



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(51) Int Cl.7: **F01L 13/06**

(21) Anmeldenummer: **04023313.2**

(22) Anmeldetag: **30.09.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Rammer, Franz, Dipl.-Ing.**
4493 Wolfers (AT)
• **Raab, Gottfried, Dipl.-Ing.**
4320 Perg (AT)
• **Leitenmayr, Franz, Ing.**
4320 Perg (AT)

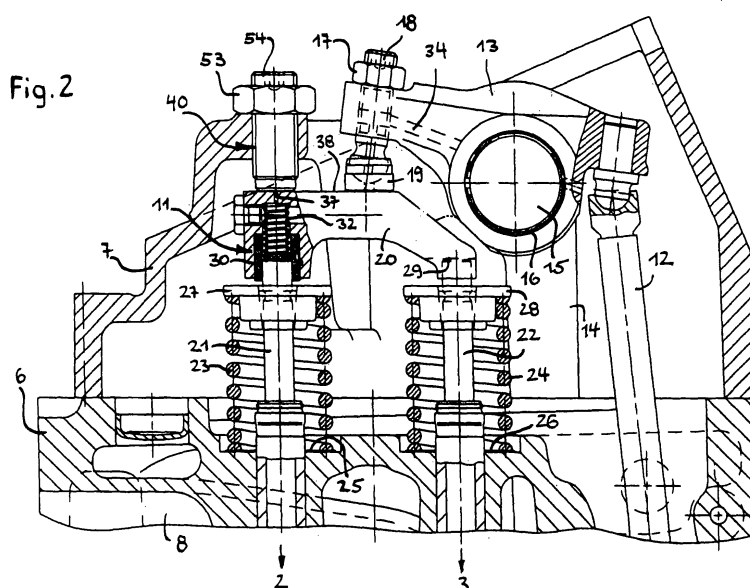
(30) Priorität: **24.10.2003 DE 10349641**

(71) Anmelder: **MAN Nutzfahrzeuge**
Aktiengesellschaft
80995 München (DE)

(54) **Motorstaubremsvorrichtung einer 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Motorstaubremsvorrichtung einer 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine, die je Zylinder wenigstens ein Einlassventil und zwei Auslassventile (2, 3) aufweist und gezielt auf diesen Motortyp abgestellt ist. Im Abgastrakt (9) ist eine zur Motorbremsung derart betätigbare Drosselvorrichtung (10) eingebaut, dass sich stromauf derselben im aufgestauten Abgas ein Abgasgegendruck aufbaut, der in Verbindung mit einer speziellen motorinternen Bremsvorrichtung (11) wirksam wird. Erfindungsgemäß ist die motorinterne Bremsvorrichtung (11) je Zylinder (1) nur einem (2) der beiden Auslassventile (2, 3) zugeordnet, das andere Auslassventil (3) dagegen ist herkömmlich gesteu-

ert. Die motorinterne Bremsvorrichtung (11) umfasst einen in der Ventilbrücke (20) eingebauten Steuerkolben (30), der von einem öldruckbeaufschlagten Steuerdruckraum (33) her und eventuell durch eine zusätzliche Steuerdruckfeder (32) in Richtung Auslassventil (2) gedrückt ist. Der Steuerdruckraum (33) ist an eine permanente Druckölversorgung angeschlossen und abhängig von der Bewegung bzw. Stellung der Ventilbrücke (20) über einen Entlastungskanal (37) entweder abgesperrt oder druckentlastet. Hierdurch ergibt sich während des Motorbremsens automatisch eine bestimmte Öffnungs- und Schließcharakteristik des Auslassventils (2) mit der Folge einer hohen Motorbremsleistung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Motorstaubremsvorrichtung einer 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine mit Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Die Erfindung geht aus von der EP 0736672 B1. Diese offenbart ein Verfahren zur Motorbremsung mit einer 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine, die eine motorinterne, einem Auslassventil zugeordnete Bremsvorrichtung aufweist. Das diesbezügliche Auslassventil ist über einen entweder direkt oder über eine Stößelstange betätigbaren Kipphebel steuerbar. Die Teile der Bremsvorrichtung sind als entweder in den Kipphebel oder in den Bereich der Stößelstange integriert offenbart. Für einen mehr als zwei-ventiligen Motor wird jedoch kein Lösungsvorschlag angegeben.

[0003] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Motorstaubremsvorrichtung für eine 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine mit je Zylinder wenigstens einem Einlassventil und zwei Auslassventilen zu schaffen, die es ermöglicht, ein Motorbremsverfahren ähnlich jenem der EP 0736672 B1 darzustellen.

[0004] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einer Motorstaubremsvorrichtung gelöst, die die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 aufweist.

[0005] Dabei ist es ein wesentliches Kriterium der Erfindung, dass die motorinterne Bremsvorrichtung nicht beiden Auslassventilen je Zylinder zugeordnet ist, was aus Platzgründen schwierig zu realisieren wäre, sondern von vornherein dahingehend konzipiert wurde, dass sie nur in Verbindung mit einem der beiden Auslassventile je Zylinder wirksam wird, das andere Auslassventil dagegen normal bzw. auf herkömmliche Weise betätigbar ist.

[0006] Diesem maßgeblichen Merkmal ordnen sich die übrigen Merkmale der Erfindung unter, weil sie auf das Wirksamwerden der motorinternen Bremsvorrichtung an dem nur einen Auslassventil abgestellt sind.

[0007] Im einzelnen weist die motorinterne Bremsvorrichtung einen Steuerkolben auf, an dem sich das Auslassventil mit seinem Schaft abstützt. Der Steuerkolben ist in einer Sackbohrung der Ventilbrücke axial beweglich geführt aufgenommen und von einem mit Drucköl versorgten Steuerdruckraum her sowie eventuell durch eine zusätzliche Steuerdruckfeder in Richtung Auslassventil-Schaft gedrückt. Die Druckölzufuhr zum Steuerdruckraum erfolgt über einen mit einem kipphebelinternen Ölzufuhrkanal kommunizierenden ventilbrückeninternen Ölzufuhrkanal, in welchem letzteren ein nur in Richtung Steuerdruckraum durchlässiges Rückschlagventil eingebaut ist. Vom Steuerdruckraum geht ein Entlastungskanal ab, der an der Oberseite der Ventilbrücke ausmündet und dessen Austrittsöffnung durch einen gleichzeitig einen Anschlag für die Ventilbrücke bildenden Gegenhalter verschließbar bzw. für Druckentlastung des Steuerdruckraumes nach Abheben der Ventilbrücke freigebbar ist. Des weiteren ist die Vorspannkraft der diesem Auslassventil zugeordneten Schließfeder derart bemessen, dass sich während des Motorbremsens bei in Drosselstellung befindlicher Drosselvorrichtung aufgrund des im aufgestauten Abgas in Verbindung mit den darin wirkenden Druckpulsationen auftretenden Abgasgegendruckes ein Zwischenöffnen des Auslassventils ergibt. In dieses Zwischenöffnen ist während jedes 4-Takt-Motorzyklus mit der motorinternen Bremsvorrichtung steuerungstechnisch automatisch derart eingreifbar, dass das nach Zwischenöffnung anfangs des 2-Taktes zum Schließen neigende Auslassventil durch den öldruckbedingt und eventuell auch steuerdruckfederbeaufschlagt nachrückenden Steuerkolben abgefangen und während des 2. und 3. Taktes am Schließen gehindert sowie bis zu seiner anfangs des 4. Taktes erfolgenden nockenwellengesteuerten Öffnung teilweise offen gehalten wird. Der Abgasgegendruck hat bei in Schließposition befindlicher Drosselvorrichtung sein Maximum, ist aber gegebenenfalls durch gesteuerte und/oder geregelte Öffnung der Drosselvorrichtung erniedrigbar, um eine Reduzierung der Motorbremsleistung und/oder der Temperatur motorinterner Bauteile zwecks Vermeidung von deren Überhitzung zu bewirken. Der Querschnitt der Ölzufuhrkanäle im Kipphebel und der Ventilbrücke sowie der Druck des dem Steuerdruckraum zugeführten Öles sind derart aufeinander abgestimmt, dass während des besagten Zwischenöffnens des Auslassventils der sich aufgrund des nachrückenden Steuerkolbens vergrößernde Steuerdruckraum zumindest nahezu vollständig mit Drucköl füllen kann und daher dann am Ende des Zwischenöffnungshubes ein Halten des Auslassventils in abgefangener Teilöffnungsposition möglich ist.

[0008] Ersichtlicherweise ist diese erfindungsgemäße Motorstaubremsvorrichtung mit einigen wenigen, billig herstellbaren Bauteilen realisierbar. Die Motorbremsung erfolgt automatisch selbststeuernd ohne äußeres Einwirken lediglich in Abhängigkeit von Abgasgegendruck im abgesperrten Abgastrakt und erbringt nachweislich eine sehr hohe Motorbremsleistung.

[0009] Nachfolgend ist die erfindungsgemäße Lösung anhand der Zeichnung noch näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 schematisch eine 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine und deren Abgastrakt mit Drosseleinrichtung sowie einem Prinzipbild einer möglichen Steuerung für letztere,

Fig. 2 einen Teilschnitt durch eine vier-ventilige 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine im Bereich der Auslassventile und deren Steuerung, mit einem ersten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen motorinternen Bremsvorrichtung,

Fig. 3 die Ventilbrücke und weitere Teile der motorinternen Bremsvorrichtung gemäß Fig. 2 in Einzeldarstellung und im Schnitt,

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Ventilbrücke gemäß Fig. 2 und 3,

Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt aus der Darstellung von Fig. 3,

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Ventilbrücke und weiterer Teile der motorinternen Bremsvorrichtung in Einzeldarstellung und im Schnitt,

Fig. 7 eine Draufsicht auf die Ventilbrücke gemäß Fig. 5,

Fig. 8 einen vergrößerten Ausschnitt aus der Darstellung von Fig. 6, und

Fig. 9 ein Diagramm, aus dem der Hubverlauf des Auslassventils, dem die erfindungsgemäße motorinterne Bremsvorrichtung zugeordnet ist, während des Bremsbetriebes hervorgeht.

[0010] In Fig. 1 ist ausschnittsweise eine 4-Takt-Hubkolbenbrennkraftmaschine gezeigt, die je Zylinder 1 wenigstens ein Einlassventil (nicht dargestellt) und zwei Auslassventile 2, 3 aufweist. Mit 4 ist der Bauraum des Zylinders 1 mit 5 ein im Zylinder 1 arbeitender Kolben, mit 6 ein Zylinderkopf und mit 7 ein Zylinderdeckel bezeichnet. Die Auslasskanäle 8 der Zylinder 1 münden in einen oder mehrere Auslasskrümmer und bilden mit letzterem einen Teil des Abgastraktes 9. In den Abgastrakt 9 ist möglichst motornah eine Drosselvorrichtung 10 eingebaut. Diese kann zum Beispiel durch eine Drosselklappe oder ein Tellerventil oder einen Schieber gebildet sein. In den meisten Fällen wird eine Drosselklappe verwendet. Die Drosselvorrichtung 10 bildet einschließlich ihrer Steuer- und/oder Regelorgane (auf die weiter hinten noch näher eingegangen ist) ein Teil der erfindungsgemäßen Motorstaubremsvorrichtung und dient während Motorbremsvorgängen zur zumindest partiellen Absperrung des Abgastraktes und einer hierdurch stromauf hervorgerufenen Aufstauung des Abgases. Weiterer Teil der Motorstaubremsvorrichtung ist eine motorinterne Bremsvorrichtung 11 erfindungsgemäßer Bauart, auf die ebenfalls weiter hinten näher eingegangen ist. Die Ein- und Auslassventile sind von einer (nicht dargestellten) Nockenwelle her steuerbar. Ist diese obenliegend, wirkt sie direkt auf Kipphebel ein. Ist sie dagegen untenliegend, wirkt sie indirekt über Stößelstangen auf die Kipphebel ein. Fig. 2 zeigt die Version mit untenliegender Nockenwelle im Bereich der Steuerung der beiden Auslassventile eines Zylinders. Die dargestellte, an der Nockenwelle abgestützte Stößelstange 12 wirkt auf einen Kipphebel 13, der am Zylinderkopf 6 in einem Lagerbock 14 auf einer Lagerachse 15 mit Gleitlager 16 drehbar gelagert ist. Der Kipphebel 13 wiederum wirkt über einen einstellbaren und z. B. durch eine Mutter 17 gekonterten Schraubenbolzen 18 mit einer an seinem freien Ende kugelgelenkig angelenkten Stützkalotte 19 auf eine Ventilbrücke 20 ein. Diese Ventilbrücke 20 dient zur Steuerung der beiden achsparallel zueinander angeordneten Auslassventile 2, 3 eines Zylinders 1. Jedes derselben ist mit seinem Schaft 21 bzw. 22 im Zylinderkopf 6 axial beweglich gelagert und durch eine Schließfeder 23 bzw. 24, die sich einenendes an einer Zylinderkopffläche 25 bzw. 26 und andernendes an einem am Auslassventilschaft 21 bzw. 22 befestigten Federteller 27 bzw. 28 abstützt, mit einer bestimmten Vorspannkraft F_1 in Schließrichtung beaufschlagt. Jede der beiden Schließfedern 23 bzw. 24 kann dabei entweder durch nur eine Spiralfeder oder zwei zueinander koaxiale Spiralfedern realisiert sein.

[0011] Einem erfindungsgemäßen Kriterium entsprechend ist die motorinterne Bremsvorrichtung 11 je Zylinder 1 nur einem (2) der beiden Auslassventile 2, 3 zugeordnet, das andere Auslassventil 3 ist normal bzw. herkömmlich wirksam und betätigt, demzufolge auch in herkömmlicher Weise mit dem oberen Ende seines Schaftes an der Unterseite 29 der Ventilbrücke 20 abgestützt.

[0012] Die dem einen Auslassventil 2 zugeordnete motorinterne Bremsvorrichtung 11 besteht erfindungsgemäß aus einem Steuerkolben 30, an dem sich das Auslassventil 2 mit dem oberen Ende seines Schaftes 21 abstützt. Der Steuerkolben 30 ist in einer in der Ventilbrücke 20 gegebenen Sackbohrung 31 leakagearm axial beweglich geführt aufgenommen und von einem mit Drucköl versorgten Steuerdruckraum 33 her sowie eventuell durch eine zusätzliche Steuerdruckfeder 32 in Richtung Auslassventil-Schaft 21 gedrückt. Die Druckölaufuhr zum Steuerdruckraum 33 erfolgt über einen im Kipphebel 13 und dessen Schraubenbolzen 18 mit Abstützkalotte 19 ausgebildeten Ölaufuhrkanal 34 und einen mit diesem kommunizierenden Ölaufuhrkanal 35 in der Ventilbrücke 20. In den ventilbrückeninternen Ölaufuhrkanal 35 ist ein Öl nur in Richtung des Steuerdruckraums 33 durchlässiges Rückschlagventil 36 eingebaut. Die Druckölaufuhr zum Kipphebel 13 erfolgt von außen her entweder über eine Zuleitung in einen Kanal im Kipphebellagerbolzen 15 und Kanäle im Gleitlager 16 oder eine Zuleitung zur Stößelstange 12 sowie einen stößelstangeninternen Kanal, mit dem der kipphebelinterne Ölaufuhrkanal 34 kommuniziert.

[0013] Vom Steuerdruckraum 33 zweigt ein Entlastungskanal 37 ab, der an der Oberseite 38 der Ventilbrücke 20 ausmündet und dessen dortige Austrittsöffnung 39 durch einen gleichzeitig einen Anschlag für die Ventilbrücke 20

bildenden Gegenhalter 40 verschließbar bzw. für Druckentlastung des Steuerdruckraumes 33 nach Abheben der Ventilbrücke 20 freigebbar ist.

[0014] Unter normalen Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors, also wenn kein Motorbremsen initiiert ist, werden die beiden Auslassventile 2, 3 eines Zylinders 1 über die Ventilbrücke 20 synchron betätigt, das heißt, innerhalb jedes 4-Takt-Zyklus zum Ende des 3. Taktes (Expansionstakt) geöffnet, während des 4. Taktes (Ausschubtakt) offen gehalten und dann zum Beginn des nächsten 1. Taktes (Ansaugtakt) hin wieder geschlossen.

[0015] Bei der erfindungsgemäßen Motorstaubremsvorrichtung ist die Vorspannkraft F1 der Schließfeder 23 jenes Auslassventils 2, dem die motorinterne Bremsvorrichtung 11 zugeordnet ist, derart bemessen, dass sich während des Motorbremsens bei in Drosselstellung befindlicher Drosselvorrichtung 10 aufgrund des im aufgestauten Abgas in Verbindung mit den darin wirkenden Druckpulsationen auftretenden Abgasgegendrucks P2 ein Zwischenöffnen des betreffenden Auslassventils 2 einstellt, und zwar - wie aus Fig. 9 ersichtlich - am Ende des 1. Taktes (Ansaugtakt) jedes 4-Takt-Zyklus. In dieses Zwischenöffnen des Auslassventils 2 wird mit der motorinternen Motorbremsvorrichtung 11 erfindungsgemäß steuerungstechnisch automatisch derart eingegriffen, dass das nach Zwischenöffnung anfangs des 2. Taktes (Kompressionstakt) zum Schließen neigende Auslassventil 2 abgefangen und während des 2. und 3. Taktes am Schließen gehindert sowie bis zu seiner anfangs des 4. Taktes erfolgendennockenwellengesteuerten Öffnung teilweise offen gehalten wird. Auf die exakten Abläufe auch innerhalb der motorinternen Motorbremsvorrichtung 11 ist weiter hinten noch näher eingegangen.

[0016] Der Abgasgegendruck P2 erreicht während des Motorbremsens bei in Schließposition befindlicher Drosselvorrichtung 10 sein Maximum. Es kann jedoch durchaus zweckmäßig und sinnvoll sein, den während des Motorbremsens wirksamen Abgasgegendruck P2 durch gesteuerte und/oder geregelte Öffnung der Drosselvorrichtung 10 weg von ihrer Schließstellung zu verkleinern, um eine gezielte Reduzierung der Motorbremsleistung und/oder der Temperatur motorinterner Bauteile zwecks Vermeidung von deren Überhitzung und/oder Verkokung herbeizuführen.

[0017] Außerdem sind innerhalb der motorinternen Bremsvorrichtung 11 erfindungsgemäß der Querschnitt der Ölzufuhrkanäle 34, 35 und der darin sowie im Steuerdruckraum 33 wirksame Öldruck derart aufeinander abgestimmt, dass während des besagten Zwischenöffnens des Auslassventils 2 im Motorbremsbetrieb der sich aufgrund des nachrückenden Steuerkolbens 30 volumenmäßig vergrößernde Steuerdruckraum 33 zumindest nahezu vollständig mit Drucköl füllbar ist und solchermaßen dann gegen Ende des Zwischenöffnungshubes ein Halten des Auslassventils 2 in abgefangener Teilöffnungsposition über den vom Steuerdruckraum 33 her ölseitig verblockten Steuerkolben 30 gewährleistet ist.

[0018] Nachfolgend ist auf Details und Ausführungsvarianten der erfindungsgemäßen Lösung näher eingegangen.

[0019] Der Steuerkolben 30 der motorinternen Bremsvorrichtung 11 weist vorne - zum Auslassventil 2 hin - ein Sackloch 41 auf, mit dem er das obere Ende des Auslassventil-Schaftes 21 kappenartig mit Spiel übergreift und solchermaßen mit dem Auslassventil 2 gekoppelt ist. Der Steuerkolben 30 ist in der ventilbrückeninternen Sackbohrung 31 zwischen zwei Anschlägen hubbegrenzt bewegbar. Dabei ist der obere, die eingefahrene Grundposition definierende Anschlag 42 im Fall des Beispiels gemäß Fig. 3 bis 5 durch eine ringförmige Schulterfläche am Übergang zwischen zwei durchmesserunterschiedlichen Abschnitten der Sackbohrung 31 gegeben, wobei der durchmessergrößere Abschnitt den Steuerkolben 30 aufnimmt und der durchmesser kleinere Abschnitt den Steuerdruckraum 33 bildet und außerdem die Steuerdruckfeder 32 seitlich geführt aufnimmt. Dabei ist die Steuerdruckfeder 32 in diesem Ausführungsbeispiel in einem hinteren Sackloch 44 im Steuerkolben 30 zentriert aufgenommen und dort an dessen Boden 45 abgestützt. Anderndes ist die Steuerdruckfeder 32 am Boden 46 der ventilbrückeninternen Sackbohrung 31 abgestützt. Im Fall des Beispiels gemäß Fig. 6 bis 8 dagegen ist der obere, die eingefahrene Grundposition des Steuerkolbens vorgebende Anschlag 42 durch den Boden 46 der ventilbrückeninternen Sackbohrung gebildet. Am Steuerkolben 30 ist in diesem Fall rückseitig ein coaxialer Zapfen 47 angeordnet, mit dessen hinterer Stirnfläche 48 er am Boden 46 der Sackbohrung 31 zur Anlage kommt. Von dort geht der Entlastungskanal 37 vorzugsweise mittig ab, so dass der Zapfen 47 auch noch die Zusatzfunktion erfüllt, nämlich dass das in jedem 4. Motor-Takt unmittelbar nach Beginn der nockenwellengesteuerten Öffnungshubbewegung der Ventilbrücke 20 und dem damit einhergehenden Abheben derselben vom Gegenhalter 40 eine Druckentlastung des Steuerdruckraumes 33 bewirkende Abspritzen von Drucköl über den Entlastungskanal 37 mengenmäßig begrenzt wird, weil der Entlastungskanal 37 durch den Zapfen 47 des sofort in seine Grundstellung zurückkehrenden Steuerkolbens 30 von innen her wieder verschlossen wird. Dies begrenzt den Ölverlust im Steuerdruckraum 33 und stellt einen darin hoch bleibenden Öldruck sicher. Die Steuerdruckfeder 32 ist in diesem Fall an einer ringförmigen Schulterfläche 49 am Steuerkolben 30 abgestützt und durch dessen coaxialen Zapfen 47 zentriert.

[0020] Der untere, die weitest ausgefahrene Position des Steuerkolbens vorgebende Anschlag 43 ist in beiden Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 3 bis 5 und Fig. 6 bis 8 gleich und z. B. durch einen Querstift 50 realisiert, der in eine Querbohrung 51 in der Ventilbrücke 20 eingepresst ist, in den lichten Querschnitt des Sackloches 31 seitlich hineinragt und dort in eine äußere Einbuchtung 52 am Steuerkolben 30 eintaucht, deren obere Begrenzungswand als Anschlag 43 den Ausfahrhub des Steuerkolbens 30 im Zusammenwirken mit dem Querstift 50 begrenzt.

[0021] Der Gegenhalter 40 für die Ventilbrücke 20 ist durch eine im Zylinderdeckel 7 z. B. durch eine Kontermutter

fixierte, hinsichtlich ihrer Anschlagposition einstellbare Stiftschraube 54 gebildet. Der hierdurch austrittsseitig absperrbare oder freigebbare Entlastungskanal 37 ist vorzugsweise durch eine von der Sackbohrung 31 koaxial zur Oberseite 38 der Ventilbrücke 20 führende Drosselbohrung gebildet, deren Durchmesser wesentlich kleiner als der kleinste Querschnitt des Ölzufuhrkanals 35 in der Ventilbrücke ist.

[0022] Das Rückschlagventil 36 weist als Steuerorgan eine Kugel 55 auf und der zugehörige Ventilsitz ist durch eine kegelige Übergangsfläche 56 zwischen zwei durchmesserverschiedenen Ölzufuhrkanalabschnitten 57, 58 gebildet, wobei die Kugel 55 im durchmessergrößeren Ölzufuhrkanal-Abschnitt 58 angeordnet und dort deren Öffnungshub durch einen Anschlag 59 begrenzt ist. Zur Hubbegrenzung der Rückschlagventil-Kugel 55 ist z. B. ein den Ölzufuhrkanal-Abschnitt 58 quer durchsetzender, in eine Querbohrung 60 in der Ventilbrücke eingepresster Anschlagstift vorgesehen.

[0023] Der Querschnitt des Ölzufuhrkanals 34 im Kipphebel 13 ist entweder gleich, vorzugsweise jedoch größer als jener des anschließenden Ölzufuhrkanals 35 in der Ventilbrücke 20. Der kleinste Querschnitt des Ölzufuhrkanals 35 ist intern der Ventilbrücke 20 im Bereich des Rückschlagventils 36, dort im Ringspalt um dessen Kugel 55 im Ölzufuhrkanal-Abschnitt 58 gegeben. Generell sollte das Rückschlagventil 36 so nah wie möglich zum Steuerdruckraum 33 hin positioniert sein.

[0024] Die wirksame Vorspannkraft F_1 der Schließfeder 23 des Auslassventils 2 ist größer als die wirksame Vorspannkraft der ventilbrückeninternen Steuerdruckfeder 32. Der theoretische Hintergrund der erfindungsgemäßen Motorstaudbremsvorrichtung ist am Ende der Beschreibung angegeben.

[0025] Generell sind die Komponenten der motorinternen Bremsvorrichtung 11 und der Druck des dem Steuerdruckraum 33 zugeführten Öles so ausgelegt, dass das Auslassventil 2 während des Motorbremsens nach seinem abgasgegendruckbewirkten Zwischenöffnen bis in eine Öffnungsposition B (siehe Fig. 9) in einer Position C (siehe Fig. 9) abfangbar und haltbar ist, deren Abstand zur Schließposition des Auslassventils etwa $1/5$ bis $1/20$ des vollen Auslassventilhubes $h_{\max} = A \rightarrow D$ (siehe Fig. 9) beträgt.

[0026] Wenn die Brennkraftmaschine über einen Abgasturbolader verfügt, sollte die Drosselvorrichtung 10 im Abgastrakt 9 nach Möglichkeit strömungsmäßig vor der Turbine des Abgasturboladers angeordnet sein. Generell sollte das Volumen des mittels der Drosselvorrichtung 10 absperrbaren Abschnitts 61 des Abgastraktes 9 so gering wie möglich gewählt, also die Drosselvorrichtung 10 möglichst motornah z. B. am Ausgang eines oder mehrerer zusammengeführter Abgaskrümmen und räumlich vor der Turbine des Abgasturboladers angeordnet sein.

[0027] Die Steuerung der Drosselvorrichtung 10 kann wie ebenfalls schematisch aus Fig. 1 ersichtlich realisiert sein. Die Drosselvorrichtung 10 ist dort durch eine Drosselklappe gebildet, die in den Abgastrakt 9 eingebaut und dort mit ihrer Achse 62 dreh- bzw. schwenkbar gelagert ist. Zur Ein- bzw. Verstellung der Drosselklappe 10 dient ein Stellmotor 63. Dieser kann durch einen Elektromotor oder einen hydraulisch oder pneumatisch betätigbaren Stellzylinder realisiert sein. Im dargestellten Beispiel ist der Stellmotor 63 durch einen pneumatisch betätigbaren Stellzylinder realisiert, der über eine an einer Druckluftversorgungseinrichtung 64 angeschlossene Druckluftleitung 65 mit Druckluft versorgbar ist. Dem Stellmotor 63 ist ein Leistungsteil 66 zugeordnet, das im dargestellten Beispiel aus einem elektromagnetischen Absperr-/Durchlassventil 67 und einem elektrischen Schaltorgan 68 für Betätigung des letzteren besteht. Dieses Leistungsteil 66 erhält seine Befehle über eine Steuerleitung 69 von einer elektronischen Steuer- und/oder Regeleinheit 70. Mit 71 ist ein Drucksensor bezeichnet, der den Abgasdruck strömungsmäßig vor der Drosselklappe 10 erfasst. Anstelle des Drucksensors 71 oder auch zusätzlich zu diesem kann ein Temperatursensor 72 vorgesehen sein, der die Abgastemperatur strömungsmäßig vor der Drosselklappe 10 erfasst. Diese Druck- und/oder Temperaturmesssignale, gegebenenfalls auch Drehzahlsignale n_M der Brennkraftmaschine und Temperaturmesssignale t_B von temperaturmäßig überwachten motorinternen Bauteilen wie Einspritzdüsen, werden über Signalleitungen 73, 74, 75 der Steuer- und/oder Regeleinheit 70 zugeführt und von dieser als Basis für eine Betätigung der Drosselklappe 10 herangezogen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 70 besteht beispielsweise aus einer Ein- und Ausgabeperipherie, einem Mikroprozessor sowie Daten- und Programmspeichern, welche Baugruppen über ein Datenbussystem miteinander verknüpft sind. In den Datenspeichern sind Kennfelder und Betriebsdaten für die Betriebssteuerung der Brennkraftmaschine sowohl im Zugbetrieb als auch Bremsbetrieb abgelegt. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 70 regelt somit per im Programmspeicher abgespeichertem Programm anhand der Kennfelder und Betriebsdaten den Betrieb der Brennkraftmaschine. Letzteres kann während des Motorbremsbetriebes entweder durch eine Auf-Zu-Einstellung der Drosselklappe 10 oder im Sinne einer feinfühligten Ein- bzw. Verstellung der Drosselklappe 10 geschehen. Die Steuer- und/oder Regeleinheit 70 gibt ihre Befehle über die Leitung 69 an das Schaltorgan 68, das über Schaltleitungen 76, 77 mit dem Absperr-/Durchlassventil 67 verbunden ist. Um während eines Motorbremsbetriebes eine gegenüber der maximal möglichen geringere Bremsleistung zu erzeugen oder einer Überhitzung motorinterner Bauteile entgegenzuwirken bzw. vorzubeugen, kann solchermassen z. B. in Abhängigkeit von datenmäßig vorgegebenen Zeitintervallen oder von gemessenen Bauteiltemperaturen und/oder sonstigen Vorgaben, z. B. aus dem Betrieb des Fahrzeugs, das den Motor enthält, die Drosselvorrichtung 10 entsprechend ein- bzw. verstellt werden. Diese Regelung der Bremsleistung kann im Falle einer Brennkraftmaschine, die in ein Kraftfahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug wie Lastkraftwagen oder Omnibus, eingebaut ist, in eine elektronisch geregelte Bremsstrategie eingebunden sein, die den Einsatz aller im Fahrzeug

verfügbaren Bremsen (Betriebsbremsen, Retarder, Motorbremse) optimal koordiniert.

[0028] Nachstehend ist auf das Zusammenwirken der Teile der erfindungsgemäßen Motorstaubremsvorrichtung während eines Motorbremsbetriebes näher eingegangen.

[0029] Wenn ein Motorbremsvorgang initiiert ist, wird die Drosselvorrichtung 10 durch Befehle der Steuer- und/oder Regeleinheit 70 in eine Schließposition gebracht, so dass sich stromauf der Drosselvorrichtung 10 ein Druckanstieg mit entsprechendem Abgasgegendruck ergibt. Die beim Ausschieben von Abgas benachbarter Zylinder 1 entstehenden Druckwellen überlagern sich dabei dem stationären Abgasgegendruck und bewirken infolge der positiven Druckdifferenz ein Zwischenöffnen jedes einer motorinternen Bremsvorrichtung 11 zugeordneten Auslassventils 2 - siehe Phase A1 im Diagramm von Fig. 9 -, die sich am Ende des 1. Taktes (Ansaugtakt) einstellt. In dieses unabhängig von der Nockenwellensteuerung erfolgende Auslassventil-Zwischenöffnen wird während des Bremsbetriebes erfindungsgemäß steuerungstechnisch automatisch eingegriffen. Dabei wird das nach Zwischenöffnung unter der Einwirkung seiner Schließfeder 23 wieder zum Schließen neigende Auslassventil 2 zwangsweise durch die zugeordnete motorinterne Bremsvorrichtung 11 abgefangen und dann mittels dieser über den gesamten Kompressionstakt sowie Expansionstakt in teilgeöffneter Abfangposition gehalten - siehe Phase A2 im Diagramm gemäß Fig. 9. Dabei laufen in der motorinternen Bremsvorrichtung folgende Vorgänge ab.

[0030] Am Anfang des 1. Taktes (Ansaugtakt) befindet sich das Auslassventil 2 in Schließstellung A. Der Steuerkolben 30 der motorinternen Bremsvorrichtung 11 ist in seiner Sackbohrung 31 auf Anschlag gesetzt und wirkt als mechanischer Puffer, wobei er durch das geschlossene Auslassventil 2 in diese eingefahrene Position gedrückt ist.

[0031] Gegen Ende des 1. Taktes erfolgt dann das abgasgegendruckbewirkte Zwischenöffnen des Auslassventils 2 mit einem Ventilhub A→B, der am Ende der Phase A1 (siehe Diagramm Fig. 9) erreicht wird. Der Öffnungsbewegung des zwischenöffnenden Auslassventils 2 folgend wird der Steuerkolben 30 durch den Öldruck im Steuerdruckraum 33 und die Kraft der eventuell vorhandenen Steuerdruckfeder 32 nachgeführt und in seine anschlagbedingt äußerste Abfangposition ausgefahren. Einher geht mit diesem Ausfahren des Steuerkolbens 30 eine volumenmäßige Vergrößerung des Steuerdruckraumes 33 und dessen sofortiges Auffüllen mit Drucköl über die Ölzufuhrkanäle 34, 35, wobei nach vollständiger Auffüllung des Steuerdruckraumes 33 - wegen des sperrenden Rückschlagventils 36 und des durch den Gegenhalter 40 abgesperrten Entlastungskanal 37 - der Steuerkolben 30 in seiner ausgefahrenen Abfangstellung hydraulisch in der Ventilbrücke 20 verblockt ist. Beim Zwischenöffnen eilt das Auslassventil 2 dem Hub des Steuerkolbens 30 mit größerem Hub voraus. Beim Übergang von Phase A1 nach Phase A2 (siehe Diagramm Fig. 9) bewegt sich das Auslassventil 2 wieder in Schließrichtung, wird dann aber schon nach kurzem Rückweg B→C zu Beginn des 2. Taktes (Kompressionstakt) durch den hydraulisch in der Ventilbrücke verblockten Steuerkolben 30 abgefangen. Diese Abfangposition bleibt während der gesamten Phase A2, also über den gesamten restlichen 2. Takt (Kompressionstakt) und folgenden 3. Takt (Expansionstakt) erhalten.

[0032] Erst dann, wenn am Ende des 3. Taktes (Expansionstakt) die nockenwellenseitige Steuerung des Auslassventils 2 über den zugehörigen Steuernocken an der Nockenwelle, gegebenenfalls die Stößelstange 12, den Kipphebel 13 und die Ventilbrücke 20 wieder wirksam wird, erfolgt eine Aufhebung dieser vorherigen hydraulischen Verblockung des Steuerkolbens 30, denn sobald die Ventilbrücke 20 in Richtung "Auslassventil öffnen" bewegt wird, hebt sie vom Gegenhalter 40 ab. Dadurch wird der Entlastungskanal 37 freigegeben und Drucköl kann durch diesen nun aus dem hydraulisch nicht mehr verblockten Steuerdruckraum 33 in den Bereich des Zylinderdeckels 7 ausströmen, was auch durch den unter Einwirkung des durch seine Schließfeder 23 in Schließrichtung bewegten Auslassventils 2 in Richtung seiner eingefahrenen Grundstellung gedrückten Steuerkolben 30 unterstützt wird.

[0033] Sobald der Steuerkolben 30 wieder voll in die ventilbrückeninterne Sackbohrung 31 auf Anschlag eingedrückt ist, wirkt er wieder nur als rein mechanischer Puffer an der Ventilbrücke 20, über die in Phase A3 (siehe Diagramm Fig. 9) während des 4. Taktes (Ausschubtakt) beim Motorbremsen das Öffnen des Auslassventils 2 dann - synchron zum zweiten Auslassventil 3 - bis zum vollen Auslassventilhub D, dessen bzw. deren Halten und Wieder-Schließen gesteuert durch den entsprechenden Nocken an der Nockenwelle und über den Kipphebel 13 erfolgt. Am Ende des 4. Taktes (Ausschubtakt) nimmt die Ventilbrücke 20 während des Motorbremsens wieder ihre in Fig. 1 und 2 gezeigte Position ein, aus der heraus der nächste in gleicher Weise wie vorher beschrieben ablaufende Bremszyklus abläuft.

[0034] Nachfolgend noch einige Angaben zum theoretischen Hintergrund der erfindungsgemäßen Motorstaubremsvorrichtung:

[0035] Wie bereits erwähnt, wird das Zwischenöffnen eines Auslassventils 2 während einer Motorbremsphase durch Ausschiebedruckwellen benachbarter Zylinder 1 hervorgerufen, die in den Abgastrakt 9 münden. Zur Berechnung des Bewegungsablaufes des Auslassventils 2 während des Zwischenöffnens wird folgende Bewegungsgleichung angeschrieben:

$$mv \cdot \ddot{y} + d \cdot \dot{y} + (c + f) \cdot y + F1 - Fk - Ava \cdot pa + Avz \cdot pz = 0$$

[0036] Dabei bedeuten bezogen auf das betrachtete Auslassventil 2:

mv = reduzierte Ventilmasse (Masse, die am Zwischenöffnen beteiligt ist)
 $\ddot{y}$ = Ventilbeschleunigung
 5 d = geschwindigkeitsproportionale Dämpfung des Auslassventils 2
 y = Ventilgeschwindigkeit
 c = Federrate der Schließfeder 23
 f = Federrate der optionalen Steuerdruckfeder 32
 y = Ventilhub
 10 F1 = Vorspannkraft der Schließfeder 23
 Fk = am Steuerkolben 30 wirksame Vorspannkraft (Öldruck + evt. Steuerdruckfeder 32)
 Ava = Auspuffseitige Ventilfläche
 pa = Druck im Abgastrakt 61
 Avz = Zylinderseitige Ventilfläche
 15 pz = Druck im Zylinder 1
 pl = Druck im Ansaugrohr (Ladedruck)

[0037] Daraus errechnet sich die Vorspannkraft F1 der Schließfeder 23 des Auslassventils 2 und der Steuerdruckfeder 32 wie folgt:

$$Ava \cdot pa - Avz \cdot pz - mv \cdot \ddot{y} - d \cdot \dot{y} - (c + f) \cdot y = F1 - Fk$$

[0038] Die Vorspannkraft F1 der Schließfeder 23 des Auslassventils 2 ist im Rahmen des zulässigen Auslegungsbereiches, der sich aus der Ventiltriebdynamik-Berechnung ergibt, für das Funktionieren der Motorstaubremsvorrichtung so auszulegen, dass das Auslassventil 2 basierend auf dem bei geschlossener Drosseleinrichtung 10 im aufgestauten Abgas gegebenen Abgasgegendruck sicher zwischenöffnet. F1 sollte aber auch nicht zu niedrig sein, da sonst der Luftdurchsatz und der Abgasgegendruck absinken, wodurch die Innenkühlung der Brennkraftmaschine im Bremsbetrieb und auch die Bremsleistung geringer würden.

[0039] Da am Beginn der Zwischenöffnung das Auslassventils 2 der Ventilhub y und damit auch $\dot{y}$ und $\ddot{y}$ gleich 0 sind, reduziert sich die Gleichung zu diesem Zeitpunkt auf:

$$Ava \cdot pa - Avz \cdot pz = F1 - Fk$$

[0040] Nachdem näherungsweise angenommen werden kann, dass die zylinderseitige Ventilfläche des Auslassventils 2 etwa der Kreisfläche mit dem theoretischen Ventilsitzdurchmesser (Avm) entspricht und bei üblichen Auslassventilen der Schaftquerschnitt ca. 4 % von Avm beträgt, so kann die Gleichung folgendermaßen angenähert werden:

$$Avm \cdot (pa \cdot 0,96 - pz) \approx F1 - Fk$$

[0041] Da das abgasgegendruckbedingte Zwischenöffnen des Auslassventils 2 am Ende des Ansaugtaktes erfolgt, kann für pz der Ladedruck (im Bremsbetrieb üblicherweise gleich dem Atmosphärendruck) eingesetzt werden.

[0042] Mit pa als gewünschtem Abgasgegendruck im unteren Drehzahlbereich und einem Faktor K für die dynamische Drucküberhöhung (das Auslassventil 2 soll nur durch von benachbarten Zylindern erzeugten Druckwellen aufgedrückt werden) wird die Vorspannkraft F1 der Schließfeder 23 des Auslassventils 2 daher wie folgt ausgelegt:

$$F1 = Avm \cdot (K \cdot pa \cdot 0,96 - pl) + Fk$$

wobei $K = 1,2 \pm 0,2$

[0043] Mit der erfindungsgemäßen Motorstaubremsvorrichtung lässt sich somit mit vergleichsweise billigen und einfach zu realisierenden Mitteln auch bei einer Brennkraftmaschine, die je Zylinder zwei Auslassventile aufweist, im Motorbremsbetrieb eine sehr hohe Motorbremsleistung erzielen.

Bezugszeichenliste**[0044]**

5	1	Zylinder
	2	Auslassventil
	3	Auslassventil
	4	Brennraum von 1
	5	Kolben von 1
10	6	Zylinderkopf
	7	Zylinderdeckel
	8	Auslasskanäle
	9	Abgastrakt
	10	Drosselvorrichtung
15	11	motorinterne Bremsvorrichtung
	12	Stößelstange
	13	Kipphebel
	14	Lagerbock
	15	Lagerachse
20	16	Gleitlager auf 15
	17	Mutter an 18
	18	Schraubenbolzen an 13
	19	Stützkalotte an 18
	20	Ventilbrücke
25	21	Schaft von 2
	22	Schaft von 3
	23	Schließfeder von 2
	24	Schließfeder von 3
	25	Zylinderkopffläche für 23
30	26	Zylinderkopffläche für 24
	27	Federteller an 2
	28	Federteller an 3
	29	Unterseite von 20 für 3
	30	Steuerkolben von 11
35	31	Sackbohrung für 30 in 20
	32	Steuerdruckfeder
	33	Steuerdruckraum
	34	Ölzufuhrkanal in 13
	35	Ölzufuhrkanal in 20
40	36	Rückschlagventil
	37	Entlastungskanal
	38	Oberseite von 20
	39	Austrittsöffnung von 37
	40	Gegenhalter
45	41	Sackloch
	42	Anschlag oben, eingefahrener Steuerkolben
	43	Anschlag unten, ausgefahrener Steuerkolben
	44	Sackloch in 30 (Fig. 3 bis 5)
	45	Boden von 44 (Fig. 3 bis 5)
50	46	Boden von 31
	47	Zapfen an 30 (Fig. 6 bis 8)
	48	hintere Stirnfläche an 47 (Fig. 6 bis 8)
	49	Schulterfläche an 30
	50	Querstift
55	51	Querbohrung in 20 für 50
	52	Einbuchtung an 30
	53	Kontermutter von 40
	54	Stiftschraube

55	Kugel von 36
56	kegliche Übergangsfläche
57	Abschnitt von 35
58	Abschnitt von 35
5	59 Anschlag in 58
60	Querbohrung
61	absperrender Abschnitt von 9
62	Achse von 10
63	Stellmotor
10	64 Druckluftversorgungseinrichtung
65	Druckluftleitung
66	Leitungsteil
67	Absperr-/Durchlassventil
68	Schaltorgan
15	69 Steuerleitung
70	Steuer- und/oder Regeleinheit
71	Drucksensor
72	Temperatursensor
73	Signalleitungen
20	74 Signalleitungen
75	Signalleitungen
76	Schaltleitung
77	Schaltleitung

25

Patentansprüche

1. Motorstaubremsvorrichtung einer 4-Takt-Hubkolbenbremskraftmaschine, die je Zylinder (1) wenigstens ein Einlassventil und zwei an einem Abgastrakt (9) angeschlossene, durch jeweils eine Schließfeder (23, 24) in Schließrichtung beaufschlagte Auslassventile (2, 3) aufweist, die über eine Ventilbrücke (20) und einen auf letztere einwirkenden, entweder direkt oder indirekt über eine Stößelstange (12) von einer Nockenwelle her steuerbaren Kipphebel (13) betätigbar sind, wobei in den Abgastrakt (9) eine zur Motorbremsung derart betätigbare Drosselvorrichtung (10) eingebaut ist, dass sich stromauf derselben im aufgestauten Abgas ein Abgasgegendruck aufbaut, der für eine Motorbremsung motorintern in Verbindung mit einer speziellen Bremsvorrichtung (11) wirksam wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die motorinterne Bremsvorrichtung (11) je Zylinder (1) nur einem (2) der beiden Auslassventile (2, 3) zugeordnet, das andere Auslassventil (3) dagegen herkömmlich wirksam ist, dass die motorinterne Bremsvorrichtung (11) einen Steuerkolben (30), an dem sich der Schaft (21) des Auslassventils (2) abgestützt, aufweist, der in einer Sackbohrung (31) der Ventilbrücke (20) axial beweglich geführt aufgenommen sowie von einem mit Drucköl versorgten Steuerdruckraum (33) her und eventuell durch eine zusätzliche Steuerdruckfeder (32) in Richtung Auslassventil-Schaft (21) gedrückt ist, wobei die Druckölzufuhr zum Steuerdruckraum (33) über einen mit einem kipphebelinternen Kanal (34) kommunizierenden ventilbrückeninternen Kanal (35) erfolgt, in welchem letzteren (35) ein nur in Richtung Steuerdruckraum (33) durchlässiges Rückschlagventil (36) eingebaut ist, und wobei vom Steuerdruckraum (33) ein Entlastungskanal (37) abgeht, der an der Oberseite (38) der Ventilbrücke (20) ausmündet und dessen Austrittsöffnung (39) durch einen gleichzeitig einem Anschlag für die Ventilbrücke (20) bildenden Gegenhalter (40) verschließbar bzw. für Druckentlastung des Steuerdruckraumes (33) nach Abheben der Ventilbrücke (20) freigebbar ist, dass die Vorspannkraft F1 der diesem Auslassventil (2) zugeordneten Schließfeder (23) derart bemessen ist, dass sich während des Motorbremsens bei in Drosselstellung befindlicher Drosselvorrichtung (10) aufgrund des im aufgestauten Abgas in Verbindung mit den darin wirkenden Druckpulsationen auftretenden Abgasgegendruckes P2 ein Zwischenöffnen des Auslassventils (2) ergibt, in welches Zwischenöffnen während jedes 4-Takt-Motorzyklus' mit der motorinternen Bremsvorrichtung (11) steuerungstechnisch automatisch derart eingreifbar ist, dass das nach Zwischenöffnung anfangs des 2. Taktes zum Schließen neigende Auslassventil (2) durch den öldruckbeaufschlagt nachrückenden Steuerkolben (30) abgefangen und während des 2. und 3. Taktes am Schließen gehindert sowie bis zu seiner anfangs des 4. Taktes erfolgenden nockenwellen-gesteuerten Öffnung teilweise offen gehalten wird, wobei der Abgasgegendruck P2 bei in Schließposition befindlicher Drosselvorrichtung (10) sein Maximum hat und gegebenenfalls durch gesteuerte und/oder geregelte Öffnung der Drosselvorrichtung (10) erniedrigbar ist, um eine Reduzierung der Motorbremsleistung und/oder der Temperatur motorinterner Bauteile zu bewirken, und wobei der Querschnitt der Ölzufuhrkanäle (34, 35) und der Druck des dem Steuerdruckraum (33) zugeführten Öles derart aufeinander abgestimmt sind, dass

während eines Zwischenöffnens des Auslassventils (2) der sich aufgrund des nachdrückenden Steuerkolbens (30) volumenmäßig vergrößernde Steuerdruckraum (33) zumindest nahezu vollständig mit Drucköl füllbar und solchermaßen dann gegen Ende des Zwischenöffnungshubes ein Halten des Auslassventils (2) in abgefangener Teilöffnungsposition gewährleistet ist.

2. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (30) der motorinternen Bremsvorrichtung (11) in der ventilbrücken-internen Sackbohrung (31) leakagearm zwischen zwei Anschlägen (42, 43) hubbegrenzt beweglich ist.
3. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere, die eingefahrene Grundposition für den Steuerkolben (30) vorgebende Anschlag (42) durch eine Schulterfläche am Übergang zwischen zwei durchmesserverschiedenen Abschnitten der Sackbohrung (31) gebildet ist, wobei der durchmessergrößere Abschnitt den Steuerkolben (30) aufnimmt und der durchmesserkleinere Abschnitt den Steuerdruckraum (33) bildet sowie die Steuerdruckfeder (32) aufnimmt.
4. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere, die eingefahrene Grundposition des Steuerkolbens (30) vorgebende Anschlag (42) durch den Boden (46) der Sackbohrung (31) in der Ventilbrücke (20) gebildet ist, die den Steuerdruckraum (33) vorgibt und die Steuerdruckfeder (32) aufnimmt, wobei am Steuerkolben (30) rückseitig ein zentraler Zapfen (47) angeordnet ist, mit dessen hinterer Stirnfläche (48) der Steuerkolben (30) am Boden (46) der Sackbohrung (31) zur Anlage kommt, von dem auch die Entlastungsbohrung (37) abgeht, so dass der Zapfen (47) auch noch jene Zusatzfunktion erfüllt, nämlich dass das in jedem 4. Motor-Takt unmittelbar nach Beginn der nockenwellengesteuerten Öffnungshubbewegung der Ventilbrücke (20) und dem damit einhergehenden Abheben derselben vom Gegenhalter (40) eine Druckentlastung des Steuerdruckraumes (33) erfolgende Abspritzen von Drucköl über den Entlastungskanal (37) mengenmäßig begrenzt wird, weil der Entlastungskanal (37) durch den Zapfen (47) des sofort in seine Grundstellung zurückkehrenden Steuerkolbens (30) wieder verschlossen wird, wodurch der Ölverlust im Steuerdruckraum (33) begrenzt und ein darin hoch bleibender Öldruck sicherstellbar ist.
5. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der untere, die weitest ausgefahrene Position vorgebende Anschlag (43) des Steuerkolbens (30) durch einen Querstift (50) realisiert ist, der in eine Querbohrung (51) in der Ventilbrücke (20) eingepresst ist, ferner in den lichten Querschnitt der Sackbohrung (31) seitlich hineinragt und so in eine äußere Einbuchtung (52) am Steuerkolben (30) eingreift, deren obere Begrenzungswand als Anschlag (43) den Ausfahrhub des Steuerkolbens (30) begrenzt.
6. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Steuerkolben (30) vorne ein Sackloch (41) aufweist, mit dem er das obere Ende des Schaftes (21) des zugehörigen Auslassventils (2) kappenartig mit Spiel übergreift.
7. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerdruckfeder (32) einenendes am Steuerkolben (30), dort am Boden (45) eines hinteren Sackloches (44) und andernendes am Boden (46) der den Steuerkolben (30) aufnehmenden Sackbohrung (31) abgestützt ist.
8. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerdruckfeder (32) durch den zentralen Zapfen (47) am Steuerkolben (30) zentriert und an einer ringförmigen Schulterfläche (49) am Steuerkolben (30), andererseits am Boden (46) der den Steuerkolben (30) aufnehmenden Sackbohrung (31) abgestützt ist.
9. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gegenhalter (40) für die Ventilbrücke (20) durch eine im Zylinderdeckel (7) z. B. durch eine Kontermutter (53) fixierte, hinsichtlich ihrer Anschlagposition einstellbare Stiftschraube (54) gebildet ist.
10. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt des Ölzufuhr-Kanals (34) im Kipphebel (13) gleich oder größer ist als jener des anschließenden Ölzufuhr-Kanals (35) in der Ventilbrücke (20).
11. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rückschlagventil (36) als Steuerorgan eine Kugel (55) aufweist und der zugehörige Ventilsitz durch eine kegliche Übergangsfläche (56) zwischen zwei durchmesserverschiedenen Ölzufuhrkanal-Abschnitten (57, 58) gebildet ist, wobei die Kugel (55) im

durchmessergrößeren Ölzufuhrkanal-Abschnitt (58) angeordnet und dort deren Öffnungshub durch einen Anschlag (59) begrenzt ist.

5 12. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Öffnungshub der Rückschlagventil-Kugel (55) begrenzende Anschlag (59) durch einen den Ölzufuhrkanal-Abschnitt (58) quer durchsetzenden, in eine Querbohrung (60) in der Ventilbrücke (20) eingepressten Anschlagstift gebildet ist.

10 13. Motorstaubremsvorrichtung nach den Ansprüchen 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kleinste Querschnitt des Ölzufuhrkanals (35) intern der Ventilbrücke (20) im Bereich des Rückschlagventils (36), dort im Bereich des Ringspalts um dessen Kugel (55) im Ölzufuhrkanal-Abschnitt (58) gegeben ist.

15 14. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Entlastungskanal (37) durch eine vom Boden (46) der Sackbohrung (31) coaxial zur Oberseite (38) der Ventilbrücke (20) führende Drosselbohrung gebildet ist, deren Durchmesser wesentlich kleiner als der kleinste Querschnitt des Ölzufuhrkanals (35) in der Ventilbrücke (20) ist.

20 15. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wirksame Vorspannkraft F1 der Ventilsfeder (23) des Auslassventils (2) höher ist als die wirksame Vorspannkraft der über den Steuerkolben (30) auf letzteres einwirkenden Steuerdruckfeder (32).

25 16. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Komponenten der motorinternen Bremsvorrichtung (11) und der Öldruck des dem Steuerdruckraum (33) zugeführten Drucköles so ausgelegt sind, dass das Auslassventil (2) während des Motorbremsens nach seinem abgasgegendruckbewirkten Zwischenöffnen in einer Position C abfangbar und haltbar ist, deren Abstand zur Schließposition des Auslassventils (2) etwa 1/5 bis 1/20 des vollen Auslassventil-Öffnungshubes (A → D) beträgt.

30 17. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drosselvorrichtung (10) im Abgastrakt (9) der Brennkraftmaschine räumlich vor der Turbine eines Abgasturboladers angeordnet ist.

35 18. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des mittels der Drosselvorrichtung (10) absperrbaren Abschnitts (61) des Abgastraktes (9) so gering wie möglich gewählt, also die Drosselvorrichtung (10) möglichst motornah am Ausgang eines oder mehrerer zusammengeführter Abgaskrümmen und räumlich vor der Turbine eines Abgasturboladers angeordnet ist.

40 19. Motorstaubremsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung der Drosselvorrichtung (10) - um während des Motorbremsbetriebes eine gegenüber der maximal möglichen geringere Bremsleistung zu erzeugen und/oder einer Überhitzung motorinterner Bauteile entgegenzuwirken - in Abhängigkeit von vorgegebenen Zeitintervallen oder von gemessenen Bauteiltemperaturen und/oder aufgrund von Vorgaben aus dem Betrieb eines Fahrzeugs, das den Motor enthält, erfolgt und im Falle eines Fahrzeugmotors in eine elektronisch geregelte Bremsstrategie eingebunden sein kann, die den Einsatz aller Bremsen des Fahrzeugs optimal koordiniert.

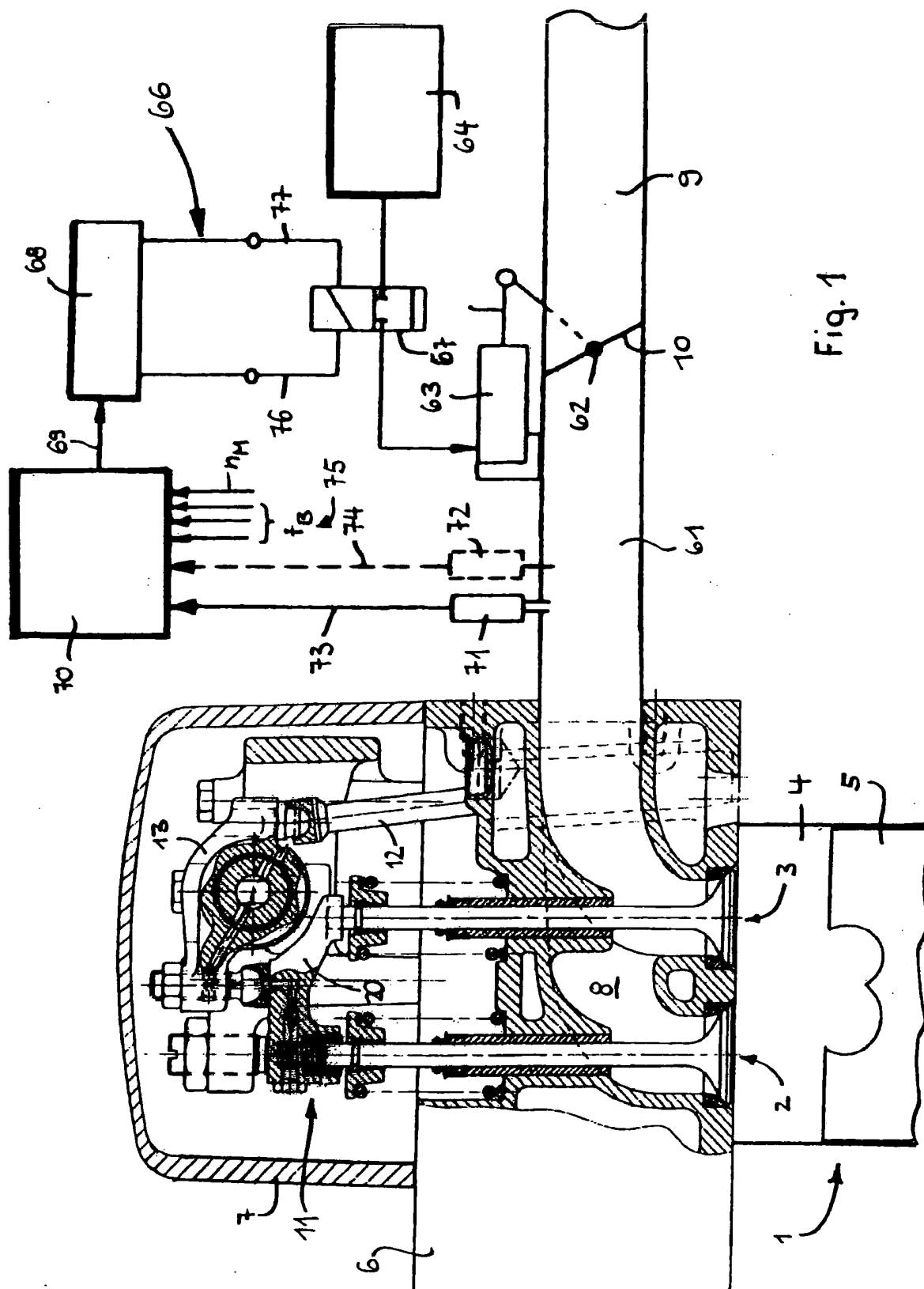


Fig. 1

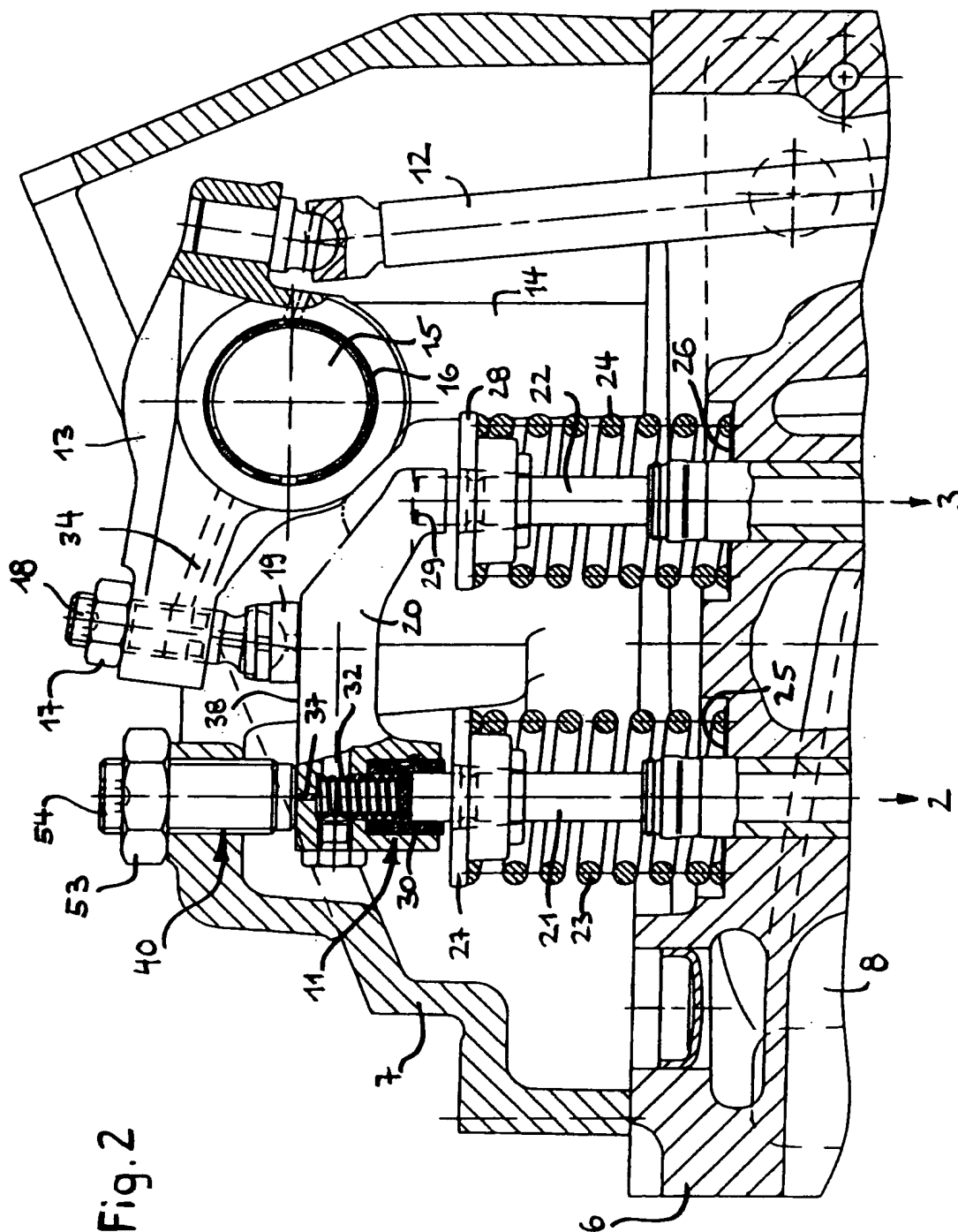
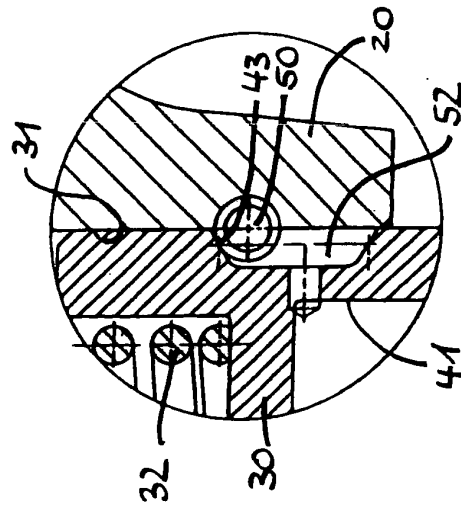
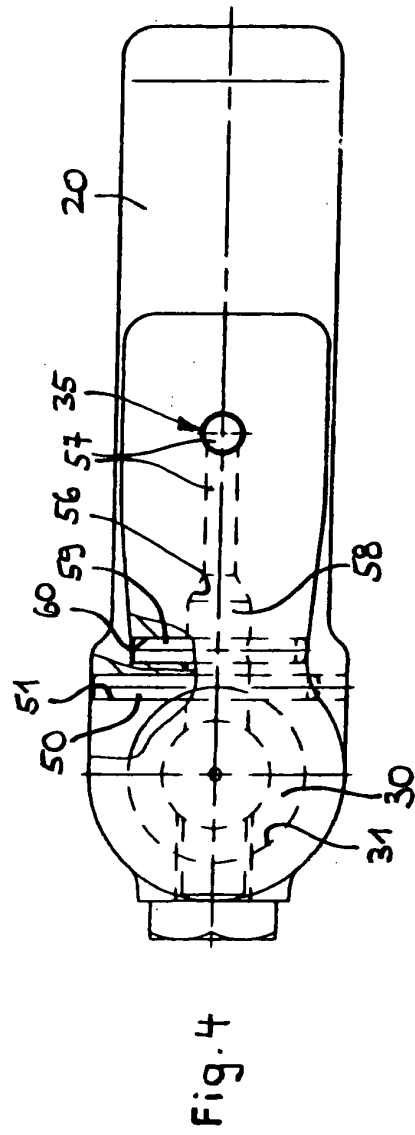
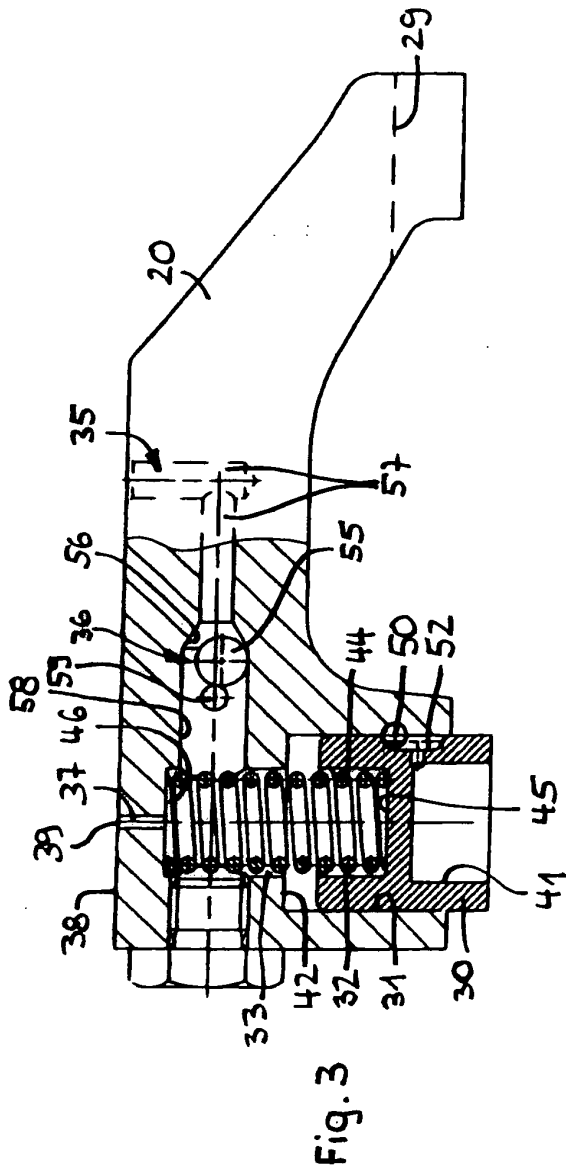


Fig. 2



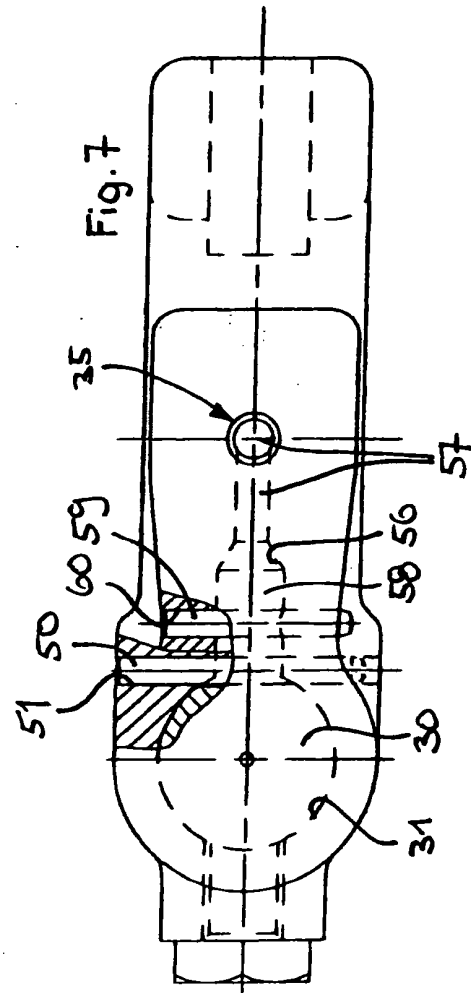
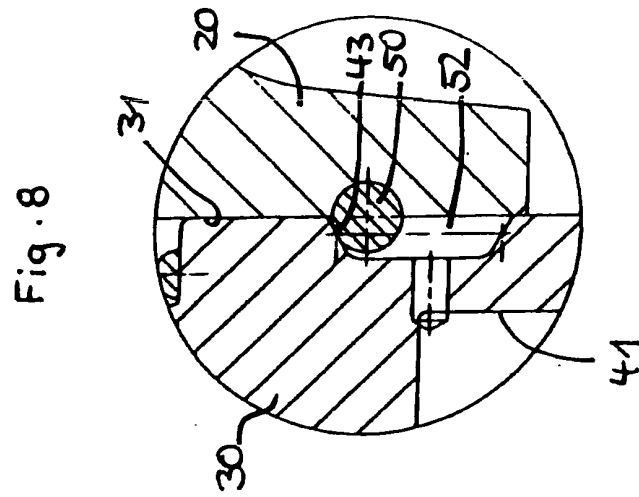
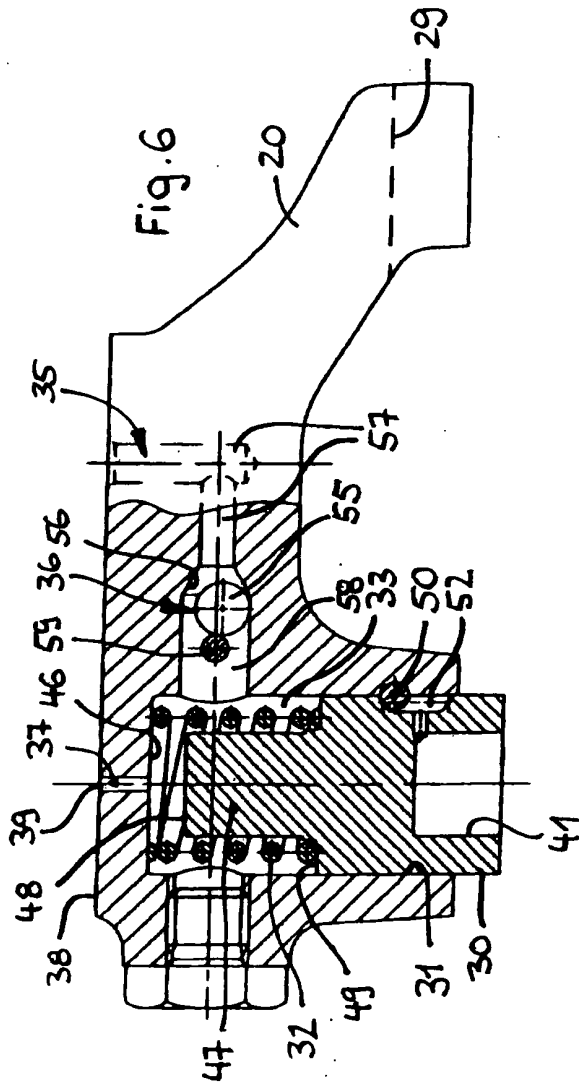


Fig. 9

Ventilhubb [mm]
Auslassventil 2

