



(10) **AT 515459 A1 2015-09-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50092/2014 (51) Int. Cl.: **F01M 13/04** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 06.02.2014 **F02B 37/00** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.09.2015

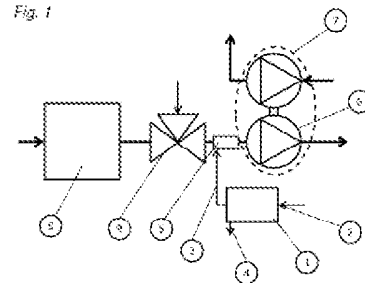
(56) Entgegenhaltungen:
US 2006045764 A1
JP 2014013020 A
JP 2009074506 A
JP 2011185168 A
US 2004139734 A1

(71) Patentanmelder:
IFT GmbH
6271 Uderns (AT)

(74) Vertreter:
SCHWARZ & PARTNER PATENTANWÄLTE
WIEN

(54) **Blow-By-Filtereinheit**

(57) Verbrennungsmotor, umfassend (i) einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung (7), (ii) eine Kolben-Zylinder-Einheit, (iii) ein Kurbelgehäuse, und (iv) eine Blow-By-Filtereinheit (1), mit einem Blow-By-Gas-Einlass (2) und einem Permeat-Auslass (3), wobei der Blow-By- Gas-Einlass (2) mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) aufweist, wobei die Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist.



AT 515459 A1 2015-09-15

Zusammenfassung

Verbrennungsmotor, umfassend (i) einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung (7), (ii) eine Kolben-Zylinder-Einheit, (iii) ein Kurbelgehäuse, und (iv) eine Blow-By-Filtereinheit (1), mit einem Blow-By-Gas-Einlass (2) und einem Permeat-Auslass (3), wobei der Blow-By-Gas-Einlass (2) mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) aufweist, wobei die Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist.

(Fig. 1)

Blow-By-Filtereinheit

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Blow-By-Filtereinheit für einen Verbrennungsmotor, einen Verbrennungsmotor, umfassend einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung, eine Kolben-Zylinder-Einheit, ein Kurbelgehäuse, und eine Blow-By-Filtereinheit, mit einem Blow-By-Gas-Einlass und einem Permeat-Auslass, wobei der Blow-By-Gas-Einlass mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass aufweist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors.

Bei Hubkolbenverbrennungsmotoren tritt sogenanntes Blow-By-Gas auf, bei dem es sich um eine Leckströmung zwischen Zylinderlaufbüchse und Kolbengruppe sowie der Lagerschmierung von Verdichtungseinrichtungen handelt, die in Summe etwa 0,5 – 1% vom gesamten Massenstrom durch den Verbrennungsmotor gleichkommt. Dieses Blow-By-Gas sammelt sich im Kurbelgehäuse an, und muss von dort wieder herausgeleitet werden, um einen Druckanstieg zu vermeiden. Da Blow-By-Gas neben unverbrannten Kraftstoffanteilen auch einen Anteil an Öl in Nebelform enthält, wird es aus Umweltgründen wieder in den Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors zurückgeleitet und so der Verbrennung zugeführt. Dieser Ölnebel ist für etwa 10% des gesamten Ölverbrauches des Verbrennungsmotors verantwortlich.

Bei modernen Hochleistungsmotoren ist es erforderlich, diesen Ölanteil im Blow-By-Gas vor der Einleitung in den Ansaugtrakt möglichst vollständig zu entfernen, um eine verschmutzungsbedingte Beeinträchtigung des Betriebs des Verbrennungsmotors zu vermeiden. Zu diesem Zweck werden gemäß Stand der Technik Blow-By-Ölabscheider bzw. Blow-By-Filtereinheiten in unterschiedlicher Technologie und in unterschiedlichen Ausführungen und Applikationen eingesetzt.

Die erforderliche Abscheiderate für das Öl aus dem Blow-By-Gas hängt unter anderem von der spezifischen Vollastleistung des Verbrennungsmotors ab. Für diese ist neben der Drehzahl der effektive Nutzmitteldruck (p_e) die bestimmende Kennzahl. Bis zu einem p_e von etwa 16 bar reicht zum Beispiel eine Abscheiderate von ca. 50% des Ölanteils aus, oberhalb von $p_e = 20$ bar ist hingegen eine Abscheiderate von größer als 99% erforderlich.

Die erforderliche Abscheiderate ist ein bestimmender Parameter für die Auswahl der Filtertechnologie, und sie bestimmt – neben den Kriterien Druckabfall und Standzeit – maßgeblich die konkrete Ausführung und Dimensionierung des Blow-By-Filters. Je höher die

geforderte Abscheiderate und je geringer der maximal zulässige Druckabfall des Blow-By-Gases über dem Filter, desto aufwändiger und voluminöser gestaltet sich das Filterkonzept.

Für die Auslegung des Blow-By-Filters zur Einhaltung eines oberen Grenzwertes für den Druckabfall sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- einzuhaltender Kurbelgehäusedruck,
- Strömungswiderstand im Blow-By-Leitungssystem und
- Druck an der Stelle der Einleitung des vom Öl gereinigten Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors.

In den meisten Anwendungsfällen ist für den Kurbelgehäusedruck ein leichter Unterdruck zwischen -20 und 0 mbar einzuhalten, um Öl-Undichtheiten am Verbrennungsmotor zu vermeiden. Bei einem zu hohen Unterdruck kann es zu Luftleckagen durch die Kurbelwellen-Abdichtung kommen, wobei die Gefahr besteht, dass die Dichtlippen heiß laufen und Schaden erleiden.

Der Druck an der Einleitungsstelle des Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt hängt von einer Reihe von Randbedingungen ab:

- Motorleistung,
- Luftfilterwiderstand und
- geometrische bzw. strömungsmechanische Gestaltung des Ansaugsystems vom Luftfilter bis zum Ort der Einleitung.

Üblicherweise wird durch konstruktive Maßnahmen und durch geeignete Auslegung des Luftfiltersystems dafür gesorgt, dass an der Einleitungsstelle bei Volllast des Verbrennungsmotors ein Unterdruck von etwa -20 bis -40 mbar herrscht. Für den Druckverlust in der Leitungsführung für das Blow-By-Gas von der Entnahmestelle am Kurbelgehäuse zur Blow-By-Filtereinheit und von diesem zur Einleitungsstelle am Ansaugtrakt, setzt man bei Volllast des Verbrennungsmotors in der Regel einen Wert zwischen 3 und 6 mbar an. Entsprechend dieser Randbedingungen soll der Druckabfall an der Blow-By-Filtereinheit beim Stand der Technik stets kleiner sein als etwa 25 mbar.

Blow-By-Filtereinheiten, die eine Öl-Abscheiderate von größer als 99 % gewährleisten und die innerhalb der üblicherweise geforderten Filterstandzeiten von mehreren tausend Volllastbetriebsstunden einen Druckabfall von kleiner als 25 mbar einhalten müssen, werden entsprechend dem Stand der Technik großvolumig ausgeführt und beanspruchen relativ viel Aggregat-Bauraum. Die Größe der Blow-By-Filtereinheit entscheidet jedoch über die Integrationsmöglichkeiten am Verbrennungsmotoraggregat und beeinflusst maßgeblich die

Kosten für Blow-By-Filtereinheit sowie den Aufwand für die Halterungen, die Leitungsführungen und für die Wärmeisolation.

Dem vorliegenden Erfindungsvorschlag liegt nun die Aufgabenstellung zugrunde, den Aufwand und die Kosten für die Blow-By-Filtereinheit moderner Hochleistungsverbrennungsmotoren, die eine Öl-Abscheiderate von größer als 99% aufweisen, gegenüber dem Stand der Technik erheblich zu reduzieren und die Integrationsmöglichkeiten in das Design des Verbrennungsmotoraggregats deutlich zu verbessern.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Verbrennungsmotor, umfassend

- (i) einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung,
- (ii) eine Kolben-Zylinder-Einheit,
- (iii) ein Kurbelgehäuse, und
- (iv) eine Blow-By-Filtereinheit, mit einem Blow-By-Gas-Einlass und einem Permeat-Auslass, wobei der Blow-By-Gas-Einlass mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass aufweist, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass die Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung angeordnet ist.

Unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung bedeutet im Sinne der vorliegenden Erfindung, dass keine funktionelle Einheit (wie z.B. ein Lufteinlass, ein Luftfilter oder ein Kraftstoffeinlass) zwischen Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass und Verdichtungseinrichtung vorgesehen ist, sondern nur Leitungen, Anschlussflansche oder dergleichen.

Es ist daher vorgesehen, dass der Lufteinlass im Ansaugtrakt in Strömungsrichtung vor der Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass angeordnet ist.

Bei der Kolben-Zylinder-Einheit handelt es sich um herkömmliche Kolben-Zylinder-Einheiten von Hubkolbenmotoren, wobei zumindest eine solche Kolben-Zylinder-Einheit vorgesehen ist, bevorzugt aber mehrere, besonders bevorzugt zumindest vier Kolben-Zylinder-Einheiten.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Verdichtungseinrichtung ein Laufrad mit einem Durchmesser (d) aufweist und mittels eines Anschlussflanschs mit dem Ansaugtrakt verbunden ist, wobei der Abstand von Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass zu Anschlussflansch maximal das 1,5-fache des Durchmessers (d) des Laufrads beträgt.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass an dieser Einleitungsstelle für den Permeat-Auslass bei Motor-Volllast eine über den Querschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsluft zwischen 85 und 110 m/s herrscht. Dementsprechend ist der Strömungsquerschnitt an dieser Stelle zu gestalten.

Im Wesentlichen wird durch die genannten Maßnahmen erreicht, dass das auf die Motorleistung bezogene Volumen des Blow-By-Filters auf weniger als die Hälfte nach Stand der Technik reduziert werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante handelt es sich um einen sogenannten Gemischaufgeladenen Verbrennungsmotor, d.h. einen Verbrennungsmotor, bei welchem der Kraftstoffeinlass (in Strömungsrichtung) vor der Verdichtungseinrichtung angeordnet ist, sodass in der Verdichtungseinrichtung nicht nur Luft sondern ein Luft-Kraftstoff-Gemisch verdichtet wird.

Bevorzugt handelt es sich bei der Verdichtungseinrichtung um einen Abgasturbolader.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsvarianten finden sich nachfolgend sowie in den abhängigen Patentansprüchen wieder.

Die Blow-By-Filtereinheit ist bevorzugt derart ausgebildet, dass die Abscheiderate für Öl im Blow-By-Gas zumindest 99 % (v/v) beträgt.

Die Blow-By-Filtereinheit ist bevorzugt derart ausgebildet, dass der Druckabfall des Blow-By-Gases sich über die vorgesehene Einsatzzeit der Blow-By-Filtereinheit bis zum Austausch um nicht mehr als 50% (bzw. um den Faktor 1,5) bezogen auf den Neuzustand der Blow-By-Filtereinheit verändert.

Der Lösungsvorschlag umfasst eine Anzahl von gestalterischen zusätzlichen optionalen Merkmalen und Details, die für die optimale Zweckerfüllung jeweils einen Beitrag leisten und die in ihrem Zusammenwirken ein, im Vergleich zum Stand der Technik, äußerst wirtschaftliches Gesamtkonzept ergeben.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Blow-By-Filtereinheit derart ausgebildet ist, dass der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass und einem Permeat-Auslass bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand der Blow-By-Filtereinheit zumindest 25 mbar beträgt.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Verbrennungsmotor eine Ölwanne aufweist und dass die Blow-By-Filtereinheit ein Gehäuse aufweist, wobei der Gehäuseboden der Blow-By-Filtereinheit vom Ölpegel in der Ölwanne des Verbrennungsmotors einen senkrechten Abstand (H_{opt}) aufweist, wobei der senkrechte Abstand (H_{opt}) die Summe aus der Konstante H_r und dem Produkt $4\pi*j*\Delta p$ beträgt, wobei Δp der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass und Permeat-Auslass des Blow-By-Gases über der Blow-By-Filtereinheit bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand der Blow-By-Filtereinheit ist, j ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/mbar ist und H_r zwischen 150 und 250 mm beträgt.

Einfacher formuliert kann diese Beziehung so dargestellt werden:

$$H_{opt} \text{ (mm)} = H_r + 4\pi*j*\Delta p$$

mit

Δp : Druckabfall in (mbar) über dem Ölabscheider bei Motorvolllast sowie bei Neuzustand des Filtermediums

j : Dimensionswandler mit 1 mm/mbar

H_r : Anpassungs-Konstante, Einheit [mm], wobei H_r einen Wert zwischen 150 und 250 mm annehmen kann

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Blow-By-Filtereinheit eine Unterdruck-Begrenzungseinrichtung aufweist, mit welcher der Unterdruck am Permeat-Auslass der Blow-By-Filtereinheit einstellbar ist. Die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung ist bevorzugt zwischen Permeat-Auslass und dem Ansaugtrakt angeordnet. Die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung kann im einfachsten Fall ein einstellbarer Drosselwiderstand, z.B. ein Drosselventil sein.

Die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung kann aber auch eine Unterdruck-Steuer- oder Regeleinrichtung aufweisen. Bevorzugt ist eine solche Unterdruck-Steuer- oder Regeleinrichtung vorgesehen, sodass der Saugdruck am Austritt aus dem eigentlichen Filter nach bestimmten Vorgaben eingeregelt oder eingestellt werden kann.

Weiters kann vorgesehen sein, dass – insbesondere eintrittseitig, d.h. am Blow-By-Gas-Einlass, der Blow-By-Filtereinheit – ein Unterdruck-Begrenzungsventil angeordnet ist, das ab einem vorgebbaren Unterdruck am Blow-By-Gas-Einlass einen Strömungsquerschnitt zur Umgebungsluft freigibt, durch welchen Umgebungsluft ansaugbar ist, wodurch der Unterdruck in der Eintrittskammer der Blow-By-Filtereinheit auf definierte Art und Weise begrenzt werden kann. Dadurch kann der maximale Unterdruck im Kurbelgehäuse des Verbrennungsmotors auf ein definiertes Maß begrenzt werden.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass der Abstand (D_{opt}) zwischen Permeat-Auslass der Blow-By-Filtereinheit und Verdichtungseinrichtung die Summe aus einer Konstanten D_r in mm und dem Produkt $0,0225 * i * N_{Mot}$ beträgt, wobei i ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/kWm N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei D_r einen Wert zwischen 100 und 160 mm annimmt. Praktisch bedeutet das, dass der Permeat-Auslass sehr nahe an der Verdichtungseinrichtung angeordnet ist, wobei für die optimale Distanz (D_{opt}) zwischen dem Blow-By-Filter und der Verdichtungseinrichtung ein eng begrenzter Wertebereich vorgeschlagen wird, der in einer linearen Funktion von der Motorleistung abhängt, gemäß der Formel:

$$D_{opt} \text{ (mm)} = D_r + 0,0225 * i * N_{Mot}.$$

mit

D_r Anpassungskonstante (mm)

i Dimensionswandler = mm/kW

N_{Mot} Volllastleistung des Motors (kW),

wobei D_r einen Wert zwischen 100 und 160 mm annehmen kann.

Weiters hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Filtervolumen (V_{opt}) der Blow-By-Filter-Einheit das Produkt $K_r * N_{Mot}$ ist, wobei K_r eine Anpassungskonstante mit der Dimension m^3/kW ist und N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei K_r zwischen $0,80 * 10^{-5}$ und $1,6 * 10^{-5}$ beträgt:

$$V_{opt} \text{ (m}^3\text{)} = K_r * N_{Mot}$$

mit

K_r Anpassungskonstante – Dimension: m^3/kW

N_{Mot} Volllastleistung des Motors

Bezüglich der Einleitung des gereinigten Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt ist es Stand der Technik, den Ort der Einleitung an einer Stelle vorzusehen, bei dem bei Volllast des Verbrennungsmotors eine Strömungsgeschwindigkeit zwischen 20 und 50 m/s herrscht. Dies hat den Grund, dass der daraus resultierende statische Unterdruck zusammen mit dem Druckabfall am Luftfilter einen Unterdruck von etwa 15 – 30 mbar ergibt, der für eine wirtschaftliche Auslegung der Blow-By-Filtereinheit grundsätzlich ausreicht.

Darüber hinaus ist mit diesem relativ geringen Unterdruck sichergestellt, dass keine zu große Sogwirkung an der Blow-By-Filtereinheit entsteht, die zu einem erhöhten Öleintrag in die

Blow-By-Filtereinheit und damit zur Gefahr einer Öl-Flutung der Blow-By-Filtereinheit und in der Folge des Ansaugtraktes führt.

Dementgegen wird im vorliegenden Fall eine Einleitungsstelle gewählt, bei der bei Volllast des Verbrennungsmotors eine über den Querschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit zwischen 85 und 110 m/s auftritt, und wobei diese Stelle maximal das 1,5-fache des Laufraddurchmessers der Verdichtungseinrichtung vom Verdichter-Anschlussflansch entfernt ist.

Der Grund für diesen Vorschlag besteht darin, dass bei dieser Strömungsgeschwindigkeit eine ideale kinetische Turbulenzenergie vorliegt, die zu einer vollständigen Durchmischung des Blow-By-Gases mit der Verbrennungsluft innerhalb einer Weglänge führt, die annähernd dem Durchmesser des Strömungsquerschnittes entspricht. Damit ist über dem gesamten Querschnitt des Verdichter-Saugmundes eine gleichförmige Zuströmung zum Verdichter gewährleistet und die Gefahr einer Schwingungsanregung der Verdichterschaufeln ist damit nicht mehr gegeben. Dieser Geschwindigkeitsbereich zwischen 85 und 110 m/s ist etwas höher, als die strömungsdynamisch optimale Auslegungsgeschwindigkeit am äußeren Rand des Einlauftrichters des Verdichters (auch Verdichter-Saugmund genannt) bei Volllast des Verbrennungsmotors, wie sie in der Motortechnik grundsätzlich angestrebt wird. Dieser Verdichter-Saugmund soll im Folgenden der Ort des Anschluss-Flansches sein.

Da bei dieser Geschwindigkeit bereits nicht mehr vernachlässigbare, turbulenzbedingte Strömungsverluste auftreten, ist es jedoch günstig, die Leitungsabschnitte, bei denen diese Geschwindigkeiten auftreten, so kurz wie möglich zu halten. Ebenso ist es strömungsdynamisch vorteilhaft, keine unnötigen Querschnittserweiterungen zwischen der Stelle der Blow-By-Zuführung und dem Saugmund der Verdichtungseinrichtung vorzusehen, um Verwirbelungen, die zu Stoßverlusten führen, zu vermeiden.

Um die Durchmischung bis zum Saugmund zu vervollständigen, die Strömungsverluste jedoch so gering wie möglich zu halten, erweist sich eine Einleitungsstelle als ideal, die sich genau zwischen dem 1- bis 1,5-fachen des Verdichterlaufrad-Durchmessers vom Verdichter-Anschlussflansch, an den der Verdichter-Saugmund anschließt, entfernt befindet.

An der vorgeschlagenen Stelle für die Einleitung des Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors tritt ein sehr hoher Unterdruck auf, der zwar große Vorteile für die Gestaltung und Ausführung der Blow-By-Filtereinheit bietet, allerdings auch erhebliche Probleme und Gefahren für die Betriebssicherheit des Gesamtsystems mit sich bringt.

Inbesondere besteht die Gefahr, dass Motoröl über die Öl-Ablaufleitung in den Ansaugtrakt gesaugt wird, mit den oben beschriebenen Folgen und dass durch einen zu hohem Unterdruck im Kurbelgehäuse der Blow-By-Volumenstrom und damit die Ölfracht zur Blow-By-Filtereinheit stark zunimmt.

Diesen Problemen und Gefahren kann zum Beispiel dadurch begegnet werden, dass, wie oben angeführt, zwischen Blow-By-Filtereinheit und der Einleitungsstelle eine Druckregel-Einrichtung vorgesehen wird, die den maximalen Saugdruck am eigentlichen Filter begrenzt, bzw. diesen regelt.

Ebenso ist es diesbezüglich sehr günstig, am Blow-By-Gas-Eintritt oder in der Eintrittskammer der Blow-By-Filtereinheit ein einstellbares Unterdruck-Begrenzungsventil vorzusehen, über den der maximale Unterdruck im Kurbelgehäuse auf ein gewünschtes Niveau begrenzt werden kann. Besonders vorteilhaft hat sich diesbezüglich ein Unterdruck-Begrenzungsventil erwiesen, das bei Erreichen eines bestimmten Unterdruckniveaus einen Querschnitt für die Zuströmung von Umgebungsluft öffnet, sodass durch die einströmende Zuluft der Unterdruck am Blow-By-Gas-Eintritt in den Filter reduziert wird.

Wie oben bemerkt, ist es zur Vermeidung der genannten Probleme und Gefahren vorteilhaft, Blow-By-Filtertechnologien einzusetzen, bei denen trotz sehr hoher erreichter Abscheideraten von > 99 % der Druckabfall des Blow-By-Gases über den eigentlichen Filter über die gesamte vorgesehene Einsatzzeit des Filtermediums sich um nicht mehr als das 1,5-fache des Neuzustandes des Filtermediums bezogen auf Motor-Volllast erhöht.

Es hat sich im Zuge der durchgeführten Analysen gezeigt, dass es bei Einsatz einer Blow-By-Filtereinheit mit diesen Eigenschaften, sehr günstig ist, das Filtermedium so auszulegen, dass der Druckabfall im Neuzustand des Filtermediums (bezogen auf Motor-Volllast) größer ist als 25 mbar. Dies widerspricht zwar den praktizierten Gestaltungsgrundsätzen, wonach der Druckabfall von Blow-By-Filtereinheiten bei Neuzustand des Filtermediums geringer sein soll als 15 mbar, jedoch kann gerade unter den genannten Voraussetzungen im Zusammenspiel der genannten Maßnahmen das Ziel der Aufgabenstellung, nämlich die Realisierung einer äußerst Wirtschaftlichen Blow-By-Filtereinheit, erreicht werden.

Die durch Versuche bestätigten theoretischen Überlegungen haben ergeben, dass unter den genannten Voraussetzungen ein enger Wertebereich für den idealen senkrechten Abstand zwischen der Unterkante des Filtergehäuses und dem Ölpegelstand im Kurbelgehäuse angegeben werden kann, der sich als äußerst günstig erweist, was die ausreichende Sicherheit gegenüber ein Rückfließen von Öl über die Ölabflussleitung in die Blow-By-Filtereinheit einerseits und die erwünschte Minimierung der Länge dieser Ölabflussleitung andererseits

betrifft. In der oben dafür angeführten Gleichung hängt der ideale senkrechte Abstand linear vom Auslegungs-Druckabfall des Blow-By-Gases über dem Filtermedium ab, wobei eine additive Konstante innerhalb eines eng eingegrenzten Wertebereiches zur Feinabstimmung dient.

Alle diese angeführten Maßnahmen führen als Einzelmaßnahmen zur Verbesserung, in der Kombination jedoch zu einer völligen Problemfreiheit bzw. Betriebssicherheit des Gesamtsystems, trotz einem sehr hohen Saugdruckniveau an der Stelle der Einleitung des Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors.

Mit den oben beschriebenen Vorschläge und Maßnahmen wird es möglich, die Blow-By-Filtereinheit spezifisch sehr kleinvolumig auszuführen. Dadurch ergeben sich weitere Optimierungsmöglichkeiten, die die Funktionalität der Blow-By-Filtereinheit deutlich verbessern. Insbesondere ist es dadurch möglich, den bzw. die Blow-By-Filtereinheit(en) sehr nahe zur Einleitungsstelle des gereinigten Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt und damit zu einem der Verdichtungseinrichtungen anzuordnen.

Damit ergeben sich wesentliche Vorteile:

- Minimaler Platzbedarf und optimale Integrationsmöglichkeit in das Motorkonzept sowie eine kurze Verbindungsleitungen zwischen Filtermedium und Einleitungsstelle und damit Vermeidung von Schwingungsproblemen.
- Nutzung der Strahlungswärme der Verdichtungseinrichtung zur Beheizung der Gehäuseoberfläche der Blow-By-Filtereinheit. Die damit verbundene Erwärmung des im Filtergewebe abgeschiedenen Motoröles, insbesondere im gehäusenahen Bereich, mit dem daraus resultierenden Effekt einer deutlichen Verringerung der Ölviskosität führt zu einem verbesserten Ausfließen des Öles aus dem Filtermedium bzw. aus der Blow-By-Filtereinheit insgesamt. Dadurch wird der Hold-Up des Filters abgesenkt und der Druckabfall des Blow-By-Gas im Filtermedium reduziert.
- Um diese Vorteile voll nutzen zu können, wird daher vorgeschlagen, die Blow-By-Filtereinheit so klein auszuführen, wie es die angeführten Maßnahmen erlauben. Berechnungen haben ergeben, dass unter den genannten Voraussetzungen eine einfache quantitative Beziehung für den optimalen Wertebereich für Volumen der Blow-By-Filtereinheit angegeben werden kann, wobei dieses Optimum linear von der Motor-Vollastleistung abhängt. Die entsprechende Formel dazu wurde oben angeführt.

Weiters wurde herausgefunden, dass für die optimale Distanz des Filters (D_{opt}) vom Verdichter der Verdichtungseinrichtung (bzw. für den Zwischenraum zwischen Filter und Verdichter), vor dem die Einleitung des gereinigten Blow-By-Gases erfolgt, ein enger Wertebereich angegeben werden kann, der wie das Volumen in linearer Weise von der

Volllastleistung des Verbrennungsmotors abhängt. Wenn für die Distanz zwischen Blow-By-Filtereinheit und dem Verdichter dieser Wertebereich eingehalten wird, ergibt sich eine sehr günstige Situation für den Wärmehaushalt der Blow-By-Filtereinheit, mit dem oben genannten Vorteil der Absenkung der Ölviskosität. Die diesbezügliche Formel wurde oben angegeben.

Im Nachfolgenden wird durch schematische Figuren, Skizzen und Diagramme der Erfindungsvorschlag in seiner Gesamtheit beschrieben und näher erläutert, sowie der Unterschied um Stand der Technik beispielhaft herausgestellt.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Flussbild des Ansaugtrakts und der Blow-By-Filtereinheit.

Fig. 2 zeigt die Anordnung von Blow-By-Filtereinheit und Verdichtungseinrichtung.

Fig. 3 zeigt ein Detail der Blow-By-Filtereinheit von Fig. 2

Fig. 4 zeigt die mittlere Strömungsgeschwindigkeit an der Stelle der Blow-By-Gas-Einleitung als Funktion des Druckabfalls des Blow-By-Gases in der Blow-By-Filtereinheit bei Volllast des Verbrennungsmotors und Neuzustand des Filtermediums.

Fig. 5 zeigt den senkrechten Abstand H_{opt} der Unterkante des Filtergehäuses vom Ölpegelstand in der Ölwanne des Verbrennungsmotors als Funktion des Druckabfalls des Blow-By-Gases in der Blow-By-Filtereinheit bei Volllast des Verbrennungsmotors und Neuzustand des Filtermediums.

Fig. 6 zeigt die Distanz D_{opt} des Permat-Auslasses der Blow-By-Filtereinheit vom Gehäuse der Verdichtungseinrichtung, vor dem die Einleitung des gefilterten Blow-By-Gases erfolgt als Funktion der Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW.

Fig. 7 zeigt die Öl-Abscheiderate der Blow-By-Filtereinheit als Funktion des spezifischen Filtervolumens.

In Fig. 1 ist das schematische Flussbild mit den symbolisch skizzierten relevanten Bauelementen für die Anwendung bei einem Gasmotor als Verbrennungsmotor dargestellt. Die Blow-By-Filtereinheit 1 weist einen Blow-By-Gas-Einlass 2 für das aus dem Kurbelgehäuse ankommende ungefilterte Blow-By-Gas, sowie einen Permat-Auslass 3 für das gefilterte Blow-By-Gas und einen Ölauslass 4 für das abgeschiedene Öl auf. Das gefilterte Blow-By-Gas wird über ein Zwischenglied 5 unmittelbar vor dem Verdichter 6 der Verdichtungseinrichtung 7 in Form eines Abgasturboladers in den Ansaugtrakt des Verbrennungsmotors eingeleitet. Der Ansaugtrakt beinhaltet weiters den Luftfilter 8 sowie eine Vorrichtung für die Kraftstoffzuführung 9. Die Verbrennungsluft wird am Eintritt des Luftfilters 8 aus der Umgebung oder aus dem Maschinenraum angesaugt, strömt durch die Kraftstoffzuführung 9 und durch das Zwischenglied 5, in dem die Einleitung des gefilterten Blow-By-Gases erfolgt, gemeinsam mit dem Kraftstoff und dem Blow-By-Gas zum Verdichter 6 der Verdichtungseinrichtung 7 in Form eines Abgasturboladers 7.

In Fig. 2 ist in einer detaillierteren Darstellung die Anordnung der relevanten Komponenten ersichtlich. Die Verbrennungsluft strömt mit dem zuvor zugemischten Kraftstoff zum Zwischenglied 5, wo das gefilterte Blow-By-Gas eingeleitet wird und anschließend zum Saugmund 11 am Flansch des Verdichters 6. Im Schnittbild des Verdichters 6 ist das Verdichterlaufrad 10 erkennbar, das über eine Welle mit dem Turbinenlaufrad 12 verbunden ist. Verdichterlaufrad 10 und Turbinenlaufrad 12 bilden zusammen mit der sie verbindenden Welle den Läufer der Verdichtungseinrichtung 7 in Form eines Abgasturboladers. An der Blow-By-Filtereinheit 1 ist am Eintritt für das Blow-By-Gas schematisch ein Unterdruckentlastungsventil 13 dargestellt. Bei einem definierten, z.B. durch Federeinstellung festgelegten Unterdruck in der Blow-By-Zuströmleitung wird ein Zuluftventil betätigt, das durch Beimischung von Außenluft eine Druckentlastung bewirkt. An der Austrittsseite der Blow-By-Filtereinheit 1 ist, ebenso schematisch, ein weiteres Drosselement 14 in Form eines Unterdruck-Regel- bzw. Unterdruck-Steuerungsventils 14 dargestellt. Durch dieses Ventil 14 und dessen Ansteuerung wird gewährleistet, dass ein zu hoher Saug-Unterdruck, der an der Einleitungsstelle herrscht, auf ein geeignetes bzw. gewünschtes Niveau reduziert wird. Für das Abstandsmaß 15 zwischen dem Gehäuse des Verdichters 6 und dem Gehäuse der Blow-By-Filtereinheit 1 ist ein relativ enger Wertebereich in Abhängigkeit von der Motorleistung vorteilhaft. Der senkrechte Abstand 16 der Unterkante des Gehäuses der Blow-By-Filtereinheit 1 vom Ölpegelstand 17 in der Ölwanne 18 des Verbrennungsmotors ist ebenfalls angegeben. Hierfür wurde ebenfalls ein sehr enger Wertebereich in Abhängigkeit vom Druckabfall des Blow-By-Gases über den Filter vorgeschlagen.

Für das Drosselement 14, angeordnet an einer Stelle zwischen dem Austritt des Blow-By-Gases aus dem Filtermedium und der Einleitungsstelle 20 in den Ansaugtrakt, wird eine spezielle Vorrichtung vorgeschlagen, mit der in Abhängigkeit vom Unterdruck (gegenüber Atmosphäre) an der Einleitungsstelle 20 ein definierter Strömungswiderstand in der Blow-By-Gas-Leitungsführung erzeugt wird. Dabei erweist es sich als besonders vorteilhaft, die Abhängigkeit des Strömungswiderstandes vom Unterdruck an der Einleitungsstelle 20 so zu wählen, dass dieser Widerstand erst oberhalb einer bestimmten Motorleistung wirksam wird und mit zunehmendem Unterdruck auf eine definierte Art und Weise zunimmt, die durch Einstellparameter über eine Einstellvorrichtung an die konkreten Erfordernisse abgestimmt werden kann. Eine einfache Realisierungsmöglichkeit dazu besteht darin, am Austrittsbereich bzw. in der Verbindungsleitung von Blow-By-Filtereinheit 1 zur Einleitungsstelle 20 ein federbelastetes Steuerventil einzusetzen, wie auf Fig. 3 schematisch gezeigt:

Fig. 3 zeigt am Austritt der Blow-By-Filtereinheit 1 das Druckbegrenzungsventil für das Blow-By-Gas. Dazu ist am Gehäuse der Blow-By-Filtereinheit 1 ein Funktions-Bauteil angebracht, der einen von der Feder 21 vorgespannten zylindrischen Steuerschieber 24 und

einen Abstandshalter 22 sowie eine Einstellvorrichtung 23 für die die Federkraft bestimmende Position des Abstandshalters beinhaltet. Bei entsprechend hohem Unterdruck in der Austrittsleitung 19 wird durch den Außendruck der Steuerschieber 24 gegen die Federkraft nach innen gedrückt und damit der Austrittsquerschnitt der Austrittsleitung 19 reduziert.

Im Folgenden wird durch mehrere Diagramm-Darstellungen der Unterschied von Erfindung (E) zum Stand der Technik (S) beispielhaft herausgestellt:

Das Diagramm in Fig. 4 zeigt den Wertebereich für die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Ansaugluft an der Stelle der Einleitung des Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt in Abhängigkeit vom Druckabfall über den Filter (bezogen auf Motor-Volllast und Neuzustand des Filtermediums) nach dem bekannten und praktizierten Stand der Technik S, sowie nach dem Erfindungsvorschlag E. Daraus ist ersichtlich, dass sich der vorgeschlagene Wertebereich sehr deutlich vom Stand der Technik S unterscheidet. Wie oben dargelegt, ist dies ohne Probleme nur durch die Kombination der vorgeschlagenen Maßnahmen möglich. Fig. 5 zeigt ein Diagramm welches den Unterschied zwischen dem Stand der Technik S und dem Erfindungsvorschlag E für den senkrechten Abstand der Unterkante des Filtergehäuses vom Ölpegelstand 17 in der Ölwanne 18 des Verbrennungsmotors ebenfalls in Abhängigkeit vom Druckabfall über dem Filtermedium zeigt. Auch hier tritt, wie im Fig. 4, der Unterschied zum Stand der Technik S sehr deutlich hervor. Der vorgeschlagene Wertebereich gemäß Erfindungsvorschlag E ist auf einen sehr schmalen, mit dem Druckabfall leicht ansteigenden Streifen beschränkt, der relativ weit entfernt ist vom Wertebereich, entsprechend dem bekannten und praktizierten Stand der Technik. Fig. 6 stellt die Wertebereiche für die Distanz der Blow-By-Filtereinheit 1 vom Verdichter 6, vor dem die Einleitung des Blow-By-Gases in den Ansaugtrakt erfolgt, gegenüber. Auch hier ist der gemäß Erfindungsvorschlag vorgesehene Wertebereich signifikant unterschiedlich zum Stand der Technik dar.

Fig. 7 zeigt schließlich den augenscheinlichen Unterschied der vorgeschlagenen Wertebereiche für die spezifische Filtergröße zum Stand der Technik S. Entsprechend dem deutlich geringeren Filtervolumen können demnach wesentlich kostengünstige und kompaktere Filter eingesetzt werden, die sich in der Folge auch besser in den Aggregat-Aufbau integrieren lassen.

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, umfassend
 - i) einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung (7),
 - ii) eine Kolben-Zylinder-Einheit,
 - iii) ein Kurbelgehäuse, und
 - iv) eine Blow-By-Filtereinheit (1), mit einem Blow-By-Gas-Einlass (2) und einem Permeat-Auslass (3), wobei der Blow-By-Gas-Einlass (2) mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) aufweist,dadurch gekennzeichnet, dass die Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichtungseinrichtung (7) mit einem Anschlussflansch mit dem Ansaugtrakt verbunden ist und ein Laufrad (10) mit einem Durchmesser (d) aufweist, wobei der Abstand (31) von Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) zu Anschlussflansch (30) maximal das 1,5-fache des Durchmessers (d) des Laufrads (10) beträgt.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kraftstoffeinlass (9) vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist.
4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass an der Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass bei Volllast des Verbrennungsmotors eine über den Querschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsluft zwischen 85 und 110 m/s herrscht.
5. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Blow-By-Filtereinheit (1) derart ausgebildet ist, dass der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und Permeat-Auslass (3) bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand des Filtermediums der Blow-By-Filtereinheit (1) zumindest 25 mbar beträgt.
6. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor eine Ölwanne (18) aufweist und dass die Blow-By-Filtereinheit (1) ein Gehäuse aufweist, wobei der Gehäuseboden der Blow-By-Filtereinheit (1) vom Ölpegel (17) in der Ölwanne (18) des Verbrennungsmotors einen senkrechten Abstand (H_{opt}) aufweist, wobei der senkrechten Abstand (H_{opt}) die Summe aus der Konstante H_f und dem Produkt

$4\pi \cdot j \cdot \Delta p$ beträgt, wobei Δp der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und dem Permeat-Auslass (3) des Blow-By-Gases über der Blow-By-Filtereinheit (1) bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand des Filtermediums der Blow-By-Filtereinheit (1) ist, j ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/mbar ist und H_r zwischen 150 und 250 mm beträgt.

7. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Blow-By-Filtereinheit (1) eine Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) aufweist, mit welcher der Unterdruck am Permeat-Auslass (3) der Blow-By-Filtereinheit (1) einstellbar ist.

8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) eine Unterdruck-Regeleinrichtung aufweist.

9. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Regeleinrichtung (14) einen federbelasteten Steuerschieber umfasst, der durch die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Verbindungsleitung zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und Einleitungsstelle (20) und dem Umgebungsdruck, gegen die Federkraft eine Positionsänderung erfährt, wodurch der freie Strömungsquerschnitt veränderbar ist.

10. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Blow-By-Filtereinheit (1) ein Unterdruck-Begrenzungsventil (13) zugeordnet ist, das ab einem vorgebbaren Unterdruck am Blow-By-Gas-Einlass einen Strömungsquerschnitt zur Umgebungsluft freigibt, durch welchen Umgebungsluft ansaugbar ist.

11. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (D_{opt}) zwischen Gehäuse der Blow-By-Filtereinheit (1) und der Verdichtungseinrichtung (7) die Summe aus einer Konstanten D_r in mm und dem Produkt $0,0225 \cdot i \cdot N_{Mot}$ beträgt, wobei i ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/kWm N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei D_r einen Wert zwischen 100 und 160 mm annimmt.

12. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtervolumen (V_{opt}) der Blow-By-Filter-Einheit das Produkt $K_r \cdot N_{Mot}$ ist, wobei K_r eine Anpassungskonstante mit der Dimension m^3/kW ist und N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei K_r zwischen $0,80 \cdot 10^{-5}$ und $1,6 \cdot 10^{-5}$ beträgt.

13. Blow-By-Filtereinheit, gekennzeichnet durch eine Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (13, 14), mit welcher der Unterdruck am Permeat-Auslass oder am Blow-By-Gas-Einlass einstellbar ist.

14. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung eine Unterdruck-Regeleinrichtung aufweist.

15. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Regeleinrichtung einen federbelasteten Steuerschieber umfasst, der durch die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Verbindungsleitung zwischen Blow-By-Gas-Einlass und Einleitungsstelle und dem Umgebungsdruck, gegen die Federkraft eine Positionsänderung erfährt, wodurch der freie Strömungsquerschnitt veränderbar ist.

16. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 14 oder Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Unterdruck-Begrenzungsventil vorgesehen ist, das ab einem vorgebbaren Unterdruck am Blow-By-Gas-Einlass einen Strömungsquerschnitt zur Umgebungsluft freigibt, durch welchen Umgebungsluft ansaugbar ist.

17. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit einem Ansaugtrakt, einer Verdichtungseinrichtung, einer Kolben-Zylinder-Einheit, einem Kurbelgehäuse, und einer Blow-By-Filtereinheit, wobei Blow-By-Gas aus dem Kurbelgehäuse über die Blow-By-Filtereinheit geleitet und in den Ansaugtrakt unmittelbar vor der Verdichtereinheit eingeleitet wird

Fig. 1

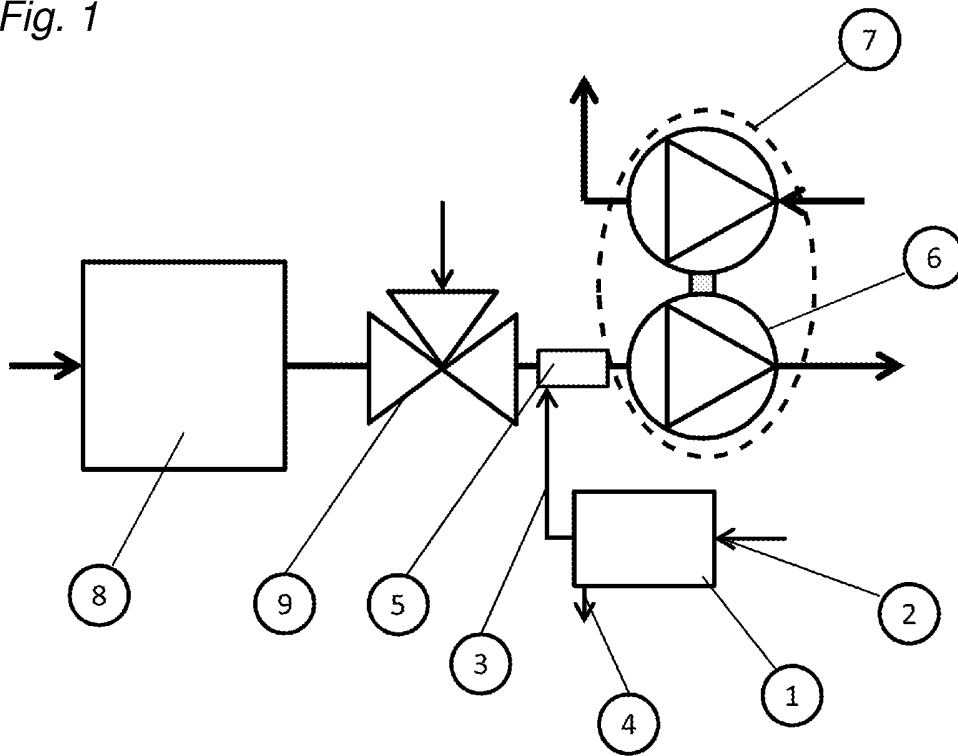


Fig. 3

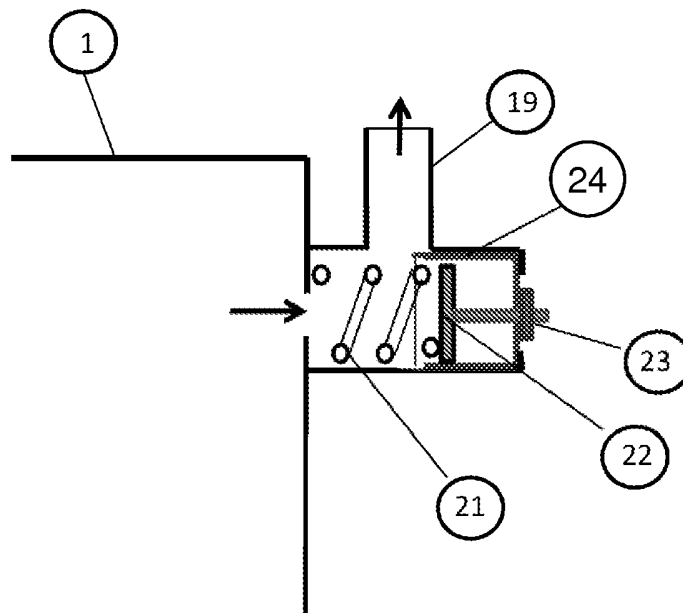


Fig. 2

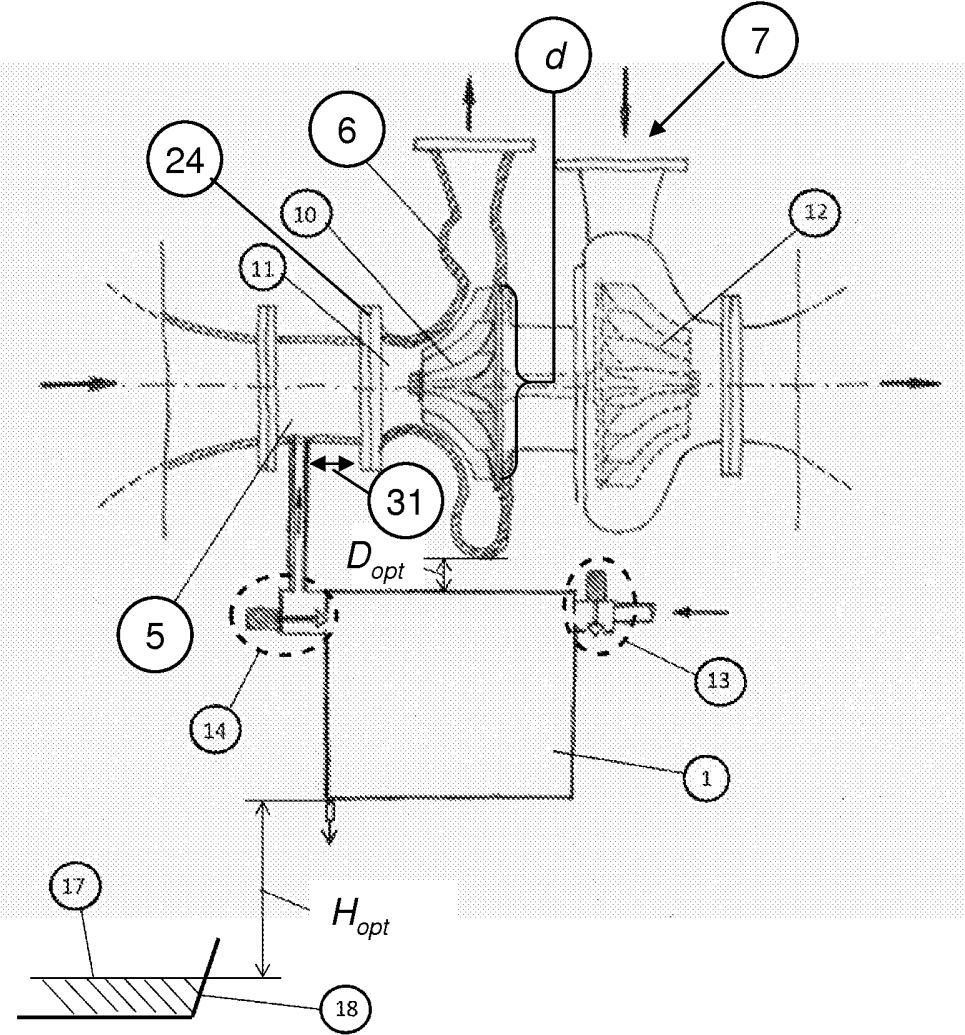


Fig. 4

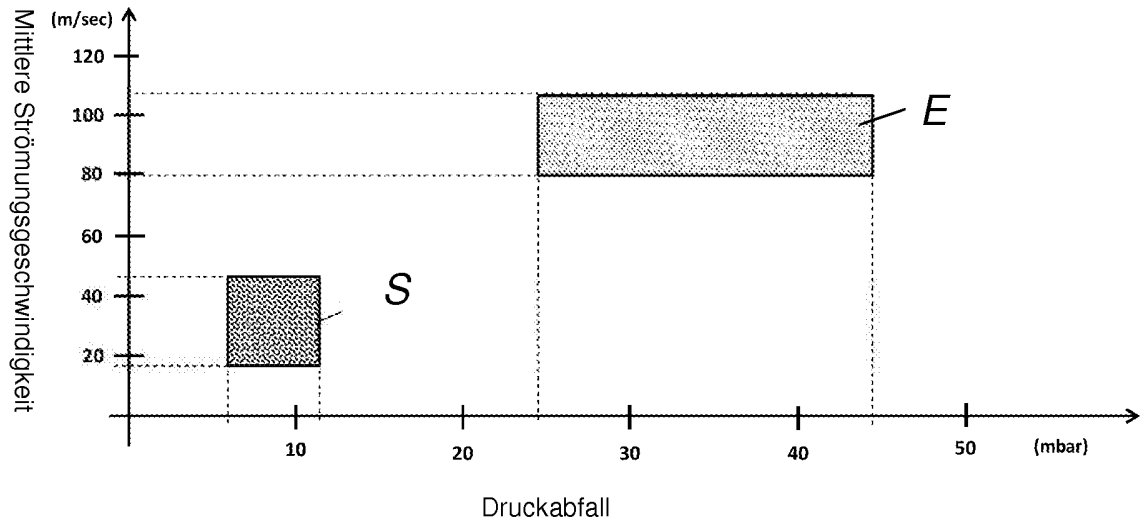


Fig. 5

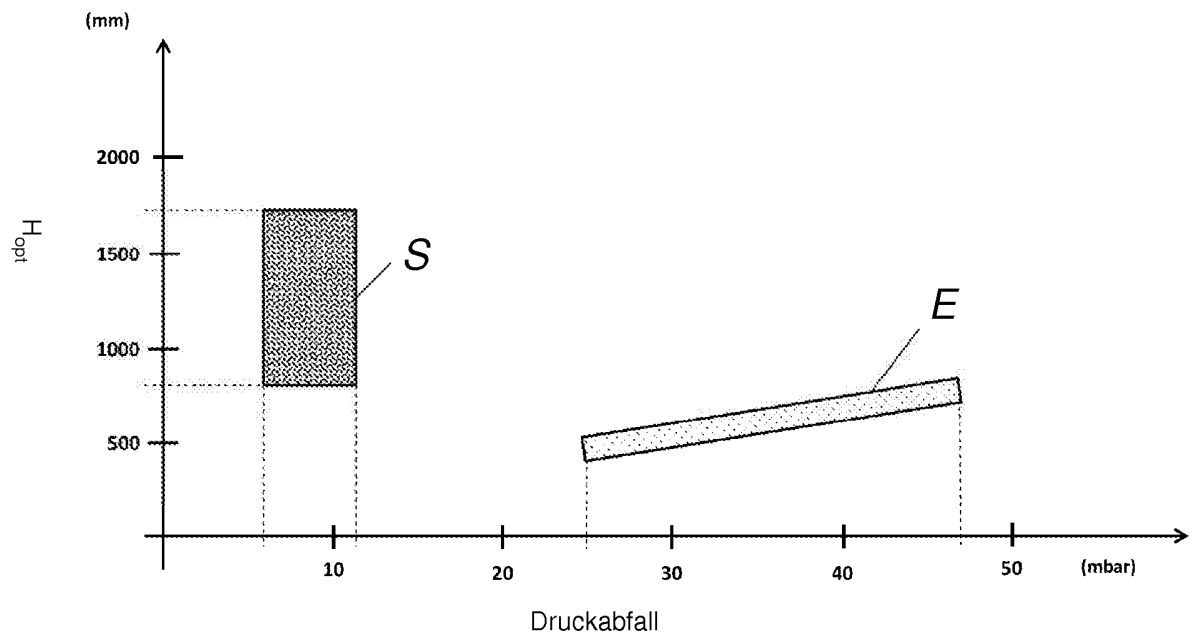


Fig. 6

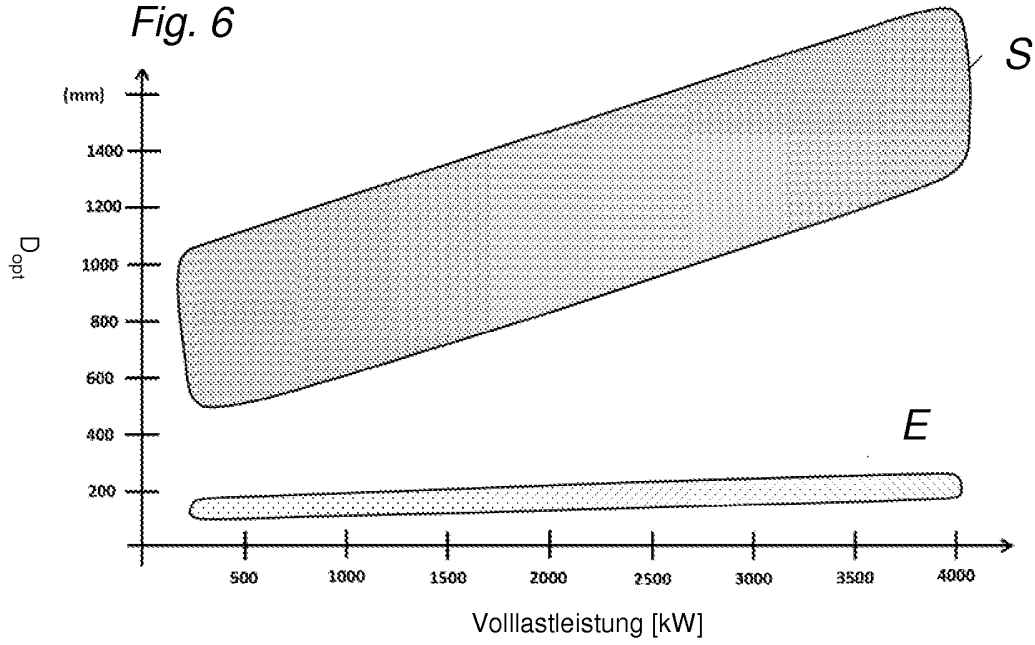
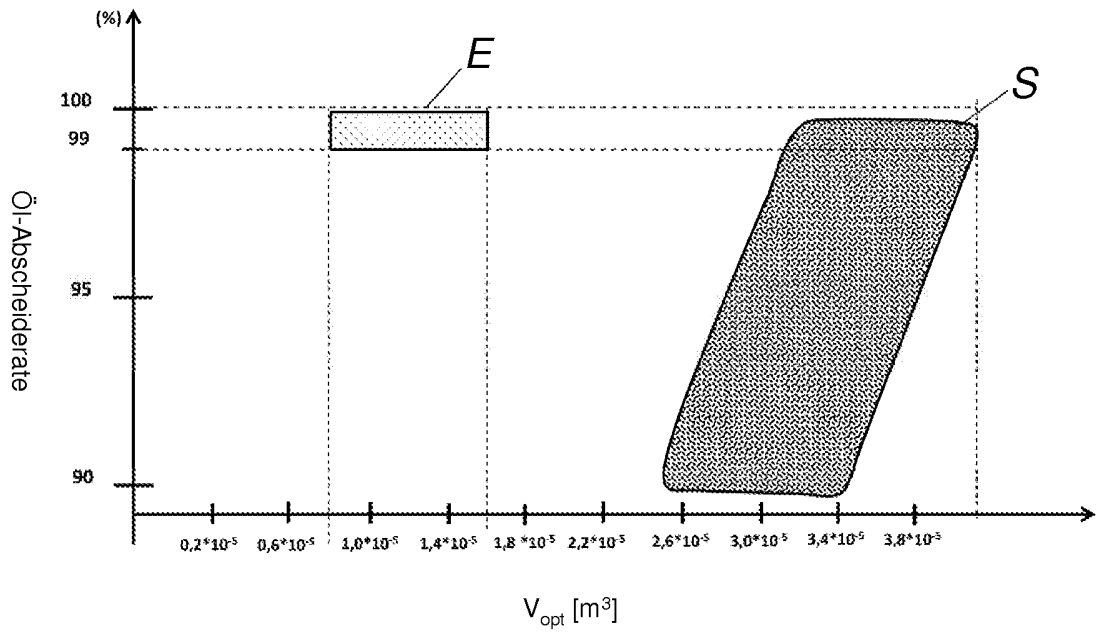


Fig. 7



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: F01M 13/04 (2006.01); F02B 37/00 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: F01M 13/04 (2013.01); F01M 2013/0438 (2013.01); F01M 2013/027 (2013.01)
Recherchierter Prüfstoﬀ (Klassifikation): F01M, F02B; FICLA: F01M13/00&M, F01M13/04&B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI, XFULL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **06.02.2014** eingereichten Ansprüchen **1 - 17** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 2006045764 A1 (THOMPSON) 02. März 2006 (02.03.2006)	1, 2, 4, 5, 17
Y	Fig. 2 - 6; Absatz [0039]	7 - 9, 13 - 15
X	JP 2014013020 A (TOYOTA MOTOR CORP) 23. Jänner 2014 (23.01.2014) Fig. 1 - 3	1, 2, 4, 5
X	JP 2009074506 A (KUBOTA KK) 09. April 2009 (09.04.2009) Fig. 1	1, 2, 4, 5
X	JP 2011185168 A (IHI CORP) 22. September 2011 (22.09.2011) Fig. 1 und 2	1, 2, 4, 5
Y	US 2004139734 A1 (SCHMEICHEL) 22. Juli 2004 (22.07.2004) Fig. 1 und 3 (insb. Bezugszeichen 351)	7 - 9, 13 - 15

Datum der Beendigung der Recherche: 27.06.2014	Seite 1 von 1	Prüfer(in): THALHAMMER Christian
---	---------------	-------------------------------------

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein „ älteres Recht “ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
---	---

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor, umfassend
 - i) einen Ansaugtrakt mit einer Verdichtungseinrichtung (7),
 - ii) eine Kolben-Zylinder-Einheit,
 - iii) ein Kurbelgehäuse, und
 - iv) eine Blow-By-Filtereinheit (1), mit einem Blow-By-Gas-Einlass (2) und einem Permeat-Auslass (3), wobei der Blow-By-Gas-Einlass (2) mit dem Kurbelgehäuse verbunden ist und der Ansaugtrakt eine Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) aufweist,wobei die Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) in Strömungsrichtung unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdichtungseinrichtung (7) mit einem Anschlussflansch mit dem Ansaugtrakt verbunden ist und ein Laufrad (10) mit einem Durchmesser (d) aufweist, wobei der Abstand (31) von Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass (3) zu Anschlussflansch (30) maximal das 1,5-fache des Durchmessers (d) des Laufrads (10) beträgt.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kraftstoffeinlass (9) vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung vor der Verdichtungseinrichtung (7) angeordnet ist.
3. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an der Einleitungsstelle (20) für den Permeat-Auslass der Strömungsquerschnitt derart gestaltet ist, dass bei Volllast des Verbrennungsmotors eine über den Querschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsluft zwischen 85 und 110 m/s herrscht.
4. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbrennungsmotor eine Ölwanne (18) aufweist und dass die Blow-By-Filtereinheit (1) ein Gehäuse aufweist, wobei der Gehäuseboden der Blow-By-Filtereinheit (1) vom Ölpegel (17) in der Ölwanne (18) des Verbrennungsmotors einen senkrechten Abstand (H_{opt}) aufweist, wobei der senkrechten Abstand (H_{opt}) die Summe aus der Konstante H_r und dem Produkt $4\pi*j*\Delta p$ beträgt, wobei Δp der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und dem Permeat-Auslass (3) des Blow-By-Gases über der Blow-By-Filtereinheit (1) bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand des Filtermediums der Blow-By-Filtereinheit (1) ist, j ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/mbar ist und H_r zwischen 150 und 250 mm beträgt.

5. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Blow-By-Filtereinheit (1) eine Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) aufweist, mit welcher der Unterdruck am Permeat-Auslass (3) der Blow-By-Filtereinheit (1) einstellbar ist.
6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) eine Unterdruck-Regeleinrichtung aufweist.
7. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) derart ausgebildet ist, dass der Druckabfall zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und Permeat-Auslass (3) bei Volllast des Verbrennungsmotors im Neuzustand des Filtermediums der Blow-By-Filtereinheit (1) zumindest 25 mbar beträgt.
8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Regeleinrichtung (14) einen federbelasteten Steuerschieber umfasst, der durch die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Verbindungsleitung zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und Einleitungsstelle (20) und dem Umgebungsdruck, gegen die Federkraft eine Positionsänderung erfährt, wodurch der freie Strömungsquerschnitt veränderbar ist.
9. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Blow-By-Filtereinheit (1) ein Unterdruck-Begrenzungsventil (13) zugeordnet ist, das ab einem vorgebbaren Unterdruck am Blow-By-Gas-Einlass einen Strömungsquerschnitt zur Umgebungsluft freigibt, durch welchen Umgebungsluft ansaugbar ist.
10. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (D_{opt}) zwischen Gehäuse der Blow-By-Filtereinheit (1) und der Verdichtungseinrichtung (7) die Summe aus einer Konstanten D_r in mm und dem Produkt $0,0225 * i * N_{Mot}$ beträgt, wobei i ein Dimensionswandler mit dem Wert 1 mm/kWm N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei D_r einen Wert zwischen 100 und 160 mm annimmt.
11. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Filtervolumen (V_{opt}) der Blow-By-Filter-Einheit (1) das Produkt $K_r * N_{Mot}$ ist, wobei K_r eine Anpassungskonstante mit der Dimension m^3/kW ist und N_{Mot} die Volllastleistung des Verbrennungsmotors in kW ist, wobei K_r zwischen $0,80 * 10^{-5}$ und $1,6 * 10^{-5}$ beträgt.
12. Blow-By-Filtereinheit, gekennzeichnet durch eine Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (13, 14), mit welcher der Unterdruck am Permeat-Auslass (3) oder am Blow-By-Gas-Einlass (2) einstellbar ist.

13. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Begrenzungseinrichtung (14) eine Unterdruck-Regeleinrichtung aufweist.

14. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterdruck-Regeleinrichtung einen federbelasteten Steuerschieber (24) umfasst, der durch die Druckdifferenz zwischen dem Druck in der Verbindungsleitung zwischen Blow-By-Gas-Einlass (2) und Einleitungsstelle (20) und dem Umgebungsdruck, gegen die Federkraft eine Positionsänderung erfährt, wodurch der freie Strömungsquerschnitt veränderbar ist.

15. Blow-By-Filtereinheit nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Unterdruck-Begrenzungsventil (14) vorgesehen ist, das ab einem vorgebbaren Unterdruck am Blow-By-Gas-Einlass (2) einen Strömungsquerschnitt zur Umgebungsluft freigibt, durch welchen Umgebungsluft ansaugbar ist.

16. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit einem Ansaugtrakt, einer Verdichtungseinrichtung (7), einer Kolben-Zylinder-Einheit, einem Kurbelgehäuse, und einer Blow-By-Filtereinheit (1), wobei Blow-By-Gas aus dem Kurbelgehäuse über die Blow-By-Filtereinheit (1) geleitet und in den Ansaugtrakt unmittelbar vor der Verdichtungseinrichtung (7) eingeleitet wird

16. März 2015