



(10) **DE 103 43 756 B4** 2010.12.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 43 756.8**  
(22) Anmeldetag: **16.09.2003**  
(43) Offenlegungstag: **15.04.2004**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.12.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02B 29/04** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**0222987.0**      **04.10.2002**      **GB**

(73) Patentinhaber:  
**Visteon Global Technologies, Inc., Dearborn,  
Mich., US**

(74) Vertreter:  
**Sperling, Fischer & Heyner Patentanwälte, 01277  
Dresden**

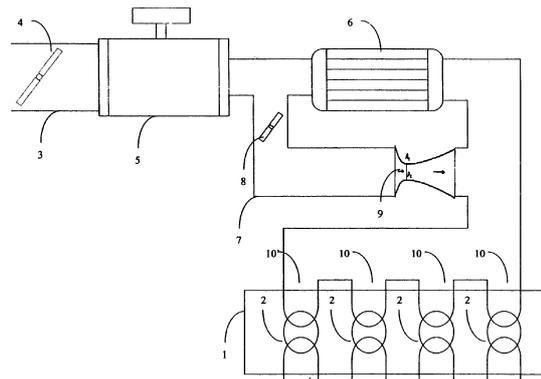
(72) Erfinder:  
**Joyce, Steven, Redhill, Surrey, GB; Whelan, Chris,  
Southwick, Sussex, GB; Gouldson, Ian, Bishop  
Stortford, Hertfordshire, GB; Bush, Chris, West  
Chiltington, Pulborough, GB; Henderson, Noel,  
81827 München, DE**

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

**DE**      **37 18 544**      **A1**  
**GB**      **20 55 963**      **A**

(54) Bezeichnung: **Lufteinlasskühlsystem und -verfahren**

(57) Hauptanspruch: Lufteinlasskühlsystem für einen Verbrennungsmotor (1), umfassend einen in einem Lufteinlasskanal (3) in Durchflussrichtung nach einem Lader (5) angeordneten Luftladekühler (6) sowie einen Bypasskanal (7) mit Bypass-Regelventil (8) zur Umgehung des Ladeluftkühlers (6), dadurch gekennzeichnet, dass der Bypasskanal (7) sich ausgehend von einem zwischen dem Lader (5) und dem Ladeluftkühler (6) platzierten Verteilpunkt bis zu einem zwischen dem Ladeluftkühler (6) und dem Verbrennungsmotor (1) platzierten Mischpunkt erstreckt und der Bypasskanal (7) zusätzlich zum Bypass-Regelventil (8) eine als Durchflussbegrenzungsdüse (9) ausgebildete Durchflussbegrenzungseinrichtung zum Begrenzen des Durchflusses aufweist, wobei die Durchflussbegrenzungsdüse (9) derart ausgelegt ist, dass unterhalb eines festgelegten kritischen Durchsatzes kein signifikanter Druckverlust auftritt und oberhalb des kritischen Durchsatzes der gesamte Bypassdurchsatz eingeschränkt wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und einen Apparat zum Kühlen von Ansaugluft vor dem Eintritt in eine Verbrennungskammer eines aufgeladenen Verbrennungsmotors, insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, zur Verwendung in einem Dieselmotor.

**[0002]** Viele Kraftfahrzeugmotoren werden durch Komprimierung der Luft vor Einlass in die Verbrennungskammern aufgeladen. Ein Turbolader enthält ein Turbinenrad, das durch die Abgase des Verbrennungsmotors angetrieben wird und das wiederum einen Rotationsverdichter antreibt. Ein Kompressor enthält einen Rotationsverdichter, der durch den Verbrennungsmotor direkt oder durch einen letztendlich vom Verbrennungsmotor angetriebenen Motor angetrieben wird. Insbesondere Dieselmotoren werden zur Steigerung der Motorleistung vorwiegend aufgeladen.

**[0003]** Wenn angesaugte Luft verdichtet wird, wird sie gleichzeitig erwärmt. Konventionell wird die Ansaugluft vor dem Eintritt in die Verbrennungskammer mithilfe eines Ladeluftkühlers oder eines Zwischenkühlers gekühlt.

**[0004]** Oftmals ist ein solcher Kühler mit einem Bypasskanal ausgestattet, so dass die Ladeluft den Kühler umgehen kann, um zum Beispiel das Aufwärmen des Motors zu unterstützen, Emissionen zu senken oder das Verbrennungsgeräusch zu dämpfen. Die Ladeluft wird in den Bypasskanal über ein Bypassventil eingelassen, das entsprechend verschiedener Motorbetriebsparameter angesteuert wird. Die Verwendung eines Bypasskanals ist insbesondere für Dieselmotoren relevant, die gewöhnlich einen Ladeluftansaugkanal besitzen, der nicht durch ein Drosselventil in Abhängigkeit einer Gaspedalstellung geregelt wird.

**[0005]** Die GB 2 055 963 A offenbart eine Vorrichtung zur Temperaturregelung von komprimierter Ladeluft bei einem Verbrennungsmotor. Dabei sind zwei Wärmeübertrager vorgesehen, die von unterschiedlichen wärmeleitenden Medium, insbesondere Motorkühlwasser und Umgebungsluft, durchströmt werden. Zwischen dem ersten Wärmeübertrager und dem zweiten Wärmeübertrager einerseits sowie dem Ausgang des zweiten Wärmeübertragers und dem Lufteinlass des Motors andererseits ist eine Nebenleitung installiert. Zudem ist mindestens ein den Luftdurchtritt der Ladeluft steuerndes Organ vorgesehen, das in der Nebenleitung und/oder der Hauptleitung angeordnet ist und über eine Steuereinrichtung gesteuert wird.

**[0006]** Aus der DE 37 18 544 A1 geht eine Ventilanzordnung zur Regelung der Leerlaufdrehzahl von

Kraftfahrzeugmotoren hervor, bei der innerhalb einer Ansaugleitung eine Drosselklappe sowie ein von Betriebsparametern gesteuertes LFR-Ventil in einer die Drosselklappe umgehenden Bypassleitung vorgesehen sind. Zudem umfasst die Anordnung eine vom LFR-Ventil unabhängige, drehzahlabhängige dem LFR-Ventil nachgeschaltete Drossel mit einem im Schließsinne durch eine Feder beaufschlagten Drosselkörper. Die gesteuerte Drossel begrenzt bei geschlossener Drosselklappe den freien Querschnitt der Drosselleitung auf einen einer vorgegebenen Leerlaufdrehzahl entsprechenden Wert und übernimmt dabei eine Sicherheitsfunktion.

**[0007]** Ein Problem mit solchen bekannten Ansaugluftsystemen besteht jedoch darin, dass das Bypassventil versagen kann und in einer offenen Stellung verharrt. Dadurch wird die gesamte Ladeluft um den Ladeluftkühler herum geleitet. Es besteht die Gefahr, dass eine übermäßig hohe Ladelufttemperatur bei hohen Motorbelastungen zu einem Motorschaden führt.

**[0008]** Entsprechend der Erfindung wird ein Lufteinlasssystem für einen Verbrennungsmotor bereitgestellt, das einen in einem Einlasskanal in Durchflussrichtung nach einem Lader angeordneten Kühler; einen Bypasskanal zur Kommunikation zwischen einem in Durchflussrichtung vor dem Kühler befindlichen Abschnitt des Einlasskanals und einem in Durchflussrichtung nach dem Kühler befindlichen Abschnitt des Einlasskanals, um einem vom Lader abströmenden Luftstrom die Umgehung des Kühlers zu ermöglichen; ein im Bypasskanal angeordnetes Bypass-Regelventil zum Öffnen und Schließen des Bypasskanals; und eine im Bypasskanal angeordnete Durchflussbegrenzungseinrichtung zum Begrenzen des Durchflusses für den Fall, dass das Bypass-Regelventil in einer offenen Stellung verharrt, umfasst.

**[0009]** Entsprechend einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird außerdem ein Ladeluftkühler bereitgestellt, der einen Kühlkanal, einen Bypasskanal, ein im Bypasskanal angeordnetes Bypass-Regelventil zum Öffnen und Schließen des Bypasskanals; und eine im Bypasskanal angeordnete Durchflussbegrenzungseinrichtung zum Begrenzen des Durchflusses für den Fall, dass das Bypass-Regelventil in einer offenen Stellung verharrt, umfasst.

**[0010]** Vorzugsweise umfasst die Durchflussbegrenzungseinrichtung eine Durchflussbegrenzungsdüse, die so dimensioniert ist, dass der Durchfluss nicht behindert wird, solange kein festgelegter kritischer Durchsatz erreicht ist.

**[0011]** Die Erfindung stellt außerdem ein Verfahren zur Kühlung von Ladeluft mithilfe eines Kühlers mit einem Kühlkanal und einem Bypasskanal bereit, das den Schritt des Betriebs eines Bypass-Regelventils

umfasst, so dass der Kühlkanal bei bestimmten Motorbetriebsbedingungen umgangen wird, und bei dem, für den Fall eines Fehlers des Bypass-Regelventils, der Durchfluss durch den Bypasskanal auf einen festgelegten kritischen Durchsatz begrenzt wird.

**[0012]** Im Folgenden werden die Ausgestaltungen der Erfindung nur anhand von Beispielen mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben, wobei

**[0013]** [Fig. 1](#) ein Lufteinlasssystem entsprechend einer Ausgestaltung der Erfindung schematisch darstellt;

**[0014]** [Fig. 2](#) einen Ladeluftkühler entsprechend einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung schematisch darstellt;

**[0015]** [Fig. 3](#) ein Diagramm ist, das die Auswirkung des Düsendurchmessers bei maximalem Durchsatz für verschiedene Vordrücke darstellt;

**[0016]** [Fig. 4](#) ein Diagramm ist, das den prozentualen Durchsatz durch einen Bypasskanal sowohl mit als auch ohne Düse bei verschiedenen Motordrehzahlen darstellt.

**[0017]** In [Fig. 1](#) besitzt ein Verbrennungsmotor 1 eine Vielzahl von Zylindern 2, wobei in diesem Beispiel vier Zylinder 2 vorhanden sind. Der Verbrennungsmotor 1 ist mit einem Lufteinlasskanal 3 ausgestattet. Der Lufteinlass könnte durch ein Drosselventil 4 geregelt werden, das entsprechend einer Gaspedalstellung betätigt wird, obwohl die Erfindung besonders für Dieselmotoren relevant ist, die möglicherweise kein Drosselventil 4 haben. Ein Lader 5, der ein Turbolader oder Kompressor sein könnte, dient zum Komprimieren von Luft vor dem Eintritt in die inneren Verbrennungskammern der Zylinder 2.

**[0018]** Ein Ladeluftkühler 6 dient zum Kühlen der vom Lader 5 empfangenen komprimierten Luft. Ein Bypasskanal 7 wird mithilfe eines entsprechend bestimmter Motorbetriebsparameter betätigten Bypassventils 8 geöffnet und geschlossen. Der Bypasskanal ermöglicht unter bestimmten Umständen den Einlass ungekühlter Luft in die Verbrennungskammern.

**[0019]** Das in [Fig. 1](#) gezeigte Bypassventil 8 öffnet oder schließt den Bypasskanal 7. Wenn der Bypasskanal geöffnet ist, passiert trotzdem eine geringe Luftmenge den Kühler 6 über den parallelen Weg, der nach wie vor geöffnet ist.

**[0020]** Das Bypassventil 8 wird entsprechend der Ladelufttemperatur angesteuert und geöffnet, wenn die Temperatur unterhalb eines festgelegten Schwellenwerts liegt. Ist das Ventil 8 ein Drosselventil, ist variables Ansteuern des Ventils möglich. Jedoch vari-

iert der Durchsatz in Abhängigkeit des Ventilstellungswinkels nicht linear, und deshalb ist die variable Ansteuerung eingeschränkt. Das Bypassventil 8 kann durch ein Thermostatventil implementiert werden, das sich entsprechend der Ladelufttemperatur öffnet.

**[0021]** Nach Passage oder Umgehung des Ladeluftkühlers 6 wird die Ladeluft über die jeweiligen Einlassstutzen 10 in die Brennkammer jedes Zylinders 2 eingelassen.

**[0022]** Der Bypasskanal 7 ist mit einer Durchflussbegrenzungsdüse 9 ausgestattet, die so dimensioniert ist, dass unterhalb eines festgelegten kritischen Durchsatzes kein signifikanter Druckverlust auftritt, jedoch oberhalb des kritischen Durchsatzes der gesamte Bypassdurchsatz eingeschränkt wird.

**[0023]** Idealerweise wird der maximale Bypassdurchsatz auf etwa 50% des Maximaldurchsatzes begrenzt, für den der Verbrennungsmotor ausgelegt ist. Der Maximaldurchsatz hängt von der Querschnittsfläche der Düse und dem Vorluftdruck und der Vortemperatur ab.

**[0024]** [Fig. 3](#) stellt den Maximaldurchsatz in kg/s für bestimmte Düsendurchmesser dar. Diese Figur zeigt, dass ein Ansteigen des Vordrucks keinen großen Einfluss auf den Maximaldurchsatz durch die Düse hat.

**[0025]** [Fig. 4](#) stellt den prozentualen Durchsatz (gezeigt als prozentualer Anteil am Maximaldurchsatz, für den der Verbrennungsmotor ausgelegt ist) über der Motordrehzahl dar. Ist eine Düse vorhanden, wird der Maximaldurchsatz auf 50% begrenzt, wenn die Motordrehzahl auf über 50% ansteigt.

**[0026]** Damit wird für den Fall, dass das Bypassventil versagt und weiterhin Ladeluft durchlässt, der Durchsatz mithilfe der Düse 9 zur Vermeidung eines kritischen Durchsatzes begrenzt.

**[0027]** Der Bypasskanal könnte sich außerhalb des Ladeluftkühlers befinden, wie in [Fig. 1](#) gezeigt, oder im Ladeluftkühler integriert sein, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, in der gleiche Teile mit gleichen um einen Strich ergänzte Bezugsnummern gekennzeichnet sind.

**[0028]** Die voranstehende Beschreibung soll als Darstellung und nicht als Beschränkung aufgefasst werden, und die folgenden Patentansprüche sollen den Geltungsbereich der Erfindung definieren.

#### Bezugszeichenliste

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | Verbrennungsmotor   |
| 2 | Zylinder des Motors |
| 3 | Lufteinlasskanal    |

- 4 Drosselventil
- 5 Lader
- 6 Ladeluftkühler
- 7 Bypasskanal
- 8 Bypassventil, Bypass-Regelventil
- 9 Durchflussbegrenzungsdüse

### Patentansprüche

1. Lufteinlasskühlsystem für einen Verbrennungsmotor (1), umfassend einen in einem Lufteinlasskanal (3) in Durchflussrichtung nach einem Lader (5) angeordneten Luftladekühler (6) sowie einen Bypasskanal (7) mit Bypass-Regelventil (8) zur Umgehung des Ladeluftkühlers (6), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bypasskanal (7) sich ausgehend von einem zwischen dem Lader (5) und dem Ladeluftkühler (6) platzierten Verteilpunkt bis zu einem zwischen dem Ladeluftkühler (6) und dem Verbrennungsmotor (1) platzierten Mischpunkt erstreckt und der Bypasskanal (7) zusätzlich zum Bypass-Regelventil (8) eine als Durchflussbegrenzungsdüse (9) ausgebildete Durchflussbegrenzungseinrichtung zum Begrenzen des Durchflusses aufweist, wobei die Durchflussbegrenzungsdüse (9) derart ausgelegt ist, dass unterhalb eines festgelegten kritischen Durchsatzes kein signifikanter Druckverlust auftritt und oberhalb des kritischen Durchsatzes der gesamte Bypassdurchsatz eingeschränkt wird.

2. Lufteinlasskühlsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der vorgebbare kritische Durchfluss etwa 50% des dem Verbrennungsmotor (1) zugeführten Maximaldurchflusses der Ladeluft beträgt.

3. Lufteinlasskühlsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Bypasskanal (7) im Ladeluftkühler als Bauteil integriert ist.

4. Verfahren zur Kühlung von Ladeluft unter Verwendung der Vorrichtungsmerkmale gemäß dem Vorrichtungsanspruch 1, bei dem

- a. in Abhängigkeit bestimmter Motorbetriebsbedingungen sich das im Bypasskanal (7) platzierte Bypass-Regelventil (8) öffnet und schließt und
- b. dass im Öffnungszustand des Bypass-Regelventils (8) die Durchflussbegrenzungsdüse (9) beim Überschreiten eines festgelegten kritischen Durchflusses den Bypass-Durchsatz selbsttätig einschränkt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

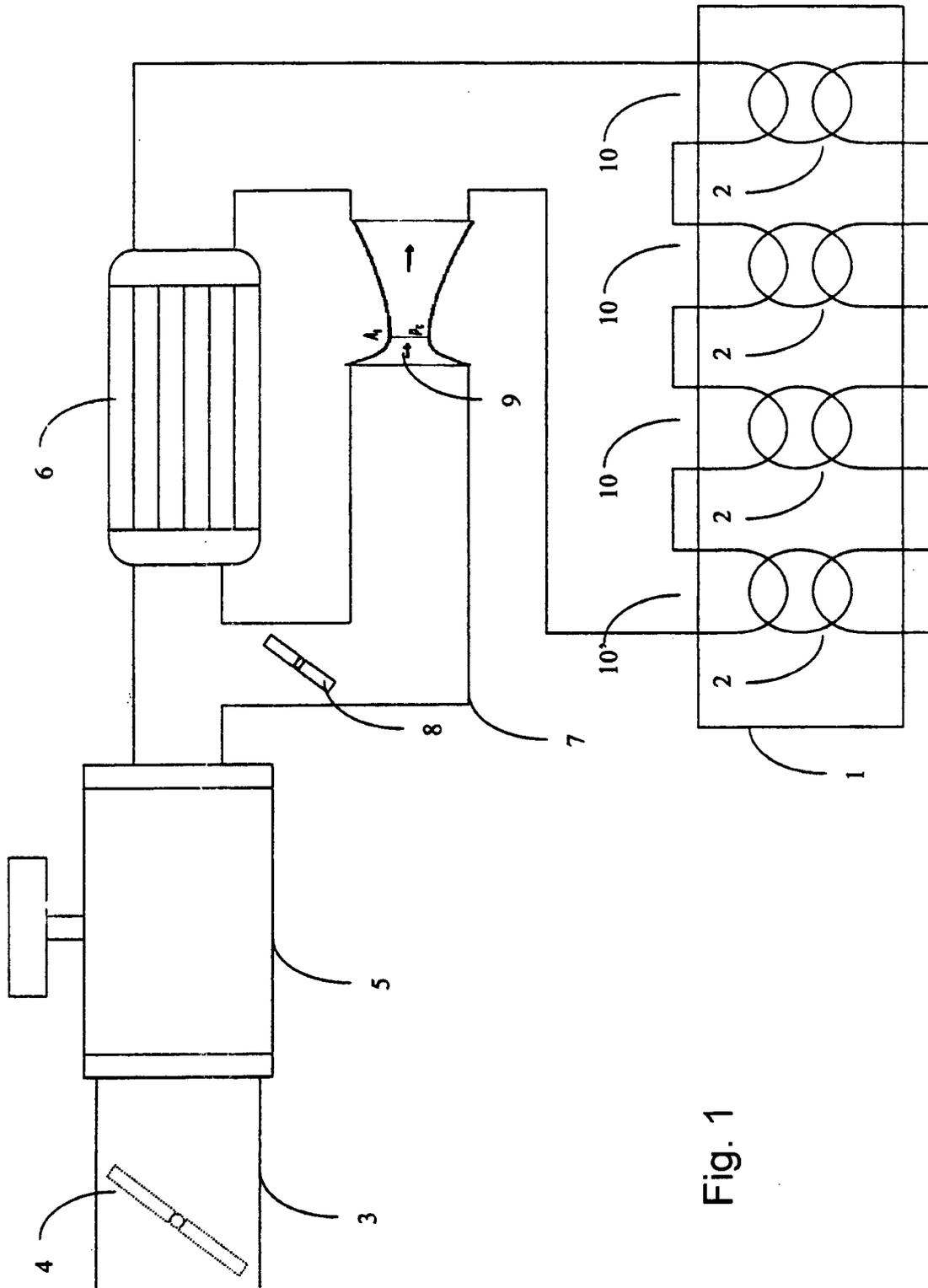


Fig. 1

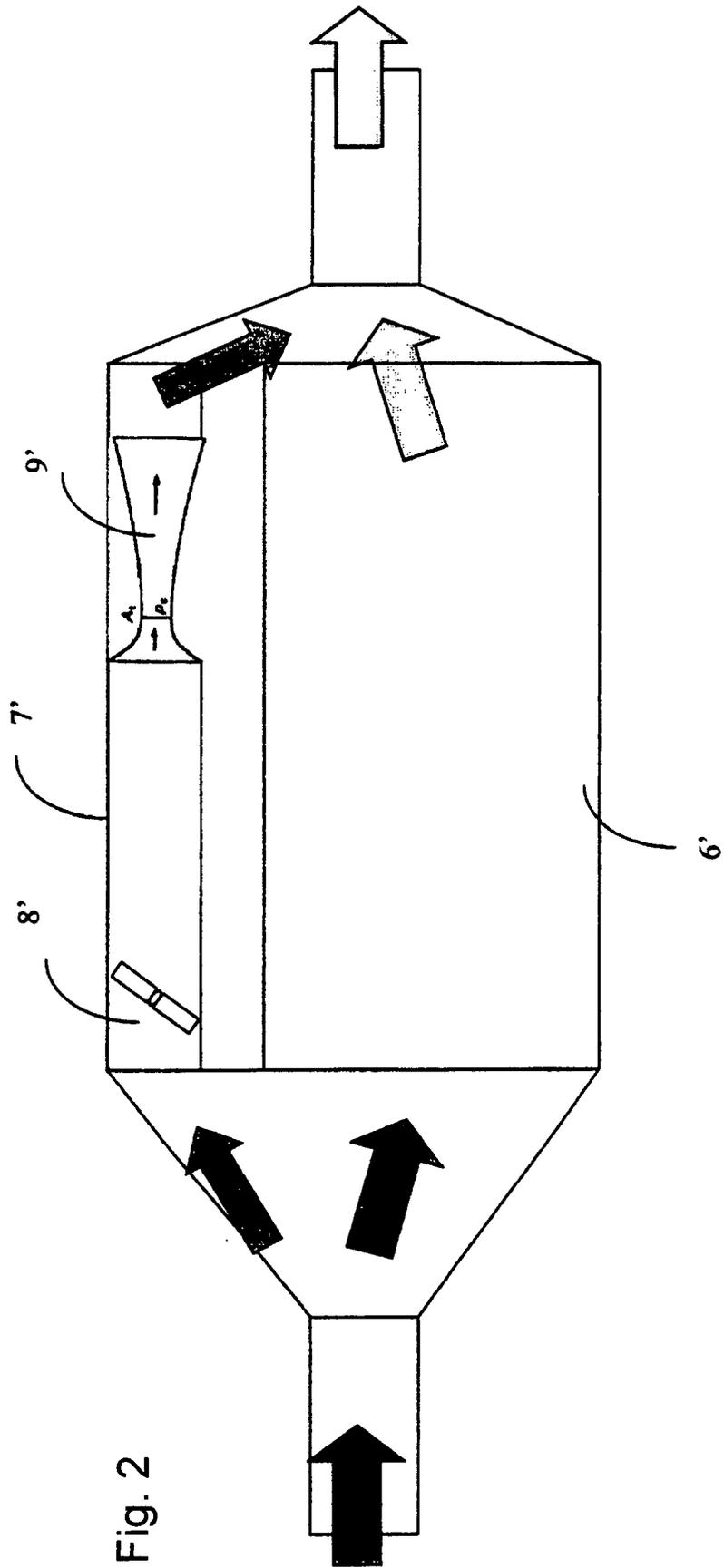


Fig. 2

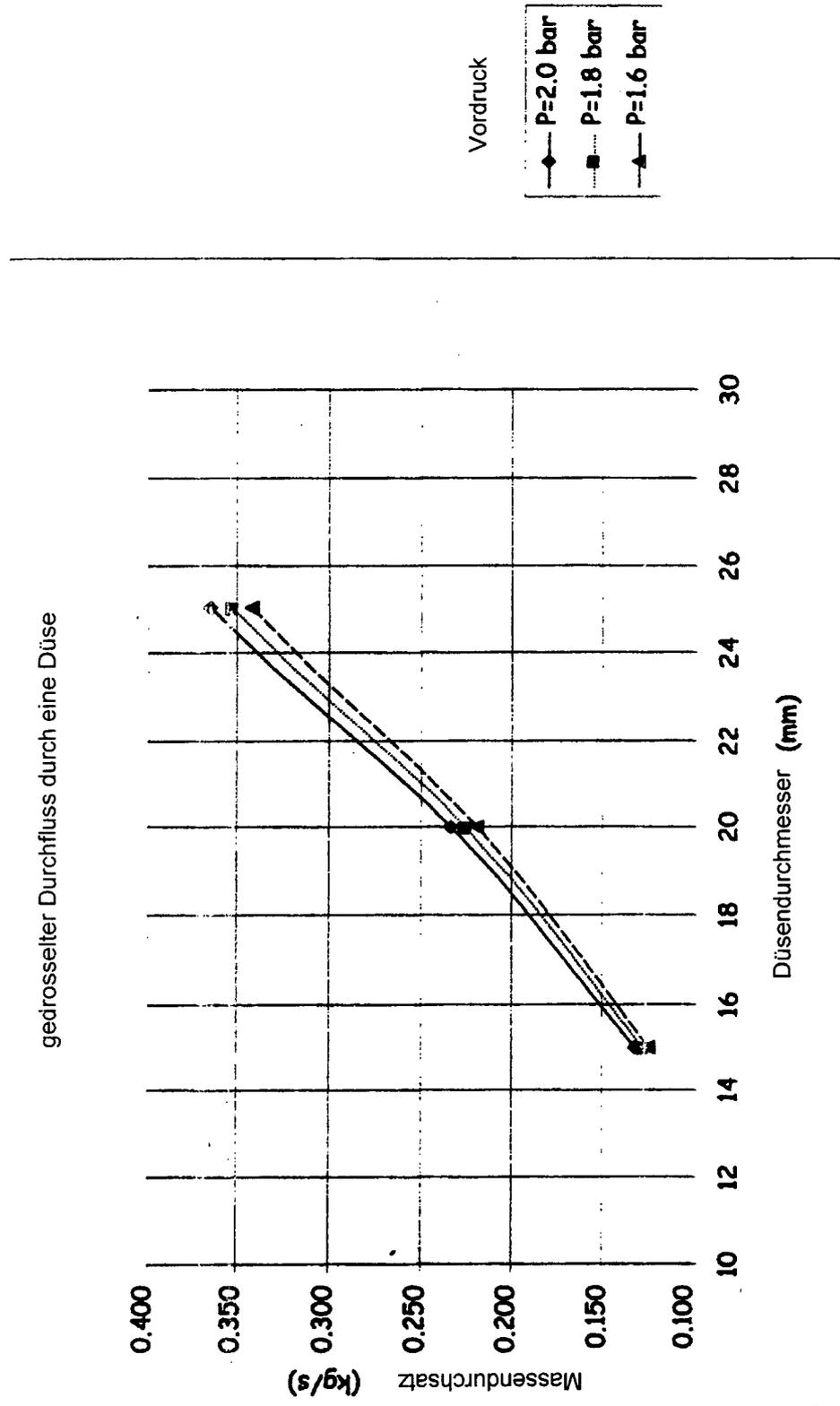


Fig. 3

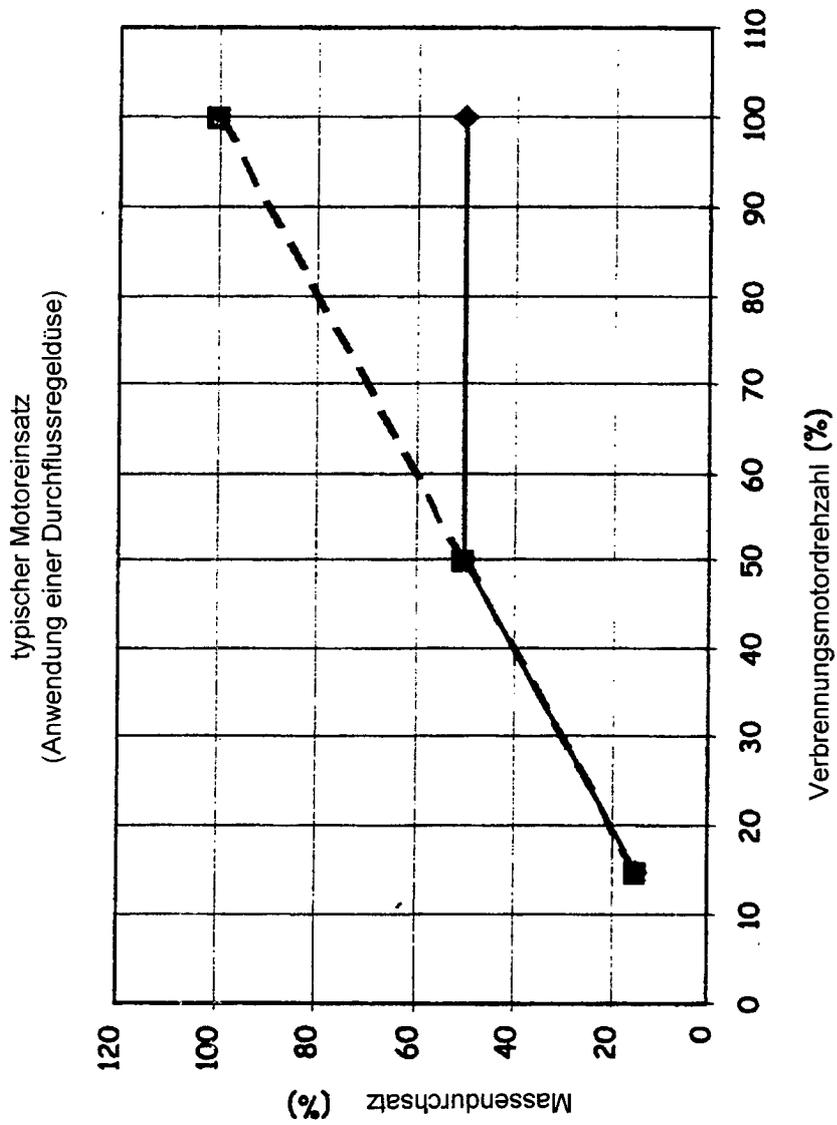


Fig. 4