



(10) **DE 10 2019 133 598 A1** 2021.06.10

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 133 598.1**  
(22) Anmeldetag: **09.12.2019**  
(43) Offenlegungstag: **10.06.2021**

(51) Int Cl.: **G01F 11/06 (2006.01)**  
**G01F 15/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch  
das Bundesministerium für Wirtschaft und  
Energie, dieses vertreten durch den Präsidenten  
der Physikalischen Bundesanstalt, 38116  
Braunschweig, DE**

(72) Erfinder:  
**Kramer, Rainer, Dr., 38112 Braunschweig, DE**

(74) Vertreter:  
**Gramm, Lins & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte PartGmbB, 38122 Braunschweig,  
DE**

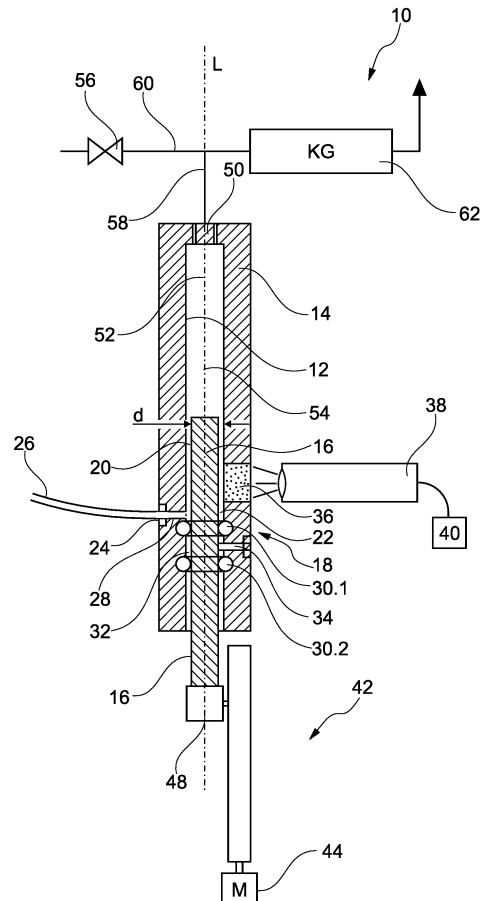
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	102 28 025	B3
DE	10 2015 201 444	A1
DE	10 2018 106 061	A1
EP	0 370 487	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung und zuzuordnendes Verfahren**



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung (10) mit (a) einem Zylinder (12), (b) einem Kolben (16), der im Zylinder (12) läuft, (c) einer Dichtung (18), die Kolben (16) und Zylinder (12) gegeneinander abdichtet, und (d) einem Ringspalt (20) oberhalb der Dichtung (18) zwischen Zylinder (12) und Kolben (16), wobei (e) im Ringspalt (20) eine Flüssigkeit (22) vorhanden ist.

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung mit (a) einem Zylinder, (b) einem Kolben, der im Zylinder läuft, (c) einer Dichtung, die Kolben und Zylinder gegeneinander abdichtet, und (d) einem Ringspalt oberhalb der Dichtung zwischen Zylinder und Kolben. Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Messen oder Erzeugen eines vorgegebenen Durchflusses.

**[0002]** Das Erzeugen eines Durchflusses eines Fluids, insbesondere eines Gases, findet beispielsweise bei der Herstellung von Prüfgasen Anwendung. Prüfgase werden beispielsweise dazu verwendet, um Messgeräte zu kalibrieren. Beispielsweise besteht ein Prüfgas aus Luft und einem geringen Anteil an Schwefeldioxid. Die Genauigkeit, mit der die Messgeräte kalibriert werden können, hängt damit an der Genauigkeit, mit der eine Konzentration eines Gases in einem Gasstrom eingestellt werden kann. Dies, um so das Prüfgas zu erhalten, wiederum erfordert möglichst genaue Vorrichtungen zum Erzeugen eines Durchflusses.

**[0003]** Die erreichbare Messunsicherheit steigt mit abnehmendem Durchfluss an. Sollen in anderen Worten besonders kleine Durchflüsse realisiert werden, ist dies im Moment nur mit vergleichsweise großen Messunsicherheiten möglich. Das Gleiche gilt für die Messung von Durchflüssen.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, Nachteile im Stand der Technik zu vermindern.

**[0005]** Die Erfindung löst das Problem durch eine gattungsgemäße Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung, die eine Flüssigkeits-Zuführung aufweist, die ausgebildet ist zum Zuführen einer Flüssigkeit in den Ringspalt. Die Erfindung löst das Problem zudem durch eine gattungsgemäße Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung, bei der im Ringspalt eine Flüssigkeit angeordnet ist.

**[0006]** Gemäß einem zweiten Aspekt löst die Erfindung das Problem durch ein Verfahren zum Messen oder Erzeugen eines vorgegebenen Durchflusses mit den Schritten: (i) automatisches Überwachen der Flüssigkeit auf Blasen und (ii) automatisches Ausgeben einer Warnmeldung, wenn Blasen erkannt werden.

**[0007]** Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass häufig eine geringere Messunsicherheit, insbesondere bei der Erzeugung oder Messung kleiner Durchflüsse von beispielsweise weniger als 100 ml pro Minute ermöglicht wird. Der Grund dafür ist, dass eine etwaige Temperaturänderung dazu führt, dass sich die Flüssigkeit ausdehnt. Allerdings hat eine Flüssigkeit in al-

ler Regel eine höhere Wärmekapazität als ein Gas, das ansonsten im Ringspalt vorhanden wäre. Daher führt eine Temperaturänderung nur zu einer geringeren Änderung des effektiven Volumens des Raums, der im Zylinderformkolben begrenzt wird.

**[0008]** Vorteilhaft ist zudem, dass durch die Flüssigkeit im Ringspalt oft eine bessere Wärmeabfuhr der Reibungswärme ermöglicht wird, die andernfalls eine lokale Temperaturerhöhung des Gases bewirken kann, was eine Unsicherheitsquelle darstellt.

**[0009]** Ist die Flüssigkeit - was eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellt - durchsichtig und/oder transparent, so führt ein Übertreten von Gas in den Hubbereich, also den Bereich des Zylinders, der vom Kolben begrenzt wird, zu Blasen, die beobachtbar sind. Es ist daher möglich - und gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen - dass, insbesondere automatisch, das Vorliegen von Blasen erfasst wird. Werden keine Blasen erfasst, kann davon ausgegangen werden, dass kein Gas an der Dichtung vorbei in den Hubbereich des Zylinders gelangt. Diese Quelle einer systematischen Messunsicherheit kann daher drastisch verringert oder gar ausgeschlossen werden.

**[0010]** Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter dem Zylinder ein Hohlraum verstanden, der zumindest abschnittsweise im zylinderförmig ist, d. h., dass er einen kreisförmigen Querschnitt hat. Selbstverständlich muss der Zylinder nicht im streng mathematischen Sinne zylinderförmig sein, insbesondere sind Abweichungen von der idealen mathematischen Zylindergestalt in der Regel unvermeidlich. Zudem kann der Zylinder Bereiche aufweisen, die nicht zylinderförmig sind, beispielsweise einen Zylinderkopf. Der Zylinder ist in einem Zylindergehäuse ausgebildet.

**[0011]** Unter dem Kolben wird insbesondere ein Bauteil verstanden, das sich im Zylinder so bewegt, dass eine Volumenänderung des Hubbereichs abhängig ist von einer Querschnittsfläche des Kolbens und dessen Hub. Es ist günstig, nicht aber notwendig, wenn der Zylinder eine ebene Zylinderoberfläche hat, die dem Bereich des Zylinders zugewandt ist, der vom Zylinder begrenzt wird. Durch Hin- und Herbewegen des Kolbens verändert sich der vom Kolben begrenzte Zylinderraum.

**[0012]** Unter der Dichtung wird insbesondere ein Bauteil verstanden, das einen Fluidstrom zwischen Kolben und Zylinder am Kolben vorbei verhindert, so dass kein Fluid in den Bereich des Zylinders, der vom Kolben begrenzt wird, einströmen kann.

**[0013]** Unter dem Ringspalt wird der Spalt zwischen dem Kolben und dem Zylinder verstanden. Es ist

möglich, nicht aber notwendig, dass dieser Spalt im mathematischen Sinne ringförmig ist. Beispielsweise ist es theoretisch möglich, dass der Kolben auf seiner Außenseite eine Struktur aufweist, sodass der Ringspalt auf seiner Außenseite vom zylinderförmigen Zylinder begrenzt wird, auf seiner Innenseite jedoch von einer nicht-zylinderförmigen Fläche, die theoretisch jede beliebige Form annehmen könnte. In der Regel ist es jedoch günstig, wenn der Kolben auf seiner Außenseite ebenfalls zylinderförmig ist.

**[0014]** Die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung weist vorzugsweise eine Fluidzuführvorrichtung und eine Fluidabführvorrichtung auf, die so ausgebildet sind, dass Fluid, insbesondere Gas, stets nur durch die Fluidzuführvorrichtung in den Zylinder einströmt und durch die Fluidabführvorrichtung aus dem Zylinder ausströmt.

**[0015]** Vorzugsweise ist die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung ausgebildet zum Messen und/oder Erzeugen eines Durchflusses mit einer Unsicherheit von höchstens 0,2 % bei einem Durchfluss von 1 ml pro Minute, insbesondere bei einem Durchfluss von 0,1 ml pro Minute. Die Messsicherheit ist meist größer als 0,01 %. Günstig ist es, wenn die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung zum Erzeugen eines Durchflusses von maximal 100 ml pro Minute ausgebildet ist. Zwar ist die Erfindung auch für größere Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtungen einsetzbar und vorteilhaft, bei diesen ist aber die Verbesserung der Messunsicherheit durch die Erfindung relativ gesehen weniger groß als bei Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtungen, die zum Erzeugen von Durchflüssen unterhalb von 100 ml pro Minute ausgebildet sind.

**[0016]** Unter der Flüssigkeits-Zuführung wird insbesondere eine Struktur verstanden, beispielsweise ein Kanal, mittels dem Flüssigkeit in den Ringspalt eingebracht werden kann. Vorzugsweise umfasst die Flüssigkeits-Zuführung einen Kanal, der im Ringspalt endet. In anderen Worten ist eine Flüssigkeits-Zuführung bevorzugt, mittels der Flüssigkeit in den Ringspalt zuführbar ist, ohne dass die Flüssigkeit in andere Bereiche des Zylinders eingebracht wird.

**[0017]** Vorzugsweise hat die Flüssigkeit bei 20°C einen Dampfdruck von höchstens 20 hPa. Beispielsweise handelt es sich bei der Flüssigkeit um Silikonöl. Für höchste Genauigkeiten kann als Flüssigkeit Quecksilber verwendet werden, was einen noch geringeren Dampfdruck hat.

**[0018]** Vorzugsweise besitzt die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung ein Fenster, das angeordnet ist zum Beobachten zumindest eines Teils des Ringspalts. Unter einem Fenster wird insbesondere eine Struktur verstanden, mittels der Licht, insbesondere sichtbares Licht, in den Lichtspalt glei-

tet und/oder Licht aus dem Lichtspalt nach außen geführt werden kann. Das Fenster ist so angeordnet, dass etwaige Blasen in der Flüssigkeit beobachtet werden können, sofern diese in einem beobachtbaren Bereich entstehen. Besonders günstig ist es, wenn das Fenster so groß ist, dass der beobachtbare Bereich zumindest die Hälfte, vorzugsweise zumindest drei Viertel, des gesamten Ringspalts beträgt. Dieser Anteil wird beispielsweise in Volumenprozenten gemessen.

**[0019]** Günstig ist es, wenn die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung ein zweites Fenster aufweist, das angeordnet ist zum Beobachten eines zweiten Teils des Ringspalts, der von einem ersten Teil des Ringspalts, der mittels des ersten Fensters beobachtbar ist, verschieden ist. Es ist in anderen Worten möglich, dass zwei, drei oder mehr Fenster vorhanden sind. Es ist aber auch möglich, dass ein, vorzugsweise großes, Fenster vorhanden ist.

**[0020]** Die geringe Messunsicherheit ist insbesondere dann erreichbar, wenn sichergestellt ist, dass kein Gas durch die Dichtung und die Flüssigkeit tritt und so in den vom Kolben begrenzten Bereich des Zylinders gelangt. Der vom Kolben begrenzte Hubbereich umfasst insbesondere den Hubraum der Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung. Um dies sicherzustellen, umfasst die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung vorzugsweise eine Kamera, die so angeordnet ist, dass Blasen in der Flüssigkeit und/oder an einer Oberfläche der Flüssigkeit erfassbar sind.

**[0021]** Besonders günstig ist es, wenn die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung zudem eine Auswerteeinheit aufweist, die mit der Kamera verbunden ist und ausgebildet ist zum automatischen Erkennen von Blasen in der Flüssigkeit oder an deren Oberfläche. Wenn sich in der Flüssigkeit eine Blase bildet, steigt der Pegel. Entsteht die Blase, so trägt sie zum Durchfluss bei oder wird als Durchfluss gemessen. So entsteht eine zusätzliche Unsicherheit beim Durchfluss. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird aus der Pegeländerung der Beitrag der Blase herausgerechnet.

**[0022]** Beispielsweise nimmt die Kamera in regelmäßigen Zeitabständen Bilder auf, beispielsweise zumindest einmal pro Sekunde. Die Auswerteeinheit erfasst diese Bilder und bearbeitet sie mittels eines Bilderkennungsverfahrens, mittels dem Blasen erkannt werden. Beispielsweise wird mittels des Bilderkennungsprogramms nach kreisförmigen Strukturen gesucht, insbesondere solchen, die sich nach oben bewegen.

**[0023]** Wird eine derartige Struktur erkannt, wird beispielsweise ein Warnsignal ausgegeben und/oder die entsprechenden Bilder werden gespeichert. Ein Be-

diener der Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung kann dann entscheiden, ob es sich tatsächlich um Blasen gehandelt hat und gegebenenfalls den Betrieb ändern oder die Messunsicherheit korrigieren, die für den jeweiligen Durchfluss angegeben wird.

**[0024]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung eine Pegel-Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Pegels der Flüssigkeit im Ringspalt. Günstig ist es, wenn die Auswerteeinheit ausgebildet ist zum automatischen zeitabhängigen Erfassen des Pegels. Erfasst die Pegel-Erfassungsvorrichtung eine Schwankung des Pegels, so wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform eine Meldung ausgegeben, die den zeitabhängigen Pegel kodiert. Bildet sich nämlich eine Blase in der Flüssigkeit, so resultiert ein zu großer Durchfluss. Aus der Pegeländerung kann der zusätzliche Durchfluss berechnet werden. Vorzugsweise wird der Durchfluss anhand der zeitabhängigen Veränderung des Pegels korrigiert.

**[0025]** Die Pegel-Erfassungsvorrichtung kann eine Kamera umfassen. Alternativ oder zusätzlich kann die Pegel-Erfassungsvorrichtung beispielsweise einen Triangulationssensor aufweisen.

**[0026]** Die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung umfasst vorzugsweise einen Antrieb zum Bewegen des Kolbens relativ zum Zylinder. Besonders günstig ist es, wenn dieser Antrieb einen Positionsmesser zum zeitabhängigen Messen der Position des Kolbens seitig zum Zylinder aufweist. Aus der Geschwindigkeit des Kolbens lässt sich dann automatisch der zeitabhängige Durchfluss berechnen, was eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens darstellt, wobei die Auswerteeinheit vorzugsweise zum automatischen Durchführen eines entsprechenden Verfahrens ausgebildet ist.

**[0027]** Günstig ist es, wenn ein Winkel zwischen einer Längsachse des Zylinders und einer vertikalen Geraden höchstens  $10^\circ$ , insbesondere höchstens  $5^\circ$ , beträgt. Besonders günstig ist es, wenn die Längsachse in möglichst guter Näherung vertikal ausgerichtet ist. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass der Flüssigkeitsspiegel der Flüssigkeit im Ringspalt um den Umfang des Ringspalts möglichst wenig variiert.

**[0028]** Günstig ist es, wenn die Dichtung ein oberes Dichtelement und ein unteres Dichtelement aufweist, wobei das obere Dichtelement auch erstes Dichtelement und das untere Dichtelement auch zweites Dichtelement genannt werden könnte. Günstig ist es zudem, wenn die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung eine Druckeinstelleinheit aufweist, die zum Halten eines Zwischenraum-Drucks im Zwi-

schenraum zwischen den Dichtelementen ausgebildet ist. Das Druckintervall ist vorzugsweise so gewählt, dass keine Flüssigkeit aus dem Ringspalt, der vom Kolben begrenzt ist, in den Zwischenraum gelangt.

**[0029]** Günstig ist es, wenn die Druckeinstelleinheit einen Fluidkanal aufweist, mittels dem Fluid, insbesondere Gas, in den Zwischenraum zwischen dem oberen Dichtelement und dem unteren Dichtelement leitbar ist.

**[0030]** Erfindungsgemäß ist zudem ein Durchflusnormal mit den Merkmalen von Anspruch 1. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter einem Durchflusnormal ein Normal verstanden, das zur Überwachung und Korrektur eines Messprozesses ausgebildet ist. Das Durchflusnormal umfasst eine Maßverkörperung in Form der Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung und einen zugehörigen Kalibrierschein.

**[0031]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

**Fig. 1** eine Querschnittszeichnung durch eine erfindungsgemäße Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung.

**[0032]** **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung 10, die einen Zylinder 12 in einem Zylindergehäuse 14, einen Kolben 16, der im Zylinder 12 läuft, eine Dichtung 18 sowie einen Ringspalt 20 aufweist. Der Ringspalt 20 ist der Bereich zwischen dem Kolben 16 und dem Zylinder 12. Der Kolben 16 hat eine Längsachse L und einen Durchmesser d, der beispielsweise zwischen  $d = 1$  Millimeter und  $d = 10$  Millimeter betragen kann. Die Längsachse L verläuft vertikal.

**[0033]** Im Ringspalt 20 ist eine Flüssigkeit 22 angeordnet, bei der es sich im vorliegenden Fall um Silikonöl handelt. Beispielsweise ist das Silikonöl Polydimethylsiloxan.

**[0034]** Silikonöle sind klare, farblose, ungiftige, neutrale, geruchslose, geschmackslose, chemisch inerte, hydrophobe Flüssigkeiten mit einer Molekülmasse von 162 bis 150.000 Gramm pro Mol, einer Dichte von 0,76 bis 1,07 Gramm pro Kubikzentimeter und einer Viskosität zwischen 0,6 bis 1 000 000 mPa·s (Millipascalsekunden). Das Silikonöl könnte auch als Diorganopolysiloxan bezeichnet werden und ist ein polymerisiertes Siloxan mit organischen Seitenketten. Es ist möglich, nicht aber notwendig, dass das Silikonöl aus nur einer Verbindung aufgebaut ist. Insbesondere ist es möglich, dass das Silikonöl eine Mischung aus verschiedenen Diorganopolysiloxanen ist.

**[0035]** Die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung 10 besitzt eine Flüssigkeits-Zuführung

**24**, die beispielsweise mit einem Schlauch **26** oder einer sonstigen Fluidquelle verbunden werden kann. Die Flüssigkeits-Zuführung **24** umfasst einen Kanal **28**, der in den Ringspalt **20** übergeht, sodass Flüssigkeit **22** durch den Kanal **28** in den Ringspalt **20** einfüllbar ist.

**[0036]** Die Dichtung **18** umfasst ein erstes Dichtelement **30** und ein zweites Dichtelement **30**. Zwischen den beiden Dichtelementen **30**, **30.2** befindet sich ein Zwischenraum **32**. Mittels eines Fluidkanals **34** im Zylindergehäuse **14** kann ein Zwischenraum-Druck  $p_{32}$  so verändert werden, dass er in einem vorgegebenen Druckintervall  $I = [p_{32,min}, p_{32,max}]$  bleibt. Das Druckintervall  $I$  ist so gewählt, dass keine Gasblasen in der Flüssigkeit **22** entstehen. Es ist jedoch vorzugsweise so hoch, dass keine Flüssigkeit in den Zwischenraum gelangt..

**[0037]** Die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung besitzt ein Fenster **36**, das beispielsweise aus Glas oder Plexiglas besteht und das einen Blick auf die Flüssigkeit **22** im Ringspalt **20** erlaubt. Eine Kamera **38** ist so relativ zum Fenster **36** angeordnet, das etwaig vorhandene Blasen in der Flüssigkeit **22** aufgenommen werden. Die Kamera **38** ist mit einer Auswerteeinheit **40** verbunden, die auch Teil der Kamera **38** sein kann, und die von der Kamera **38** aufgenommenen Bilder erfasst.

**[0038]** Die Auswerteeinheit **40** umfasst eine Recheneinheit, die ausgebildet ist zum Durchführen eines Bilderkennungsverfahrens, mittels dem etwaige Blasen in der Flüssigkeit **22** erkannt werden. Ist dies der Fall, gibt die Auswerteeinheit **40** ein Signal aus. Es kann sich bei diesem Signal um ein vom Menschen wahrnehmbares Signal handeln, beispielsweise ein optisches und/oder akustisches Signal. Alternativ ist das Warnsignal lediglich von Maschinen wahrnehmbar, beispielsweise handelt es sich dann um ein elektrisches oder elektromagnetisches Signal.

**[0039]** Die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung besitzt einen Antrieb **42**, der beispielsweise durch einen Kugelgewindeantrieb gebildet ist. Diese Ausführungsform ist exemplarisch in **Fig. 1** gezeigt. In diesem Fall umfasst der Antrieb **42** einen Elektromotor **44** und einen Kugelgewindetrieb **46**. An einem Abtriebsteil **48** des Antriebs **42** ist der Kolben **16**, der auch als Kolbenstange bezeichnet werden könnte, befestigt.

**[0040]** Im Betrieb wird durch eine Einströmöffnung **50** zunächst ein Fluid, insbesondere ein Gas **52** angesaugt, indem der Kolben **16** so bewegt wird, dass sich ein vom Kolben **16** begrenzter Raum **54** vergrößert. Nachfolgend wird der Kolben **16** mit einer definierten Geschwindigkeit  $v$  so bewegt, dass sich der Raum **54** verkleinert und dadurch ein Durchfluss **D** durch eine Fluidabfuhrvorrichtung **58** abgegeben

wird. Dieser Durchfluss an Gas **52** wird beispielsweise mit einem Verdünnungsgas **60** gemischt und einem zu kalibrierenden Prüfling **62** zugeführt.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung
<b>12</b>	Zylinder
<b>14</b>	Zylindergehäuse
<b>16</b>	Kolben
<b>18</b>	Dichtung
<b>20</b>	Ringspalt
<b>22</b>	Flüssigkeit
<b>24</b>	Flüssigkeits-Zuführung
<b>26</b>	Schlauch
<b>28</b>	Kanal
<b>30</b>	Dichtelement
<b>32</b>	Zwischenraum
<b>34</b>	Fluidkanal
<b>36</b>	Fenster
<b>38</b>	Kamera
<b>40</b>	Auswerteeinheit
<b>42</b>	Antrieb
<b>44</b>	Elektromotor
<b>46</b>	Kugelgewindetrieb
<b>48</b>	Abtriebsteil
<b>50</b>	Einströmöffnung
<b>52</b>	Gas
<b>54</b>	Raum
<b>56</b>	Ventil
<b>58</b>	Fluidabfuhrvorrichtung
<b>60</b>	Verdünnungsglas
<b>62</b>	Prüfling
<b>d</b>	Durchmesser
<b>D</b>	Durchfluss
<b>I</b>	Druckintervall
<b>L</b>	Längsachse
<b>p<sub>32</sub></b>	Zwischenraum-Druck
<b>v</b>	Geschwindigkeit

**Patentansprüche**

1. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung (10) mit

- (a) einem Zylinder (12),
- (b) einem Kolben (16), der im Zylinder (12) läuft,
- (c) einer Dichtung (18), die Kolben (16) und Zylinder (12) gegeneinander abdichtet, und
- (d) einem Ringspalt (20) oberhalb der Dichtung (18) zwischen Zylinder (12) und Kolben (16), **gekennzeichnet durch**
- (e) eine Flüssigkeit (22) im Ringspalt (20).

2. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung (10) gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Flüssigkeits-Zuführung (24), die ausgebildet ist zum Zuführen einer Flüssigkeit (22) in den Ringspalt (20).

3. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Dampfdruck der Flüssigkeit (22) bei 20°C höchstens 20 hPa beträgt.

4. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- (a) zumindest ein Fenster (36), das angeordnet ist zum Beobachten eines Teils des Ringspalts (20) und/oder ein zweites Fenster (36), das angeordnet ist zum Beobachten eines zweiten Teils des Ringspalts (20), und
- (b) eine Kamera (38), mittels der Blasen in der Flüssigkeit (22) und/oder an einer Oberfläche der Flüssigkeit (22) erfassbar sind, und
- (c) eine Auswerteeinheit (40), die ausgebildet ist zum automatischen Erkennen von Blasen in der Flüssigkeit (22) und/oder an der Oberfläche.

5. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- (a) eine Pegel-Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Pegels der Flüssigkeit im Ringspalt (20),
- (b) wobei die Auswerteeinheit (40), die ausgebildet ist zum automatischen zeitabhängigen Erfassen des Pegels.

6. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

- (a) einen Antrieb (42) zum Bewegen des Kolbens (16) relativ zum Zylinder (12),
- (b) wobei die Auswerteeinheit (40) ausgebildet ist zum automatischen Bestimmen des Durchflusses (D) aus einer Bewegungsgeschwindigkeit des Kolbens (16) relativ zum Zylinder (12).

7. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **da-**

**durch gekennzeichnet**, dass ein Winkel zwischen einer Längsachse des Zylinders (12) und einer vertikalen Geraden höchstens 10°, insbesondere höchstens 5°, beträgt

8. Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- (a) die Dichtung (18) ein oberes Dichtelement (30) und ein unteres Dichtelement (30) aufweist und dass
- (b) die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung eine Druckeinheit mit einem Zwischenraum (32) zwischen den Dichtelementen (30) zum Halten eines Zwischenraum-Drucks ( $p_{32}$ ) im Zwischenraum (32) in einem vorgegebenen Druckintervall (I) aufweist, und/oder dass
- (c) die Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung einen Fluidkanal (34), mittels dem Fluid in den Zwischenraum (32) zwischen dem oberen Dichtelement (30) und dem unteren Dichtelement (30) leitbar ist, aufweist.

9. Verfahren zum Messen oder Erzeugen eines vorgegebenen Durchflusses (D), mit den Schritten:

- (i) Bereitstellen einer Durchflussmess- und/oder -erzeugungsvorrichtung (10) mit
  - (a) einem Zylinder (12),
  - (b) einem Kolben (16), der im Zylinder (12) läuft,
  - (c) einer Dichtung (18), die Kolben (16) und Zylinder (12) gegeneinander abdichtet, und
  - (d) einem Ringspalt (20) oberhalb der Dichtung (18) zwischen Zylinder (12) und Kolben (16),
  - (e) einer Flüssigkeit (22), die im Ringspalt (20) angeordnet ist,
- (ii) Bewegen des Kolbens (16) relativ zum Zylinder (12) mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit (v), so dass ein vorgegebener Durchfluss (D) erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

- (i) automatisches Überwachen der Flüssigkeit (22) auf Blasen und
- (ii) automatisches Ausgeben einer Warnmeldung, wenn Blasen erkannt werden.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

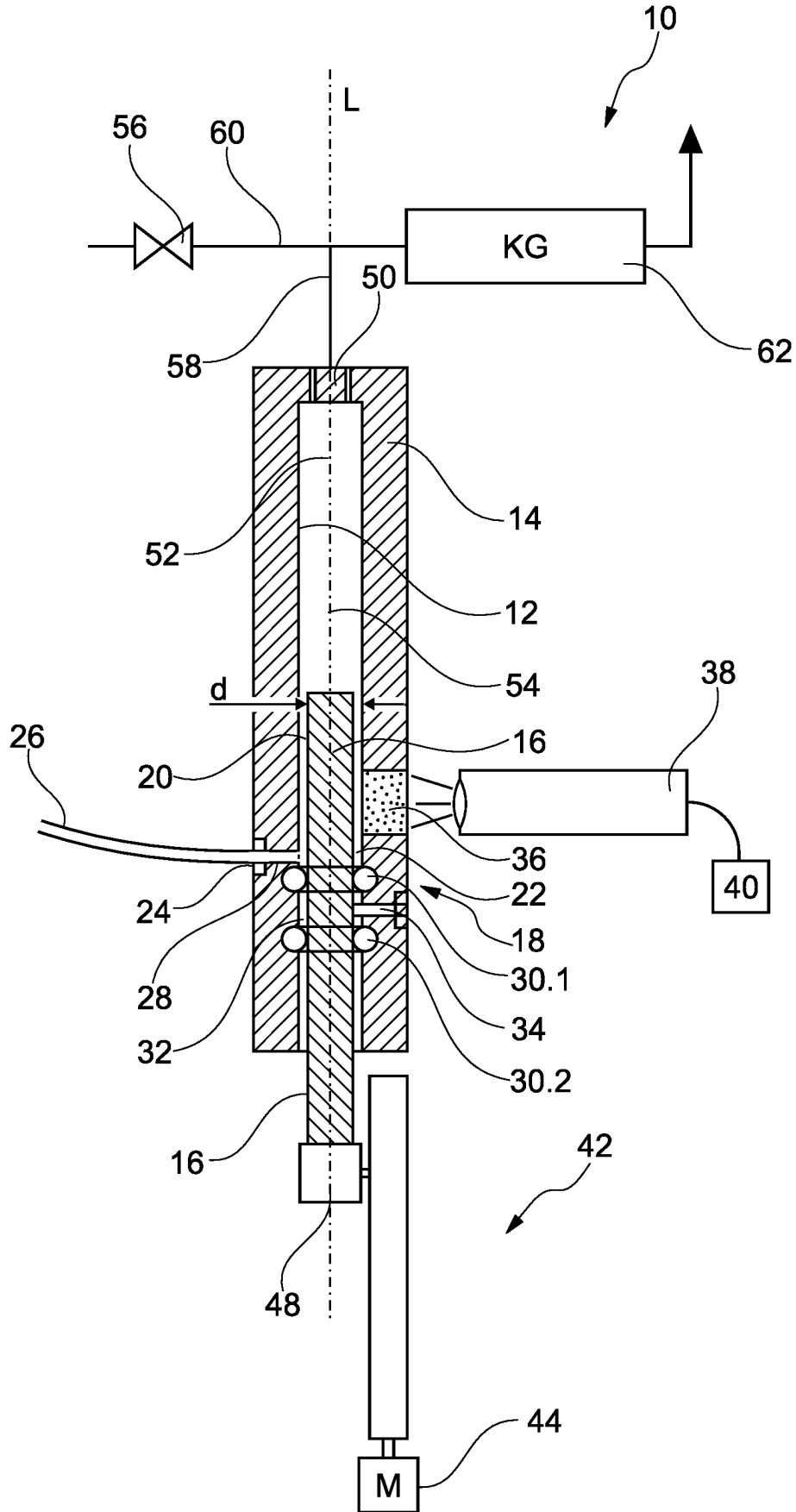


Fig. 1