



(10) **DE 10 2012 007 762 A1** 2013.10.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 007 762.9**

(22) Anmeldetag: **20.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **24.10.2013**

(51) Int Cl.: **F01M 11/03 (2012.01)**

B01D 27/10 (2012.01)

B01D 27/08 (2012.01)

(71) Anmelder:

Mann + Hummel GmbH, 71638, Ludwigsburg, DE

(72) Erfinder:

**Abokhalaf, Mahdi, 71636, Ludwigsburg, DE;
Pflüger, Frank, 74343, Sachsenheim, DE; Luka,
Helmut, 71672, Marbach, DE**

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

DE 197 11 457 A1

DE 198 29 989 A1

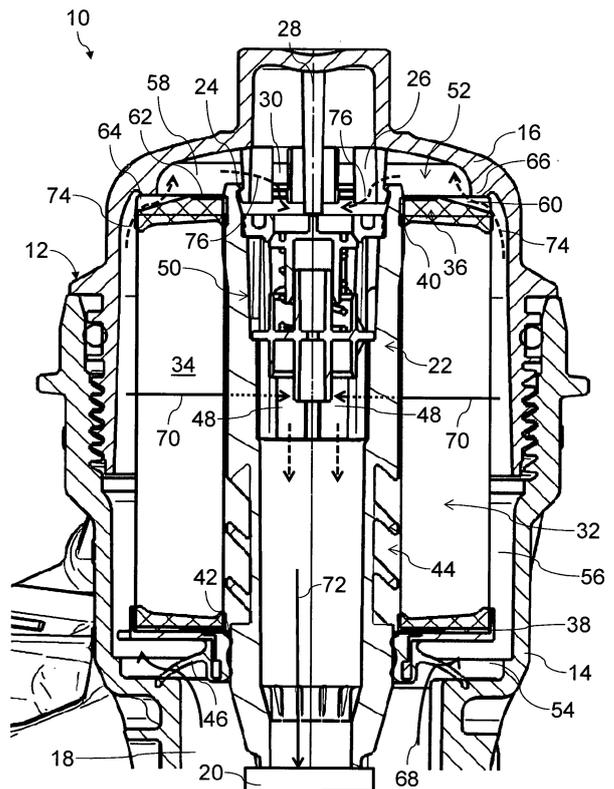
DE 198 47 998 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ölfiler einer Brennkraftmaschine und Ölfilterelement eines Ölfilters**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Ölfilter (10) und ein Ölfilterelement (32) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Der Ölfilter (10) umfasst ein Filtergehäuse (12), welches einen Gehäusetopf (14), einen mit diesem trennbar verbundenen Gehäusedeckel (16), wenigstens einen Öleinlass (18) und wenigstens einen Ölauslass (20) aufweist. In dem Filtergehäuse (12) ist das austauschbare Ölfilterelement (32) so angeordnet, dass es den wenigstens einen Öleinlass (18) von dem wenigstens einen Ölauslass (20) trennt. Das Ölfilterelement (32) umfasst ein Filtermedium (34), das einen Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) umfangsmäßig geschlossen umgibt. Das Filtermedium (34) ist wenigstens an einer deckelseitigen Stirnseite mit einem Endkörper (36) dicht verbunden. Eine Mehrzahl von Stützelementabschnitten (64) ist zwischen dem Filtermedium (34) und einer Innenseite des Gehäusedeckels (16) angeordnet. Eine Bypassleitung (52) mit einem Umgehungsventil (50) zur Umgehung des Ölfilterelements (32) verbindet einen radial äußeren Ringraum (56), der zwischen der radial äußeren Umfangsseite des Filtermediums (34) und einer radial inneren Umfangsseite des Filtergehäuses (12) angeordnet ist, über eine Bypassöffnung (40) in dem deckelseitigen Endkörper (36) mit dem Innenraum (44) des Ölfilterelements (32). Die Stützelementabschnitte (64) sind am deckelseitigen Endkörper (36) angeordnet. In Umfangsrichtung benachbarte Stützelementabschnitte (64) begrenzen wenigstens einen Strömungskanal (60) der Bypassleitung (52).



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Ölfilter einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit einem Filtergehäuse, welches einen Gehäusetopf, einen mit diesem trennbar verbundenen Gehäusedeckel, wenigstens einen Öleinlass und wenigstens einen Ölauslass aufweist und in dem ein austauschbares Ölfilterelement so angeordnet ist, dass es den wenigstens einen Öleinlass von dem wenigstens einen Ölauslass trennt, und das Ölfilterelement ein Filtermedium umfasst, das einen Innenraum des Ölfilterelements umfangsmäßig geschlossen umgibt und das wenigstens an einer deckelseitigen Stirnseite mit einem Endkörper dicht verbunden ist, und eine Mehrzahl von Stützelementabschnitten zwischen dem Filtermedium und einer Innenseite des Gehäusedeckels angeordnet ist.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Ölfilterelement eines Ölfilters einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, welches austauschbar in einem Filtergehäuse mit wenigstens einem Öleinlass und wenigstens einem Ölauslass, welches einen Gehäusetopf und einen mit diesem trennbar verbundenen Gehäusedeckel aufweist, so angeordnet werden kann, dass es den wenigstens einen Öleinlass von dem wenigstens einen Ölauslass trennt, und das ein Filtermedium umfasst, das einen Innenraum des Ölfilterelements umfangsmäßig geschlossen umgibt und das wenigstens an einer deckelseitigen Stirnseite mit einem Endkörper dicht verbunden ist.

Stand der Technik

[0003] Aus der DE 20 2005 002 955 U1 ist ein Ölfilter einer Brennkraftmaschine mit einem oberseitig offenen, durch einen Schraubdeckel verschlossenen Gehäuse bekannt. Im Inneren des Gehäuses ist ein Filtereinsatz zur Reinigung von Schmieröl angeordnet. Durch einen Teil des Filtergehäuses verlaufen ein Einlasskanal für das zu reinigende Schmieröl und ein Auslasskanal für das gefilterte Schmieröl. Der Filtereinsatz besitzt einen sternförmig gefalteten Filterstoffkörper, der oberseitig und unterseitig durch eine obere Stirnscheibe und eine untere Stirnscheibe eingefasst ist. Die obere Stirnseite besitzt an ihrer Oberseite einen konzentrischen Kranz von axial nach oben vorstehenden, zungenförmigen Rastelementen, die einstückig mit der Stirnscheibe ausgebildet sind. Mittels dieser Rastelemente ist der Filtereinsatz lösbar mit dem Schraubdeckel so verbunden, dass bei einem Losdrehen des Schraubdeckels dieser den Filtereinsatz in Axialrichtung mit nach oben nimmt. An der Innenseite des Schraubdeckels ist eine Mehrzahl von Stützelementen angeordnet. Im Betrieb des Filters strömt die zu reinigende Flüssigkeit vom Einlasskanal kommend in Radialrichtung von

außen nach innen durch den Filtereinsatz und aus dem Innenraum des Filtereinsatzes axial nach unten durch den Auslasskanal ab. Bei tiefen Temperaturen kann das Schmieröl eine hohe Viskosität aufweisen. Dies kann zu einer Zunahme einer Druckdifferenz zwischen der Rohseite des Filtereinsatzes, radial außen, und der Reinseite, im Innenraum des Filtereinsatzes, führen. Eine mechanische Belastung des Filterstoffkörpers durch die Druckdifferenz kann zum Kollabieren und zur Beschädigung des Filtereinsatzes führen.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ölfilter und ein Ölfilterelement der eingangs genannten Art zu gestalten, bei denen ein Differenzdruck zwischen der Rohseite und der Reinseite des Filtermediums begrenzt werden kann.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Bypassleitung mit einem Umgehungsventil zur Umgehung des Ölfilterelements einen radial äußeren Ringraum, der zwischen der radial äußeren Umfangsseite des Filtermediums und einer radial inneren Umfangsseite des Filtergehäuses angeordnet ist, über eine Bypassöffnung in dem deckelseitigen Endkörper mit dem Innenraum des Ölfilterelements verbindet, die Stützelementabschnitte am deckelseitigen Endkörper angeordnet sind und in Umfangsrichtung benachbarte Stützelementabschnitte wenigstens einen Strömungskanal der Bypassleitung begrenzen.

[0006] Erfindungsgemäß ist also eine Bypassleitung vorgesehen, mit der das Filtermedium strömungstechnisch umgangen werden kann. In der Bypassleitung ist ein Umgehungsventil angeordnet, mit dem ein Grenz-Differenzdruck zwischen der Rohseite und der Reinseite, ab welchem die Bypassleitung geöffnet werden soll, vorgegeben ist. Bei Überschreitung des Grenz-Differenzdrucks öffnet das Umgehungsventil und gibt die Bypassleitung frei. Das Öl fließt dann durch die Bypassleitung an dem Filtermedium vorbei vom Einlass zum Auslass. Der Differenzdruck zwischen Reinseite und Rohseite wird so abgebaut und das Filtermedium vor Beschädigung geschützt. Die Bypassleitung führt von dem Ringraum, welcher das Filtermedium umgibt, durch den wenigstens einen Strömungskanal im deckelseitigen Endkörper und die Bypassöffnung im deckelseitigen Endkörper in den Innenraum des Ölfilterelements. Das Filtermedium kann von dem zu reinigenden Öl unter normalen Bedingungen bei geschlossener Bypassleitung von radial außen nach innen oder von radial innen nach außen durchströmt werden. Zwischen der Innenseite des Gehäusedeckels und dem deckelseitigen Endkörper kann ein Verbindungskanal oder ein Verbindungsraum gebildet sein, welcher den wenigstens einen Strömungskanal indirekt mit der deckel-

seitigen Bypassöffnung verbindet. Der wenigstens eine Strömungskanal kann aber auch direkt in die deckelseitige Bypassöffnung münden. Der wenigstens eine Strömungskanal kann einer aus einer Mehrzahl von Strömungskanälen der Bypassleitung sein. Somit kann vorteilhafterweise auch eine Mehrzahl von Strömungskanälen jeweils durch umfangsmäßig benachbarte Stützelementabschnitte begrenzt werden. Bei den Stützelementabschnitten kann es sich um Abschnitte von separaten Stützelementen handeln. Die Stützelementabschnitte können aber auch zu einem einzigen Stützelement gehören. Insbesondere kann das Stützelement umfangsmäßig in der Art eines offenen Ringes verlaufen, wobei die Öffnung des Rings den einen Strömungskanal bildet. Vorteilhafterweise können die Stützelementabschnitte und der wenigstens eine Strömungskanal auch Teile eines Adapterelements sein, welches zwischen dem deckelseitigen Endkörper und der Innenseite des Gehäusedeckels angeordnet werden kann. Das Adapterelement kann mit dem deckelseitigen Endkörper oder dem Gehäusedeckel verbunden sein.

[0007] Das Ölfilterelement kann koaxial zu einer Montageachse des Gehäusetopfs mit dem Gehäusedeckel austauschbar in das Filtergehäuse eingesteckt sein. Dreh- und/oder Steckbewegungen des Gehäusedeckels relativ zum Gehäusetopf beim Schließen oder Öffnen des Gehäuses werden um die Montageachse und/oder axial zu dieser durchgeführt. Das Ölfilterelement kann auf ein Mittelrohr aufgesteckt sein. Das Mittelrohr kann fest mit dem Gehäusedeckel oder dem Gehäusetopf verbunden sein. Durch das Mittelrohr kann die Position des Ölfilterelements im Filtergehäuse in radialer Richtung vorgegeben werden. Mit den Stützelementabschnitten kann die Position des Ölfilterelements in axialer Richtung relativ zu dem Gehäusedeckel im Filtergehäuse vorgegeben werden. Ferner kann das Ölfilterelement mit den Stützelementabschnitten in axialer Richtung gegen den Boden des Gehäusetopfs verspannt werden.

[0008] Vorzugsweise kann am Boden des Gehäusetopfs der Innenraum des Ölfilterelements mit dem Ölauslass oder dem Öleinlass verbunden sein. Die Verbindung kann eine Dichtungseinrichtung aufweisen. Durch die Verspannung mittels der Stützelementabschnitte kann die Dichtungswirkung dieser Dichtungseinrichtung verbessert werden.

[0009] Der wenigstens eine Strömungskanal im Endkörper kann eine Strömung des Öls zwischen dem Ringraum und der Bypassöffnung verbessern. So kann das Öl bei offenem Umgehungsventil optimal insbesondere mit geringem Druckverlust durch die Bypassleitung strömen.

[0010] Der wenigstens eine Strömungskanal kann strömungstechnisch optimiert sein. Die Stützelementabschnitte und der wenigstens eine Strömungs-

kanal können einfach am Endkörper angeordnet werden. Die Stützelementabschnitte können zusätzlich zu ihrer Stützfunktion auch die Form, den Verlauf und/oder die Größe des wenigstens einen Strömungskanals vorgegeben. Zusätzliche, die Strömung des Öls beeinflussende Strömungselemente, sind nicht erforderlich.

[0011] Das Filtermedium kann vorteilhafterweise sternförmig gefaltet sein, wodurch einfach eine im Verhältnis zu den Außenmaßen des Filtermediums große aktive Filterfläche realisiert werden kann. Vorteilhafterweise kann das Filtermedium in koaxialer Form realisiert sein, so dass ein gedachter Innenmantel, welcher die radial innere Umfangsseite des Filtermediums definiert, koaxial zu einem gedachten Außenmantel, welcher die radial äußere Umfangsseite des Filtermediums definiert, verläuft. Auf diese Weise kann das Verhältnis zwischen der aktiven Filteroberfläche und den Außenmaßen des Filtermediums weiter verbessert werden.

[0012] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform können die Stützelementabschnitte sich bezüglich dem Filtermedium von radial außen von dem radial äußeren Ringraum nach radial innen erstrecken. Die Breiten der Stützelementabschnitte in Umfangsrichtung können größer oder kleiner sein als deren Längen von radial außen nach radial innen. Mit den Stützelementabschnitten können so entsprechend große und ausgedehnte Anlageflächen des Endkörpers an dem Gehäusedeckel erreicht werden. Die Stützelementabschnitte können sich bis zum Zentrum des Endkörpers erstrecken. Sie können sich aber auch radial betrachtet zwischen dem äußeren Ringraum und dem Zentrum des Endkörpers enden.

[0013] Vorteilhafterweise kann der wenigstens eine Strömungskanal in der dem Filtermedium abgewandten Außenseite des Endkörpers angeordnet sein. Auf diese Weise kann auf eine separate Abdichtung des wenigstens einen Strömungskanals zum Filtermedium hin verzichtet werden.

[0014] Ferner kann vorteilhafterweise der wenigstens eine Strömungskanal sich von radial außen von dem radial äußeren Ringraum, mit diesem verbunden, nach radial innen erstrecken. Der wenigstens eine Strömungskanal kann so einfach den radial äußeren Ringraum mit einem radial weiter innen gelegenen Raum der Bypassleitung verbinden.

[0015] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Endkörper eine sogenannte Folienendscheibe sein. Folienendscheiben sind im Stand der Technik bekannt. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Folienendscheibe wird auf die EP 0 713 721 A1 verwiesen, deren Inhalt ausdrücklich miteinbezogen wird. Insbesondere ist die Folienendscheibe aus einer elastischen Ausgangsmasse hergestellt, welche

an dem Filtermedium angeordnet wird und durch Aufschmelzen und Aufschäumen mit dem Filtermedium dichtend verbunden wird. Im Speziellen weist diese elastische Masse eine Mischung aus Nitrilkautschuk und Phenolharz, vorzugsweise mit einem Verhältnis im Bereich von 1:0,8 bis 1:1,5, auf. Die Folienendscheibe kennzeichnet sich aufgrund der elastischen, aber festen Ausgangsmasse durch fertigungstechnische Vorteile auf. Außerdem weist die (fertiggestellte) Folienendscheibe dank einer erheblichen Restelastizität durch gute Dichtungseigenschaften auf.

[0016] Der wenigstens eine Strömungskanal kann vorzugsweise eine Nut in der dem Filtermedium abgewandten Außenseite der Folienendscheibe und die Stützelementabschnitte können Vorsprünge der Folienendscheibe neben der Nut sein. Die Folienendscheibe kann vorteilhafterweise auf die Stirnseite des Filtermediums aufgeschäumt bzw. aufgeschmolzen sein. Sind mehrere Strömungskanäle in Form von Nuten vorgesehen, so können die Stützelemente Vorsprünge der Folienendscheibe zwischen den Nuten sein.

[0017] Der Endkörper kann aber auch eine Kunststoffendscheibe sein, welche nach einem Schweißverfahren mit dem Filtermedium verbunden ist. Die Endscheibe kann auch aus einem PUR(Polyurethan)-Schaum sein. Nuten können einfach insbesondere nach einem Form-, Spritz- oder Gussverfahren in die Endscheibe eingebracht werden. Die Nuten können auch nach einem abtragenden Verfahren, insbesondere mittels Fräsen oder einem Ätzverfahren, realisiert sein.

[0018] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann eine Mehrzahl von Strömungskanälen umfangsmäßig vorzugsweise gleichmäßig an der dem Filtermedium abgewandten Außenseite des Endkörpers verteilt sein. Dies hat den Vorteil, dass der Ringraum entlang des gesamten Umfangs des Endkörpers mit Strömungskanälen verbunden ist. Auf diese Weise kann eine Strömung des Öls durch die Bypassleitung, insbesondere eine Anströmung des Umgehungsventils, verbessert werden. Auf diese Weise wird ein Ausgleich des Differenzdrucks zwischen der Rohseite und der Reinseite des Filterelements mittels der Bypassleitung verbessert. Vorteilhafterweise können die Strömungskanäle gleich sein. Somit kann die Gleichmäßigkeit der Strömung des Öls durch die Bypassleitung weiter verbessert werden.

[0019] Vorteilhafterweise kann sich der wenigstens eine Strömungskanal in radialer Richtung erstrecken. Auf diese Weise kann wenigstens ein kurzer Strömungskanal und wenigstens ein kurzer Strömungsweg realisiert werden. Kurze Strömungskanäle können einfach und platzsparend realisiert werden. Ferner wirken sich kurze Strömungskanäle positiv auf

den Strömungsverlauf aus. Insbesondere kann die Strömung weiter beruhigt werden.

[0020] Ferner kann vorteilhafterweise ein Strömungsquerschnitt, insbesondere eine axiale Tiefe, des wenigstens einen Strömungskanals nach radial innen hin abnehmen. Auf diese Weise kann die Strömung in dem wenigstens einen Strömungskanal verbessert werden. Insbesondere kann die Strömung weiter beruhigt werden.

[0021] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform können der Endkörper und die Innenseite des Gehäusedeckels einen stirnseitigen Bypassraum begrenzen, der mit dem wenigstens einen Strömungskanal und der Bypassöffnung verbunden sein kann. Der Bypassraum kann ein Ausgleichsvolumen bilden. Er kann zur weiteren Beruhigung der Strömung beitragen. Mit dem Ausgleichsvolumen kann die Öffnungs- und Schließcharakteristik des Umgehungsventils verbessert werden. Insbesondere kann so bewirkt werden, dass das Umgehungsventil gleichmäßiger geöffnet und geschlossen werden kann. Außerdem kann die Strömung des Öls durch die Bypassleitung mittels dem Bypassraum weiter beruhigt werden.

[0022] Vorteilhafterweise kann an der dem Endkörper zugewandten Innenseite des Gehäusedeckels wenigstens ein Gegenstützkörper, insbesondere ein umlaufender Steg, angeordnet sein, an dem sich die Stützelementabschnitte des Endkörpers abstützen können. Der Gegenstützkörper kann einen definierten Anschlag für die Stützelemente des Endkörpers bilden. Ein umlaufender Steg hat den Vorteil, dass beim Einbau des Ölfilterelements nicht auf die Orientierung der Stützelementabschnitte gegenüber dem Gegenstützkörper geachtet werden muss. Ein umlaufender Steg kann darüber hinaus einfach im Gehäusedeckel realisiert werden. Vorteilhafterweise kann die Ausdehnung des Steges in radialer Richtung wenigstens zwischen etwa 1% bis 10% eines Außendurchmessers eines Außenmantels des Filtermediums betragen, welcher die radial äußere Umfangsseite des Filtermediums definiert. Auf diese Weise bietet der Steg eine entsprechend große Anlagefläche für die Stützelementabschnitte. Dies wirkt sich positiv auf die Stützwirkung aus. Insbesondere bei Verwendung eines weichen deckelseitigen Endkörpers, insbesondere einer Folienendscheibe, ist eine großflächige Stützwirkung von großem Vorteil. Vorteilhafterweise können die Ausdehnungen der Stützelementabschnitte in radialer Richtung wenigstens so groß sein wie die Ausdehnung des Steges in radialer Richtung. Auf diese Weise kann die Anlagefläche vergrößert und damit die Stützwirkung weiter verbessert werden.

[0023] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Umgehungsventil im Innenraum des

Ölfilterelemente angeordnet sein. Auf diese Weise kann das Umgehungsventil platzsparend untergebracht werden. Das Umgehungsventil kann fest mit dem Ölfilterelement verbunden sein. Alternativ kann es auch fest mit dem Filtergehäuse, insbesondere in einem Mittelrohr am Deckel oder am Gehäusetopf, angeordnet sein.

[0024] Ferner wird die Aufgabe erfindungsgemäß mit dem Ölfilterelement dadurch gelöst, dass der Endkörper eine Bypassöffnung zu einem Innenraum des Ölfilterelements aufweist, am Endkörper eine Mehrzahl von Stützelementabschnitten angeordnet ist zur Abstützung gegen eine Innenseite des Gehäusedeckels und in Umfangsrichtung benachbarte Stützelementabschnitte wenigstens einen Strömungskanal einer Bypassleitung begrenzen. Die oben in Verbindung mit dem erfindungsgemäßen Ölfilter aufgeführten Merkmale und Vorteile gelten für das erfindungsgemäße Ölfilterelement und dessen vorteilhafte Ausgestaltungen entsprechend.

[0025] Bei einer vorteilhaften Ausführungsform kann das Ölfilterelement coaxial zu einer Montageachse eines Gehäusedeckels mit einem Gehäusetopf in dem Filtergehäuse angeordnet werden. Das Filtermedium kann vorteilhafterweise sternförmig gefaltet sein. Vorteilhafterweise kann es eine coaxiale Form aufweisen. Ferner können vorteilhafterweise die Stützelementabschnitte sich bezüglich dem Filtermedium von radial außen von dem radial äußeren Ringraum nach radial innen erstrecken. Vorteilhafterweise können die Strömungskanäle in der dem Filtermedium abgewandten Außenseite des Endkörpers angeordnet sein. Des Weiteren kann vorteilhafterweise der wenigstens eine Strömungskanal sich von radial außen von dem radial äußeren Ringraum, mit diesem verbunden, nach radial innen erstrecken. Es können auch mehrere Strömungskanäle vorgesehen sein, die jeweils mit benachbarten Stützelementabschnitten begrenzt werden. Bei den Stützelementabschnitten kann es sich um Abschnitte von separaten Stützelementen handeln. Die Stützelementabschnitte können aber auch zu einem einzigen Stützelement gehören. Insbesondere kann das Stützelement umfangsmäßig in der Art eines offenen Ringes verlaufen, wobei die Öffnung des Rings den einen Strömungskanal bildet.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Der Fachmann wird die in der Zeichnung, der Beschreibung und den Ansprüchen in Kombination offenbarten Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen. Es zeigen schematisch

[0027] [Fig. 1](#) einen Längsschnitt eines Ölfilters für Motoröl einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges mit einem austauschbaren Filterelement und einer Bypassleitung mit einem Umgehungsventil;

[0028] [Fig. 2](#) eine isometrische Darstellung des Filterelements aus der [Fig. 1](#) in einem im Teilschnitt gezeigten Gehäusedeckel;

[0029] [Fig. 3](#) eine Draufsicht auf eine deckelseitige Endscheibe des Filterelements aus den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#);

[0030] [Fig. 4](#) eine isometrische Darstellung eines alternativen Filterelements, welches ähnlich ist zu dem Filterelement aus den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#);

[0031] [Fig. 5](#) eine Draufsicht auf die deckelseitige Endscheibe des Filterelements aus der [Fig. 4](#).

[0032] In den Figuren sind gleiche Bauteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Ausführungsform(en) der Erfindung

[0033] In der [Fig. 1](#) ist ein Ölfilter **10** für Motoröl eines Ölkreislaufs einer ansonsten nicht gezeigten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges gezeigt. Der Ölfilter **10** umfasst ein Filtergehäuse **12**, welches einen Gehäusetopf **14** und einen Gehäusedeckel **16** aufweist. Der Gehäusetopf **14** ist fest mit der Brennkraftmaschine verbunden. Der Gehäusedeckel **16** ist zum Verschließen des Filtergehäuses **12** in die offene Seite des Gehäusetopfs **14** eingeschraubt. Der Gehäusetopf **14** ist aus einer Aluminiumdruckgusslegung. Der Gehäusedeckel **16** ist aus einem Kunststoff.

[0034] Durch einen Boden des Gehäusetopfs **14** führt ein Öleinlass **18** für zu filtrierendes Motoröl in das Filtergehäuse **12**. Der Öleinlass **18** ist außerhalb des Filtergehäuses **12** mit einer nicht gezeigten Ölzufuhrleitung des Ölkreislaufs verbunden. Ein in der [Fig. 1](#) lediglich angedeuteter Ölauslass **20** führt aus dem Filtergehäuse **12** heraus und ist außerhalb des Filtergehäuses **12** mit einer Ölrückföhrleitung des Ölkreislaufs verbunden.

[0035] Im Filtergehäuse **12** ist ein Mittelrohr **22** angeordnet, das mit einem offenen Ende, in der [Fig. 1](#) unten, dicht mit dem Ölauslass **20** verbunden ist. Das dem Ölauslass **20** abgewandte Ende des Mittelrohrs **22**, in der [Fig. 1](#) oben, weist an seiner radial inneren Umfangsseite einen umlaufenden Raststeg **24** auf. Hinter dem Raststeg **24** verrastet eine Mehrzahl von Rasthaken **26**, welche einstückig an der Innenseite des Gehäusedeckels **16** angeordnet sind. Das Mittelrohr **22** ist mittels der Rasthaken **26** und dem Raststeg **24** lösbar an dem Gehäusedeckel **16** fixiert. Das Mittelrohr **22** erstreckt sich coaxial zu einer Monta-

geachse **28** des Filtergehäuses **12**. Um die Montageachse **28** wird der Gehäusedeckel **16** beim Einschrauben und Herausschrauben relativ zu dem Gehäusetopf **14** gedreht. Die Innenseite des insgesamt becherförmigen Gehäusedeckels **16** ist kuppelartig gewölbt. Zwischen den Rasthaken **26** befinden sich Durchflussöffnungen **30**.

[0036] In dem Filtergehäuse **12** ist ein austauschbares Filterelement **32** koaxial zur Montageachse **28** angeordnet. Das Filterelement **32** umfasst ein sternförmig gefaltetes Filtermedium **34** in koaxialer Form, bei dem ein gedachter innerer Umfangsmantel, welcher die radial innere Umfangsseite des Filtermediums **34** definiert, zu einem gedachten äußeren Umfangsmantel, welcher die radial äußere Umfangsseite des Filtermediums **34** definiert, koaxial ist. An der dem Gehäusedeckel **16** zugewandten Stirnseite des Filtermediums **34** ist eine flache deckelseitige Endscheibe **36** in Form einer Folienendscheibe dicht angebracht. Alternativ könnte die Endscheibe **16** aus Kunststoff gebildet sein, insbesondere als Spritzgussteil.

[0037] An der dem Gehäusedeckel **16** abgewandten Stirnseite des Filtermediums **34** ist eine flache anschlussseitige Endscheibe **38** aus Kunststoff dicht angeklebt. Die deckelseitige Endscheibe **36** verfügt über eine deckelseitige Durchstichöffnung **40** für das Mittelrohr **22**. Die anschlussseitige Endscheibe **38** verfügt über eine entsprechende anschlussseitige Durchstichöffnung **42** für das Mittelrohr **22**. Das Filterelement **32** ist auf das Mittelrohr **22** aufgesteckt. Das Mittelrohr **22** durchquert einen koaxialen Innenraum **44** des Filterelements **32**. Das Filtermedium **34** umgibt den Innenraum **44** umfangsmäßig geschlossen.

[0038] An der dem Filtermedium **34** abgewandten Außenseite der anschlussseitigen Endscheibe **38** ist koaxial zur anschlussseitigen Durchstichöffnung **42** eine ringförmige Rücklaufsperrmembran **46** befestigt, welche mit ihrer radial inneren Umfangsseite gegen einen fluidundurchlässigen Bereich der Umfangsseite des Mittelrohrs **22** abdichtet. Ein radial äußerer Rand der Rücklaufsperrmembran **46** liegt im druckfreien Zustand und solange der Öldruck im Öleinlass **18** geringer ist als im Inneren des Filtergehäuses **12**, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, an einer entsprechenden Dichtfläche am Boden des Gehäusetopfs **14** an, die den Öleinlass **18** umlaufend umgibt.

[0039] Ein Abschnitt des Mittelrohrs **22**, der sich im Innenraum **44** des Filterelements **32** befindet, weist eine Mehrzahl von Durchflussöffnungen **48** auf. Im Bereich des Endes, das dem Gehäusedeckel **16** zugewandt ist, ist im Mittelrohr **22** ein Umgehungsventil **50** einer insgesamt mit **52** bezeichneten Bypassleitung für das Motoröl angeordnet.

[0040] Zwischen der anschlussseitigen Endscheibe **38** und dem Boden des Gehäusetopfs **14** befindet sich ein Einlassraum **54**. Der Einlassraum **54** geht in einen Ringraum **56** über, der das Filtermedium **34** radial außen umgibt. Zwischen der deckelseitigen Endscheibe **36** und der Innenseite des Gehäusedeckels **16** befindet sich ein Bypassraum **58**, welcher ebenfalls Teil der Bypassleitung **52** ist.

[0041] Auf ihrer dem Filtermedium **34** abgewandten Außenseite weist die deckelseitige Endscheibe **36** eine Mehrzahl von Strömungskanälen **60** auf, welche in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) im Detail gezeigt sind und ebenfalls zur Bypassleitung **52** gehören. Die Strömungskanäle **60** sind als Nuten mit U-förmigem Profil in der deckelseitigen Endscheibe **36** realisiert, die auf ihren dem Filtermedium **34** abgewandten Seiten zum Bypassraum **58** hin offen sind. Die Strömungskanäle **60** erstrecken sich jeweils radial zur Montageachse **28** vom radial äußeren Rand der deckelseitigen Endscheibe **36** bis zu einem Ringabschnitt **62**, welcher die deckelseitige Durchstichöffnung **40** umgibt. Die Strömungskanäle **60** sind umfangsmäßig gleichmäßig auf der deckelseitigen Endscheibe **36** verteilt. Sie sind jeweils an ihrem radial äußeren Ende zum Ringraum **56** hin offen. Die Strömungskanäle **60** sind in ihrer Form und ihrer Dimension identisch. Die Tiefe der Strömungskanäle **60** axial zur Montageachse **28** betrachtet nimmt von radial außen nach innen hin ab. Die Strömungskanäle **60** sind etwa keilförmig. Ihre Böden verlaufen schräg zur äußeren Oberfläche des Ringabschnitts **62** und gehen in eine, dem Filtermedium **34** abgewandte, axial äußere Oberfläche des Ringabschnitts **62** über. Die Breite der Strömungskanäle **60** nimmt in axialer Richtung von ihren Böden bis zu ihren offenen Seiten hin zu. Insgesamt verkleinern sich die Strömungsquerschnitte der Strömungskanäle **60** von radial außen nach innen.

[0042] Umfangsmäßig betrachtet zwischen jeweils zwei der Strömungskanäle **60** ist jeweils ein Stützvorsprung **64** angeordnet. Jeweils zwei der Stützvorsprünge **64** begrenzen seitlich jeweils einen der Strömungskanäle **60**. Die beiden Stützvorsprünge **64**, die jeweils einen der Strömungskanäle **60** seitlich begrenzen, sind Stützelementabschnitte von entsprechenden separaten Stützelementen **74**. Jedes der Stützelemente **74** wird seitlich durch einen der Strömungskanäle **60** begrenzt. Die dem Filtermedium **34** abgewandten Oberseiten der Stützvorsprünge **64** befinden sich etwa in einer Ebene mit der axial äußeren Oberfläche des Ringabschnitts **62**. Bei eingebautem Filterelement **32** liegen die Oberseiten der Stützvorsprünge **64** an einem ringförmigen Stützsteg **66** an, der koaxial zur Montageachse **28** einstückig an der Innenseite des Gehäusedeckels **16** angeordnet ist. Der radial äußere Rand des Ringabschnitts **62** befindet sich in einem Abstand radial innerhalb des Stützstegs **66**. Die Strömungskanäle **60** sind zum Bypassraum **58** hin offen.

[0043] Zur Montage des Ölfilters **10** wird zunächst das Mittelrohr **22** mit dem Umgehungsventil **50** ausgestattet. Anschließend wird das Mittelrohr **22** mit seinem den Raststeg **24** aufweisenden Ende auf die Rasthaken **26** des Gehäusedeckels **16** gesteckt. Dann wird das Filterelement **32** mit der deckelseitigen Endscheibe **36** voran soweit auf das Mittelrohr **22** gesteckt, bis die Stützvorsprünge **64** an dem Stützsteg **66** anstoßen.

[0044] Der Gehäusedeckel **16** mit dem Filterelement **32** wird mit dem Mittelrohr **22** voran axial zur Montageachse **28** in den Gehäusetopf **14** gesteckt und eingeschraubt. Das Filterelement **32** wird durch das Mittelrohr **22** in radialer Richtung zentriert. Durch Zusammenwirkung der Stützvorsprünge **64** mit dem Stützsteg **66** wird das Filterelement **32** in den Gehäusetopf **14** gedrückt und in axialer Richtung positioniert. Die radial äußeren Ränder der Rücklaufsperrmembran **46** liegen dicht an den entsprechenden Dichtungsflächen am Boden des Filtergehäuses **12** an. Das dem Gehäusedeckel **16** abgewandte Ende des Mittelrohrs **22** liegt dicht am Ölauslass **20** an.

[0045] Beim Betrieb der Brennkraftmaschine fließt Motoröl aus der Ölzuleitung des Motorölkreislaufs durch den Öleinlass **18** dem Ölfiler **10** zu. Aufgrund des Öldrucks öffnet die Rücklaufsperrmembran **46**, sodass das Öl angedeutet durch Pfeile **68** dem Einlassraum **54** zuströmen kann. Der Einfachheit halber ist in der **Fig. 1** die Rücklaufsperrmembran **46** lediglich geschlossen gezeigt. Das Öl gelangt aus dem Einlassraum **54** in den Ringraum **56**. Von dort aus durchströmt das Öl, angedeutet durch Pfeile **70**, das Filtermedium **34** von der Rohseite, radial außen, zur Reinseite, radial innen, und wird dabei filtriert. Das filtrierte Öl durchströmt die Durchflussöffnungen **48** des Mittelrohrs **22** und gelangt in das Mittelrohr **22**, also in den Innenraum **44** des Filterelements **32**. Es strömt, in der **Fig. 1** angedeutet durch einen Pfeil **72**, im Innenraum **44** im Inneren des Mittelrohrs **22** zum Ölauslass **20** und gelangt von diesem aus in die Ölrückführung des Motorölkreislaufs.

[0046] Falls das Motoröl beispielsweise beim Starten der kalten Brennkraftmaschine aufgrund einer geringen Temperatur eine entsprechend hohe Viskosität aufweist, kann es zu einer Erhöhung des Differenzdrucks zwischen der Rohseite und der Reinseite kommen. Da der Ringraum **56** über die Strömungskanäle **60** und den Bypassraum **58** mit einem Einlass des Umgehungsventils **50** verbunden ist und ein Auslass des Umgehungsventils **50** mit dem Inneren des Mittelrohrs **22** im Innenraum **44** verbunden ist, liegt dieser Differenzdruck auch zwischen dem Einlass und dem Auslass des Umgehungsventils **50** an. Bei Überschreiten eines beispielsweise durch die Ausgestaltung des Umgehungsventils **50** vorgegebenen Grenz-Differenzdrucks öffnet dieses und gibt die Bypassleitung **52** frei. Das Öl kann nun aus dem

Ringraum **56** gleichmäßig über die Strömungskanäle **60**, angedeutet durch gestrichelte Pfeile **74**, dem Bypassraum **58** zuströmen. Die umfangsmäßig gleichmäßige Verteilung der Strömungskanäle **60** sorgt dafür, dass das Motoröl gleichmäßig aus dem Ringraum **56** in den Bypassraum **58** gelangen kann. Die Verkleinerung des Strömungsquerschnitts der Strömungskanäle **60** von radial außen nach innen bewirkt eine Beruhigung der Strömung. Aus den Bypassraum **58** gelangt das Öl, angedeutet durch gestrichelte Pfeile **76**, durch die Durchflussöffnungen **30** zum Einlass des Umgehungsventils **50**. Es durchströmt das Umgehungsventil **50** und gelangt so in das Innere des Mittelrohrs **22**, also in den Innenraum **44**. Von dort aus gelangt das Öl, wie oben bereits beschrieben, über den Ölauslass **20** zurück in den Motorölkreislauf.

[0047] In den **Fig. 4** und **Fig. 5** ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines Filterelements **32** gezeigt. Diejenigen Elemente, die zu denen des ersten Ausführungsbeispiels aus den **Fig. 1** bis **Fig. 3** ähnlich sind, sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass die deckelseitige Endscheibe **36** lediglich einen Strömungskanal **60** aufweist. Der Strömungskanal **60** entspricht in Form und Verlauf im Wesentlichen einem der Strömungskanäle **60** aus dem ersten Ausführungsbeispiel aus den **Fig. 1** bis **Fig. 3**. Der Strömungskanal **60** wird beidseitig jeweils durch einen Stützvorsprung **64** begrenzt. Jeder Stützvorsprünge **64** ist ein Stützelementabschnitt eines einzigen Stützelements **174**.

[0048] Das Stützelement **174** verläuft umfangsmäßig in der Art eines offenen Ringes, wobei die Öffnung des Rings den Strömungskanal **60** bildet.

[0049] Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen eines Ölfilters **10** und eines Filterelements **32** sind unter anderem folgende Modifikationen möglich:

Die Erfindung ist nicht beschränkt auf einen Ölfiler **10** einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Vielmehr kann sie auch bei andersartigen Brennkraftmaschinen, insbesondere Industriemotoren, eingesetzt werden. Die Erfindung ist auch nicht beschränkt auf Brennkraftmaschinen: Sie kann auch bei andersartigen Ölkreisläufen oder ölführenden Systemen eingesetzt werden.

[0050] Der Gehäusetopf **14** kann statt aus einer Aluminiumdruckgusslegierung auch aus einem andersartigen Material, beispielsweise einem anderen Metall oder einem Kunststoff, bestehen. Der Gehäusedeckel **16** kann statt aus einem Kunststoff auch aus einem andersartigen Material, beispielsweise einem Metall, sein.

[0051] Der Gehäusedeckel **16** kann statt mittels einer Schraubverbindung auch in andersartiger Weise vorzugsweise in axialer Richtung mit einer Dreh- und/oder Steckverbindung, beispielsweise einer Bajonettverbindung, mit dem Gehäusetopf **14** trennbar verbunden sein.

[0052] Anstelle des sternförmig gefalteten Filtermediums **34** kann auch ein andersartiges vorzugsweise koaxiales Filtermedium eingesetzt sein.

[0053] Die Endscheiben **36** und **38** können statt geklebt auch in andersartiger Weise dicht mit der jeweiligen Stirnseite des Filtermediums **34** verbunden sein. Die Endscheiben **36** und **38** können beispielsweise mit dem Filtermedium **34** verschweißt sein.

[0054] Die Endscheiben **36** und **38** können auch aus einem PUR(Polyurethan)-Schaum sein.

[0055] Die Endscheiben **36** und **38** können statt flach auch andersförmig, beispielsweise gewölbt, sein.

[0056] Die Strömungskanäle **60** können statt nach einem Formverfahren auch nach einem andersartigen Verfahren, beispielsweise nach einem Spritzgussverfahren, in die deckelseitige Endscheibe **36** eingebracht werden. Die Strömungskanäle **60** können auch mittels einem abtragenden Verfahren, beispielsweise einem Fräsverfahren oder einem Ätzverfahren, realisiert sein.

[0057] Statt identischer Strömungskanäle **60** können auch unterschiedliche Strömungskanäle vorgesehen sein. Der Strömungsquerschnitt der Strömungskanäle **60** kann statt nach radial innen hin abnehmend auch über die gesamte radiale Ausdehnung hin konstant sein. Die Strömungskanäle **60** können statt in radialer Richtung auch andersartig, beispielsweise geschwungen, von radial außen nach innen verlaufen.

[0058] Es können auch mehr oder weniger als die in den Figuren dargestellten und beschriebenen Strömungskanäle **60** vorgesehen sein.

[0059] Die Stützvorsprünge **64** und die Strömungskanäle **60** können auch Teile eines Adapterelements sein, welches zwischen einer entsprechenden deckelseitigen Endscheibe und der Innenseite des Gehäusedeckels **16** angeordnet werden kann. Das Adapterelement kann mit der deckelseitigen Endscheibe oder dem Gehäusedeckel **16** verbunden sein.

[0060] Statt von radial außen nach innen kann das Filtermedium **34** auch von radial innen nach außen durchströmbar sein. In diesem Fall können die Funktionen des Öleinlasses **18** und des Ölauslasses **20**, des Umgehungsventils **50** und der Rücklaufsperrmembran **46** entsprechend angepasst werden.

[0061] Anstelle der Rücklaufsperrmembran **56** kann auch eine andersartige Rücklaufsperrmembran für das Motoröl vorgesehen sein. Auf die Rücklaufsperrmembran **56** kann auch verzichtet werden. Die Rücklaufsperrmembran **46** kann statt am Filterelement **32** auch am Filtergehäuse **12** angeordnet sein.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 202005002955 U1 [[0003](#)]
- EP 0713721 A1 [[0015](#)]

Patentansprüche

1. Ölfilter (10) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs mit einem Filtergehäuse (12), welches einen Gehäusetopf (14), einen mit diesem trennbar verbundenen Gehäusedeckel (16), wenigstens einen Öleinlass (18) und wenigstens einen Ölauslass (20) aufweist und in dem ein austauschbares Ölfilterelement (32) so angeordnet ist, dass es den wenigstens einen Öleinlass (18) von dem wenigstens einen Ölauslass (20) trennt, und das Ölfilterelement (32) ein Filtermedium (34) umfasst, das einen Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) umfangsmäßig geschlossen umgibt und das wenigstens an einer deckelseitigen Stirnseite mit einem Endkörper (36) dicht verbunden ist, und eine Mehrzahl von Stützelementabschnitten (64) zwischen dem Filtermedium (34) und einer Innenseite des Gehäusedeckels (16) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bypassleitung (52) mit einem Umgehungsventil (50) zur Umgehung des Ölfilterelements (32) einen radial äußeren Ringraum (56), der zwischen der radial äußeren Umfangsseite des Filtermediums (34) und einer radial inneren Umfangsseite des Filtergehäuses (12) angeordnet ist, über eine Bypassöffnung (40) in dem deckelseitigen Endkörper (36) mit dem Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) verbindet, die Stützelementabschnitte (64) am deckelseitigen Endkörper (36) angeordnet sind und in Umfangsrichtung benachbarte Stützelementabschnitte (64) wenigstens einen Strömungskanal (60) der Bypassleitung (52) begrenzen.

2. Ölfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützelementabschnitte (64) sich bezüglich dem Filtermedium (34) von radial außen von dem radial äußeren Ringraum (56) nach radial innen erstrecken.

3. Ölfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Strömungskanal (60) in der dem Filtermedium (34) abgewandten Außenseite des Endkörpers (36) angeordnet ist.

4. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Strömungskanal (60) sich von radial außen von dem radial äußeren Ringraum (56), mit diesem verbunden, nach radial innen erstreckt.

5. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endkörper eine geschäumte Folienendscheibe (36) ist und der wenigstens eine Strömungskanal eine Nut (60) in der dem Filtermedium (34) abgewandten Außenseite der Folienendscheibe (36) ist und die Stützelementabschnitte Vorsprünge (64) der Folienendscheibe (36) zwischen neben der Nut (60) sind.

6. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von Strömungskanälen (60) umfangsmäßig vorzugsweise gleichmäßig an der dem Filtermedium (34) abgewandten Außenseite des Endkörpers (36) verteilt ist.

7. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der wenigstens eine Strömungskanal (60) in radialer Richtung erstreckt.

8. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Strömungsquerschnitt, insbesondere eine axiale Tiefe, des wenigstens einen Strömungskanals (60) nach radial innen hin abnimmt.

9. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endkörper (36) und die Innenseite des Gehäusedeckels (16) einen stirnseitigen Bypassraum (58) begrenzen, der mit dem wenigstens einen Strömungskanal (60) und der Bypassöffnung (40) verbunden ist.

10. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an der dem Endkörper (36) zugewandten Innenseite des Gehäusedeckels (16) wenigstens ein Gegenstützkörper, insbesondere ein umlaufender Steg (66), angeordnet ist, an dem sich die Stützelementabschnitte (64) des Endkörpers (36) abstützen können.

11. Ölfilter nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umgehungsventil (50) im Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) angeordnet ist.

12. Ölfilterelement (32) eines Ölfilters (10) einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, welches austauschbar in einem Filtergehäuse (12) mit wenigstens einem Öleinlass (18) und wenigstens einem Ölauslass (20), welches einen Gehäusetopf (14) und einen mit diesem trennbar verbundenen Gehäusedeckel (16) aufweist, so angeordnet werden kann, dass es den wenigstens einen Öleinlass (18) von dem wenigstens einen Ölauslass (20) trennt, und das ein Filtermedium (32) umfasst, das einen Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) umfangsmäßig geschlossen umgibt und das wenigstens an einer deckelseitigen Stirnseite mit einem Endkörper (36) dicht verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Endkörper (36) eine Bypassöffnung (40) zu einem Innenraum (44) des Ölfilterelements (32) aufweist, am Endkörper (36) eine Mehrzahl von Stützelementabschnitten (64) angeordnet ist zur Abstützung gegen eine Innenseite des Gehäusedeckels (16) und in Umfangsrichtung benachbarte Stützelementabschnitte (64) wenigstens einen Strömungskanal (60) einer Bypassleitung (52) begrenzen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

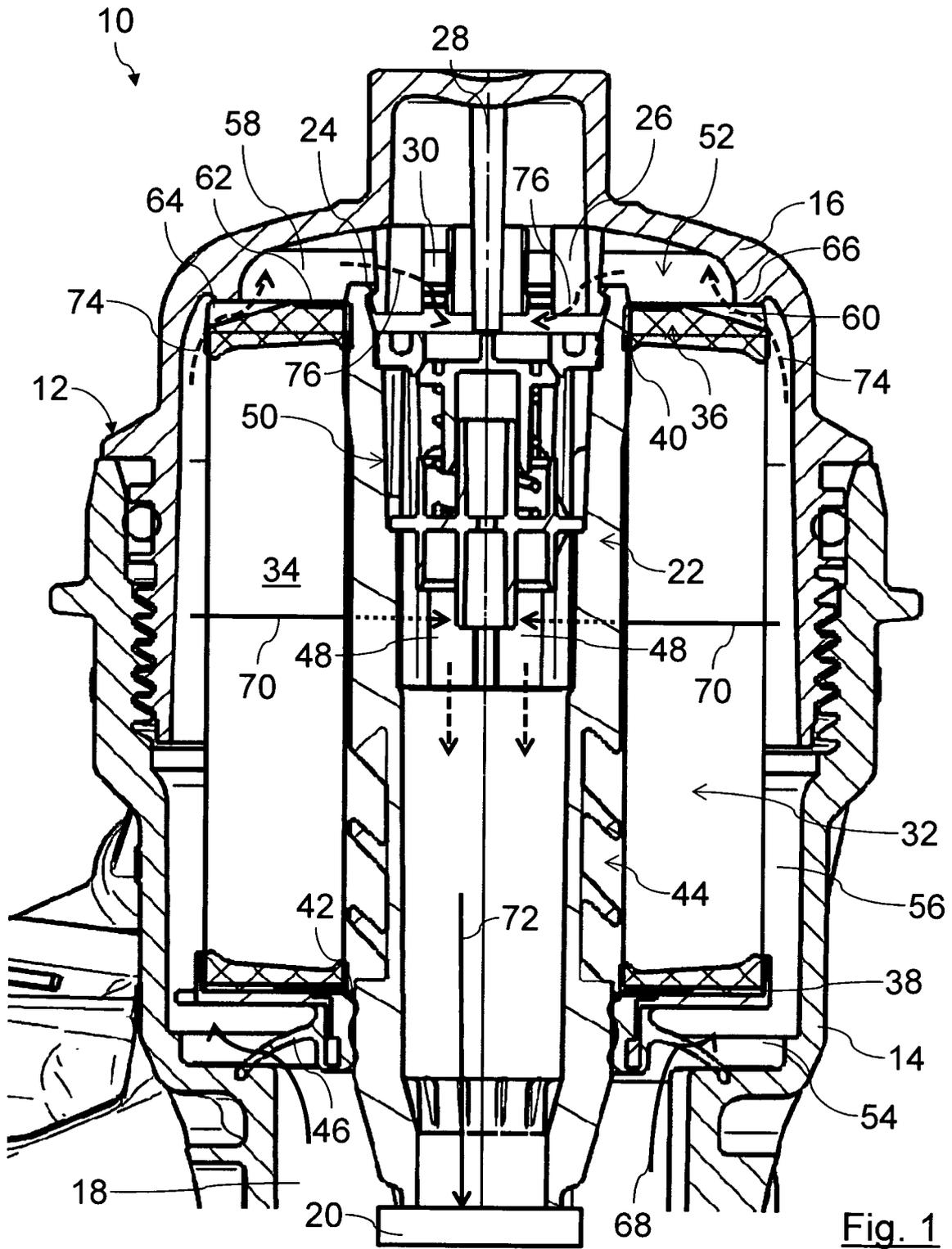


Fig. 1

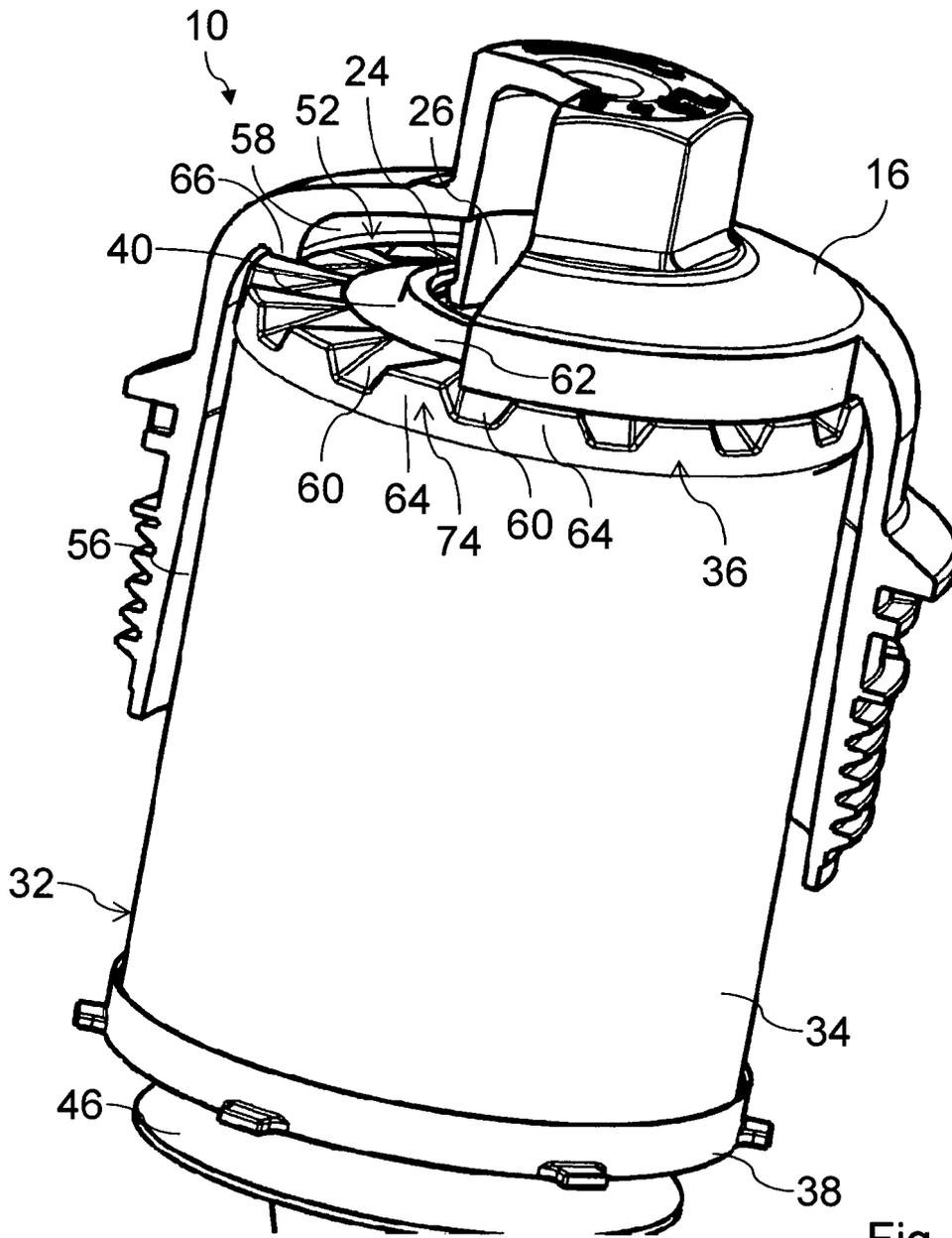
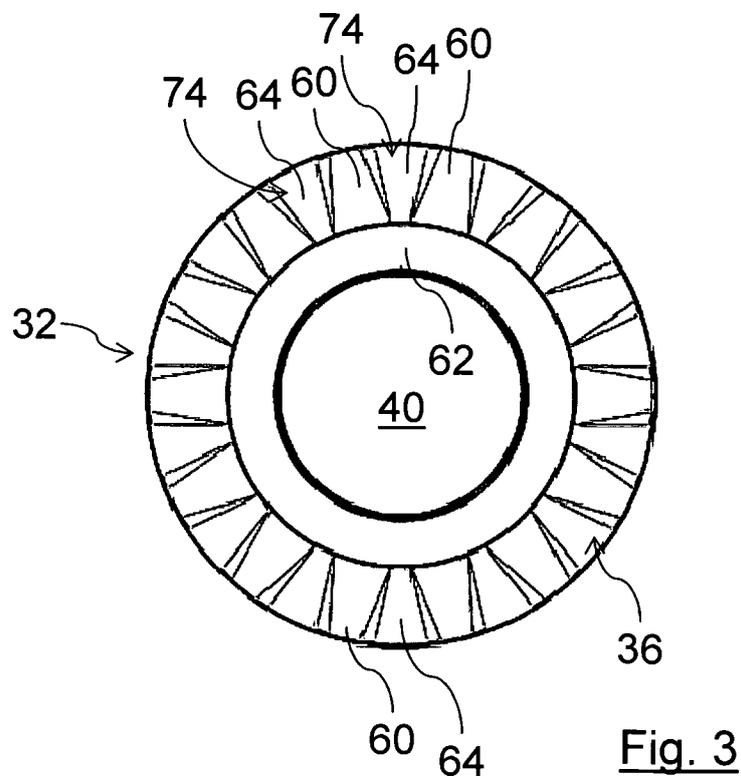


Fig. 2



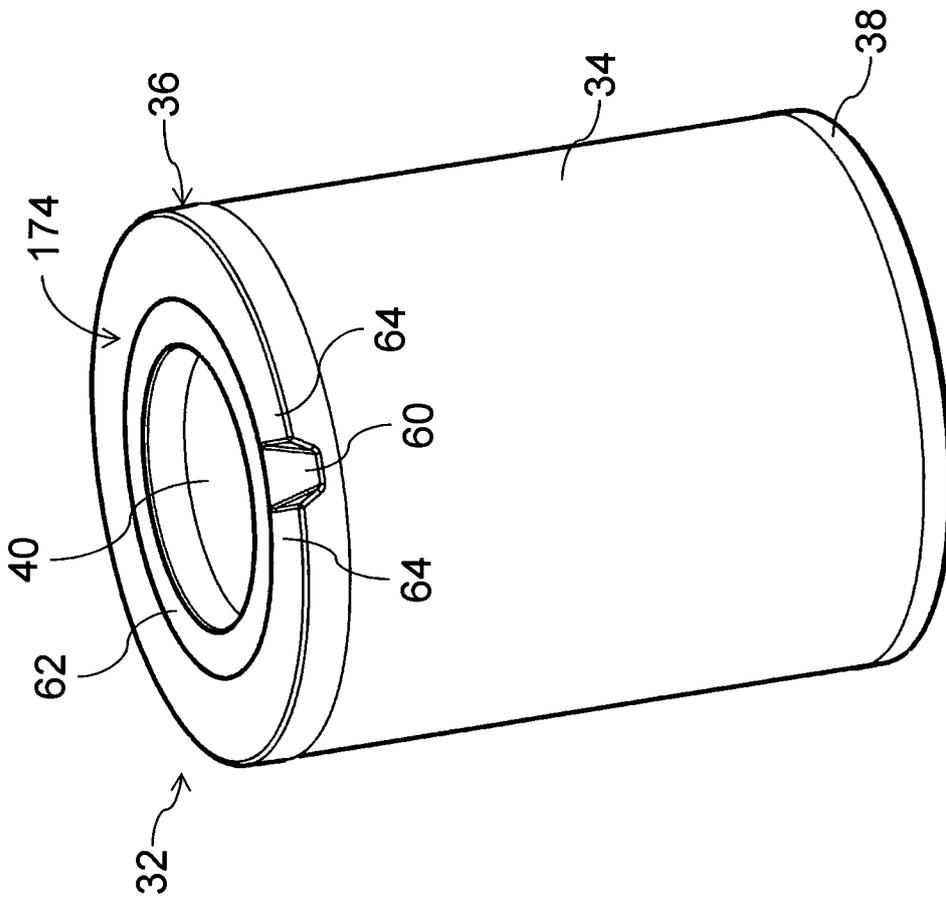


Fig. 4

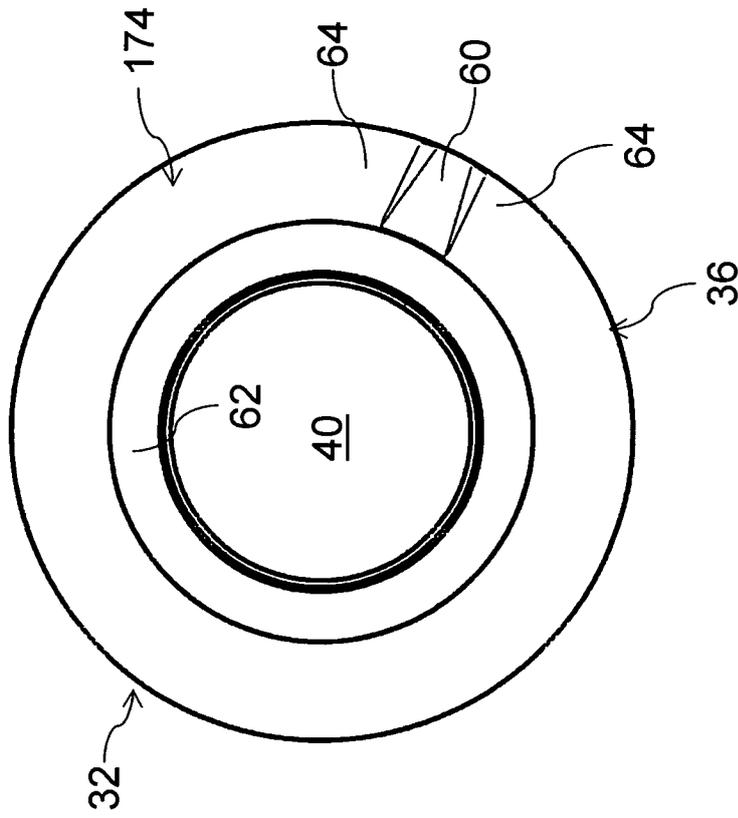


Fig. 5