

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50995/2020
(22) Anmeldetag: 16.11.2020
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2022

(51) Int. Cl.: **G05D 7/06** (2006.01)

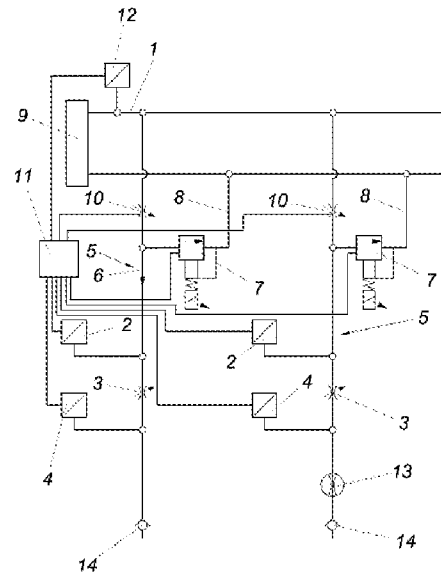
(56) Entgegenhaltungen:
DE 3700898 A1
DE 102005006355 A1
DE 102005051482 A1

(71) Patentanmelder:
Hainzl Industriesysteme GmbH
4020 Linz (AT)

(74) Vertreter:
Hübscher & Partner Patentanwälte GmbH
4020 Linz (AT)

(54) **Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung**

(57) Es wird eine Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung (1) mit einem Drucksensor (2) zur Messung der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz beschrieben. Um trotz einer einfachen und robusten Regelung ein variierbares und dennoch exaktes Dosieren von kleinen Volumenströmen aus Hochdruckleitungen (1) zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass von der Hochdruckleitung (1) eine Dosierleitung (5) abzweigt ist, in der eine Wendeldrossel (3) als Abgabeventil vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung (6) ein steuerbares Überdruckventil (7) vorgelagert ist, wobei dem Überdruckventil (7) in Strömungsrichtung (6) der Dosierleitung (5) ein Mengenregelventil (10) vorgelagert ist.



Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung (1) mit einem Drucksensor (2) zur Messung der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz beschrieben. Um trotz einer einfachen und robusten Regelung ein variierbares und dennoch exaktes Dosieren von kleinen Volumenströmen aus Hochdruckleitungen (1) zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass von der Hochdruckleitung (1) eine Dosierleitung (5) abgezweigt ist, in der eine Wendeldrossel (3) als Abgabeventil vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung (6) ein steuerbares Überdruckventil (7) vorgelagert ist, wobei dem Überdruckventil (7) in Strömungsrichtung (6) der Dosierleitung (5) ein Mengenregelventil (10) vorgelagert ist.

(Fig.)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung mit einem Drucksensor zur Messung der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz.

Aus der DE3700898A1 ist eine Vorrichtung zur Dosierung von Volumenströmen eines Mediums bekannt. Die Vorrichtung weist hierzu ein Mengenregelventil als Abgabeventil auf, das den Volumenstrom des durch das Abgabeventil strömenden Mediums regelt. Hierzu wird mithilfe eines Druckdifferenzsensors die durch das Abgabeventil erzeugte Druckdifferenz im Medium gemessen, wodurch auf den Istabgabevolumenstrom geschlossen werden kann. Dieser Istabgabevolumenstrom wird mit einem vorgebbaren Sollabgabevolumenstrom verglichen. Bei einer Differenz dieser Abgabevolumenströme wird der Ventilkolben des Abgabeventils zur Minimierung der Differenz angesteuert. Da der Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und daraus resultierendem Abgabevolumenstrom allerdings von der von Druck und Temperatur beeinflussten Viskosität abhängig ist, müssen neben den Drucksensoren vor und nach dem Abgabeventil auch Temperatursensoren vorgesehen sein, um eine exakte Dosierung von viskosen Medien zu ermöglichen. Weiter ergibt sich der Nachteil, dass das Abgabeventil vor allem bei sich ändernden Sollabgabevolumenströmen bzw. versorgungsseitigen Druckbedingungen einer erhöhten Abnutzung ausgesetzt ist, was zu einer ungenauen Dosierung führt, wenn das Abgabeventil nicht ständig gewartet wird. Hinzu kommt der Nachteil, dass vor allem bei einem Abzweigen von Abgabevolumenströmen aus einer unter hohem Druck stehenden Leitungen die minimalen Abgabevolumenströme durch die minimale Stellzeit des Abgabeventils begrenzt ist.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art vorzuschlagen, die trotz einfacher und robuster Regelung ein variierbares und dennoch exaktes Dosieren von kleinen Volumenströmen aus Hochdruckleitungen ermöglicht.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass von der Hochdruckleitung eine Dosierleitung abzweigt ist, in der eine Wendeldrossel als Abgabeventil vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung ein steuerbares Überdruckventil vorgelagert ist, wobei dem Überdruckventil in Strömungsrichtung der Dosierleitung ein Mengenregelventil vorgelagert ist. Die erfindungsgemäße Wendeldrossel als Abgabeventil ermöglicht für eine definierte Druckdifferenz eine exakte Dosierung von sehr kleinen Abgabevolumenströmen. Die Druckdifferenz wird dabei jedoch nicht durch die Regelung der Wendeldrossel eingestellt, sondern über ein robustes steuerbares Überdruckventil, das der Wendeldrossel in der Dosierleitung in Strömungsrichtung vorgelagert ist. Auf diese Weise kann die Wendeldrossel mit dem entsprechenden viskosen Medium bei definierter Temperatur voreingestellt werden, wobei für bestimmte Druckdifferenzen der entsprechende Abgabevolumenstrom bestimmt wird. Zur Bestimmung der Druckdifferenz in der Dosierleitung vor und nach der Wendeldrossel kann beispielsweise je ein Drucksensor vor und nach der Wendeldrossel angeordnet sein und aus beiden Messwerten die Druckdifferenz bestimmt werden. Weil beim Dosieren kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung in ein abgabeseitiges Fluid, der Druck im abgabeseitigen Fluid als konstant angenommen werden kann, ist zur Bestimmung der Druckdifferenz aber nur ein Drucksensor vor der Wendeldrossel notwendig, wenn der Druck im abgabeseitigen Fluid bekannt ist. Beim viskosen Medium kann es sich beispielsweise um Öl handeln, das einem Fluid, beispielsweise Wasser, zudosiert wird. Da die Wendeldrossel beim Dosieren unterschiedlicher Volumenströme nicht verstellt wird, sondern in der Referenzstellung, in der der Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und Abgabevolumenstrom bestimmt wurde, bleibt, ist eine exakte und dennoch einfache Abgabe variierender Abgabevolumenströme möglich. Soll der Abgabevolumenstrom beispielsweise erhöht werden, so muss nur der Schwellenwert des

Überdruckventils, bei dem das Überdruckventil öffnet, um einen Betrag erhöht werden, der der Differenz zwischen gemessener Druckdifferenz am Abgabeventil und der dem gewünschten Abgabevolumenstrom entsprechenden Druckdifferenz, deren Zusammenhang bei der Voreinstellung bestimmt wurde, erhöht werden. Selbiges gilt bei einer gewünschten Erniedrigung des Abgabevolumenstroms, mit der Ausnahme, dass der Schwellenwert des Überdruckventils um den Betrag erniedrigt werden muss. Der Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und dem tatsächlichen Abgabevolumenstrom der Wendeldrossel kann auf einem Speicher einer Steuereinheit hinterlegt sein, die mit dem Drucksensor vor der Wendeldrossel und dem Überdruckventil verbunden ist. Um den Volumenstrom über das Überdruckventil voreinzustellen und um daher eine besonders exakte Dosierung kleiner Volumenströme auch aus einer Hochdruckleitung mit stark schwankenden Strömungsbedingungen zu ermöglichen, ist dem Überdruckventil in Strömungsrichtung der Dosierleitung ein Mengenregelventil vorgelagert. Durch dieses Mengenregelventil kann ein vorgebbarer Versorgungsvolumenstrom mit annähernd konstanten Strömungsbedingungen hinsichtlich Druck und Strömungsgeschwindigkeit vorgegeben werden. Auch das Mengenregelventil wird ähnlich wie die Wendeldrossel während des Betriebs nicht verstellt. Dadurch reduziert sich der Regelaufwand des Überdruckventils, über das ein Teil des Versorgungsvolumenstroms zur Einstellung der erforderlichen Druckdifferenz für den Abgabevolumenstrom abgeleitet wird. Über das Mengenregelventil erfolgt demnach eine erste Grobeinstellung des gewünschten Abgabevolumenstroms, sodass ein Betreiben der Wendeldrossel im Rahmen der Prozessgrenzen, für die sie voreingestellt wurde, sichergestellt werden kann.

Im Sinne einer ressourcenschonenden Dosierung, kann vorgesehen sein, dass das Überdruckventil niederdruckseitig über eine Rückleitung mit einem Reservoir verbunden ist, aus dem die Hochdruckleitung gespeist ist. Dadurch muss der über das Überdruckventil abgeleitete Volumenstrom nicht verworfen werden, sondern kann dem Abgabeventil zu einem späteren Zeitpunkt zugeführt werden. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn sich aufgrund einer hohen Druckdifferenz

zwischen der Hochdruckleitung und dem abgabeseitigen Fluid ein großer Volumenstrom über das Überdruckventil einstellt.

Damit auch bei sich im abgabeseitigen Fluid ausbildenden Druckspitzen eine exakte Dosierung aus den Dosierleitung aufrechterhalten werden kann, kann der Wendeldrossel in Strömungsrichtung ein Rückschlagventil nachgelagert sein. Das Rückschlagventil verhindert dabei ein Rückströmen des Fluids in die Dosierleitungen.

Eine besonders einfache Regelung des Überdruckventils zur Vorgabe kleiner Abgabevolumenströme über die Wendeldrossel ergibt sich dabei, wenn der Drucksensor über eine einen Kennlinienspeicher aufweisende Steuereinheit mit dem steuerbaren Überdruckventil verbunden ist. Die Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und Abgabevolumenstrom oder gemessenem Druck und Abgabevolumenstrom angibt, wird im Rahmen des Voreinstellens der Wendeldrossel bestimmt und im Kennlinienspeicher hinterlegt.

Grundsätzlich ist die Wendeldrossel auf bestimmte Temperatur-, Druckbereiche und auf bestimmte zuzudosierenden Medien voreingestellt, sodass die von der Wendeldrossel abgegebenen Abgabevolumenströme exakt in Abhängigkeit der Druckdifferenz vor und nach der Wendeldrossel vorgegeben werden können. Beim Durchströmen des Mediums durch die Dosierleitung und durch die Wendeldrossel kommt es aber im laufenden Betrieb zu Temperaturschwankungen und insbesondere zu Erwärmungen, was aufgrund der sich ändernden dynamischen Viskosität auch zu Änderungen des Abgabevolumenstroms führt. Sollen daher Medien mit variierenden Temperaturen exakt zudosiert werden, so wird vorgeschlagen, dass die Steuereinheit mit einem Temperatursensor zur Bestimmung der Temperatur des Mediums in der Dosierleitung verbunden ist. Es ist denkbar, dass auf dem Speicher der Steuereinheit mehrere Kennlinien hinterlegt sind, die den Zusammenhang zwischen Druckdifferenz und Abgabevolumenstrom bei unterschiedlichen Temperaturen angeben, wodurch durch die Temperaturerfassung die geeignete Kennlinie ausgewählt werden kann.

Damit einem Fluid an mehreren Stellen unterschiedliche Abgabevolumenströme zudosiert werden können, empfiehlt es sich in einer bevorzugten Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, dass von der Hochdruckleitung mehrere Dosierleitungen abgezweigt sind, wobei der Wendeldrossel einer Dosierleitung ein Volumenstromsensor nachgelagert ist. Der Volumenstromsensor kann dabei mit der Steuereinheit verbunden sein, wodurch auf den Kompensationswert zur Anpassung des Zusammenhangs zwischen Druckdifferenz am Abgabeventil und dem Abgabevolumenstrom geschlossen werden kann. Obwohl von den verschiedenen Dosierleitungen jeweils sich voneinander unterscheidende Abgabevolumenströme abgegeben werden können, kann der erfasste Kompensationswert zur Korrektur des Zusammenhangs zwischen Druckdifferenz und Abgabevolumenstrom aller Dosierleitungen herangezogen werden, wenn alle Dosierleitungen gleich aufgebaut sind. Dies reduziert den Regelaufwand weiter. Dadurch, dass alle Dosierleitungen von der selben Hochdruckleitung abzweigen, reicht eine Druckquelle für beliebig viele Dosierabgänge aus.

Die Vorrichtung kann für ein Verfahren zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung, wobei der Abgabevolumenstrom aus der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz bestimmt wird, eingesetzt werden, wobei der Zusammenhang zwischen dem Druck in der Dosierleitung in Strömungsrichtung vor einer Wendeldrossel als Abgabeventil und dem Abgabevolumenstrom bei vorgegebenen konstanten Druck nach der Wendeldrossel bestimmt, der Solldruck anhand des Zusammenhangs für einen Sollabgabevolumenstrom ermittelt und ein der Wendeldrossel vorgelagertes Überdruckventil so angesteuert wird, dass ein in der Dosierleitung vor der Wendeldrossel gemessener Istdruck dem Solldruck entspricht. Grundsätzlich herrscht ein linearer Zusammenhang zwischen der durch die Wendeldrossel erzeugten Druckdifferenz und dem von der Wendeldrossel abgegebenen Abgabevolumenstrom. Da der Druck im abgabeseitigen Fluid als konstant angenommen wird und bekannt ist, ist zur Feststellung einer Druckdifferenz nur ein Drucksensor vor der Wendeldrossel notwendig. Der Zusammenhang zwischen dem

Druck in der Dosierleitung in Strömungsrichtung vor einer Wendeldrossel als Abgabeventil und dem Abgabevolumenstrom bei vorgegebenen konstanten Druck nach der Wendeldrossel kann unter Referenzbedingungen erfasst werden. Hierzu kann die Wendeldrossel mit einem Referenzmedium mit definierter Temperatur voreingestellt werden, wobei über eine Druckdifferenz bzw. Druck in der Dosierleitung vor der Wendeldrossel der entsprechende Abgabevolumenstrom bestimmt wird. Soll nun ein bestimmter Abgabevolumenstrom von der Wendeldrossel abgegeben werden, so wird über den zuvor bestimmten Zusammenhang die Solldruckdifferenz bzw. der hochdruckleitungsseitige Solldruck ermittelt und das Überdruckventil so angesteuert, dass die gemessene Druckdifferenz der Solldruckdifferenz entspricht bzw. der gemessene hochdruckleitungsseitige Druck dem Solldruck entspricht.

Der Zusammenhang zwischen Druck in der Dosierleitung vor der Wendeldrossel und dem Abgabevolumenstrom kann eine Kennlinie sein. Die Kennlinie wird beim erstmaligen Einstellen der Wendeldrossel mit einem Referenzmedium konstanter Temperatur aufgezeichnet.

Sollen auch Medien mit stark unterschiedlichen Temperaturen exakt dosiert werden können, kann die Temperatur des Mediums bestimmt und als Zusammenhang zwischen Druck in der Dosierleitung vor der Wendeldrossel und dem Abgabevolumenstrom eine der Temperatur zugeordnete Kennlinie ausgewählt werden.

Um unabhängig von Temperatursensoren auch für mehrere Dosierleitungen den Kompensationsfaktor zum Anpassen des Zusammenhangs zwischen Druckdifferenz und Abgabevolumenstrom ermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass in einer von mehreren Dosierleitung der Abgabevolumenstrom von einem Volumenstromsensor ermittelt und der Zusammenhang zwischen dem gemessenen Druck in der Dosierleitung vor der Wendeldrossel und dem Abgabevolumenstrom für alle Dosierleitungen bestimmt wird.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt und zwar in einem Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung 1 weist einen Drucksensor 2 zur Messung einer Druckdifferenz, die durch eine als Abgabeventil eingesetzte Wendeldrossel 3 erzeugt wird, auf. Zwar liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, dass beim Dosieren kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung 1 in ein abgabeseitiges Fluid, der Druck im abgabeseitigen Fluid als konstant angenommen werden kann, sodass es zur Ermittlung einer Druckdifferenz bei vorgegebenen Druck im abgabeseitigen Fluid genügt, einen Drucksensor 2 vor der Wendeldrossel 3 vorzusehen, jedoch kann der Wendeldrossel 3 auch ein Drucksensor 4 nachgelagert sein, um die Druckdifferenz messtechnisch bestimmen zu können. Eine robuste und dennoch exakte Dosierung besonders kleiner Abgabevolumenströme kann erfindungsgemäß dadurch erreicht werden, wenn die Wendeldrossel 3 in einer Dosierleitung 5 vorgesehen ist, die von der Hochdruckleitung 1 abzweigt. Erfindungsgemäß wird die von der Wendeldrossel 3 erzeugte Druckdifferenz und damit der von der Wendeldrossel 3 abgegebene Abgabevolumenstrom nicht durch Justieren der Wendeldrossel 3 selbst, sondern durch ein der Wendeldrossel 3 in Strömungsrichtung 6 vorgelagertes Überdruckventil 7 geregelt. Eine erste Voreinstellung des Abgabevolumenstroms kann erzielt werden, wenn dem Überdruckventil 7 in Strömungsrichtung 6 der Dosierleitung 5 ein Mengenregelventil 10 vorgelagert ist.

Das Überdruckventil 7 kann dabei niederdruckseitig über eine Rückleitung 8 mit einem Reservoir 9 verbunden sein, aus dem die Hochdruckleitung 1 gespeist ist. Dadurch muss der abgeleitete Volumenstrom nicht verworfen werden, sondern kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder zum Dosieren eingesetzt werden.

Zur Steuerung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann eine Steuereinheit 11 vorgesehen sein, die mit dem Drucksensor 2 und dem Überdruckventil 7 verbunden

ist. Gegebenenfalls kann die Steuereinheit 11 auch noch mit anderen Sensoren, beispielsweise dem Drucksensor 4, verbunden sein.

Denkbar ist auch, dass die Steuereinheit mit einem Temperatursensor 12 zur Bestimmung der Temperatur des Mediums in der Dosierleitung 5 verbunden ist, wodurch eine Temperaturkompensation des Zusammenhangs zwischen der von der Wendeldrossel 3 verursachten Druckdifferenz und dem von der Wendeldrossel 3 abgegebenen Abgabevolumenstrom ermöglicht wird. Der Temperatursensor kann hierzu an einer dafür geeigneten Stelle angeordnet sein, beispielsweise in der Hochdruckleitung 1.

Unterschiedliche Dosiereinstellungen können erzeugt werden, wenn von der Hochdruckleitung 1 mehrere Dosierleitungen 5 abzweigt sind. Eine Dosierleitung 5 kann dabei einen Volumensensor 13 aufweisen, der der Wendeldrossel 3 in Strömungsrichtung 6 nachgelagert ist. Mithilfe des Volumensensors 13 kann der tatsächliche Abgabevolumenstrom gemessen werden und durch Vergleich mit dem von der Druckdifferenz abhängigen Sollabgabevolumenstrom der Wendeldrossel 3 ein Kompensationswert bestimmt werden. Aufgrund desselben Aufbaus aller Dosierleitungen 5 und der Voreinstellung aller Wendeldrosseln 3 unter Referenzbedingungen kann der Kompensationswert für alle Dosierleitungen verwendet werden, was zu einer erheblichen Reduktion des Regelaufwands führt. Der Volumenstromsensor 13 kann wiederum mit der Steuereinheit 11 verbunden sein.

Um ein Rückströmen des abgabeseitigen Fluids in die Dosierleitungen 5 zu verhindern, kann der Wendeldrossel 3 in Strömungsrichtung 6 ein Rückschlagventil 14 nachgelagert sein.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung (1) mit einem Drucksensor (2) zur Messung der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz, dadurch gekennzeichnet, dass von der Hochdruckleitung (1) eine Dosierleitung (5) abgezweigt ist, in der eine Wendeldrossel (3) als Abgabeventil vorgesehen ist, der in Strömungsrichtung (6) ein steuerbares Überdruckventil (7) vorgelagert ist, wobei dem Überdruckventil (7) in Strömungsrichtung (6) der Dosierleitung (5) ein Mengenregelventil (10) vorgelagert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Überdruckventil (7) niederdruckseitig über eine Rückleitung (8) mit einem Reservoir (9) verbunden ist, aus dem die Hochdruckleitung (1) gespeist ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wendeldrossel (3) in Strömungsrichtung (6) ein Rückschlagventil (14) nachgelagert ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Drucksensor (2) über eine einen Kennlinienspeicher aufweisende Steuereinheit (11) mit dem steuerbaren Überdruckventil (7) verbunden ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (11) mit einem Temperatursensor (12) zur Bestimmung der Temperatur des Mediums in der Dosierleitung (5) verbunden ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass von der Hochdruckleitung (1) mehrere Dosierleitungen (5) abzweigt sind, wobei der Wendeldrossel (3) einer Dosierleitung (5) ein Volumenstromsensor (13) nachgelagert ist.
7. Verfahren zur Dosierung kleiner Volumenströme eines viskosen Mediums aus einer Hochdruckleitung (1), wobei der Abgabevolumenstrom aus der durch ein Abgabeventil erzeugten Druckdifferenz bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Zusammenhang zwischen dem Druck in der Dosierleitung (5) in Strömungsrichtung (6) vor einer Wendeldrossel (3) als Abgabeventil und dem Abgabevolumenstrom bei vorgegebenen konstanten Druck nach der Wendeldrossel (3) bestimmt, der Solldruck anhand des Zusammenhangs für einen Sollabgabevolumenstrom ermittelt und ein der Wendeldrossel (3) vorgelagertes Überdruckventil (7) so angesteuert wird, dass ein in der Dosierleitung (5) vor der Wendeldrossel (3) gemessener Istdruck dem Solldruck entspricht.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Zusammenhang zwischen Druck in der Dosierleitung (5) vor der Wendeldrossel (3) und dem Abgabevolumenstrom eine Kennlinie ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Mediums bestimmt und als Zusammenhang zwischen Druck in der Dosierleitung (5) vor der Wendeldrossel (3) und dem Abgabevolumenstrom eine der Temperatur zugeordnete Kennlinie ausgewählt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einer von mehreren Dosierleitung (5) der Abgabevolumenstrom von einem Volumenstromsensor (13) ermittelt und der Zusammenhang zwischen dem gemessenen Druck in der Dosierleitung (5) vor der Wendeldrossel (3) und dem Abgabevolumenstrom für alle Dosierleitungen (5) bestimmt wird.

