



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 874 135 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.10.1998 Patentblatt 1998/44

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 13/00**

(21) Anmeldenummer: **98105362.2**

(22) Anmeldetag: **25.03.1998**

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

(30) Priorität: **23.04.1997 DE 19717068**

(71) Anmelder:
**Daimler-Benz Aktiengesellschaft
70567 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ballmann, Rainer**
54655 Malbergweich (DE)
• **Enderle, Christian**
73666 Baltmannsweiler (DE)
• **Maute, Kurt**
71067 Sindelfingen (DE)
• **Vent, Guido**
67346 Speyer (DE)
• **Willand, Jürgen**
70329 Stuttgart (DE)
• **Wunderlich, Klaus**
71334 Waiblingen (DE)

(54) **Brennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine für Fahrzeuge mit einer Schubabschaltung und einer variablen Ventilsteuerung, bei der abhängig vom Fahrzustand des Fahrzeugs im Schubbetrieb ein Motorbremsmoment über Gaseinlaß- und Gasauslaßventile einstellbar ist.

Es wird vorgeschlagen, daß im Schubbetrieb stets zumindest eine Ventilgattung, alle Gaseinlaß- oder alle Gasauslaßventile, dauernd geschlossen sind.

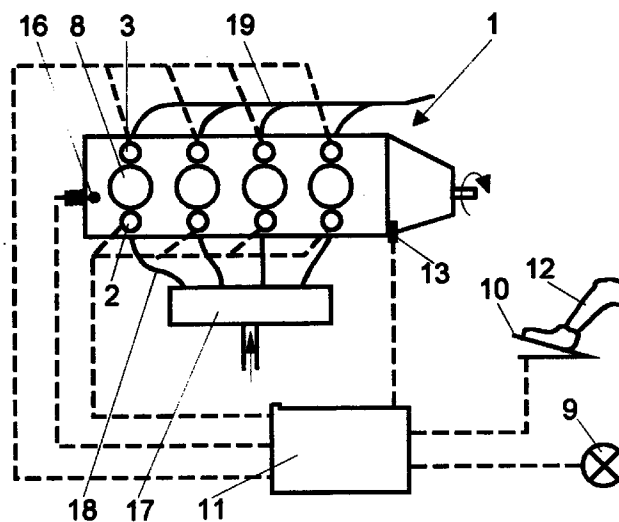


Fig. 1

EP 0 874 135 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Im Schubbetrieb können zwei grundsätzlich entgegengesetzte Aufgaben unterschieden werden, und zwar ein möglichst kleines Motorbremsmoment zu erreichen, um beispielsweise verbrauchsoptimal den Schwung des Fahrzeugs auszunutzen, und ein angemessenes Motorbremsmoment, um beispielsweise im Gefälle die übrigen Bremsfunktionen zu unterstützen.

Diese Aufgaben werden durch eine aus der DE 3428627 A1 bekannten Brennkraftmaschine gelöst. Das Motorbremsmoment ist durch eine die Abgase stauende Drosselklappe auf der Auslaßseite regelbar. Ferner ist jedem Gasauslaßventil eine Begrenzungseinrichtung zugeordnet, die verhindert, daß die Gasauslaßventile vollständig schließen. Die Gasauslaßventile werden nur soweit geschlossen, daß eine Bremswirkung erzielt wird. Die Begrenzungseinrichtung und die Drosselklappe sind durch ein bremspedalwegabhängiges verstellbares Wegeventil betätigbar.

Abweichend davon ist aus der DE 42 36 009 A1 ein Verfahren bekannt, bei dem der Luftdurchsatz durch die Brennkraftmaschine abhängig von einem ermittelten Fahrzustand und unabhängig von einem Kraftstoffdurchsatz steuerbar ist, um das Motorbremsmoment einzustellen. Im Schubbetrieb wird mit dem Verfahren bei Schubabschaltung ein sehr geringes Motorbremsmoment mit einer offenen Drosselklappe auf der Einlaßseite erreicht. Ist ein großes Motorbremsmoment gewünscht, wird die Drosselklappe und eventuell ein Leerlaufbypass vollständig geschlossen.

Ferner kann mit dem Verfahren bei einer Brennkraftmaschine mit frei wählbaren Ventilsteuerzeiten, beispielsweise mit hydraulisch oder elektromagnetisch angesteuerten Gaswechselventilen, ein sehr geringes Motorbremsmoment erzielt werden, wenn alle Gaswechselventile dauernd geschlossen sind. Wird ein hohes Motorbremsmoment gewünscht, werden bei jeder Saugbewegung des Kolbens alle Gaswechselventile geschlossen gehalten, im unteren Totpunkt werden alle Gaswechselventile kurz geöffnet, um die Verbrennungskammer mit Gas zu füllen, nachfolgend werden sofort alle Gaswechselventile des Zylinders wieder geschlossen, um das angesaugte Gas zum oberen Totpunkt hin zu komprimieren. Im oberen Totpunkt werden alle Gaswechselventile kurz geöffnet, damit der Kolben schon bei der nächsten Bewegung vom oberen Totpunkt wieder Expansionsarbeit verrichten muß.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, die Emissionswerte zu verbessern und die Gefahr zu reduzieren, daß ein vorhandener Katalysator auskühlt und mit schädlichem Sauerstoff beladen wird.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung

den Unteransprüchen entnommen werden können.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß Kraftstoff auf Wandungen der Einlaßseite gelangt und dort einen Wandfilm bildet. Dieser baut sich mit einem Luftdurchsatz ab, wenn im Schubbetrieb die Kraftstoffzufuhr unterbrochen wird und gelangt mit dem Luftdurchsatz durch die Brennkraftmaschine in das Abgassystem. Dies führt zu einer erhöhten Konzentration an unverbranntem Kohlenwasserstoff, der die Umwelt belastet.

Dadurch, daß gemäß der Erfindung im gesamten Schubbetrieb ein Luftdurchsatz durch die Brennkraftmaschine vermieden wird, indem stets zumindest die Gaseinlaß- oder die Gasauslaßventile geschlossen sind, gelangt kein erhöhter Anteil an unverbrannten Kohlenwasserstoffen in die Umwelt. Ferner gelangt keine Frischluft in den Katalysator, die diesen auskühlen und mit einer schädlichen Sauerstoffmenge beladen könnte.

Weitere Einzelheiten der Erfindung sowie die daraus resultierenden Vorteile sind der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels zu entnehmen.

In der Beschreibung und in den Ansprüchen sind zahlreiche Merkmale im Zusammenhang dargestellt und beschrieben. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu weiteren sinnvollen Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Motorsteuerung,

Fig. 2 einen Zylinderdruckverlauf synchron zu zwei Steuerzeitverläufen von Gaseinlaß- und Gasauslaßventilen.

Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 1 mit vier Zylindern 8, die aus einem Luftsammelrohr 17 über Ansaugstutzen 18 und über Gaseinlaßventile 2 ein Kraftstoffluftgemisch ansaugen und über Gasauslaßventile 3 und über Abgasrohre 19 Abgase ausschieben. Es sind mehrere Zylinder 8 mit jeweils mehreren Gaseinlaß- 2 und Gasauslaßventilen 3 denkbar. Die Gaseinlaß- 2 und Gasauslaßventile 3 eines Zylinders 8 sind gemeinsam oder vorzugsweise einzeln von einem Steuergerät 11 ansteuerbar.

In Fig. 2 ist ein Zylinderdruckverlauf 14 eines Zylinders 8 und synchron dazu ein Steuerzeitverlauf 7 der Gaseinlaßventile 2 und ein Steuerzeitverlauf 6 der Gasauslaßventile 3 über vier Betriebsphasen dargestellt, wobei die Phase IV im wesentlichen der Phase I entspricht. Die Phase I betrifft den normalen Fahrbetrieb mit einer aktivierten Kraftstoffeinspritzung und Zündung und besitzt Zünddruckspitzen 15 im Zylinder 8.

Wird in der Phase I von einem Fahrer 12 oberhalb einer durch einen Drehzahlgeber 13 erfaßten Grenzdrehzahl, welche im Bereich des Motorleerlaufs liegt, die Lastanforderung an die Brennkraftmaschine 1 über

ein Gaspedal 10 in den Bereich von Leergas zurückgenommen, erkennt das Steuergerät 11 eine Schubabschaltung. Vorteilhaft wird die Schubabschaltung vom Steuergerät 11 in Abhängigkeit der Motortemperatur der Brennkraftmaschine 1 durch einen Temperaturfühler 16 gemessen und aktiviert.

Dabei werden die Gaseinlaß- 2 und die Gasauslaßventile 3 aller Zylinder 8 sofort bzw. nach Abschluß eines gerade noch laufenden Ansaug- bzw. Verbrennungsvorgangs mit dem Ende des Ausschiebevorgangs in der geschlossenen Stellung gehalten. Gleichzeitig wird mit der Stilllegung der Gaseinlaßventile 2 die Kraftstoffeinspritzung und die Zündung unterbrochen. Dies ist in Fig. 2 im Übergang von Phase I nach Phase II zu erkennen.

Sind alle Gaswechselventile 2, 3 geschlossen, findet kein Luftdurchsatz durch die Zylinder 8 statt. Es wird nur noch das eingeschlossene Zylindervolumen komprimiert und expandiert, wodurch die Volumenänderungsarbeit bis auf thermische Verluste erhalten bleibt. Der Zünddruck 15 ist aufgrund fehlender Zündung auf einen Kompressionsdruck 4 am oberen Totpunkt abgefallen. Das Motorbremsmoment wird hauptsächlich durch mechanische Reibung von Kurbeltrieb und Nebenaggregaten bestimmt. Die kinetische Energie der Fahrzeugmasse wird unwesentlich durch ein Motorbremsmoment verringert, ohne daß der Antriebsstrang durch eine Kupplung, z.B. durch einen Freilauf, getrennt wird.

Ein erhöhtes Motorbremsmoment und damit ein wirksamer Motorbremsbetrieb kann abhängig von verschiedenen Fahrzeugparametern eingeleitet und geregelt werden, beispielsweise abhängig von Drehzahl, Geschwindigkeit, Neigung des Fahrzeugs usw.. Erfindungsgemäß wird zudem ein Lastrücknahmegradi- ent und/oder ein Bremssignal 9 erfaßt. Der Lastrücknahmegradi- ent kann am Gaspedal 10, an einer Einspritzanlage oder sonst einer günstigen Stelle an der Brennkraftmaschine 1 abgegriffen werden. Das Bremssignal 9 kann binär, weg- oder druckproportional am Bremspedal oder an einer günstigen Stelle im Bremssystem erfaßt werden, beispielsweise auch am Bremslicht. Der Lastrücknahmegradi- ent und Signale 9 aus dem Bremssystem liefern frühzeitig exakte Werte zur Regelung des Motorbremsmoments. Die beschriebenen Parameter können einzeln oder in Kombination genutzt werden, das Motorbremsmoment einzuleiten und zu regeln.

Das Motorbremsmoment wird erfindungsgemäß erhöht, indem die Kompressions- und/oder die Expansionsarbeit der Brennkraftmaschine 1 mit den Gaswechselventilen 2, 3 in Wärme umgewandelt werden.

Wird ein Motorbremsbetrieb eingeleitet, wie dies in Fig. 2 im Übergang von Phase II zu Phase III gezeigt ist, werden entweder die Gaseinlaß- 2 oder vorzugsweise die Gasauslaßventile 3 wieder aktiviert, während die andere Gattung der Gaswechselventile 2, 3 geschlossen bleibt. Dabei wird der Öffnungsvorgang der Gas-

auslaßventile 3 des jeweiligen Zylinders 8 im Bereich des oberen Totpunktes eingeleitet. Vorzugsweise wird der Öffnungsvorgang kurz vor Erreichen des oberen Totpunktes eingeleitet, damit das Gasauslaßventil 3 nach einer gewissen Verzögerung im Bereich des maximalen Kompressionsdrucks 4 öffnet. Um das Motorbremsmoment einzustellen, kann der Öffnungsvorgang auch zeitlich im Bereich des oberen Totpunktes verschoben werden.

Der Schließvorgang wird vorzugsweise kurz vor Erreichen des unteren Totpunktes eingeleitet, der sich durch einen unteren Kompressionsdruck 5 auszeichnet. Dadurch ist gewährleistet, daß das komplette Zylinderhubvolumen im unteren Totpunkt mit Abgas aus dem Abgastrakt befüllt wird bevor die Verdichtungsphase beginnt. Im Bereich des oberen Totpunktes öffnet das Gasauslaßventil 3 und der Kompressionsdruck 4 baut sich schlagartig ab, so daß die Kompressionsarbeit in Wärme umgewandelt wird und sich die Motorbremsleistung erhöht. Im Ausführungsbeispiel läuft dieser Vorgang alle 360° Kurbelwinkel, d.h. bei jeder Kurbelwellenumdrehung, einmal ab.

Denkbar ist auch, daß im Bereich jedes oberen und jedes unteren Totpunkts kurz geöffnet und anschließend sofort wieder geschlossen wird, um die Kompressions- und die Expansionsarbeit in Wärme umzuwandeln und damit ein noch größeres Motorbremsmoment zu erhalten.

Das Motorbremsmoment kann erfindungsgemäß verändert werden, indem die Gaseinlaß- 2 oder die Gasauslaßventile 3 während einzelner oder mehrerer Kurbelwellenumdrehungen der Brennkraftmaschine 1 und/oder bei einem oder bei mehreren Zylindern 8 alle Gaswechselventile 2, 3 geschlossen bleiben.

Erfaßt das Steuergerät 11 Signale, die für das Ende eines Motorbremsbetriebs sprechen, wie beispielsweise eine Unterbrechung des Bremssignals 9, eine Unterschreitung der Grenzdrehzahl oder eine Lastanforderung, werden die Gasauslaßventile 3 nicht mehr im unteren Totpunkt geschlossen, sondern erst im oberen Totpunkt, um schädliches Restgas im Zylinder 8 für eine nachfolgende Verbrennungseinleitung auszuschieben. Anschließend können dann zylinderselektiv die Gaseinlaßventile 2 mit der Einspritzung und Zündung aktiviert werden, um den Verbrennungsbetrieb fortzusetzen (Fig. 2 Phase III nach IV).

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) für Fahrzeuge mit einer Schubabschaltung und einer variablen Ventilsteuerung, bei der abhängig vom Fahrzustand des Fahrzeugs im Schubbetrieb ein Motorbremsmoment über Gaseinlaß- (2) und Gasauslaßventile (3) einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Schubbetrieb stets zumindest eine Ventilgattung, alle Gaseinlaß- (2) oder alle Gasauslaßventile (3), dauernd geschlossen sind.

2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die andere Ventilgattung, entweder die Gaseinlaß- (2) oder die Gasauslaßventile (3), im Bereich eines oberen Totpunktes einer Kolbenbewegung geöffnet und im Bereich eines unteren Totpunktes wieder geschlossen werden, während die anderen Gaswechselventile (2, 3) geschlossen bleiben. 5
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilgattung im Bereich des oberen Totpunktes und im Bereich des unteren Totpunktes der Kolbenbewegung kurz geöffnet und anschließend sofort wieder geschlossen wird. 10
4. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Schubetrieb bei einem oder mehreren Zylindern (8) alle Gaswechselventile (2, 3) geschlossen sind. 15 20
5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß beim Öffnen der Gaseinlaß- (2) oder der Gasauslaßventile (3) einzelne oder mehrere Umdrehungen übersprungen werden können. 25
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Motorbremsmoment abhängig von einem Lastrücknahmegradien geregelt ist. 30
7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Motorbremsmoment abhängig von einem Bremssignal (9) geregelt ist. 35
8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Restgas bei einer erneuten Lastwiederaufnahme ausgeschoben ist. 40

45

50

55

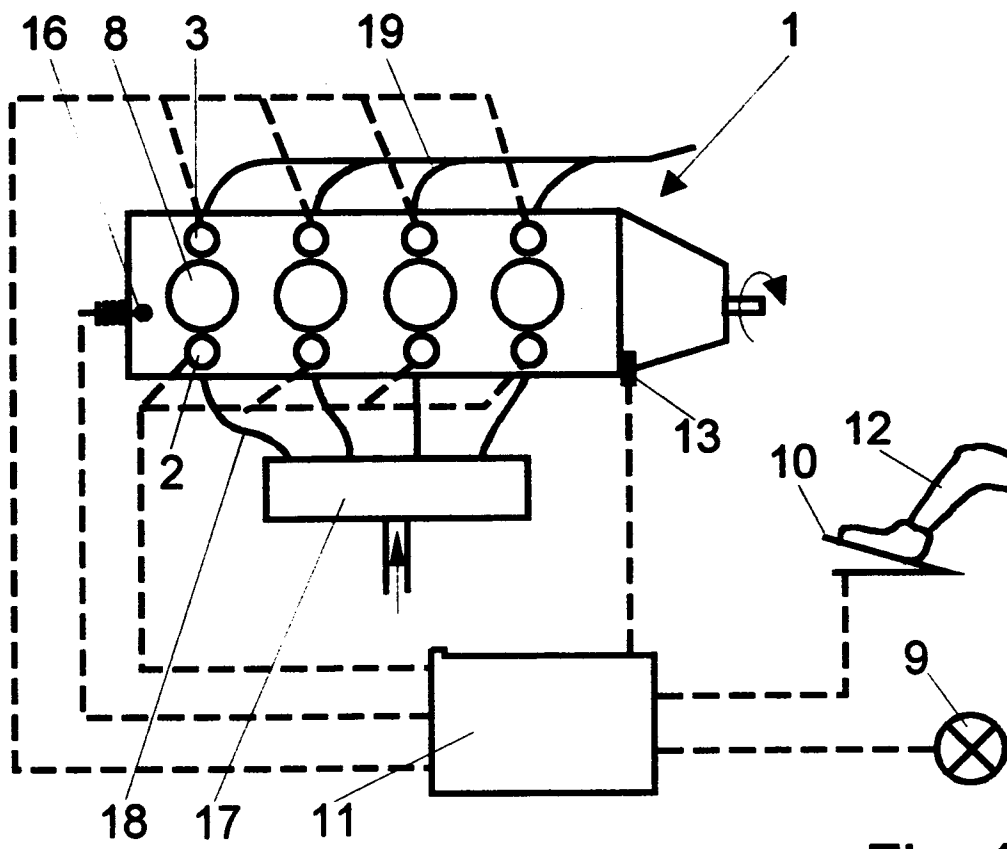


Fig. 1

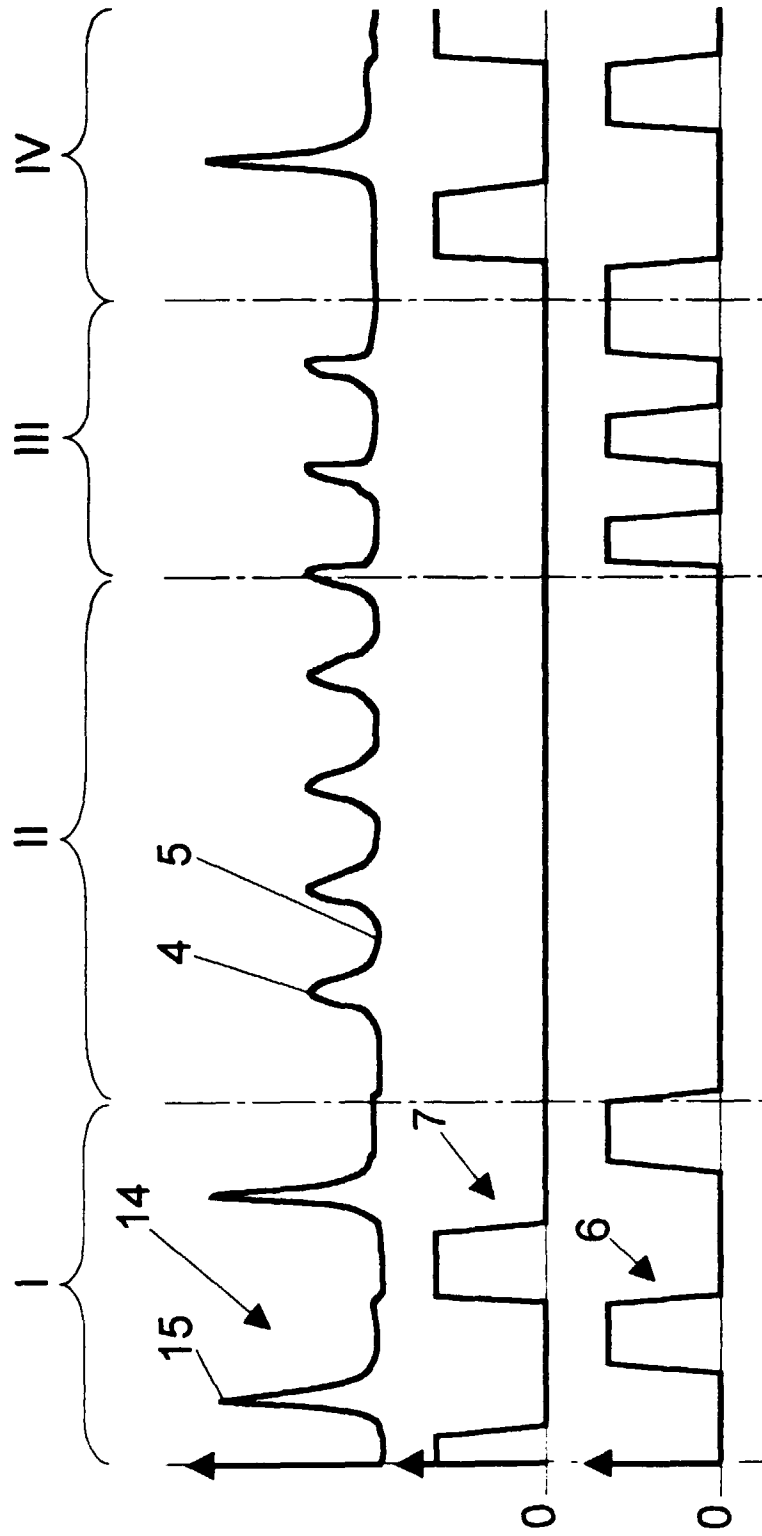


Fig. 2