

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)	Anmeldenummer:	A 50047/2019	(51)	Int. Cl.:	G01F 15/02	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	22.01.2019			G01F 15/00	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.08.2020			F02M 37/00	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: WO 2009128176 A1 EP 2708728 A2 DE 102016226077 A1 DE 102011089626 A1	(71)	Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT)
		(72)	Erfinder: Buchner Michael Dipl.Ing. 8010 Graz (AT) Steinhöfler André Ing. 8263 Großwilfersdorf (AT) Derschmidt Otfried Dipl.Ing. 8020 Graz (AT) Scherounigg Christoph 8054 Seiersberg (AT)
		(74)	Vertreter: Kopetz Heinrich Dipl.Ing. 8020 Graz (AT)

(54)

Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem

(57) Die Erfindung betrifft eine Druckregeleinrichtung für Kraftstoffverbrauchsmesssysteme mit einer Kraftstoffzuführleitung (14), welche mit einem Verbraucher (16) verbindbar ist und über die Kraftstoff dem Verbraucher (16) zuführbar ist, einer Kraftstoffrückführleitung (26), über die Kraftstoff rückführbar ist, einer Bypassleitung (34), über die die Kraftstoffzuführleitung (14) mit der Kraftstoffrückführleitung (26) fluidisch verbunden ist, und über welche Kraftstoff von der Kraftstoffzuführleitung (14) unter Umgehung des Verbrauchers (16) zur Kraftstoffrückführleitung (26) führbar ist, einem Druckregler (36), über den ein freier Durchströmungsquerschnitt in der Bypassleitung (34) einstellbar ist und einem Rückschlagventil (38), welches in der Kraftstoffzuführleitung (14) stromabwärts der Abzweigung (40) der Bypassleitung (34) und stromaufwärts eines Drucksensors (42), der elektrisch mit einer Steuereinheit (44) verbunden ist, über die in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (42) der Druckregler (36) regelbar ist, angeordnet ist wobei das Rückschlagventil (38) zwei Durchflussöffnungen (54, 68) aufweist, von denen die erste Durchflussöffnung (54) mittels eines ersten Schließkörpers (56) ab einer ersten definierten

Druckdifferenz in Öffnungsrichtung des Rückschlagventils (38) vom Einlass (52) zum Auslass (50) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist und die zweite Durchflussöffnung (68) zumindest ab einer zweiten definierten Druckdifferenz in Schließrichtung des Rückschlagventils (38) von einem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) zu einem Einlass (52) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist.

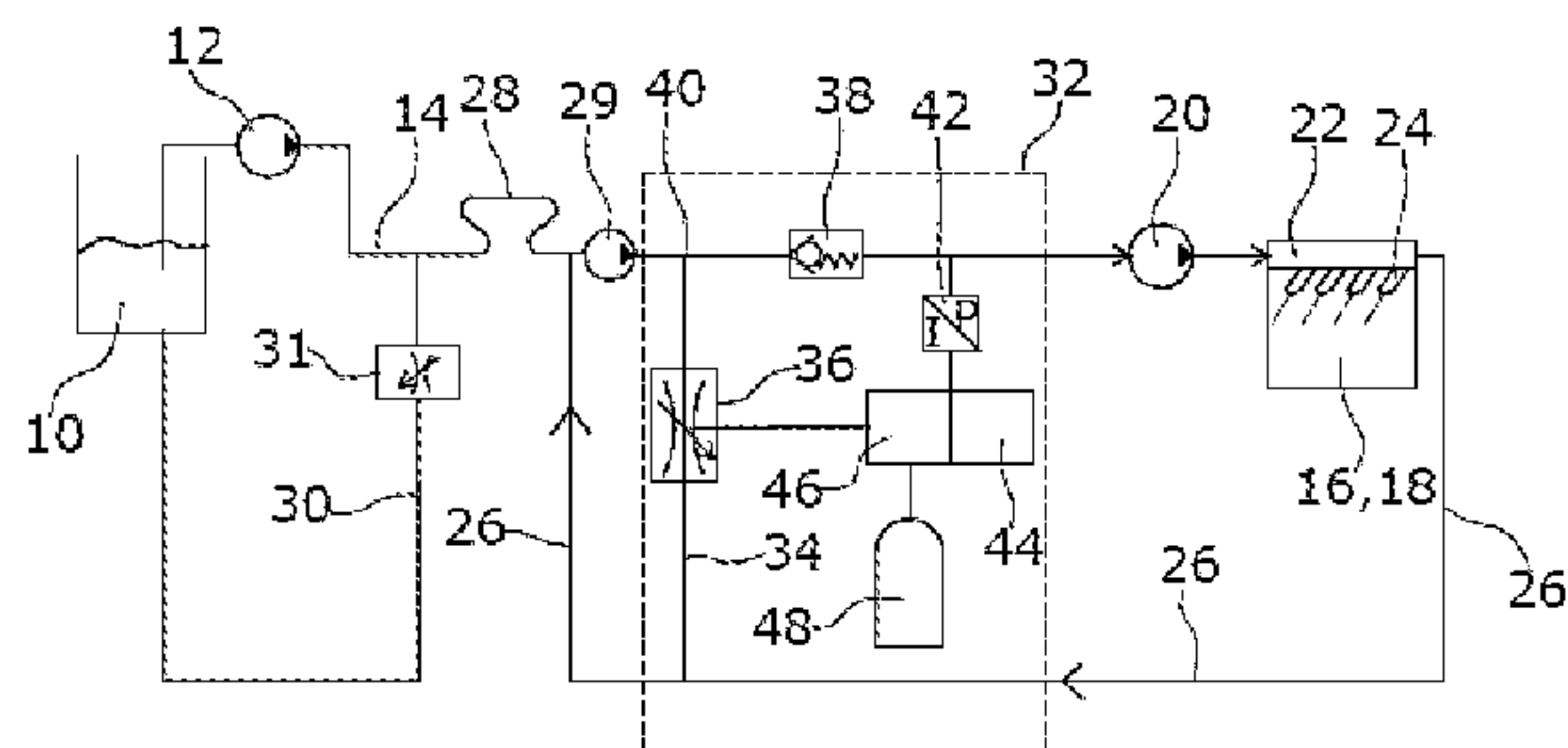


Fig.1

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Druckregeleinrichtung für Kraftstoffverbrauchsmesssysteme mit einer Kraftstoffzuführleitung (14), welche mit einem Verbraucher (16) verbindbar ist und über die Kraftstoff dem Verbraucher (16) zuführbar ist, einer Kraftstoffrückführleitung (26), über die Kraftstoff rückführbar ist, einer Bypassleitung (34), über die die Kraftstoffzuführleitung (14) mit der Kraftstoffrückführleitung (26) fluidisch verbunden ist, und über welche Kraftstoff von der Kraftstoffzuführleitung (14) unter Umgehung des Verbrauchers (16) zur Kraftstoffrückführleitung (26) führbar ist, einem Druckregler (36), über den ein freier Durchströmungsquerschnitt in der Bypassleitung (34) einstellbar ist und einem Rückschlagventil (38), welches in der Kraftstoffzuführleitung (14) stromabwärts der Abzweigung (40) der Bypassleitung (34) und stromaufwärts eines Drucksensors (42), der elektrisch mit einer Steuereinheit (44) verbunden ist, über die in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (42) der Druckregler (36) regelbar ist, angeordnet ist wobei das Rückschlagventil (38) zwei Durchflussöffnungen (54, 68) aufweist, von denen die erste Durchflussöffnung (54) mittels eines ersten Schließkörpers (56) ab einer ersten definierten Druckdifferenz in Öffnungsrichtung des Rückschlagventils (38) vom Einlass (52) zum Auslass (50) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist und die zweite Durchflussöffnung (68) zumindest ab einer zweiten definierten Druckdifferenz in Schließrichtung des Rückschlagventils (38) von einem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) zu einem Einlass (52) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist.

Fig. 1

Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem

Die Erfindung betrifft eine Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem mit einer Kraftstoffzuführleitung, welche mit einem Verbraucher verbindbar ist und über die Kraftstoff dem Verbraucher zuführbar ist, einer Kraftstoffrückführleitung, über die Kraftstoff rückführbar ist, einer Bypassleitung, über die die Kraftstoffzuführleitung mit der Kraftstoffrückführleitung fluidisch verbunden ist, und über welche Kraftstoff von der Kraftstoffzuführleitung unter Umgehung des Verbrauchers zur Kraftstoffrückführleitung führbar ist, einem Druckregler, über den ein freier Durchströmungsquerschnitt in der Bypassleitung einstellbar ist, und einem Rückschlagventil, welches in der Kraftstoffzuführleitung stromabwärts der Abzweigung der Bypassleitung und stromaufwärts eines Drucksensors, der elektrisch mit einer Steuereinheit verbunden ist, über die in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors der Druckregler regelbar ist, angeordnet ist.

Kraftstoffverbrauchsmesssysteme bestehen üblicher Weise aus einem Modul, welches die eigentliche Messung des Kraftstoffstroms durchführt, was über Durchflussmesser wie beispielsweise Coriolismesser oder parallel geschaltete Kolben/Verdrängerzähler-Einheiten, wie sie beispielsweise in der DE-AS 1 798 080 beschrieben sind, erfolgen kann, sowie bei Messsystemen, die eine Kraftstoffrückführung aufweisen, zusätzlich aus einem Konditioniermodul, über welches ein konstanter Druck in der Kraftstoffzuführleitung eingestellt wird.

Diese Systeme zur Kraftstoffverbrauchsmessung mit Druckregeleinrichtung werden beispielsweise vor der Kraftstoffhochdruckpumpe eines Common-Rail Systems eines Verbrennungsmotors mit mehreren Einspritzventilen angeordnet. Es handelt sich dabei entweder um geschlossene Kreisläufe, bei denen der Kraftstoff aus der Kraftstoffrückführleitung stromabwärts der eigentlichen Messeinrichtung zurück in die Kraftstoffzuführleitung gefördert wird oder

Systeme, bei denen eine Rückführleitung direkt zum Tank vorgesehen ist und in dieser ein zweiter Durchflussmesser angeordnet ist, so dass der Kraftstoffverbrauch aus der Differenz der beiden Durchflussmesser berechnet werden kann.

Für eine exakte Messung ist es wichtig, den Kraftstoff mit einem konstanten Vorlaufdruck dem Verbraucher, welcher insbesondere durch einen Verbrennungsmotor mit Common-Rail-Einspritzung gebildet wird, zuzuführen. So ist es bekannt, in der Bypassleitung einen als Überströmventil ausgebildeten Druckregler anzuordnen, der den Druck in der Bypassleitung und damit indirekt auch den Druck in der Kraftstoffzuführleitung regelt, indem ein wachsender Durchströmungsquerschnitt in der Bypassleitung zu einer Erhöhung des freigegebenen Durchströmungsquerschnitts führt. Diese Regelung ist jedoch passiv, so dass durchflussabhängige Änderungen des Druckgefälles nicht berücksichtigt werden, wodurch Fehler bei der Verbrauchsmessung durch auftretende Druckschwankungen entstehen. Zusätzlich ist es nicht möglich, einen Vorlaufdruck von 0 bar beziehungsweise einen Vakuumdruck zu erzeugen, was jedoch je nach Betriebszustand erforderlich ist.

Aus diesem Grund wurden aktive Druckregeleinrichtungen entwickelt, bei denen zusätzlich zum Druckregler in der Bypassleitung ein weiterer Druckregler in Form eines Druckminderers in der Kraftstoffzuführleitung angeordnet wird. Während die Druckregelung im positiven Druckbereich weiterhin über das Überströmventil erfolgt, kann bei einem Sollwert des Vorlaufdrucks im negativen Bereich der Druckminderer, welcher sich ohne Wirkung eines Druckes in seiner vollständig geöffneten Stellung befindet, in eine den Durchströmungsquerschnitt drosselnde oder sogar schließende Stellung bewegt werden, so dass ein erhöhter Druckabfall erzeugt wird, welcher dazu führt, dass in der nachfolgenden Stichleitung ein Vakuumdruck erzeugt werden kann. Der notwendige Betätigungsdruck für

diesen Druckminderer kann mittels des Überstromventils aufgebaut werden.

Nachteilig an einer solchen Ausführung ist es jedoch, dass zwei Regelglieder benötigt werden, um auch Nulldrücke beziehungsweise Vakuumdrücke realisieren zu können, welche sich zusätzlich gegenseitig beeinflussen, wodurch eine exakte Regelung des Vorlaufdruckes auf einen konstanten Istwert erschwert wird. Entsprechend ist der Investitionsaufwand zur Realisierung einer derartigen Druckregelung hoch.

Es wurde daher in der PCT/AT2018/060134 vorgeschlagen, dass die Druckregeleinheit einen Drucksensor aufweist, der an der Kraftstoffzuführleitung stromabwärts der Abzweigung der Bypassleitung angeordnet ist, so dass in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors der Druckregler geregelt werden kann. Zusätzlich ist in der Kraftstoffzuführleitung stromaufwärts des Drucksensors und stromabwärts der Abzweigung der Bypassleitung ein Rückschlagventil angeordnet, welches über eine Bypassleitung umgehbar ist. So kann über den Druckregler ein genauer Sollwert des Vorlaufdrucks eingestellt werden und gleichzeitig der apparative Aufwand minimiert werden, da nur ein Regelglied benötigt wird. Des Weiteren kann durch das Druckreduzierungsselement auch ein Druck unter Atmosphärendruck beziehungsweise Atmosphärendruck eingestellt werden, ohne zusätzliche Regelglieder zu benötigen. Durch die Nutzung der Bypassleitung am Rückschlagventil kann der vollständige von der Förderpumpe zur Verfügung gestellte Druck auch als Vorlaufdruck für den Verbraucher genutzt werden, obwohl das Rückschlagventil in der Kraftstoffzuführleitung angeordnet ist.

Es hat sich jedoch herausgestellt, dass der Bypass des Rückschlagventils Probleme bereitet, da er nur mit Hilfe von großen Verbräuchen entlüftet werden kann, so dass sich gegebenenfalls Luft im System befindet, welche die Messergebnisse verfälscht. Wird der Bypass aus diesem Grund

entfernt, entstehen Probleme, weil ein rückwärtiger Strom in der Kraftstoffzuführleitung nicht mehr möglich ist. Wird jedoch der Motor abgestellt und der Verbrauch sinkt entsprechend auf Null, kann aufgrund thermischer Ausdehnung im Motor der Druck im System ansteigen, was zu Schäden an der Anlage führen kann. Da jedoch die Massenbilanz erhalten bleiben muss, sollte auf ein Abführen dieses zusätzlichen Volumens verzichtet werden. Besonders problematisch ist es jedoch, wenn ein geringer Verbrauch im Betrieb nach einem hohen Verbrauch auftritt, so dass der Druck in der Railleiste schlagartig gesenkt wird und Volumen in Richtung der Druckregeleinrichtung abgegeben wird, wodurch der dort vorhandene Druck schlagartig steigt. Das zusätzliche Volumen kann jedoch nicht abgeführt werden, da dies die Messergebnisse verfälschen würde. Somit entstünden in diesem Bereich Drücke, die zu Schäden an der Anlage führen können

Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem zur Verfügung zu stellen, mit welchem bei minimalem apparativen und finanziellem Aufwand zuverlässig das gegebenenfalls zusätzlich entstehende Volumen innerhalb des Systems abgeführt werden kann, um Schäden an der Einrichtung zu verhindern. Dabei soll eine möglichst exakte Einstellung des Vorlaufdrucks möglich sein und auch Drücke von 0 bar beziehungsweise Vakuumdrücke als Vorlaufdrücke bezogen auf den Atmosphärendruck gefahren werden können.

Diese Aufgabe wird durch eine Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, dass das Rückschlagventil zwei Durchflussöffnungen aufweist, von denen die erste Durchflussöffnung mittels eines ersten Schließkörpers ab einer ersten definierten Druckdifferenz in Öffnungsrichtung des Rückschlagventils vom Einlass zum Auslass des Rückschlagventils

durchströmbar ist und die zweite Durchflussöffnung zumindest ab einer zweiten definierten Druckdifferenz in Schließrichtung des Rückschlagventils von einem Auslass des Rückschlagventils zu einem Einlass des Rückschlagventils durchströmbar ist, wird ein System geschaffen, bei dem das in den Leitungen durch thermische Ausdehnung entstehende Volumen in Richtung des Einlasses des Rückschlagventils abgelassen werden kann. So kann einerseits auf die im bekannten System vorhandene Bypassleitung zur Umgehung des Rückschlagventils verzichtet werden und dennoch ist eine vollständige Entlüftung des Systems möglich, so dass Luftblasen, die zu einer Verfälschung der Messergebnisse führen verhindert werden.

Vorzugsweise ist am Schließkörper des Rückschlagventils eine Durchgangsbohrung ausgebildet, die die zweite Durchflussöffnung bildet und über die der Einlass des Rückschlagventils stetig mit dem Auslass des Rückschlagventils fluidisch verbunden ist. So kann ein entstehender Überdruck auf einfache Weise in Richtung zum Einlass hin abgebaut werden, ohne zusätzliche Bauteile zu benötigen.

In einer alternativen bevorzugten Ausbildung der Erfindung sind am Umfang des Schließkörpers des Rückschlagventils eine oder mehrere Nuten ausgebildet, die die zweite Durchflussöffnung bilden und über die der Einlass des Rückschlagventils mit dem Auslass des Rückschlagventils fluidisch verbunden ist. Solche Nuten neigen auch bei geringen Ausmaßen weniger dazu zu verstopfen.

In einer wiederum alternativen Ausführungsform sind am Ventilsitz des Rückschlagventils eine oder mehrere Nuten ausgebildet, die die zweite Durchflussöffnung bilden und über die der Einlass des Rückschlagventils mit dem Auslass des Rückschlagventils stetig fluidisch verbunden ist. Auch diese Nuten können leicht nachträglich eingebracht werden, um den gewünschten möglichen Durchfluss vom Auslass zum Einlass verwirklichen zu können.

In einer besonders bevorzugten Ausbildung der Erfindung ist im ersten Schließkörper des ersten Rückschlagventils ein kleineres, zweites Rückschlagventil angeordnet, welches die zweite Durchflussöffnung aufweist, die von einem zweiten Schließkörper beherrscht ist, so dass das erste, größere Rückschlagventil in seiner Schließrichtung ab einer definierten Druckdifferenz vom Auslass des ersten, größeren Rückschlagventils zum Einlass des ersten größeren Rückschlagventils durch die Durchflussöffnung des zweiten Rückschlagventils durchströmt ist. Hierbei wird unter dem Begriff größeres Rückschlagventil das Ventil verstanden, welches für die Applikation bei der eigentlichen Kraftstoffmessung ab einer definierten anstehenden Druckdifferenz den Kraftstofffluss in Richtung des Verbrauchers über die Kraftstoffzuführleitung freigibt. Unter dem Begriff kleineres Rückschlagventil wird das im größeren Rückschlagventil verbaute Rückschlagventil verstanden, welches immer in Richtung zum Verbraucher geschlossen ist und lediglich in der entgegengesetzten Richtung bei entsprechender anstehender Druckdifferenz zwischen dem Auslass und dem Einlass öffnet. Über dieses kleinere Rückschlagventil kann somit lediglich ein Rückfluss erfolgen. So können auch deutlich größere Querschnitte ab dem Öffnungsdruck des kleineren Rückschlagventils freigegeben werden, was dazu führt, dass auch ein großes Volumen, wie es beispielsweise bei plötzlichem Lastabfall am Common Rail System entsteht, deutlich schneller abgebaut werden kann. Die Begriffe kleiner und größer beziehen sich entsprechend auf die möglichen Maximaldurchflüsse durch die Öffnungsquerschnitte der beiden Rückschlagventile. Der Maximaldurchfluss des größeren Rückschlagventils ist entsprechend größer als der Maximaldurchfluss des kleineren Rückschlagventils. Diese Ausführung hat im Vergleich zu den Lösungen mit den Nuten und der Durchlassbohrung den großen Vorteil, dass im normalen Betrieb, also einer Druckdifferenz vom Einlass zum Auslass und damit einem Durchfluss vom Einlass zum Auslass des größeren Rückschlagventils dennoch eine Dichtigkeit bis zum Erreichen des

Öffnungsdrucks des größeren Rückschlagventils gewährleistet wird. Die eigentliche Funktion der Druckregeleinrichtung bleibt somit vollständig erhalten und dennoch bleibt die Kraftstoffmesseinrichtung unempfindlich bei einer thermischen Druckerhöhung oder plötzlichen Volumenänderungen bei Laständerung am Common Rail-System. im Stillstand. Auch eine vollständige Entlüftung selbst bei kleinsten Volumenströmen bleibt möglich. Die Druckregeleinrichtung bleibt so auch bei geringen Volumenströmen im Messbetrieb sehr genau.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung ist im Schließkörper des kleineren Rückschlagventils oder am Ventilsitz des kleineren Rückschlagventils eine Durchlassöffnung ausgebildet, die kleiner ist als die zweite, durch das zweite, kleinere Rückschlagventil absperrbare Durchflussöffnung. Dies kann gegebenenfalls Vorteile bei der Regelung bewirken.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist der Schließkörper des größeren Rückschlagventils hohlzylinderförmig ausgebildet ist und weist an einem axialen Ende einen Boden auf, in dem ein Loch ausgebildet ist, in dem das kleinere Rückschlagventil befestigt ist. Ein derartiges Rückschlagventil mit innerem kleineren Rückschlagventil ist einfach zu fertigen und zu montieren.

Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn in der Mantelfläche des Hohlzylinders des Schließkörpers des größeren Rückschlagventils mehrere Öffnungen ausgebildet sind, über die das Innere des Hohlzylinders mit dem äußeren des Hohlzylinders fluidisch verbunden ist. Diese Öffnungen können in beide Richtungen durchströmt werden, so dass eine sehr genaue Führung des Schließkörpers in seinem Gehäuse erreicht werden kann und gleichzeitig der Druckverlust beim Durchströmen des Rückschlagventils minimiert werden kann, da ein größerer freier Querschnitt zur Verfügung gestellt wird.

Es hat sich dabei herausgestellt, dass es vorteilhaft ist, wenn der Durchmesser der zweiten Durchflussöffnung 0,05 bis 0,2mm beträgt. Derartige Öffnungsgrößen haben lediglich einen zumeist vernachlässigbaren Einfluss auf die Strömungscharakteristik und Regelung der Druckregeleinrichtung und damit auch der resultierenden Messwerte, jedoch sind sie noch wirtschaftlich herstellbar und neigen nicht zu stark dazu zu verstopfen, so dass die Funktionsfähigkeit erhalten bleibt.

Es wird somit eine Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem zur Verfügung gestellt, mit dem zeitlich aufgelöste Durchflussvorgänge mit hoher Genauigkeit und kontinuierlich ermittelt werden können, indem ein genauer Vorlaufdruck in der Kraftstoffzuführleitung gemessen und entsprechend dieser Messwerte geregelt werden kann. Schäden am Kraftstoffverbrauchsmesssystem beziehungsweise am Verbraucher werden durch die Erfindung zuverlässig vermieden. Auch Messfehler durch Lufteinschlüsse werden durch die Möglichkeit einer vollständigen Entlüftung der Druckregeleinrichtung vermieden. Dabei kann die erfindungsgemäße Druckregeleinrichtung wirtschaftlich hergestellt und montiert werden.

Ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem mit der erfindungsgemäßen Druckregeleinrichtung ist in den Figuren dargestellt und wird nachfolgend anhand der Figuren beschrieben.

Die Figur 1 zeigt ein Fließschema eines Kraftstoffverbrauchsmesssystems mit einer erfindungsgemäßen Druckregeleinheit.

Die Figur 2 zeigt eine Seitenansicht eines Rückschlagventils mit einer zweiten Durchflussöffnung.

Figur 3 zeigt eine Seitenansicht eines Rückschlagventils mit integriertem zweitem Rückschlagventil.

Das in Figur 1 dargestellte Kraftstoffverbrauchsmesssystem besteht aus einem Tank 10, in dem Kraftstoff gespeichert ist. Aus diesem Tank 10 wird mittels einer ersten Kraftstoffpumpe 12 Kraftstoff in eine Kraftstoffzuführleitung 14 gepumpt. Die Kraftstoffzuführleitung 14 führt zu einem Verbraucher 16, der in diesem Ausführungsbeispiel als Verbrennungsmotor 18 mit Common-Rail-Einspritzsystem ausgeführt ist. Entsprechend führt die Kraftstoffzuführleitung 14 zu einer als Hochdruckpumpe ausgebildeten Förderpumpe 20, welche Teil des Verbrennungsmotors ist und über die der Kraftstoff in ein Common-Rail Verteilerrohr 22 gefördert und verdichtet wird. Das Verteilerrohr 22 ist fluidisch mit Einspritzventilen 24 verbunden, über die der Kraftstoff in die Verbrennungsräume des Verbrennungsmotors 18 eingespritzt wird.

Üblicherweise werden in diesen Systemen größere Kraftstoffmengen gefördert, als tatsächlich über die Einspritzventile 24 eingespritzt werden, so dass vom Verteilerrohr 22 eine Kraftstoffrückführleitung 26 abzweigt, welche in die Kraftstoffzuführleitung 14 zurückführt. Dabei können die zurückgeführten Kraftstoffmengen ein Vielfaches der eingespritzten Kraftstoffmengen betragen.

Um den Verbrauch des Kraftstoffs zu messen, ist in der Kraftstoffzuführleitung 14 ein Durchflussmesser 28 angeordnet. Dieser kann beispielsweise als Coriolismesser ausgebildet sein oder beispielsweise durch eine Parallelschalung eines Verdrängerzählers mit einem beweglichen Kolben. Dabei wäre in der Kraftstoffzuführleitung 14 zur Messung der rotatorische Verdrängerzähler angeordnet, der mittels eines Antriebsmotors angetrieben wird. In einer Kolbenkammer ist ein trägheitsfrei verschiebbarer Kolben in der Parallelschaltung zum Verdränger angeordnet. Eine Volumenstromänderung in der Kraftstoffzuführleitung 14 hat zunächst eine Auslenkung des Kolbens zur Folge, welche mittels eines Wegsensors gemessen wird. Die Messwerte werden einer Steuereinheit zur Verfügung gestellt, welche die Werte dieses Wegsensors aufnimmt und entsprechende Steuersignale dem Antriebsmotor übermittelt, der derart

angesteuert wird, dass der Kolben immer in seine definierte Ausgangsstellung zurückbewegt wird, der Volumenstrom also möglichst exakt immer über den rotatorischen Verdränger abgeführt wird. Da jeder Drehzahl des rotatorischen Verdrängers ein im Zeitintervall gefördertes Volumen zugeordnet werden kann, ist es entsprechend möglich, einen Kraftstoffverbrauch aus diesen Werten zu berechnen.

Der Durchflussmesser misst den Kraftstoffverbrauch in der Kraftstoffzuführleitung 14. Die Kraftstoffrückführleitung 26, die zur Kraftstoffzuführleitung 14 zurückführt, mündet stromabwärts des Durchflussmessers 28 und stromaufwärts einer Förderpumpe 29 in die Kraftstoffzuführleitung 14, um eine Doppelmessung dieses Kraftstoffes zu vermeiden und diesen Kraftstoff fördern zu können. Bei geringer Kraftstoffabnahme des Verbrauchers 16 müssen entsprechend lediglich geringe Kraftstoffmengen über die Kraftstoffpumpe 12 dem Messsystem zugeführt werden, weswegen stromaufwärts des Durchflussmessers 28 eine weitere Rückführleitung 30 von der Kraftstoffzuführleitung 14 abzweigt und über die Kraftstoff zum Tank 10 zurückgeführt werden kann, wenn ein ausreichender Druck in der Kraftstoffzuführleitung 14 vorhanden ist. In dieser weiteren Rückführleitung 30 ist hierzu ein mechanischer Druckregler 31 angeordnet, über den der Druck vor dem Durchflussmesser 28 eingestellt wird. Auch wäre es möglich, über diesen mechanischen Druckregler 31 den Druck hinter dem Durchflussmesser 28 zu regeln.

Eine exakte Kraftstoffverbrauchsmessung kann nur dann erfolgen, wenn in der Kraftstoffzuführleitung 14 unmittelbar vor der Hochdruckpumpe 20 ein konstanter Vorlaufdruck herrscht. Dies wird erfindungsgemäß mittels einer erfindungsgemäßen Druckregeleinrichtung 32 erreicht, welche eine Bypassleitung 34 aufweist, welche von der Kraftstoffzuführleitung 14 abzweigt und in die Kraftstoffrückführleitung 26 mündet, wobei die Abzweigung stromabwärts des Durchflussmessers 28 und stromabwärts der Mündung der Kraftstoffrückführleitung 26 in die Kraftstoffzuführleitung

14 und stromabwärts der Förderpumpe 29 angeordnet ist. In dieser Bypassleitung 34 ist ein Druckregler 36 in Form eines Regelventils angeordnet. Dieser Druckregler 36 weist beispielsweise einen Regelkörper auf, der mittels einer Feder von seinem Ventilsitz weg zur Öffnung des Durchströmungsquerschnitts belastet wird. Ein Schließen dieses Druckreglers 36 erfolgt beispielsweise pneumatisch, indem ein Druck in eine Druckkammer geleitet wird, die durch eine mit dem Regelkörper verbundene Membran begrenzt ist, wobei der Druck entgegen der Federkraft auf die Membran wirkt, wodurch der Regelkörper auf seinen den Durchströmungsquerschnitt umgebenden Ventilsitz abgesenkt wird, sobald das Produkt aus dem anliegenden Druck und der Fläche der Membran größer ist als die Kraft der Feder.

Zusätzlich besteht die Druckregeleinrichtung 32 aus einem Rückschlagventil 38, welches in der Kraftstoffzuführleitung 14 stromabwärts einer Abzweigung 40 der Bypassleitung 34 angeordnet ist und ab einer definierten ersten Druckdifferenz öffnet und somit einen Durchfluss zum Verbraucher 16 ab dieser ersten Druckdifferenz zulässt. Über dieses Rückschlagventil 38 findet ein lediglich von der Strömungsgeschwindigkeit abhängiger, jedoch weitestgehend konstanter Druckabfall zwischen seinem Austritt und seinem Eintritt statt.

Stromabwärts des Rückschlagventils 38, jedoch stromaufwärts der Förderpumpe 20, ist an der Kraftstoffzuführleitung 14 ein Drucksensor 42 angeordnet, über den der Vorlaufdruck in der Kraftstoffzuführleitung 14 gemessen wird. Dieser Drucksensor 42 wandelt den Druck in ein entsprechendes elektrisches Signal um, welches einer Steuereinheit 44 zugeführt wird. Diese Steuereinheit 44 dient zur Steuerung eines elektrischen Vorsteuerventils 46, über welches ein Druck aus einem Druckbehälter 48 oder einer anderen Druckluftversorgungsquelle geregelt und dem Druckregler 36 beziehungsweise der Druckkammer des Druckreglers 36 zugeführt wird. Entsprechend wird der Druckregler 36 in der Bypassleitung 34 in Abhängigkeit der Differenz zwischen den

Istwerten des Drucksensors 42 und Sollwerten, welche der Steuereinheit 44 übermittelt werden, geregelt.

Wird nun von einem zentralen Steuergerät vorgegeben, dass der Kraftstoffverbrauch bei einem Vorlaufdruck in der Kraftstoffzuführleitung 14 von 1 bar gemessen werden soll, der tatsächliche vom Drucksensor 42 gemessene Istwert jedoch nur 0,5 bar ist, wird der Druckregler 36 in eine weiter geschlossene Position verschoben, indem das Vorsteuerventil 46 den in die Druckkammer geförderten Druck erhöht. Somit steigt der Druck in der Kraftstoffzuführleitung 14, bis dieser dem gewünschten Sollwert entspricht. Entsprechend erfolgt die Regelung zur Verringerung des Drucks umgekehrt.

Erfindungsgemäß ist das Rückschlagventil 38 jedoch so ausgestaltet, dass es entweder eine Leckströmung in beide Richtungen zulässt oder zumindest in Schließrichtung des Rückschlagventils 38 ab einem gewissen Druck öffnet, wobei in Schließrichtung bedeutet, dass eine Strömung von einem Auslass 50 in Richtung eines Einlasses 52 des Rückschlagventils 38 ermöglicht wird.

Hierzu kann das Rückschlagventil 38 derart ausgestaltet werden, wie es in der Figur 2 dargestellt ist. Das Rückschlagventil 38 weist eine erste Durchflussöffnung 54 auf, welche von einem ersten Schließkörper 56 beherrscht wird, welcher in vorliegendem Ausführungsbeispiel eine hohlzylindrische Form aufweist, wobei das zu einem Ventilsitz 58, welcher die erste Durchflussöffnung 54 umgibt, weisende axiale Ende dieses Hohlzylinders einen Boden 60 aufweist. Dieser Schließkörper 56 wird mittels einer Feder 62, die sich am Boden abstützt, in Richtung des Ventilsitzes 58 belastet, so dass das Rückschlagventil 38 erst öffnet, wenn die durch die anliegende Druckdifferenz auf den Schließkörper 56 wirkende Kraft die durch die Feder 62 auf den Schließkörper 56 wirkende Kraft übersteigt. In der Mantelfläche 64 des hohlzylindrischen Schließkörpers 56 sind Öffnungen 66 ausgebildet, über die der

Kraftstoffstrom aus dem äußeren Bereich des Schließkörpers 56 in den inneren Bereich strömen kann, um den am Rückschlagventil 38 entstehenden Druckverlust nach dem Öffnen zu minimieren

Erfindungsgemäß ist im Boden 60 eine als zweite Durchflussöffnung 68 dienende Durchgangsbohrung 70 ausgebildet, welche einen Durchmesser von beispielsweise 0,15 mm aufweist. Durch diese zweite Durchflussöffnung 68 erfolgt ein Massenstrom, der je nach anliegender Druckdifferenz entweder vom Einlass 52 zum Auslass 50 erfolgt oder in umgekehrter Richtung.

Alternativ können statt der Durchgangsbohrung 70 durch den Schließkörper 56 auch am Umfang des Schließkörpers 56 Nuten 72 oder am Innenumfang des Ventilsitzes 58 Nuten 74 ausgebildet werden, die in Figur 2 gestrichelt dargestellt sind und die als zweite Durchflussöffnung 68 dienen, über die eine stetige fluidische Verbindung zwischen dem Einlass 52 und dem Auslass 50 des Rückschlagventils 38 hergestellt wird.

In allen drei Alternativen entsteht zwar bei der Messung der verbrauchten Kraftstoffmenge bereits ein Durchfluss in Richtung des Verbrauchers 16 bereits vor Erreichen des Öffnungsdrucks des Rückschlagventils 38, jedoch sind die daraus entstehenden Ungenauigkeiten bei der Messung zumeist vernachlässigbar. Großer Vorteil dieser Ausführung ist es jedoch, dass beispielsweise eine Ausdehnung des Kraftstoffs durch einen Wärmeeintrag nach dem Abstellen des Verbrennungsmotors 18 nicht zu einem erhöhten Druck in der Kraftstoffzuführleitung 14 oder den darin anschließenden Leitungen führt, wie dies bei einem Rückschlagventil 38 ohne die Durchgangsbohrung 70 oder den Nuten 72, 74, also ohne die zweite Durchflussöffnung 68 der Fall wäre, sondern dieses zusätzlich entstehende Volumen über die zweite Durchflussöffnung 68 in Richtung des Durchflussmessers 28 abgeführt werden kann, so dass Schäden am Verbraucher 16 oder den Leitungen des Kraftstoffverbrauchsmesssystems durch Überdruck vermieden werden.

Um auch Fehler bei geringen Durchflüssen im Messbetrieb zu vermeiden und auch bei großen Railleiten mit hohen plötzlichen Druckschwankungen, das zusätzliche Volumen schnell abbauen zu können, wird innerhalb des ersten, größeren Rückschlagventils 38 ein zweites, kleineres Rückschlagventil 76 angeordnet, dessen Durchflussöffnung als zweite Durchflussöffnung 68 des ersten Rückschlagventils 38 dient.

Dieses zweite, kleinere Rückschlagventil 76 weist eine zum ersten Rückschlagventil 38 entgegengesetzte Öffnungsrichtung auf, wie dies in Figur 3 dargestellt ist. Ein Gehäuse 78 dieses Rückschlagventils 76 ist in einem Loch 80 am Boden 60 des Schließkörpers 56 des ersten Rückschlagventils 38 befestigt. In dem Gehäuse 78 ist ein zweiter Ventilsitz 82 ausgebildet, gegen den ein als Kugel ausgebildeter zweiter Schließkörper 84 mittels einer Feder 86 belastet ist, wobei darauf hingewiesen wird, dass es gegebenenfalls auch sinnvoll sein kann, auf die Feder zu verzichten und somit das Ventil ausschließlich über die vorhandenen Druckdifferenzen zu öffnen und zu schließen.

Zusätzlich ist dieses zweite Rückschlagventil 76 auch in Strömungsrichtung des Kraftstoffs in der Kraftstoffzuführleitung 14 angeordnet, so dass ein Entlüften zuverlässig gewährleistet werden kann.

Dieses Rückschlagventil 76 ist im Betrieb geschlossen, da es bei Versorgung des Verbrauchers 16 in Sperrrichtung durch die anliegende Druckdifferenz belastet ist. Somit entspricht im Normalbetrieb die Funktion der Druckregeleinrichtung der Funktion ohne das zusätzliche Rückschlagventil 76. Bei auftretenden Volumenerweiterungen des Kraftstoffs oder einem Rückfluss in Richtung des Durchflussmessers 28, also einer Druckdifferenz mit einem treibenden Gefälle in Richtung des Durchflussmessers 28 öffnet das zweite, kleinere Rückschlagventil 76 ab einer definierten zweiten Druckdifferenz. Somit können Volumenerweiterungen aufgrund thermischer Dehnungen des Kraftstoffs

oder Druckänderungen am Common Rail System, die zu einem Abführen eines Volumens in Richtung der Druckregeleinrichtung führen, über das zweite Rückschlagventil 76 in Richtung des Durchflussmessers abgebaut werden und somit Schäden am Verbraucher 16 oder den Leitungen des Kraftstoffverbrauchsmesssystems zuverlässig vermieden werden, ohne dass die eigentliche Regelfunktion der Druckregeleinrichtung 32 negativ beeinflusst wird.

In allen Varianten ist dennoch eine Entlüftung des Kraftstoffverbrauchsmesssystems möglich, da keine Bypassleitungen vorhanden sind, die eine zusätzliche Entlüftung erfordern würden. Entsprechend kann in bekannter Weise eine vollständige Entlüftung der Anlage über das Rückschlagventil 38 durchgeführt werden, wodurch Messfehler durch Gaseinschlüsse vermieden werden.

Durch die erfindungsgemäße Druckregeleinrichtung 32 können somit über einen großen Druckbereich genaue Kraftstoffverbrauchsmessungen vorgenommen werden und Schäden am Kraftstoffverbrauchsmesssystem zuverlässig vermieden werden. Diese Verbrauchsmessungen können sowohl bei Maximalförderdrücken der Förderpumpe erfolgen als auch zumindest bei der Verwendung der in Figur 3 dargestellten Variante, bei geringen Förderdrücken, welche am Kraftstoffvorlauf beispielsweise auf bis zu -0,8 bar heruntergeregelt werden können. Der Kraftstoffdrucksollwert wird durch die elektronische Regelschleife unter Berücksichtigung des mittels des Drucksensors ermittelten Istwertes des Druckes somit in kürzester Zeit eingestellt, so dass eine hohe Regelgenauigkeit und – geschwindigkeit erreicht wird. Dies führt zu sehr exakten und reproduzierbaren Messergebnissen des Kraftstoffverbrauchsmesssystems, so dass bei exakt definierten Messbedingungen wiederholt Messungen vorgenommen und verglichen werden können. Durch die Einfachheit der verwendeten Regelgeräte und die geringe Anzahl zu regelnder Glieder wird der notwendige apparative und damit auch finanzielle Aufwand im Vergleich zu bekannten aktiv regelnden Druckregeleinrichtungen

verringert. Des Weiteren wird der Bauraumbedarf im Vergleich zu bekannten Ausführungen gesenkt.

Es sollte deutlich sein, dass die Erfindung nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel begrenzt ist, sondern verschiedene Modifikationen innerhalb des Schutzbereichs des Hauptanspruchs möglich sind. Insbesondere ist es denkbar, dass verschieden aufgebaute Kraftstoffverbrauchsmesssysteme mit einer derartigen Druckregeleinrichtung genutzt werden können. Dabei kann insbesondere der Abschnitt der Kraftstoffrückführleitung stromaufwärts der Mündung der Bypassleitung für Benzinanwendungen entfallen, da bei diesen keine erhöhte Kraftstoffförderung mit Rücklauf von der Verteilerleiste aus erfolgt. Zusätzlich kann das kleinere Rückschlagventil auch als 0-bar Ventil ausgebildet werden, wobei in dieser Variante die Feder entfällt.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Druckregeleinrichtung (32) für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem mit
einer Kraftstoffzuführleitung (14), welche mit einem Verbraucher (16) verbindbar ist und über die Kraftstoff dem Verbraucher (16) zuführbar ist,
einer Kraftstoffrückführleitung (26), über die Kraftstoff rückführbar ist,
einer Bypassleitung (34), über die die Kraftstoffzuführleitung (14) mit der Kraftstoffrückführleitung (26) fluidisch verbunden ist, und über welche Kraftstoff von der Kraftstoffzuführleitung (14) unter Umgehung des Verbrauchers (16) zur Kraftstoffrückführleitung (26) führbar ist,
einem Druckregler (36), über den ein freier Durchströmungsquerschnitt in der Bypassleitung (34) einstellbar ist, und einem Rückschlagventil (38), welches in der Kraftstoffzuführleitung (14) stromabwärts der Abzweigung (40) der Bypassleitung (34) und stromaufwärts eines Drucksensors (42), der elektrisch mit einer Steuereinheit (44) verbunden ist, über die in Abhängigkeit der Messwerte des Drucksensors (42) der Druckregler (36) regelbar ist, angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Rückschlagventil (38) zwei Durchflussöffnungen (54, 68) aufweist, von denen die erste Durchflussöffnung (54) mittels eines ersten Schließkörpers (56) ab einer ersten definierten Druckdifferenz in Öffnungsrichtung des Rückschlagventils (38) vom Einlass (52) zum Auslass (50) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist und die zweite Durchflussöffnung (68) zumindest ab einer zweiten definierten Druckdifferenz in Schließrichtung des Rückschlagventils (38) von einem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) zu einem Einlass (52) des Rückschlagventils (38) durchströmbar ist.

2. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

am Schließkörper (56) des Rückschlagventils (38) eine Durchgangsbohrung (70) ausgebildet ist, die die zweite Durchflussöffnung (68) bildet und über die der Einlass (52) des Rückschlagventils (38) stetig mit dem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) fluidisch verbunden ist.

3. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

am Umfang des Schließkörpers (56) des Rückschlagventils (38) eine oder mehrere Nuten (72) ausgebildet sind, die die zweite Durchflussöffnung (68) bilden und über die der Einlass (52) des Rückschlagventils stetig mit dem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) fluidisch verbunden ist.

4. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

an einem Ventilsitz (82) des Rückschlagventils (38) eine oder mehrere Nuten (74) ausgebildet sind, die die zweite Durchflussöffnung (68) bilden und über die der Einlass (52) des Rückschlagventils (38) stetig mit dem Auslass (50) des Rückschlagventils (38) fluidisch verbunden ist.

5. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

im ersten Schließkörper (56) des ersten Rückschlagventils (38) ein kleineres, zweites Rückschlagventil (76) angeordnet ist, welches die zweite Durchflussöffnung (68) aufweist, die von einem zweiten

Schließkörper (84) beherrscht ist, so dass das erste, größere Rückschlagventil (38) in seiner Schließrichtung ab einer definierten Druckdifferenz vom Auslass (50) des ersten, größeren Rückschlagventils (38) zum Einlass (52) des ersten größeren Rückschlagventils (38) durch die Durchflussöffnung (68) des zweiten Rückschlagventils (76) durchströmt ist.

6. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

im Schließkörper (84) des kleineren Rückschlagventils (76) oder am Ventilsitz (58) des kleineren Rückschlagventils (76) eine Durchlassöffnung ausgebildet ist, die kleiner ist als die zweite, durch das zweite, kleinere Rückschlagventil (76) absperrbare Durchflussöffnung (68).

7. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach einem der Ansprüche 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

der erste Schließkörper (56) des ersten, größeren Rückschlagventils (38) hohlzylinderförmig ausgebildet ist und an einem axialen Ende einen Boden (60) aufweist, in dem ein Loch (80) ausgebildet ist, in dem das kleinere, zweite Rückschlagventil (76) befestigt ist.

8. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

in der Mantelfläche (64) des hohlzylindrischen Schließkörpers (56) des ersten, größeren Rückschlagventils (38) mehrere Öffnungen (66) ausgebildet sind, über die das Innere des hohlzylindrischen Schließkörpers (56) mit dem äußeren des hohlzylindrischen Schließkörpers (56) fluidisch verbunden ist.

9. Druckregeleinrichtung für ein Kraftstoffverbrauchsmesssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Durchmesser der zweiten Durchflussöffnung (68) 0,05mm bis 0,2mm beträgt.

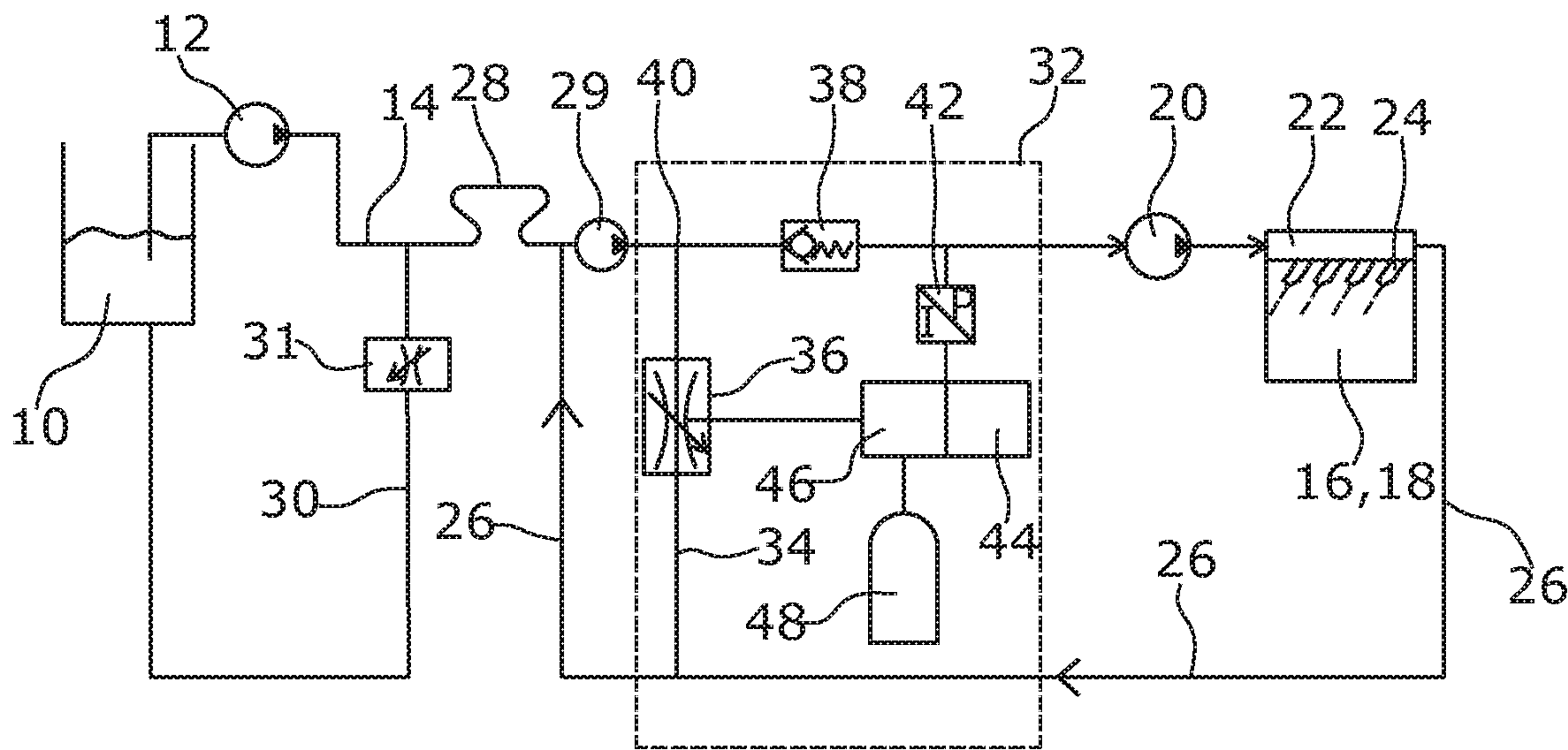


Fig.1

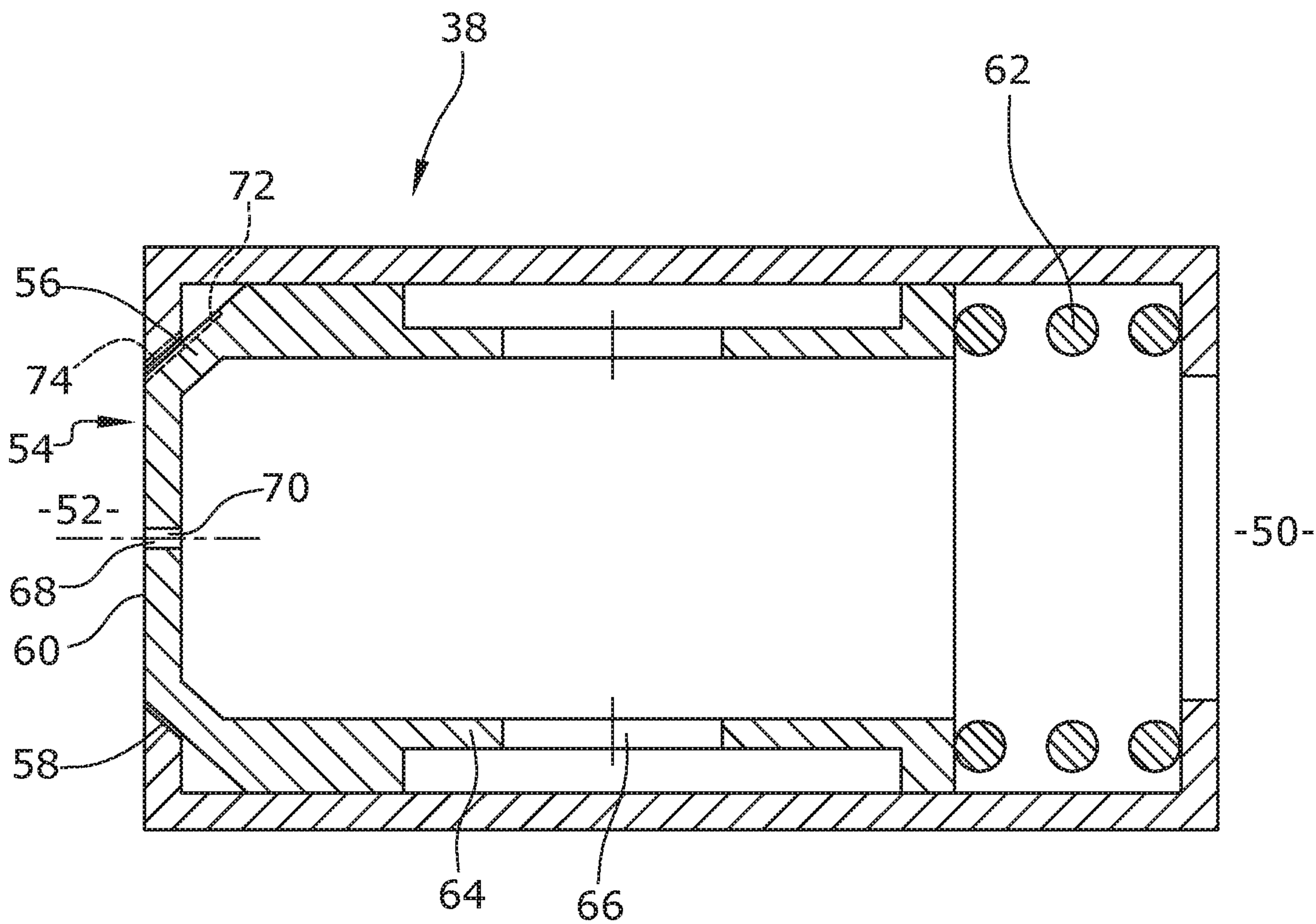
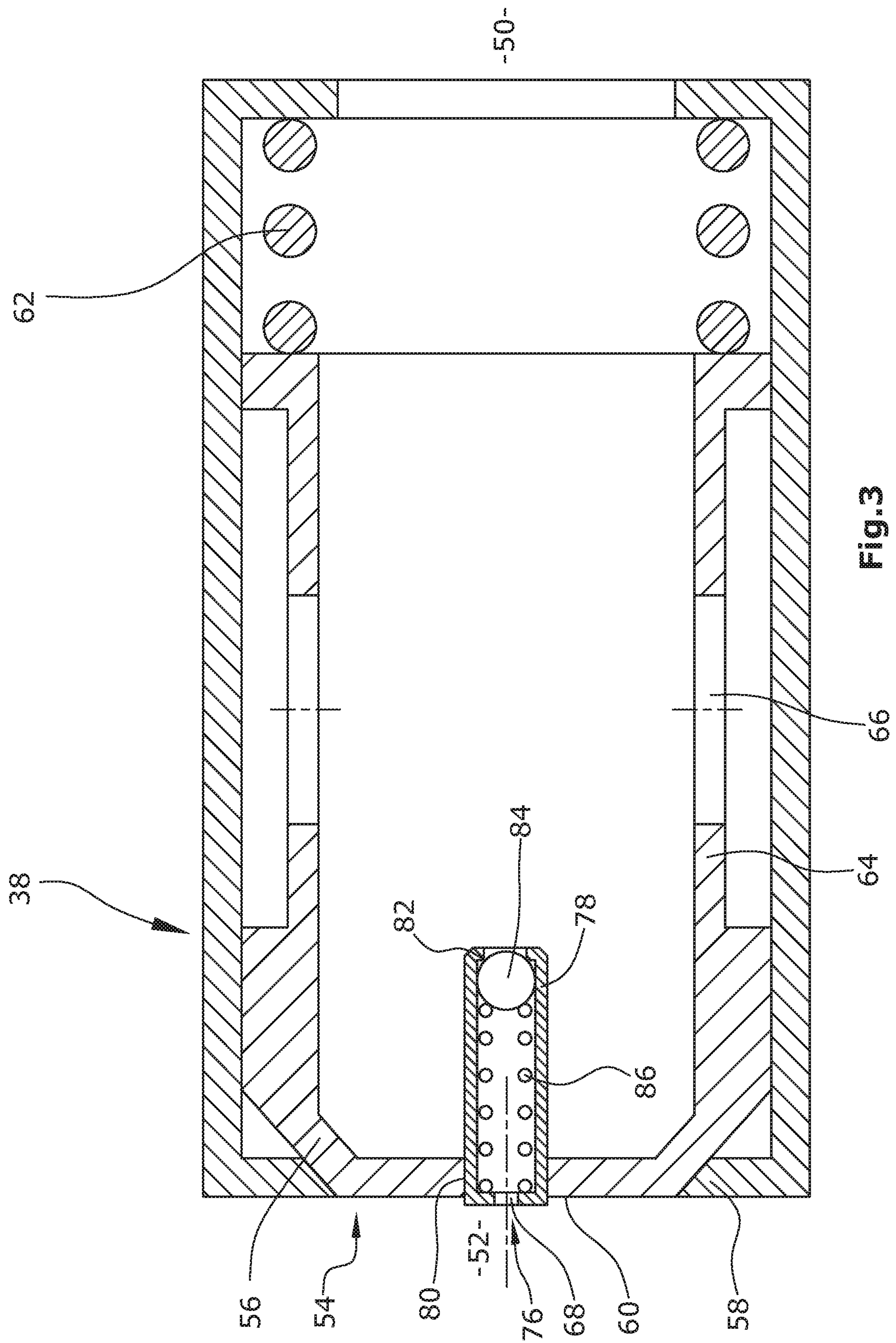


Fig.2



3
5
5
5
5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01F 15/02 (2006.01); G01F 15/00 (2006.01); F02M 37/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01F 15/02 (2013.01); G01F 15/00 (2013.01); F02M 37/0023 (2013.01); F02M 37/0029 (2013.01); F02M 37/0052 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01F, F02M

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC; TXT NN

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 22.01.2019 eingereichten Ansprüchen 1-9 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2009128176 A1 (BOSCH CORPORATION) 22. Oktober 2009 (22.10.2009) Abstract; Figs. 1-2	1-9
A	EP 2708728 A2 (BOSCH GMBH ROBERT) 19. März 2014 (19.03.2014) Abstract; Fig. 2	1-9
A	DE 102016226077 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 28. Juni 2018 (28.06.2018) Abstract; Figs. 1-2	1-9
A	DE 102011089626 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 27. Juni 2013 (27.06.2013) Abstract; Figs. 1-3	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:

27.09.2019

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

BABUREK Gerhard

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.