführte Rauchgasmenge in Abhängigkeit von einer groben, kontinuierlichen Prüfmessung des Schwärzungsgrades gesteuert.

Zweckmäßig sind alle Verfahrensschritte und Abläufe automatisiert.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens anzugeben.

50 Durch die AT-PS 267 232 wurde eine Einrichtung bekannt, bei der eine mit einem das zu untersuchende Rauchgas führenden Kanal verbundene Entnahmeleitung zu einer Entnahmeeinrichtung und einem Filter geführt ist, durch das ein taktweise verschiebbares Band aus Filterpapier hindurchgeführt ist, das von einer Vorschubeinrichtung gesteuert ist und bei der eine fotoelektrische Meßeinrichtung vorgesehen ist, durch die das Band aus Filterpapier hindurchführbar ist, wobei die Meßeinrichtung, in Vorschubrichtung des Filterbandes 55 gesehen, nach dem Filter angeordnet ist.

Bei dieser bekannten Einrichtung ist das durch das Filter bei einer Messung hindurchführbare Volumen vorgegeben.

60 Ausgehend von einer solchen Einrichtung wird nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, daß die Entnahmeeinrichtung, die eine Volums- oder Mengenmeßeinrichtung für das Rauchgas aufweist, und die Meßeinrichtung für die Schwärzung des Filterpapiers mit einer Steuereinrichtung verbunden sind, die einen Rechner umfaßt, der nach einem Algorithmus aus der Schwärzung des Filterpapiers die für eine auswertbare Messung erforderliche Rauchgasmenge errechnet, und die Entnahmeeinrichtung mit einem entsprechenden Signal

versorgt. Bei dieser Einrichtung ist sichergestellt, daß vor der beabsichtigten Messung die für eine ausreichende Schwärzung erforderliche Rauchgasmenge errechnet wird. Dabei kann vorerst die mit einer vorgegebenen Rauchgasmenge erreichbare Schwärzung gemessen und nach dieser die für die Erreichung einer in vorgegebenen Grenzen liegende Schwärzung erforderliche Rauchgasmenge bestimmt werden. Dabei kann durch die

5 Steuereinrichtung ein automatischer Ablauf der Messung sichergestellt werden, wobei das Filter mit einer bestimmten Rauchgasmenge beaufschlagt und danach in der Meßeinrichtung für die Schwärzung der Schwärzungsgrad in einer Prüfung bestimmt wird. Aus diesen Werten kann im Rechner der Steuereinrichtung die erforderliche Rauchgasmenge errechnet und bei einer neuerlichen Beaufschlagung des Filters, dann aber mit der für die Erreichung einer innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegenden Schwärzung ausreichenden Rauchgasmenge,

10 die Entnahmeeinrichtung entsprechend gesteuert werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann aber auch vorgesehen sein, daß im Gehäuse des Filters eine zusätzliche fotoelektrische Meßeinheit angeordnet ist, die mit der Steuereinrichtung verbunden ist, in der ein Komparator angeordnet ist, der die von der fotoelektrischen Meßeinheit kommenden Signale mit einem vorgegebenen Wert vergleicht und der bei Erreichen des einstellbaren Schwellwertes ein die Entnahmeeinrichtung deaktivierendes Signal abgibt. Bei dieser Variante bleibt bei einer Messung die Zufuhr von Rauchgas zum Filter so lange aufrecht, bis eine für eine genaue Messung ausreichende Schwärzung des Filterbandes erreicht ist. Dies ermöglicht eine rasche und unkomplizierte Messung.

15

Weiters kann vorgesehen sein, daß die Entnahmeeinrichtung über eine direkte Leitung und eine über das Filter führende Leitung mit dem Rauchgaskanal verbunden ist und diese Leitungen wechselweise mit der Druck- oder Saugseite der Entnahmeeinrichtung verbindbar sind, wobei die Meßköpfe an beiden Seiten des Filterpapierbandes angeordnet sind. Dies ermöglicht es, das Rauchgas wahlweise durch das Filter zu saugen oder dieses durch das Filter zu drücken.

20

Dabei ist es vorteilhaft, wenn im Gehäuse des Filters zu beiden Seiten des Filterpapierbandes je eine fotoelektrische Meßeinheit angeordnet ist, wodurch auf ein Ummontieren der Meßeinheiten bei einer Umstellung der Beaufschlagungsrichtung des Filters verzichtet werden kann.

25

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung, die schematisch eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigt, näher erläutert.

Das Rauchgas gelangt vom Rauchgaskanal (1) über eine Entnahmeleitung (B) zu der Entnahmeeinrichtung (4), wobei von der Entnahmeleitung (B) eine Meßleitung (A) abzweigt, die zu einem Filter (2) führt. Dieser Filter ist über eine Leitung (C) ebenfalls mit der Entnahmeeinrichtung (4) verbunden. Die mit den Leitungen (B und C) verbundenen Auslässe (9 und 10) der Entnahmeeinrichtung (4) können wahlweise im Saug- oder Druckbetrieb arbeiten, sodaß das Rauchgas durch das Filter gesaugt oder gedrückt werden kann.

30

Das Filter (2) selbst besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse, durch das ein Filterband (3), das aus Filterpapier oder einem anderen Filtermaterial bestehen kann, hindurchführbar ist. Dabei ist für das Filterband (3) eine Antriebseinrichtung (7) vorgesehen, die zweckmäßigerweise von der Steuereinrichtung (6) gesteuert ist und das Filterband taktweise vorschiebt.

35

In Bewegungsrichtung des Filterbandes vom Filter (2) distanziert sind fotoelektrische Meßeinrichtungen (8) zur Bestimmung der Schwärzung des Filterbandes angeordnet. Diese Meßeinrichtungen (8) sind ebenso wie die Entnahmeeinrichtung (4) mit der Steuereinrichtung (6) elektrisch über Leitungen (11 bzw. 12) verbunden, wobei die Steuereinrichtung der Schwärzung des Filterbandes entsprechende Signale, aber auch dem Volumen, der Temperatur und dem Druck der Rauchgase, letztere von der Entnahmeeinrichtung (4), erhält und auch Steuersignale an die Entnahmeeinrichtung (4) abgibt.

40

Weiters sind im Gehäuse des Filters (2) noch zu beiden Seiten des Filterbandes (3) fotoelektrische Meßeinheiten (5) angeordnet, die ebenfalls mit der Steuereinrichtung über die Leitung (13) elektrisch verbunden sind. Die Anordnung der Meßeinheiten (5) und der Meßeinrichtungen (8) an beiden Seiten des Filterbandes (3) ermöglicht eine wahlweise Beaufschlagung des Filters (2) von beiden Seiten her.

45

Diese Einrichtung kann auf zwei Arten betrieben werden.

So kann vorerst eine bestimmte, vorgegebene Rauchgasmenge durch das Filter (2) hindurchgeleitet werden und danach das Filterband (3) durch die Antriebseinrichtung (7) um einen Schritt weiterbewegt werden, wodurch die vom Rauchgas geschwärzte Stelle des Filterbandes zur Prüfmessung in den Bereich der Meßeinrichtung (8) kommt. Aus den von diesen bzw. dieser Meßeinrichtung(en) (8), da nur eine, je nach der Richtung in der das Filter (2) durchströmt wird, aktiviert ist, gelieferten Signalen und der vorbestimmten Rauchgasmenge errechnet der Rechner der Steuereinrichtung (6) die für die Erreichung einer innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegenden Schwärzung erforderliche Rauchgasmenge und gibt ein entsprechendes Signal an die Entnahmeeinrichtung (4) ab. Danach wird die Antriebseinrichtung (7) wieder angesteuert und zieht das Filterband um einen Schritt vor. Da nun das Filterband entsprechend geschwärzt ist, kann der Schwärzungsgrad sehr genau bestimmt werden.

50

55

Aus den von entsprechenden Fühlern und Meßeinrichtungen in der Entnahmevorrichtung (4) gelieferten, dem durch das Filter hindurchgeströmten Volumen der Rauchgase, deren Temperatur und Druck entsprechenden Signalen, kann der Rechner der Steuereinrichtung (6) auch den auf eine normierte Rauchgasmenge bezogenen Rußanteil errechnen.

60

Bei der zweiten Betriebsart wird die Schwärzung des Filterbandes (3) während des Durchströmens der Rauchgase durch das Filter (2) durch die fotoelektrische Meßeinheit (5) erfaßt, wobei an die Genauigkeit dieser

kontinuierlichen Prüfmessung keine besonderen Anforderungen gestellt werden. Ist ein bestimmter Schwärzungsgrad erreicht, so überschreiten die von dieser Einheit (5) gelieferten Signale einen von einem Komparator der Steuereinrichtung (6) überwachten Schwellenwert und dieser gibt ein die Entnahmeeinrichtung (4) deaktivierendes Signal ab, sodaß eine weitere Beaufschlagung des Filters (2) unterbleibt. Danach wird das Filterband (3) durch die Antriebseinrichtung (7) weitergezogen und gelangt zu den Meßeinrichtungen (8), wo der Schwärzungsgrad genau bestimmt wird.

Aus den der Schwärzung entsprechenden Signalen und den dem Volumen der durch das Filter hindurchgeströmten Rauchgase und deren Temperatur und Druck entsprechenden Signalen errechnet der Rechner der Steuereinrichtung (6) die Schwärzungszahl oder die in einer normierten Rauchgasmenge enthaltene Rußmenge.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung des Rußgehaltes von Rauchgasen, insbesondere Abgasen von Brennkraftmaschinen, wobei durch das Abgas eine Beladung bzw. Schwärzung des durchströmten Filters hervorgerufen und sodann die Schwärzung des Filters gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das für die Messung einer definierten Filterbeladung benötigte Abgasvolumen über einen entsprechenden Algorithmus aus dem Meßwert der Filterschwärzung einer vorhergehenden Prüfmessung bestimmt wird und daß die Probenentnahme entweder fortgesetzt oder ein neuer Probenentnahme- und Meßzyklus ausgelöst wird, wenn die Filterschwärzung außerhalb eines definierten Bereiches liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das durch das Filter durchgeströmte Abgasvolumen gemessen und der resultierende Meßwert mit dem Meßwert für die Filterschwärzung in einem geeigneten Rechner derart miteinander verknüpft werden, daß ein Signal generiert wird, welches dem Rußgehalt im Abgas proportional ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß Druck und/oder Temperatur des das Filter durchströmenden Abgases gemessen und eine Druck- und/oder Temperaturkompensation des pro Messung durchgeströmten Abgasvolumens erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei fortgesetzter Probenentnahme bereits während der Probenentnahme die Filterschwärzung kontinuierlich durch mindestens einen Sensor geprüft wird.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der eine mit einem das zu untersuchende Rauchgas führenden Kanal verbundene Entnahmeleitung zu einer Entnahmeeinrichtung und einem Filter geführt ist, durch das ein taktweise verschiebbares Band aus Filterpapier hindurchgeführt ist, das von einer Vorschubeinrichtung gesteuert ist und bei der eine fotoelektrische Meßeinrichtung vorgesehen ist, durch die das Band aus Filterpapier hindurchführbar ist, wobei die Meßeinrichtung, in Vorschubrichtung des Filterbandes gesehen, nach dem Filter angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entnahmeeinrichtung (4), die eine Volums- oder Mengenmeßeinrichtung für das Rauchgas aufweist, und die Meßeinrichtung (8) für die Schwärzung des Filterpapiers mit einer Steuereinrichtung (6) verbunden sind, die einen Rechner umfaßt, der nach einem Algorithmus aus der Schwärzung des Filterpapiers die für eine auswertbare Messung erforderliche Rauchgasmenge errechnet.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Gehäuse des Filters (2) eine zusätzliche fotoelektrische Meßeinheit (5) angeordnet ist, die mit der Steuereinrichtung (6) verbunden ist, in der ein Komparator angeordnet ist, der die von der fotoelektrischen Meßeinheit (5) kommenden Signale mit einem vorgegebenen Wert vergleicht und der bei Erreichen des einstellbaren Schwellenwertes ein die Entnahmeeinrichtung (4) deaktivierendes Signal abgibt.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Entnahmeeinrichtung (4) über eine direkte Leitung (B) und eine über das Filter (2) führende Leitung (A) mit dem Rauchgaskanal (1) verbunden ist und diese Leitungen wechselweise mit der Druck- oder Saugseite der Entnahmeeinrichtung (4) verbindbar sind, wobei die Meßköpfe (8) an beiden Seiten des Filterpapierbandes (3) angeordnet sind.

AT 393 034 B

8. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Gehäuse des Filters (2) zu beiden Seiten des Filterpapierbandes (3) je eine fotoelektrische Meßeinheit (5) angeordnet ist.

5

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

