

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50623/2018
(22) Anmeldetag: 18.07.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2020

(51) Int. Cl.: **G01F 15/02** (2006.01)
G01F 3/10 (2006.01)
G01L 13/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3073228 A1
WO 2015197575 A1
WO 2017046199 A1

(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Kammerstetter Heribert Dr.
5020 Salzburg (AT)
Buchner Michael
8010 Graz (AT)
Hörzer Michael
8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Kopetz Heinrich Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät sowie Durchflussmessgerät**

(57) Es sind Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät mit einem Gehäuse (27), einer Messkammer (26), die im Gehäuse (27) ausgebildet ist, einem Kolben (28), der in der Messkammer (26) axial verschiebbar angeordnet ist, einem Permanentmagneten (32), der im Kolben (28) angeordnet und mit dem Kolben (28) bewegbar ist und zumindest einem magnetoresistiven Sensor (30), der eine magnetische Feldänderung in Bewegungsrichtung des bewegbaren Permanentmagneten (32) misst, bekannt, wobei zumindest ein stationärer Permanentmagnet (40; 42) im Gehäuse (27) angeordnet ist, dessen magnetisches Feld auf den magnetoresistiven Sensor (30) ausschließlich in Bewegungsrichtung des Kolbens (28) wirkt.

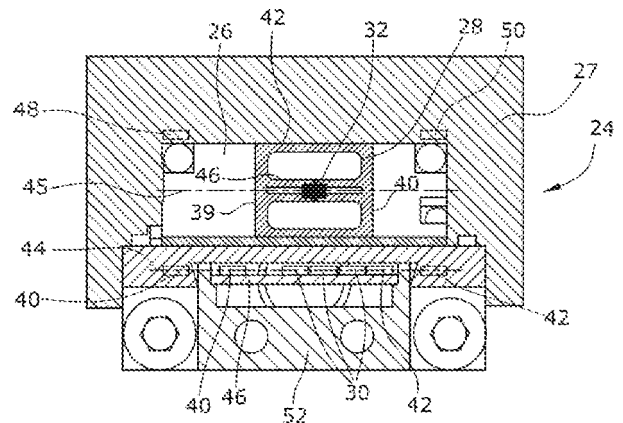


Fig.2

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

Es sind Druckdifferenznehmer für ein Durchflussmessgerät mit einem Gehäuse (27), einer Messkammer (26), die im Gehäuse (27) ausgebildet ist, einem Kolben (28), der in der Messkammer (26) axial verschiebbar angeordnet ist, einem Permanentmagneten (32), der im Kolben (28) angeordnet und mit dem Kolben (28) bewegbar ist und zumindest einem magnetoresistiven Sensor (30), der eine magnetische Feldänderung in Bewegungsrichtung des bewegbaren Permanentmagneten (32) misst, bekannt, wobei zumindest ein stationärer Permanentmagnet (40; 42) im Gehäuse (27) angeordnet ist, dessen magnetisches Feld auf den magnetoresistiven Sensor (30) ausschließlich in Bewegungsrichtung des Kolbens (28) wirkt.

Fig. 2

Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät sowie Durchflussmessgerät

Die Erfindung betrifft einen Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät mit einem Gehäuse, einer Messkammer, die im Gehäuse ausgebildet ist, einem Kolben, der in der Messkammer axial verschiebbar angeordnet ist, einem Permanentmagneten, der im Kolben angeordnet und mit dem Kolben bewegbar ist und zumindest einem magnetoresistiven Sensor, der eine magnetische Feldänderung in Bewegungsrichtung des bewegbaren Permanentmagneten misst, sowie ein Durchflussmessgerät zur Messung zeitlich aufgelöster Durchflussvorgänge mit einem Einlass, einem Auslass, einem antreibbaren Verdrängerzähler, einer Umgehungsleitung, über die der Verdrängerzähler umgehbar ist, einem Druckdifferenzaufnehmer, der in der Umgehungsleitung angeordnet ist und einer Auswerte- und Steuereinheit, über die der antreibbare Verdrängerzähler in Abhängigkeit der am Druckdifferenzaufnehmer anliegenden Druckdifferenz regelbar ist.

Druckdifferenzaufnehmer werden seit vielen Jahren in Einspritzmengenmessvorrichtungen verwendet, bei denen die Druckdifferenzaufnehmer in einer Umgehungsleitung zu einem Verdrängerzähler angeordnet sind. Die Druckdifferenzaufnehmer bestehen aus einem Kolben, der eine Grundfläche aufweist, die geringfügig kleiner ist als der Öffnungsquerschnitt der Messkammer, in der der Kolben angeordnet ist, so dass einerseits eine freie axiale Beweglichkeit des Kolbens in der Messkammer gegeben ist, andererseits jedoch innerhalb der Messkammer kein Fluid zwischen der Innenwand der Messkammer und der Außenwand des Kolbens strömen kann, was zu einer Änderung der am Kolben anliegenden Druckdifferenz führen würde. Der Kolben sollte dabei eine Dichte aufweisen, die der Dichte des zu verdrängenden Fluids in der Messkammer entspricht.

Der Verdrängerzähler wird zur Einspritzmengenmessung derart angesteuert, dass der Kolben in der Messkammer durch die Förderung des Verdrängerzählers trotz der Druckänderungen durch die Einspritzvorgänge immer in seine Ausgangsposition zurückgeschoben wird, also möglichst versucht wird, die Druckdifferenz, die durch die Einspritzungen entsteht, mittels des Verdrängerzählers immer auszugleichen.

Zur korrekten Regelung des Verdrängerzählers ist es daher notwendig, stetig die genaue Position des Kolbens zu kennen, um eine entsprechende Regelung des Verdrängerzählers durchführen zu können. Zur Positionserkennung werden in den letzten Jahren aufgrund der einfachen Handhabung und der guten Genauigkeit Magnet-Sensor-Systeme verwendet. Es handelt sich hierbei um berührungslos arbeitende magnetoresistive Sensoren, die in Abhängigkeit des auf den Sensor einwirkenden Magnetfeldes eines Permanentmagneten eine unterschiedliche Ausgangsspannung erzeugen, welche als Maß für die Stellung des Permanentmagneten dienen kann. Bei der Messung rein linearer Bewegungen werden vor allem Sensoren verwendet, die eine sich ändernde Magnetfeldstärke in Bewegungsrichtung des Permanentmagneten messen.

In der AT 512 619 A2 wird erstmalig ein solches Durchflussmessgerät offenbart, bei dem die durch die anliegende Druckdifferenz bedingte Auslenkung des Kolbens in der Messkammer durch einen derartigen magnetoresistiven Sensor gemessen wird, der auf das Magnetfeld eines am Kolben befestigten Permanentmagneten reagiert. Diese mittels des Sensors gemessene Auslenkung des Kolbens wird anschließend zur Anpassung der Drehzahl des Verdrängerzählers genutzt. Zur Messung des Magnetfeldes können entweder ein einzelner oder mehrere Sensoren genutzt werden.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei Verwendung von magnetisierbaren Materialien die Messwerte durch die sich ändernde Permeabilität der Stoffe ebenso verfälscht werden wie durch äußere Magnetfelder, wie das

Erdmagnetfeld oder durch Strom durchflossene Leiter entstehende Magnetfelder. Um dies zu vermeiden ist es bekannt, für die Konstruktion ausschließlich nicht magnetisierbare Materialien zu verwenden oder die Messekammer vollständig magnetisch abzuschirmen.

Um die Genauigkeit der Messungen zu verbessern, wurde entsprechend in der DE 10 2016 117 340 A1 ein Druckdifferenzaufnehmer vorgeschlagen, bei dem in einem Hohlkolben zentral auf der Mittelachse des Kolbens der mit dem magnetoresistiven Sensor kommunizierende Permanentmagnet befestigt wurde. Eine Drehung des Kolbens in der Messkammer führt auf diese Weise zu keinen Messergebnisänderungen. Zusätzlich ist eine Abdeckhaube zur Abschirmung des Durchflussmessgerätes vor äußeren Magnetfeldern, wie das Erdmagnetfeld oder Magnetfelder durch Elektromotoren oder anderen elektrischen Bauteilen vorgesehen.

Dies bedingt jedoch einen erhöhten Konstruktions- und Fertigungsaufwand mit steigenden Herstellungskosten, da sowohl eine Einschränkung in der Materialwahl vorzusehen ist als auch zusätzliche Bauteile montiert und hergestellt werden müssen. Dennoch werden zum Teil nicht ausreichend genaue Messergebnisse erzielt.

Es stellt sich daher die Aufgabe, einen Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät sowie ein Durchflussmessgerät mit einem derartigen Druckdifferenzaufnehmer zur Verfügung zu stellen, mit dem die Auslenkung des Kolbens exakt gemessen werden kann, ohne zusätzliche Abschirmmaßnahmen vornehmen zu müssen oder in der Materialauswahl eingeschränkt zu sein.

Diese Aufgabe wird durch einen Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Durchflussmessgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

Dadurch, dass zumindest ein stationärer Permanentmagnet im Gehäuse angeordnet ist, dessen magnetisches Feld auf den magneto-resistiven Sensor ausschließlich in Bewegungsrichtung des Kolbens wirkt, entsteht eine Überlagerung des magnetischen Feldes des bewegten Sensors durch das magnetische Feld des stationären Sensors. Das resultierende Magnetfeld ergibt so im Bereich des Sensors ein homogenes Gleichfeld, durch welches der nutzbare lineare Bereich der Sensorsignale verbreitert wird, wodurch die Messergebnisse eine höhere Genauigkeit aufweisen. Durch diese Maßnahme sinkt zusätzlich überraschenderweise der Einfluss durch die sich ändernde Permeabilität der verwendeten Materialien des Gehäuses und des Kolbens und die Linearität des Wegsignals wird verbessert, so dass die Messwerte des Druckdifferenzaufnehmers genauer sind und eine entsprechend genaue Messung von Durchflussmengen mit dem erfindungsgemäßen Durchflussmessgerät möglich sind.

Vorzugsweise sind zwei stationäre Permanentmagnete im Gehäuse angeordnet, die auf einer gemeinsamen Achse mit dem zumindest einen magneto-resistiven Sensor angeordnet sind, die parallel zur Bewegungsachse des bewegbaren Permanentmagneten verläuft, wobei der erste stationäre Permanentmagnet an einer ersten Seite des zumindest einen magneto-resistiven Sensors angeordnet ist und der zweite stationäre Permanentmagnet an der gegenüberliegenden Seite des zumindest einen magneto-resistiven Sensors angeordnet ist. Diese Anordnung führt zu einem vollständig homogenen in Messrichtung des Sensors wirkenden Magnetfeld, welches auf den Sensor wirkt und das sich ändernde Magnetfeld des sich bewegenden Permanentmagneten überlagert und zuverlässig den linearen Bereich des Sensorsignals auch bei weiter entferntem bewegbaren Permanentmagneten und daraus resultierend kleinerem auf den Sensor wirkenden Magnetfeld erweitert.

Es ist bevorzugt, wenn die beiden stationären Permanentmagnete zum bewegbaren Permanentmagnet entgegengesetzt gepolt sind, da dann die auf den Sensor wirkenden Magnetfeldlinien die gleiche Orientierung

aufweisen und somit eine Verstärkung des auf den Sensor wirkenden magnetischen Feldes erreicht wird. Entsprechend sind die erzeugten Spannungssignale des Sensors über eine weite Messstrecke im linearen Bereich.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind mehrere magneto-resistive Sensoren auf der Achse zwischen den beiden stationären Permanentmagneten angeordnet. Durch die Verwendung mehrerer nebeneinander angeordneter Sensoren, insbesondere von drei nebeneinander angeordneten Sensoren, können die Signale einerseits auf Plausibilität überprüft werden und andererseits über einen größeren Verfahrweg des Sensors durch Superposition sehr genau die Position des Kolbens ermittelt werden.

In einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung weisen die beiden stationären Permanentmagnete einen Abstand zueinander auf, der zumindest dem maximalen Verfahrweg des bewegbaren Permanentmagneten entspricht. Hierdurch wird sichergestellt, dass das magnetische Feld des bewegten Permanentmagneten immer innerhalb des erzeugten linearen Feldes der beiden stationären Permanentmagnete ist und somit der Einfluss durch magnetisierbares Material gering bleibt.

In einer hierzu weiterführenden Ausführung sind ein dritter stationärer Permanentmagnet und ein vierter stationärer Permanentmagnet an der zum ersten stationären Permanentmagneten und zweiten stationären Permanentmagneten gegenüberliegenden Seite des Kolbens angeordnet, welche ein resultierendes magnetisches Feld erzeugen, welches dem resultierenden magnetischen Feld des ersten stationären Permanentmagneten und des zweiten stationären Permanentmagneten auf der Bewegungsachse des bewegbaren Permanentmagneten bezüglich der Größe des Magnetfeldes entspricht und eine entgegengesetzte Orientierung aufweist. Das Magnetfeld dieser zusätzlichen Permanentmagneten wirkt dabei möglichst nicht auf die Sensoren. Stattdessen wird ein Einfluss des ersten und des zweiten stationären

Permanentmagneten auf den mit dem Kolben bewegbaren Permanentmagneten vermieden, da dies die auf den Kolben wirkenden Kräfte ändern könnte und so das am Kolben einzustellende Druckgleichgewicht stören würde.

In einer alternativen Ausführungsform sind der erste stationäre Permanentmagnet und der zweite stationäre Permanentmagnet innerhalb des Fahrweges des bewegbaren Permanentmagneten angeordnet und erzeugen ein magnetisches Feld, welches auf Höhe der Bewegungsachse des Permanentmagneten kleiner ist als 5% der maximalen Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten. Dies reicht aus, um einerseits keine die Stellung des Kolbens beeinflussende Kraft auf den Kolben durch magnetische Anziehung auszuüben und andererseits aufgrund der räumlichen Nähe dennoch ein ausreichend starkes stationäres überlagertes Magnetfeld für die Sensoren bereitzustellen, um sowohl einen großen linearen Messbereich zur Verfügung zu stellen als auch eine ausreichende Unempfindlichkeit gegen äußere Magnetfelder herzustellen.

Eine besonders einfache Montage und Herstellung ergibt sich, wenn der erste stationäre Permanentmagnet und der zweite stationäre Permanentmagnet auf einer Platine angeordnet sind, auf der die magnetoresistiven Sensoren angeordnet sind. So können zusätzliche Schritte zur Montage der Permanentmagnete im Gehäuse entfallen.

Alternativ sind der erste stationäre Permanentmagnet und der zweite stationäre Permanentmagnet an einem Gehäuseblock des Gehäuses befestigt, auf dem die Platine befestigt ist. Dies vereinfacht einen Austausch der Permanentmagnete, die dennoch gleichzeitig mit dem Gehäuseblock und der Platine montiert werden können.

Dabei ist der Gehäuseblock vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Dieses Material ist nicht magnetisierbar, so dass kein zusätzliches magnetisches Feld entsteht. Des Weiteren vereinfacht dies eine Kühlung der Messkammer, da Aluminium gut wärmeleitend ist.

Vorzugsweise entspricht die Feldstärke des ersten stationären Permanentmagneten und des zweiten stationären Permanentmagneten 1% bis 90% der Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten. Die Stärke der stationären Permanentmagneten ist dabei abhängig vom Abstand der stationären Permanentmagnete zu den Sensoren im Verhältnis zum Abstand des Kolbenmagneten von den Sensoren. Entsprechend sollte mit steigendem Abstand der stationären Permanentmagnete zu den Sensoren auch deren Feldstärke steigen.

Vorteilhafterweise sind der oder die magneto-resistiven Sensoren unipolare Sensoren. Diese messen das Magnetfeld lediglich in einer Richtung, wodurch sie kostengünstiger herstellbar sind, jedoch für die lineare Wegmessung sehr genaue Ergebnisse liefern.

Es wird somit ein Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät und ein damit ausgestattetes Durchflussmessgerät geschaffen, mit dem eine hohe Genauigkeit der Messergebnisse erreicht wird, da die Position des Kolbens sehr genau bestimmt werden kann, da die Sensoren durch den gewählten Aufbau einen breiten linearen Bereich aufweisen und der Einfluss äußerer magnetischer Störfelder zu großen Teilen eliminiert wird, ohne dass zusätzliche Abschirmungen vorgesehen werden müssen. So kann ein derartiges Durchflussmessgerät kleiner und kostengünstiger hergestellt werden.

Der erfindungsgemäße Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät sowie dessen Funktion im System wird im Folgenden anhand eines in den Figuren dargestellten, nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels beschrieben.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Durchflussmessgerätes, in welcher ein erfindungsgemäßer Druckdifferenzaufnehmer nutzbar ist.

Figur 2 zeigt eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Druckdifferenzaufnehmers für ein Durchflussmessgerät gemäß Figur 1.

Figur 3 zeigt einen Graphen, bei dem das magnetische Feld über der Kolbenverschiebung für einen Druckdifferenznehmer ohne stationäres Magnetfeld und mit stationärem Magnetfeld aufgetragen ist.

Das in Figur 1 dargestellte Durchflussmessgerät 10 weist einen Einlass 12 und einen Auslass 14 auf, die durch eine Hauptleitung 16 miteinander verbunden sind, in der ein rotatorischer Verdrängerzähler 18, der als Zahnradpumpe ausgebildet ist, angeordnet ist.

Über den Einlass 12 strömt ein zu messendes Fluid, insbesondere ein Kraftstoff, aus einer einen Durchfluss erzeugenden Vorrichtung, insbesondere einer Kraftstoffhochdruckpumpe, und zumindest einem Einspritzventil, in die Hauptleitung 16 des Durchflussmessgerätes 10 und wird über den Verdrängerzähler 18 gefördert, der über eine Kupplung oder ein Getriebe von einem Antriebsmotor 20 angetrieben werden kann.

Von der Hauptleitung 16 zweigt zwischen dem Einlass 12 und dem rotatorischen Verdrängerzähler 18 eine Umgehungsleitung 22 ab, die stromabwärts des rotatorischen Verdrängerzählers 18 zwischen diesem und dem Auslass 14 wieder in die Hauptleitung 16 mündet und entsprechend wie die Hauptleitung 16 fluidisch mit dem Einlass 12 und dem Auslass 14 verbunden ist. In dieser Umgehungsleitung 22 ist ein translatorischer Druckdifferenznehmer 24 angeordnet, der aus einer Messkammer 26 und einem in der Messkammer 26 axial frei verschiebbar angeordneten Kolben 28 besteht, der das gleiche spezifische Gewicht wie das Messfluid, also der Kraftstoff aufweist und wie die Messkammer 26 zylindrisch geformt ist. Ein die Messkammer 26 begrenzendes Gehäuse 27 weist einen Innendurchmesser auf, der im Wesentlichen dem Außendurchmesser des Kolbens 28 entspricht. Bei Anliegen einer Druckdifferenz zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Kolbens 28 erfolgt eine Auslenkung des Kolbens 28 aus seiner Ruhestellung.

Entsprechend ist die Auslenkung des Kolbens 28 ein Maß für die anliegende Druckdifferenz.

Um diese Auslenkung korrekt ermitteln zu können, ist an der Messkammer 26 zumindest ein magnetoresistiver Sensor 30 angeordnet, der in Wirkverbindung mit einem zentral im Kolben 28 befestigten Permanentmagneten 32 steht und in dem durch die Auslenkung des Kolbens 28 eine von der Größe der Auslenkung des Kolbens 28 abhängige Spannung durch das sich bei Bewegung ändernde und auf den Sensor 30 wirkende magnetische Feld erzeugt wird.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind, wie in Figur 3 zu erkennen ist, drei magnetoresistive Sensoren 30 axial nebeneinander angeordnet, so dass die Position des mit dem Kolben 28 bewegten Permanentmagneten 32 über drei verschiedene erzeugte Spannungen durch Superposition mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden kann.

Die magnetoresistiven Sensoren 30 sind mit einer Auswerte- und Steuereinheit 34 verbunden, welche die Werte dieser Sensoren 30 verarbeitet und entsprechende Steuersignale dem Antriebsmotor 20 übermittelt, der möglichst derart angesteuert wird, dass sich der Kolben 28 immer in einer definierten Ausgangsstellung befindet, der Verdrängerzähler 18 also die aufgrund des eingespritzten Fluides am Kolben 28 entstehende Druckdifferenz durch Förderung ständig etwa ausgleicht. Dies bedeutet, dass bei Auslenkung des Kolbens 28 nach rechts in Abhängigkeit der Größe dieser Auslenkung die Verdrängerdrehzahl erhöht wird und umgekehrt. Hierzu wird die Auslenkung des Kolbens 28 beziehungsweise das durch ihn verdrängte Volumen in der Messkammer 26 mittels einer Übertragungsfunktion in ein gewünschtes Fördervolumen des Verdrängerzählers 18 beziehungsweise eine Drehzahl des Antriebsmotors 20 umgerechnet und der Antriebsmotor 20 entsprechend bestromt.

In der Messkammer 26 sind ein Drucksensor 36 sowie ein Temperatursensor 38 angeordnet, die kontinuierlich, die in diesem Bereich auftretenden Drücke und Temperaturen messen und wiederum der Auswerte- und Steuereinheit 34 zuführen, um Änderungen der Dichte bei der Berechnung berücksichtigen zu können.

Der Ablauf der Messungen erfolgt derart, dass bei der Berechnung eines zu ermittelnden Gesamtdurchflusses in der Auswerte- und Steuereinheit 34 sowohl ein durch die Bewegung beziehungsweise Stellung des Kolbens 28 und das damit verdrängte Volumen in der Messkammer 26 entstehender Durchfluss in der Umgehungsleitung 22 als auch ein tatsächlicher Durchfluss des Verdrängerzählers 18 in einem festgelegten Zeitintervall berücksichtigt werden und beide Durchflüsse zur Ermittlung des Gesamtdurchflusses miteinander addiert werden.

Die Ermittlung des Durchflusses am Kolben 28 erfolgt beispielsweise, indem in der Auswerte- und Steuereinheit 34, die mit dem Sensor 30 verbunden ist, die Auslenkung des Kolbens 28 differenziert wird und anschließend mit der Grundfläche des Kolbens 28 multipliziert wird, so dass sich ein Volumenstrom in der Umgehungsleitung 22 in diesem Zeitintervall ergibt.

Der Durchfluss durch den Verdrängerzähler 18 und somit in der Hauptleitung 16 kann entweder aus den ermittelten Steuerdaten zur Regelung des Verdrängerzählers 18 bestimmt werden oder über die Drehzahl berechnet werden, wenn diese direkt über optische Kodierer oder magnetoresistive Sensoren gemessen wird.

Entscheidend für hochgenaue und hochaufgelöste Messergebnisse ist eine fehlerfreie und schnelle Messung der Auslenkung des Kolbens 28. Es hat sich jedoch gezeigt, dass äußere Magnetfelder, durch elektromagnetisch arbeitende Bauteile, wie Elektromotoren oder andere stromdurchflossene Leiter als Störmagnetfelder wirken, durch die die Messergebnisse der Sensoren negativ beeinflusst werden.

Um verfälschte Messwerte durch diese Störmagnetfelder zu verhindern, wird daher erfindungsgemäß zumindest ein stationärer Permanentmagnet 40 im Gehäuse 27 angeordnet, dessen magnetisches Feld auf den oder die magnetoresistiven Sensoren 30 ausschließlich in Bewegungsrichtung des Kolbens 28 wirkt und damit in der Richtung, in der der magnetoresistive Sensor 30, der als unipolarer Sensor 30 ausgeführt ist, misst. Die auf den Sensor 30 wirkenden Feldlinien dieses stationären Permanentmagneten 40 sind somit parallel zu den Feldlinienanteilen des bewegbaren Permanentmagneten 32, die durch den Sensor 30 gemessen werden und weisen die gleiche Wirkrichtung auf.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird das magnetische Feld durch den ersten stationären Permanentmagneten 40 und einen zweiten stationären Permanentmagneten 42 erzeugt, die beidseits der Sensoren 30 angeordnet sind. Sie befinden sich auf einer gemeinsamen Achse 44 mit den Sensoren 30, welche parallel zu der Achse verläuft, entlang derer der Kolben 28 und damit der bewegbare Permanentmagnet 32 verschoben wird. Diese beiden stationären Permanentmagneten 40, 42 sind zum bewegbaren Permanentmagneten 32 entgegengesetzt polarisiert, so dass das auf den Sensor 30 wirkende magnetische Feld des bewegbaren Permanentmagneten 32 immer verstärkt wird. Hierdurch entsteht eine Verbreiterung des nutzbaren magnetischen Feldes und eine Verschiebung des zweiten Maximums des magnetischen Feldes in Richtung 0. Somit wird der nutzbare lineare Messbereich jedoch erweitert, was zu genaueren Messwerten führt. Diese Verschiebung der magnetischen Feldstärke durch das Vorhandensein der stationären Permanentmagnete 40, 42 bei Bewegung des Kolbens ist in der Figur 3 dargestellt.

Diese beiden stationären Permanentmagnete 40, 42 sind an den beiden Seiten der Sensoren 30 möglichst nah angebracht. Insbesondere können Sie auf einer gleichen Platine 46 wie die Sensoren 30 angeordnet werden und sich somit innerhalb eines Fahrweges des Kolbens 28 beziehungsweise des bewegbaren Permanentmagneten befinden. In

diesem Fall reicht ein relativ kleines durch die stationären Permanentmagnete 40, 42 entstehendes Magnetfeld aus, welches beispielsweise etwa 3% der Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten 32 entspricht. Ein Vorteil dieser Anordnung ist auch, dass die stationären Permanentmagnete 40, 42 keinen messbaren Einfluss auf den bewegbaren Permanentmagneten 32 ausüben, wodurch das Kräftegleichgewicht am Kolben 28 beeinflusst werden könnte. Die Platine 46 ist dabei auf einen Gehäuseblock 52 aus Aluminium angeordnet, der Teil des Gehäuses 27 ist und welcher einerseits eine gute Wärmeleitung aufweist und so zur Kühlung oder Erwärmung genutzt werden kann und andererseits nicht magnetisch ist, so dass eine Magnetisierung durch die Permanentmagnete 40, 42 entfällt.

Es kann jedoch notwendig sein, die stationären Permanentmagnete 40, 42 mit einem Abstand zur Platine 46 und damit den auf der Platine 46 angeordneten elektronischen Bauteilen anzuordnen. Dies hat zur Folge, dass, um dennoch eine Verschiebung des magnetischen Feldes zu erreichen, stationäre Permanentmagnete 40, 42 mit einer größeren Feldstärke verwendet werden müssen, da diese einen größeren Abstand zu den Sensoren aufweisen und sich beispielsweise außerhalb des Fahrweges des bewegbaren Magneten 32 befinden. Die Feldstärke dieser Magneten 40, 42 kann beispielsweise 70% der Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten 32 betragen. Dies hat zur Folge, dass magnetische Anziehungs- und Abstoßungskräfte auf den bewegbaren Permanentmagneten 32 wirken, die eine Kolbenverschiebung zur Folge haben, wodurch die Regelung des Durchflussmessers 10 beeinflusst wird.

Um dies zu vermeiden, werden an der zu den Sensoren 30 entgegengesetzten Seite des Kolbens 28 ein dritter stationärer Permanentmagnet 48 und ein vierter stationärer Permanentmagnet 50 am Gehäuse 27 auf die Messkammer 26 wirkend angeordnet. Diese werden derart angeordnet, dass auf der Bewegungsachse 45 des bewegbaren Permanentmagneten 32 das magnetische Feld des ersten und zweiten

stationären Permanentmagneten 40, 42 exakt ausgeglichen wird, also entlang dieser Achse die durch die vier stationären Permanentmagneten 40, 42, 48, 50 resultierende magnetische Kraft null ist. Dies kann beispielsweise durch eine achssymmetrische Anordnung zur Bewegungsachse 45 des bewegbaren Permanentmagneten 32 bei gleicher Feldstärke und Polung erfolgen. Das auf die Sensoren 30 wirkende magnetische Feld des ersten und zweiten stationären Permanentmagneten 40, 42 bleibt jedoch aufgrund des geringeren Abstandes dieser Permanentmagnete im Vergleich zum dritten und vierten Permanentmagnet 48, 50 zu den Sensoren 30 weitestgehend erhalten. Diese alternative Anordnung der Permanentmagnete ist in der Figur 2 lediglich gestrichelt dargestellt und bildet eine alternative Anordnung zu den fett dargestellten Permanentmagneten 40, 42 des ersten beschriebenen Ausführungsbeispiels.

Ein derartig ausgebildeter Druckdifferenznehmer liefert sehr exakte Messwerte, wodurch auch die Messung des Durchflussmessgerätes verbessert wird, da der Einfluss störender äußerer Magnetfelder überraschenderweise stark reduziert wird und andererseits der für eine exakte Messung zur Verfügung stehende lineare Bereich der Sensoren 30 beziehungsweise des sich ändernden magnetischen Feldes deutlich vergrößert wird, wodurch die Genauigkeit erhöht wird. Auf eine zusätzliche magnetische Abschirmung kann auf diese Weise verzichtet werden.

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 können die Magnetfelder gegebenenfalls durch eine unterschiedliche Anzahl und Anordnung stationärer Permanentmagnete erzeugt werden.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät mit einem Gehäuse (27), einer Messkammer (26), die im Gehäuse (27) ausgebildet ist, einem Kolben (28), der in der Messkammer (26) axial verschiebbar angeordnet ist, einem Permanentmagneten (32), der im Kolben (28) angeordnet und mit dem Kolben (28) bewegbar ist und zumindest einem magnetoresistiven Sensor (30), der eine magnetische Feldänderung in Bewegungsrichtung des bewegbaren Permanentmagneten (32) misst,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein stationärer Permanentmagnet (40; 42) im Gehäuse (27) angeordnet ist, dessen magnetisches Feld auf den magnetoresistiven Sensor (30) ausschließlich in Bewegungsrichtung des Kolbens (28) wirkt.

2. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass zwei stationäre Permanentmagnete (40, 42) im Gehäuse (27) angeordnet sind, die auf einer gemeinsamen Achse (44) mit dem zumindest einen magnetoresistiven Sensor (30) angeordnet sind, die parallel zur Bewegungsachse (45) des bewegbaren Permanentmagneten (32) verläuft, wobei der erste stationäre Permanentmagnet (40) an einer ersten Seite des zumindest einen magnetoresistiven Sensors (30) angeordnet ist und der zweite stationäre Permanentmagnet (42) an der gegenüberliegenden Seite des zumindest einen magnetoresistiven Sensors (30) angeordnet ist.

3. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden stationären Permanentmagnete (40, 42) zum bewegbaren Permanentmagnet (32) entgegengesetzt gepolt sind.
4. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
mehrere magneto-resistive Sensoren (30) auf der Achse zwischen den beiden stationären Permanentmagneten (40, 42) angeordnet sind.
5. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden stationären Permanentmagnete (40, 42) einen Abstand zueinander aufweisen, der zumindest dem maximalen Verfahrweg des bewegbaren Permanentmagneten (32) entspricht.
6. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein dritter stationärer Permanentmagnet (48) und ein vierter stationärer Permanentmagnet (50) an der zum ersten stationären Permanentmagneten (40) und zweiten stationären Permanentmagneten (42) gegenüberliegenden Seite des Kolbens (28) angeordnet sind, und welche ein resultierendes magnetisches Feld erzeugen, welches dem resultierenden magnetischen Feld des ersten stationären Permanentmagneten (40) und des zweiten stationären Permanentmagneten (42) auf der Bewegungsachse (45) des bewegbaren Permanentmagneten (32) bezüglich der Größe des

Magnetfeldes entspricht und eine entgegengesetzte Orientierung aufweist.

7. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste stationäre Permanentmagnet (40) und der zweite stationäre Permanentmagnet (42) innerhalb des Fahrweges des bewegbaren Permanentmagneten (32) angeordnet sind und ein magnetisches Feld erzeugen, welches auf Höhe der Bewegungsachse (45) des bewegbaren Permanentmagneten (32) kleiner ist als 5% der maximalen Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten (32).
8. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste stationäre Permanentmagnet (40) und der zweite stationäre Permanentmagnet (42) auf einer Platine (46) angeordnet sind, auf der die magnetoresistiven Sensoren (30) angeordnet sind.
9. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der erste stationäre Permanentmagnet (40) und der zweite stationäre Permanentmagnet (42) an einem Gehäuseblock (52) des Gehäuses (27) befestigt sind, auf dem die Platine (46) befestigt ist.
10. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Gehäuseblock (52) aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung ist.

11. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Feldstärke des ersten stationären Permanentmagneten (40) und des zweiten stationären Permanentmagneten (42) 1% bis 90% der Feldstärke des bewegbaren Permanentmagneten (32) entspricht.

12. Druckdifferenzaufnehmer für ein Durchflussmessgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der oder die magnetoresistiven Sensoren (30) unipolare Sensoren sind.

13. Durchflussmessgerät zur Messung zeitlich aufgelöster Durchflussvorgänge mit
einem Einlass (12),
einem Auslass (14),
einem antreibbaren Verdrängerzähler (18),
einer Umgehungsleitung (22), über die der Verdrängerzähler (18) umgehbar ist
einem Druckdifferenzaufnehmer (24), der in der Umgehungsleitung (22) angeordnet ist
und einer Auswerte- und Steuereinheit (34), über die der antreibbare Verdrängerzähler (18) in Abhängigkeit der am Druckdifferenzaufnehmer (24) anliegenden Druckdifferenz regelbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Druckdifferenzaufnehmer (24) ein Druckdifferenzaufnehmer nach einem der vorhergehenden Ansprüche ist.

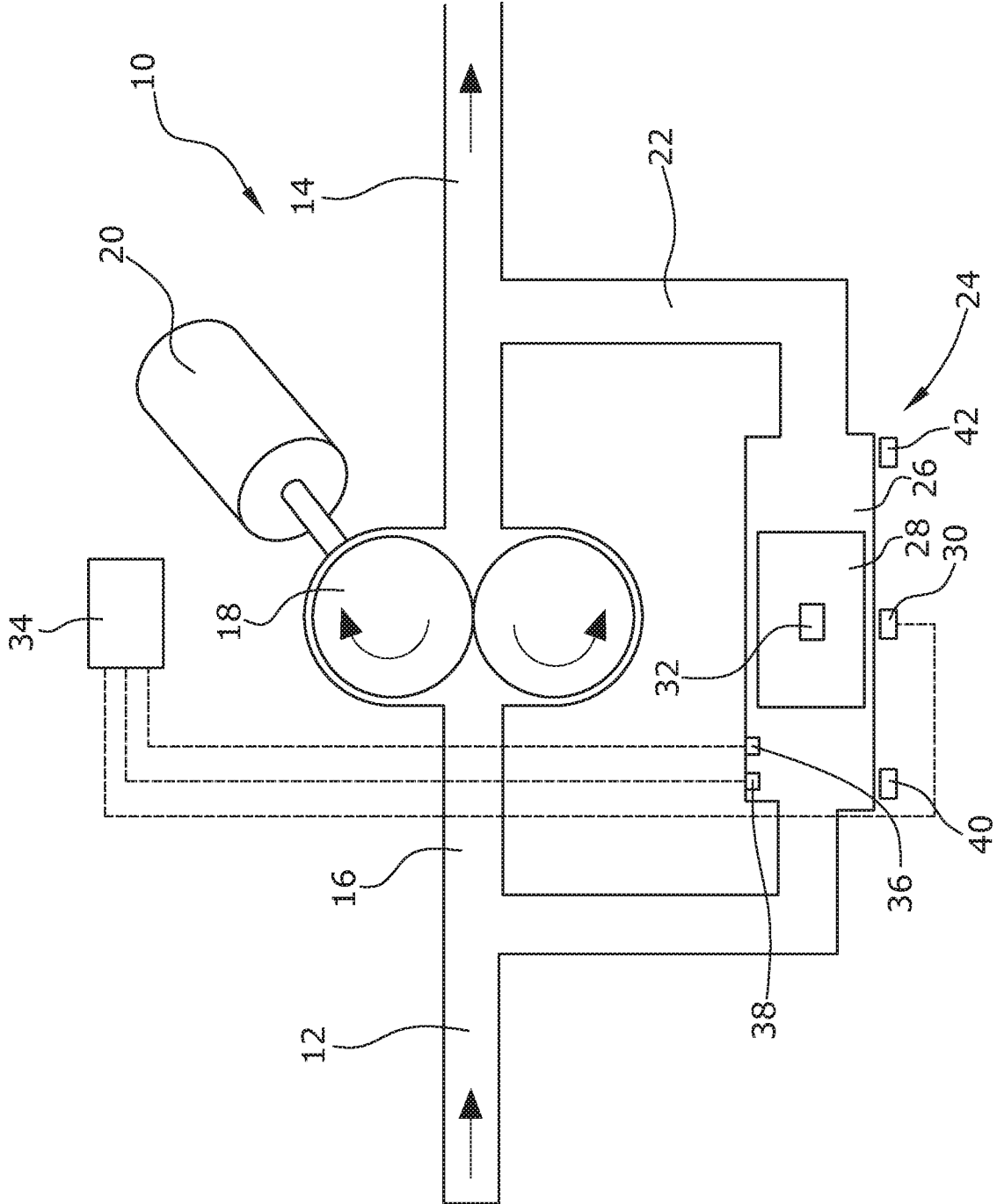


Fig.1

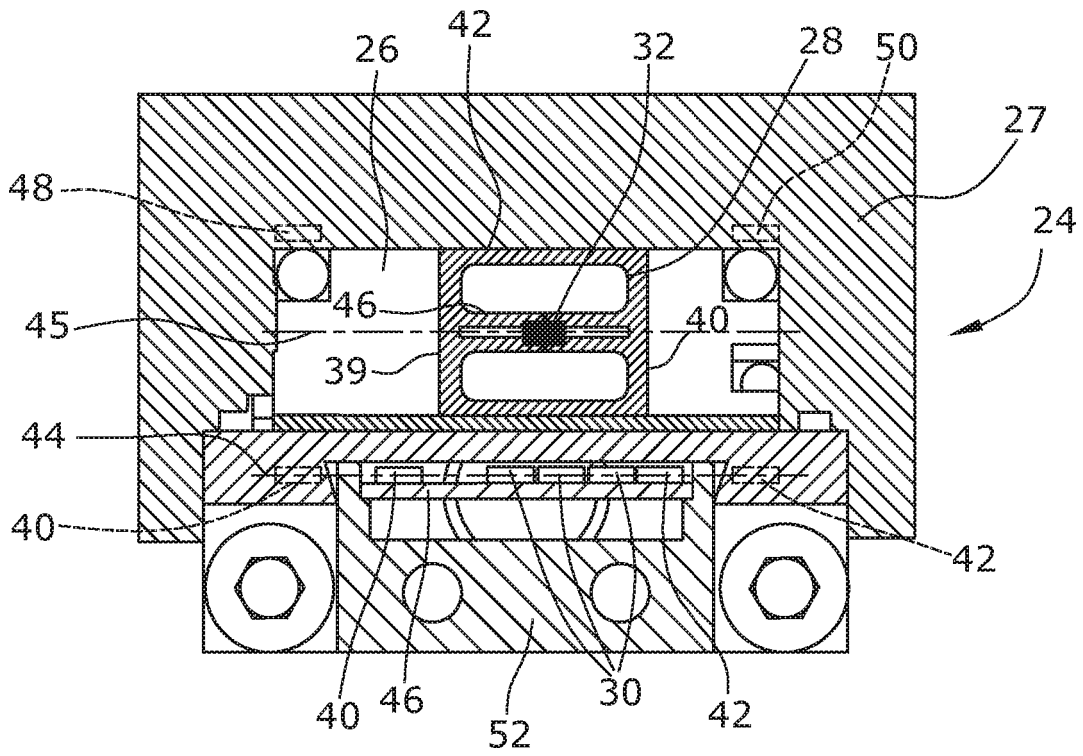


Fig.2

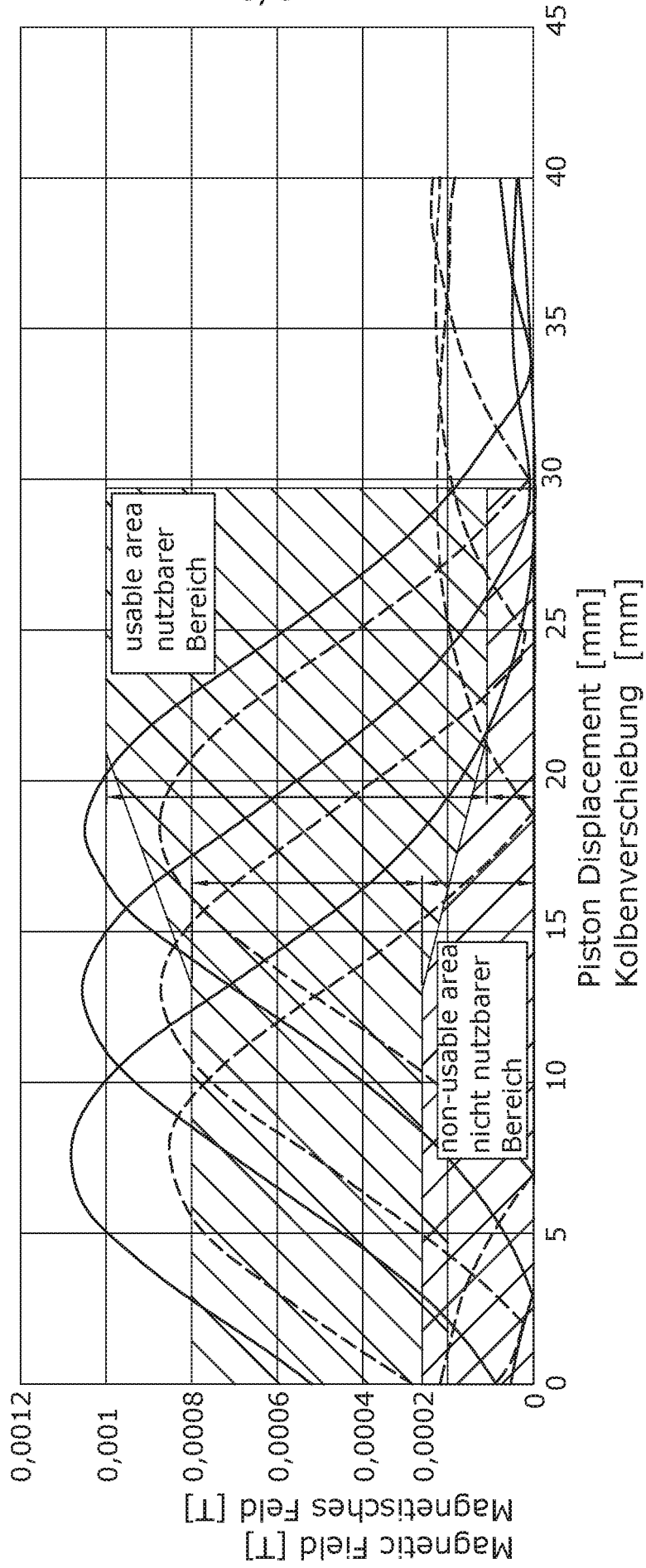


Fig.3