



(11) **EP 4 177 521 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.05.2023 Patentblatt 2023/19**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F23N 5/24** <sup>(2006.01)</sup> **F23D 14/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F23N 5/18** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **22201795.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F23N 5/242; F23D 14/02; F23K 2900/05001;**  
**F23K 2900/05002; F23N 2005/181; F23N 2225/04;**  
**F23N 2225/06; F23N 2231/10; F23N 2233/08;**  
**F23N 2235/06; F23N 2235/16; F23N 2235/18;**  
**F23N 2241/02; F23N 2241/04; F23N 2241/06**

(22) Anmeldetag: **17.10.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB**  
**GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL**  
**NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

- **HERMANN, Jens**  
**84034 Landshut (DE)**
- **WEINGART, Markus**  
**84056 Rottenburg (DE)**
- **KERSCHREITER, Andreas**  
**84174 Eching (DE)**
- **BERNHARD, Simon**  
**93059 Regensburg (DE)**

(30) Priorität: **20.10.2021 DE 102021127225**

(74) Vertreter: **Staeger & Sperling**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Sonnenstraße 19**  
**80331 München (DE)**

(71) Anmelder: **ebm-papst Landshut GmbH**  
**84030 Landshut (DE)**

(72) Erfinder:  
• **VROLIJK, Enno Jan**  
**7751DX Dalen (NL)**

(54) **VERFAHREN ZUR AUSWERTUNG EINER VON EINEM SENSOR ERFASSBAREN QUASI-STATIONÄREN DRUCKDIFFERENZ AN EINER GASTHERME SOWIE ZUGEHÖRIGE GASTHERME**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung einer von einem Sensor erfassbaren quasi-stationären Druckdifferenz an einer Gastherme, wobei der Sensor ein Differenzdrucksensor oder ein Massenstromsensor ist, wobei die Gastherme eine Mischeinrichtung (4) zum Mischen eines von einem Brennstoffeinlass (G) zuströmenden Brennstoffs und einer von einem Lufteinlass (L) zuströmenden Luft zu einem Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Gebläse (5) zum Ansaugen des Brennstoffs und der Luft durch die Mischeinrichtung (4), eine Hauptmengendrossel (3) zur Begrenzung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung (4), ein stromauf der Hauptmengendrossel (3) angeordnetes Regelventil (2) zur Regelung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung (4) sowie ein stromauf des Regelventils (2) angeordnetes Sicherheitsventil (1) zur Unterbrechung des Massenstroms des Brennstoffs aufweist, wobei der Sensor einen Differenzdruck zwischen einem Druck ( $p_2$ ) an einem Messpunkt stromauf der Hauptmengendrossel (3) und stromab des Regelventils (2) und einem Referenzdruck ( $p_0$ ,  $p_1$ ) an einem Referenzmesspunkt erfasst und an eine Auswerteelektronik

übermittelt, wobei die Auswerteelektronik den Differenzdruck während einer Vorspülphase, in welcher das Sicherheitsventil (1) geschlossen ist, mit dem Differenzdruck nach der Vorspülphase vergleicht und durch den Vergleich einen Fehler erkennt.

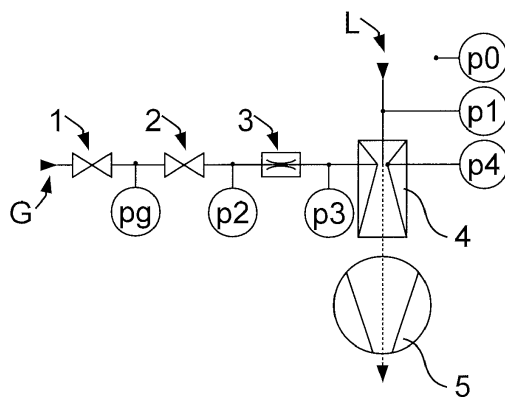


Fig. 1

**EP 4 177 521 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung einer von einem Sensor erfassbaren quasi-stationären Druckdifferenz an einer Gastherme sowie eine Gastherme, welche ausgebildet ist, das Verfahren durchzuführen.

**[0002]** Im Stand der Technik sind Gasthermen bekannt, bei welchen eine Druckdifferenz stromauf einer Hauptmengendrossel zu einem Referenzdruck durch einen als Differenzdrucksensor ausgebildeten Sensor gemessen und der Brennstoffmassenstrom basierend auf der Druckdifferenz geregelt wird.

**[0003]** Grundsätzlich umfasst eine Gastherme neben weiteren Komponenten meist eine Mischeinrichtung zum Mischen eines von einem Brennstoffeinlass zuströmenden Brennstoffs und einer von einem Luftenlass zuströmenden Luft zu einem Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Gebläse zum Ansaugen des Brennstoffs und der Luft durch die Mischeinrichtung, eine Hauptmengendrossel zur Begrenzung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung, ein stromauf der Hauptmengendrossel angeordnetes Regelventil zur Regelung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung sowie ein stromauf des Regelventils angeordnetes Sicherheitsventil zur Unterbrechung des Massenstroms des Brennstoffs. Das Gas-Luft-Gemisch kann dann anschließend einem Brenner zugeführt werden, in welchem das Gemisch verbrannt werden kann.

**[0004]** Zur Regelung des Drucks des einströmenden Brennstoffs arbeiten die Regelventile im Stand der Technik oftmals als mechanisch-pneumatisches Gasventil, in welchem eine Druckdifferenz durch eine Regelmembran erfasst wird und welches zwischen zwei Bereichen unterschiedlichen Drucks angeordnet ist.

**[0005]** Alternativ kommen im Rahmen einer sogenannten "elektronischen Regelung" jedoch auch Drucksensoren zum Einsatz, bei welchen die Drücke durch getrennte Sensoren erfasst und die Druckwerte zur Ermittlung der Druckdifferenz elektronisch ausgewertet werden. Abhängig von der Auswertung wird ein elektronisch ansteuerbares Regelventil bzw. Gasventil gesteuert bzw. geregelt.

**[0006]** In einer Einrichtung zur Regelung des Gas-Luft-Gemisches einer Gastherme wird beispielsweise der Druck stromauf der Hauptmengendrossel mit einem Differenzdrucksensor, welcher den Differenzdruck bzw. die Druckdifferenz zwischen zwei Druckabnahmen misst, gegenüber einem Referenzdruck gemessen.

**[0007]** Hierbei wird ein elektronisches Gasventil meist durch einen digitalen Regler angesteuert, welcher beispielsweise auf einem Mikrocontroller oder einem anderen Steuergerät implementiert ist, und durch welchen der ermittelte Offsetdruck bzw. die Druckdifferenz auf den gewünschten bzw. vorgegebenen Sollwert geregelt werden soll.

**[0008]** Da der Sollwert des Drucks bzw. der Druckdifferenz meist 0 Pa beträgt, wird oftmals von einer "elek-

tronischen Nulldruckregelung" gesprochen.

**[0009]** Unabhängig davon, ob es sich um eine elektronische oder mechanisch pneumatische Regelung handelt, beschränkt sich die Funktion jeweils auf die Regelung der Gastherme basierend auf der Druckdifferenz ohne zusätzliche Funktionalitäten bereitstellen zu können.

**[0010]** Es wäre jedoch wünschenswert eine Gastherme bezüglich weiterer Kennwerte überwachen zu können, um Fehler der Gastherme abhängig von den Kennwerten erkennen und die Therme davon abhängig steuern bzw. regeln sowie weitere insbesondere die Lebensdauer der Therme verlängernde Maßnahmen ergreifen zu können.

**[0011]** Soweit in den bekannten Gasthermen überhaupt zusätzliche Kennwerte erfasst oder Fehler erkannt werden können, sind hierfür zusätzliche Sensoren und Auswertevorrichtungen notwendig, was aufwändig und teuer ist.

**[0012]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und ein Verfahren bereitzustellen, durch welche Fehler einer Gastherme in einfacher und kostengünstiger Weise erfasst und ausgewertet werden können.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird daher ein Verfahren zur Auswertung einer von einem Sensor erfassbaren quasi-stationären Druckdifferenz an einer Gastherme vorgeschlagen. Der Sensor ist dabei ein Differenzdrucksensor oder ein Massenstromsensor. Weiter ist vorgesehen, dass die Gastherme eine Mischeinrichtung zum Mischen eines von einem Brennstoffeinlass zuströmenden Brennstoffs und einer von einem Luftenlass zuströmenden Luft zu einem Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Gebläse zum Ansaugen des Brennstoffs und der Luft durch die Mischeinrichtung, eine Hauptmengendrossel zur Begrenzung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung, ein stromauf der Hauptmengendrossel angeordnetes Regelventil zur Regelung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung sowie ein stromauf des Regelventils angeordnetes Sicherheitsventil zur Unterbrechung des Massenstroms des Brennstoffs aufweist. Der Sensor erfasst einen Differenzdruck zwischen einem Druck an einem Messpunkt, welcher stromauf der Hauptmengendrossel und stromab des Regelventils angeordnet ist, sowie einem Referenzdruck an einem Referenzmesspunkt und übermittelt diese an eine Auswerteelektronik. Die Auswerteelektronik vergleicht den Differenzdruck während einer Vorspülphase, in welcher das Sicherheitsventil geschlossen ist, mit dem Differenzdruck und erkennt nach der Vorspülphase durch den Vergleich einen Fehler.

**[0015]** In der Vorspülphase wird die Gastherme, wie dem Fachmann bekannt ist, die Gastherme mit Luft gespült, ohne das Gas hinzugemischt wird, was durch das geschlossene Sicherheitsventil ermöglicht ist. Zumeist wird die Vorspülphase zu Beginn des Betriebs bzw. bei

einer Initialisierung der Gastherme durchgeführt.

**[0016]** Die Fehlererkennung nach der Vorspülphase bezieht sich auf alle weiteren Betriebsphasen bzw. -arten nach dem Vorspülen der Gastherme und insbesondere auf einen Einrichtbetrieb, in welchem die Gastherme kalibriert werden kann, und einen Dauerbetrieb der Gastherme.

**[0017]** Als quasi-stationäre Druckdifferenz wird dabei eine nicht oder nur innerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs schwankende Druckdifferenz verstanden. Beispielsweise kann eine Schwankung der Druckdifferenz um 1% um einen Mittelwert der Druckdifferenz als quasi-stationär verstanden werden.

**[0018]** Soweit von vorbestimmten oder vorbekannten Werten und/oder Bereichen gesprochen wird, können diese in der Auswerteelektronik gespeichert oder zumindest speicherbar sein.

**[0019]** Aus bekannten, in der Auswerteelektronik hinterlegten Daten, welche im Rahmen einer Kalibrierung der Gastherme ermittelt oder beispielsweise durch einen Benutzer eingegeben werden können, können verschiedene Zustände bzw. Fehler im System erkannt und/oder plausibilisiert werden. Dabei erfolgt die Zustands- bzw. Fehlerermittlung insbesondere durch physikalische und logische Betrachtungen im System herrschender Zustände und Werte. Auch eine Zustandserkennung mittels maschinellem Lernen, z.B. durch neuronale Netze, ist möglich. Zudem können Toleranzbereiche bzw. allgemein Toleranzwerte mittels maschinellem Lernen erzeugt bzw. erweitert werden.

**[0020]** Eine Basis für die vorgeschlagenen Verfahren ist das Signal des Differenzdrucksensors, welcher beispielsweise im Normalbetrieb der "elektronischen Nulldruckregelung" den Offsetdruck  $p_2$  misst. Bei bekannter Gasart und definierter Hauptmengendrossel kann mithilfe des Offsetdrucks z.B. die Gasventil-Kennlinie kalibriert werden.

**[0021]** Gemäß einer ersten vorteilhaften Variante des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Fehler eine falsche oder falsch eingesetzte Hauptmengendrossel ist und dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

a. Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil, einer definierten Stellung des Regelventils und einer Gebläsedrehzahl des Gebläses;

b. Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$  nach dem Zeitpunkt  $t_{pp}$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil, der definierten Stellung des Regelventils und der Gebläsedrehzahl des Gebläses;

c. Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion

des ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  sowie Bestimmung eines Brennstoff-Massenstroms des bekannten Brennstoffs durch die Hauptmengendrossel aus der Druckdifferenz und der definierten Stellung des Regelventils mittels der Auswerteelektronik;

d. Bestimmen eines Ist-Druckverlustkoeffizienten der Hauptmengendrossel aus dem Brennstoff-Massenstrom und der Druckdifferenz mittels der Auswerteelektronik;

e. Abgleichen des Ist-Druckverlustkoeffizienten durch die Auswerteelektronik mit einem in der Auswerteelektronik hinterlegten Soll-Druckverlustkoeffizienten einer vorgesehenen Hauptmengendrossel.

**[0022]** Dabei wird bei einer außerhalb einer vorbestimmten Toleranz liegenden Abweichung des Ist-Druckverlustkoeffizienten von dem Soll-Druckverlustkoeffizienten durch die Auswerteelektronik erkannt, dass eine in der Gastherme verwendete Hauptmengendrossel nicht der vorgesehenen Hauptmengendrossel entspricht und die verwendete Hauptmengendrossel somit eine falsche oder falsch eingesetzte Hauptmengendrossel ist, was dem zu erkennenden Fehler entspricht.

**[0023]** Soll eine fehlerhafte bzw. falsche Hauptmengendrossel erkannt werden, sind vorzugsweise der verwendete Brennstoff, eine Charakteristik der Mischeinrichtung und eine Gastventil-Kennlinie des Regelventils bekannt. Diese Werte werden entsprechend zuvor ermittelt und/oder in der Auswerteelektronik gespeichert.

**[0024]** Alternativ dazu sieht eine zweite vorteilhafte Variante vor, dass der Fehler ein nicht oder falsch kalibriertes Regelventil ist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

a. Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil, einer definierten Stellung des Regelventils und einer vorbestimmten bzw. bekannten Gebläsedrehzahl des Gebläses;

b. Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil, der definierten Stellung des Regelventils und der Gebläsedrehzahl des Gebläses;

c. Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion des ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  sowie Bestimmung eines Brennstoff-Massenstroms des bekannten Brennstoffs durch das Regelventil aus der Druckdifferenz und

einer definierten Druckverlustcharakteristik der Hauptmengendrossel mittels der Auswerteelektronik, wobei der Massenstrom durch das Regelventil und die definierte Stellung des Regelventils ein zu einer Ist-Kennlinie des Regelventils gehörendes Wertepaar bilden;

d. Bestimmen einer Abweichung der Ist-Kennlinie des Regelventils von einer Soll-Kennlinie des Regelventils mittels der Auswerteelektronik durch Vergleich des Wertepaares mit der Soll-Kennlinie des Regelventils.

**[0025]** Dabei wird bei einer außerhalb einer vorbestimmten Toleranz liegenden Abweichung des Wertepaares von der Soll-Kennlinie des Regelventils durch die Auswerteelektronik ein nicht oder falsch kalibriertes Regelventil erkannt.

**[0026]** Vorzugsweise ist dabei ferner vorgesehen, dass die Soll-Kennlinie des Regelventils um die Abweichung verschoben und somit der Ist-Kennlinie angenähert wird.

**[0027]** Weiter kann vorgesehen sein, dass nicht nur erkannt wird, dass das Regelventil nicht oder falsch kalibriert ist, sondern, dass das Regelventil in-situ kalibriert wird. Durch die Bestimmung der Ist-Kennlinie kann diese als Soll-Kennlinie verwendet oder Maßnahmen zur weiteren Annäherung der Ist-Kennlinie an die Soll-Kennlinie getroffen werden.

**[0028]** Hierfür ist vorteilhaft, wenn der Brennstoff, die verwendete Hauptmengendrossel und die Charakteristik der Mischeinrichtung bekannt ist. Diese Werte werden entsprechend zuvor ermittelt und/oder in der Auswerteelektronik gespeichert.

**[0029]** Neben den ersten beiden Varianten des Verfahrens sieht eine alternative dritte Variante vor, dass der Fehler ein falscher Brennstoff ist und dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

a. Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil, einer definierten Stellung des Regelventils und einer Gebläsedrehzahl des Gebläses;

b. Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil, der definierten Stellung des Regelventils und der Gebläsedrehzahl des Gebläses;

c. Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion des ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $P(t_s)$ ;

d. Bestimmen eines aus dem Brennstoffeinlass einströmenden Ist-Brennstoffs aus der Druckdifferenz, der definierten Stellung des Regelventils und dem vorbestimmten von dem Gebläse durch die Mischeinrichtung gefördertem Massenstrom sowie einer definierten Druckverlustcharakteristik der Hauptmengendrossel;

e. Vergleich des Ist-Brennstoffs mit einem vorbestimmten Soll-Brennstoff.

**[0030]** Hierbei ist vorgesehen, dass durch die Auswerteelektronik ein falscher Brennstoff d.h. ein Fehler erkannt wird, wenn der Ist-Brennstoff nicht dem Soll-Brennstoff entspricht.

**[0031]** Somit kann plausibilisiert werden, ob ein vermeintlich verwendeter Brennstoff tatsächlich verwendet wird.

**[0032]** Zur Bestimmung bzw. Plausibilisierung des Brennstoffs ist ferner vorteilhaft, wenn die verwendete Hauptmengendrossel, die Charakteristik der Mischeinrichtung und die Gastventil-Kennlinie des Regelventils bekannt sind. Diese Werte werden entsprechend zuvor ermittelt und/oder in der Auswerteelektronik gespeichert.

**[0033]** Zusätzlich oder alternativ zu den bereits beschriebenen Verfahrensvarianten kann vorgesehen sein, dass der Fehler ein fehlender oder zu geringer Brennstoffdruck  $p_g$  des durch den Brennstoffeinlass einströmenden Brennstoffs und/oder eine falsch oder nicht eingebaute Hauptmengendrossel ist. Soll ein solcher Fehler bzw. sollen diese Fehler erkannt werden, umfasst das Verfahren die folgenden Schritte:

a. Öffnen des Sicherheitsventils;

b. Zünden eines Brenners der Gastherme;

c. Ermitteln ob der Brenner gezündet wurde;

d. wurde der Brenner nicht gezündet, ermitteln eines Differenzdruckverlaufs mit dem Sensor und der Auswerteelektronik bei geöffnetem Sicherheitsventil über eine vorbestimmte Zeit;

**[0034]** Dabei ist vorgesehen, dass die Auswerteelektronik den Differenzdruckverlauf mit einem vorbestimmten Toleranzfeld vergleicht und der Fehler erkannt wird, wenn der Druckverlauf außerhalb des Toleranzfelds liegt, wodurch ein über die vorbestimmte Zeit nicht ansteigender Differenzdruck und somit ein fehlender oder zu geringer Brennstoffdruck  $p_g$  und/oder eine falsch oder nicht eingebaute Hauptmengendrossel erkannt wird.

**[0035]** Vorzugsweise sind hierfür der verwendete Brennstoff, die verwendete Hauptmengendrossel, die Charakteristik der Mischeinrichtung und die Gastventil-Kennlinie des Regelventils bekannt. Diese Werte werden entsprechend zuvor ermittelt und/oder in der Auswerteelektronik gespeichert.

**[0036]** Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung hierzu werden bzw. wird bei einem fehlenden oder zu geringen Brennstoffdruck  $p_g$  zur Vermeidung von Schäden eine maximal zulässige Heizleistung der Gastherme und/oder eine maximal zulässige Gebläsedrehzahl des Gebläses auf einen jeweiligen vorbestimmten Wert reduziert.

**[0037]** Weiter kann eine vorteilhafte Variante des Verfahrens vorsehen, dass der Fehler ein nicht vorhandener oder nicht angeschlossener Sensor und/oder eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung des Sensors mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt ist. Hierbei wird eine Druckdifferenz zwischen dem Druck an dem Messpunkt, welcher stromauf der Hauptmengendrossel und stromab des Regelventils liegt, sowie einem Referenzdruck an einem Referenzmesspunkt ermittelt. Von der Auswerteelektronik wird der Sensor als nicht vorhandene oder nicht angeschlossen und/oder als eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt aufweisend erkannt, wenn der Differenzdruck außerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs liegt.

**[0038]** Hierbei sieht eine vorteilhafte Weiterbildung zur Verhinderung oder zumindest zur Minimierung eines Schadens vor, dass das Sicherheitsventil bei einem nicht vorhandenen oder nicht angeschlossenen und/oder als eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt aufweisenden Sensor geschlossen wird.

**[0039]** Auch hier sind vorzugsweise der verwendete Brennstoff, die verwendete Hauptmengendrossel, die Charakteristik der Mischeinrichtung und die Gastventil-Kennlinie des Regelventils bekannt. Diese Werte werden entsprechend zuvor ermittelt und/oder in der Auswerteelektronik gespeichert.

**[0040]** Alternativ oder zusätzlich zu den vorhergehenden Verfahrensweiterbildungen kann vorgesehen sein, dass der Fehler ein defektes Sicherheitsventil oder ein defektes Regelventil ist, wobei das Verfahren hierbei die folgenden Schritte umfasst:

- a. Ermitteln eines Ist-Differenzdrucks mit dem Sensor mit geöffnetem Sicherheitsventil, einer definierten Stellung des Regelventils und einem vorbestimmten von dem Gebläse durch die Mischeinrichtung geförderten Massenstrom;
- b. Bestimmung eines Soll-Differenzdrucks durch die Auswerteelektronik und einer definierten Stellung des Regelventils;
- c. Bestimmung einer Abweichung des Ist-Differenzdrucks von dem Soll-Differenzdrucks.

**[0041]** Hierbei erkennt die Auswerteelektronik einen bzw. den Fehler, wenn die Abweichung größer ist als ein vorbestimmter Toleranzwert, welcher insbesondere in der Auswerteelektronik hinterlegt, also gespeichert sein

kann.

**[0042]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Gastherme, welche ausgebildet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

**[0043]** Die vorstehend offenbarten Merkmale sind beliebig kombinierbar, soweit dies technisch möglich ist und diese nicht im Widerspruch zueinander stehen.

**[0044]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figur näher dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte schematische Darstellung einer Gastherme.

**[0045]** Figur 1 zeigt schematisch einen Teil bzw. einen Ausschnitt einer Gastherme, wobei ein Venturi-Mischer als Mischeinrichtung 4 dargestellt ist, in welchen von einem Gebläse 5 Luft durch einen Lufteinlass L aus der Umgebung mit einem Luftdruck  $p_0$  gesaugt wird. In der Mischeinrichtung 4 wird die einströmende Luft und ein durch die Brennstoffzufuhr G einströmender Brennstoff (Gas) zu einem Brennstoff-Luft-Gemisch vermischt.

**[0046]** Der von der Brennstoffzufuhr G einströmende Brennstoff, bei welchem es sich insbesondere um ein Gas handelt, durchströmt dabei ein Sicherheitsventil 1, ein Regelventil 2 sowie die Hauptmengendrossel 3. Das Sicherheitsventil 1 weist vorzugsweise eine Durchlass- und eine Sperrstellung auf, in welcher der Durchfluss des Brennstoffs durch das Sicherheitsventil 1 gesperrt ist. Das Regelventil 2 ist zur Regelung des Volumenstroms des Brennstoffs ausgebildet, sodass der Volumenstrom des Brennstoffs durch das Regelventil 2 zu der Mischeinrichtung 4 einstellbar ist. Durch die Einstellung bzw. Regelung des Volumenstroms des Brennstoffs durch das Regelventil 2 ist somit das Mischungsverhältnis des Brennstoff-Luft-Gemisches einstellbar.

**[0047]** Weiter ist zumindest ein Differenzdrucksensor vorgesehen, welcher ausgebildet ist, den Differenzdruck zwischen dem Druck  $p_2$  des Brennstoffs stromauf der Hauptmengendrossel 3 und stromab des Regelventils 2 sowie einem Referenzdruck zu bestimmen, wobei es sich bei dem Referenzdruck vorzugsweise um den Umgebungsdruck  $p_0$  oder einen Druck  $p_1$  der Luft in einer Luftführenden Zuleitung zu der Mischeinrichtung 4 handelt. Hierfür kann der Differenzdrucksensor beispielsweise einen jeweiligen Drucksensor oder Druckaufnehmer zur Erfassung eines jeweiligen Drucks  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  aufweisen. Ferner können weitere Drucksensoren zur Erfassung der weiteren Drücke  $p_g$ ,  $p_3$  und  $p_4$  vorgesehen sein, welche als Referenzdrucksensoren zur Erfassung eines Referenzdrucks oder zur Plausibilisierung der Drücke  $p_0$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  dienen können.

**[0048]** Das Brennstoff-Luft-Gemisch wird von dem Gebläse 5 zu einem nicht dargestellten Brenner der Gastherme gefördert, wo das Brennstoff-Luft-Gemisch verbrannt wird.

**[0049]** Anhand des in Figur 1 dargestellten Systems sollen im folgenden beispielhaft Fehler bzw. Zustände erkannt und ggfs. Werte ermittelt oder plausibilisiert werden.

**[0050]** In einem ersten Fall soll beispielsweise eine installierte Hauptmengendrossel 3 mittels eines von dem Differenzdrucksensor ermittelten Differenzdrucks erkannt werden.

**[0051]** Vorteilhaft hierbei ist, wenn die Steuerdruck-Venturi-Charakteristik des Systems d.h. der Gastherme bekannt ist. Ein Venturi-Mischer als Mischeinrichtung 4 ist nicht zwingend notwendig, ein Druckabsenkungs-Element stromauf der Mischstelle von Luft und Brennstoff (Gas) mit bekannter Druckabsenkungs-Charakteristik ist ausreichend. Zudem sollte die Gasart (Brennstoff-Typ) bekannt sein. Die Gasart kann durch den Installateur bzw. werkseitig auf der Auswerteelektronik gespeichert werden oder ein dafür vorgesehener Sensor erkennt die Zusammensetzung des Gases, beispielsweise am Gas einlass G.

**[0052]** Mit vorzugsweise bereits kalibrierten Regelventil 2 kann bei einer gegebenen Position des Stellgliedes des Regelventils 2 auf den Gasmassenstrom geschlossen werden, der im eingebauten Zustand durch das Regelventil 2 fließt. In diesem Fall wird angenommen, dass der Vordruckregler des Regelventils 2 ideal arbeitet und der Massenstrom durch das Regelventil 2 nicht vom Eingangsdruck  $p_g$  abhängt. Der Offsetdruck  $p_2$  stromauf der Hauptmengendrossel 3 wird beispielsweise mit einem Drucksensor als Teil des Differenzdrucksensors gemessen.

**[0053]** Die Luftdichte, welche bei gegebenem Luftmassenstrom den Steuerdruck der Mischeinrichtung 4 beeinflusst, kann zuvor durch den Installateur manuell eingegeben werden. Alternativ kann die Luftdichte auch durch einen Sensor ermittelt werden. Bei entsprechender geometrischer Anordnung kann dies auch durch den Sensor geschehen, mit dem bei geöffnetem Sicherheitsventil 1 die Gasart bestimmt werden kann.

**[0054]** In der Pre-Purge Phase (Zeitpunkt  $t=t_{pp}$ ) der Gastherme, in welcher das Sicherheitsventil 1 geschlossen ist, wird ein Unterdruck  $p_v$ , welcher durch die Mischeinrichtung 4 bei einer Drehzahl  $N$  des Gebläses 5 erzeugt wird, mittels Drucksensor an der Stelle  $p_2$  gemessen.

**[0055]** Wegen des geschlossenen Sicherheitsventils 1 während der Pre-purge Phase gilt:  $p_2(t_{pp})=p_3(t_{pp})=p_4(t_{pp})=p_v(t_{pp})$ .

**[0056]** Mit dem gemessene Druck  $p_2$  bzw.  $p_v$  und einer in der Auswerteelektronik hinterlegten Funktion oder Tabelle für dieses System aus Mischeinrichtung 4 und Hauptmengendrossel 3, wird ein Luftmassenstrom berechnet. Diese Berechnung kann je nach Anforderung an die Genauigkeit mit der Luftdichte korrigiert werden.

**[0057]** Nach der Pre-Purge-Phase werden bei gleichbleibender Drehzahl  $N$  zunächst die gewünschte Vorsteuer-Position des Stellgliedes des Regelventils 2 angefahren und die Zündung der Gastherme aktiviert sowie

im Anschluss das Sicherheitsventil 1 geöffnet. Sobald ein brennbares Gemisch an der Zündelektrode der Gastherme anliegt, brennt das Brennstoff-Luft-Gemisch am Brenner der Gastherme und der Druck  $p_2$  stabilisiert sich ab einem Zeitpunkt  $t_s$ , es liegt ein quasi-stationärer Zustand vor.

**[0058]** Der gemessene (bzw. gezielt eingeregelt) Druck  $p_2(t_s)$  ergibt nun mit dem zuvor gemessenen Druck  $p_2(t_{pp})$  die treibende Druckdifferenz  $dp=p_2(t_s)-p_v(t_s)$  über die Reihenschaltung von Strömungswiderständen, bestehend aus Hauptmengendrossel 3 und weiteren Widerständen in der Mischeinrichtung 4. Weitere Widerstände können z.B. Umlenkungen stromab der Hauptmengendrossel 3 sowie die Öffnungen an der Stelle der Luft-Gas-Mischung ("Gastaschen") sein.

**[0059]** Bei Bedarf kann die Drehzahl  $N$  des Gebläses 5 für die Erkennung der installierten Hauptmengendrossel 3 auch verändert werden, um mehrere Messpunkte zu verwenden.

**[0060]** Mit dem über die Gasventil-Kennlinie bestimmten Gasmassenstrom und der Druckdifferenz  $dp$ , kann der Druckverlustkoeffizient der Hauptmengendrossel 3 berechnet werden.

**[0061]** Der Druckverlust der weiteren Strömungswiderstände sollte in dieser Berechnung ebenfalls berücksichtigt werden. Insbesondere, wenn der Druckverlust über die Hauptmengendrossel 3 dominant gegenüber dem Gesamtdruckverlust  $dp$  ist, kann die installierte Hauptmengendrossel 3 (bzw. der zugehörige Druckverlustkoeffizient) mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden.

**[0062]** Liegt zum Zeitpunkt der Zündung im Brenner der Gastherme kein zündfähiges Gemisch am Brenner vor, können weitere Zündversuche, evtl. auch mit angepasster Vorsteuerposition des Regelventils 2 unternommen werden.

**[0063]** Grundsätzlich kann die Erkennung der installierten Hauptmengendrossel 3 auch ohne Verbrennung des Gas-Luft-Gemisches im Brenner durchgeführt werden. Dabei muss jederzeit darauf geachtet werden, dass das potentiell brennbare Gas-Luft-Gemisch nach einer gewissen Sicherheitszeit durch einen Safety-Purge (Spülen) mit Hilfe des Gebläses 5 aus der Gastherme befördert wird.

**[0064]** Voraussetzung ist zudem, dass der gemessene Druck  $p_2(t_s)$  einen quasi-stationären Zustand erreicht. Falls die gemessene Druckdifferenz komplett außerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs ist, kann auch zu geringer oder fehlender Eingangsdruck für das fehlerhafte Zünden verantwortlich sein.

**[0065]** In einem zweiten Fall soll beispielsweise ein fehlerhaft kalibriertes Regelventil 2 erkannt und das Regelventil 2 gegebenenfalls im Betrieb (in-situ) kalibriert werden können.

**[0066]** Es ist wiederum vorteilhaft, wenn eine Steuerdruck-Venturi-Charakteristik des Systems bekannt ist. Auch hier ist nicht zwingend ein Venturi-Mischer als Mischeinrichtung 4 notwendig, ein Druckabsenkungs-

Element stromauf der Mischstelle von Luft und Brennstoff mit bekannter Druckabsenkungs-Charakteristik als Mischeinrichtung 4 ist ausreichend. Zudem sollte die Gasart (Brennstoff-Typ) bekannt sein. Die Gasart kann durch den Installateur bzw. werkseitig auf der Auswertelektronik gespeichert oder durch einen entsprechenden Sensor erkannt werden.

**[0067]** Neben den genannten Daten ist für die In-Situ Kalibration des Regelventils 2 ein bekanntes System aus Strömungswiderständen stromab der Hauptmengendrossel 3 (Umlenkungen und Gastaschen) sowie eine Hauptmengendrossel 3 mit bekannter Druckverlustcharakteristik vorteilhaft. Die installierte Hauptmengendrossel 3 kann durch den Installateur bzw. werkseitig auf der Auswertelektronik gespeichert werden oder die Hauptmengendrossel 3 ist mechanisch/elektronisch/farblich vom Hersteller so kodiert, dass die Auswertelektronik, welche die Messdaten auswertet, die Hauptmengendrossel 3 erkennt.

**[0068]** Wie bei dem ersten beschriebenen Fall wird eine Druckdifferenz  $p_v$  während einer Pre-Purge Phase sowie ein Differenzdruck bei gezündeter Flamme und in einem quasi-stationären Zustand ermittelt.

**[0069]** Auch hier kann bei Bedarf die Drehzahl  $N$  des Gebläses 5 verändert werden, um mehrere Messpunkte ermitteln zu können. In der Anwendung wird jedoch oft nur ein Messpunkt benötigt, um den Offsetdruck der Kennlinie des Regelventils 2 zu ermitteln.

**[0070]** Mit der so ermittelten Druckdifferenz  $dp$  und einer bekannten Gesamt-Druckverlustcharakteristik von Hauptmengendrossel 3 und ggfs. stromab angeordneten Strömungswiderständen, kann der Durchfluss (Massenstrom) durch das Regelventil 2 berechnet werden.

**[0071]** Sollte zum Zeitpunkt der Zündung im Brenner der Gastherme kein zündfähiges Gemisch vorliegen, können weitere Zündversuche, evtl. auch mit angepasster Vorsteuerposition des Regelventils 2 unternommen werden. Sind auch diese Zündversuche nicht erfolgreich, kann die Erkennung des Regelventils 2 und/oder die In-Situ Kalibration des Regelventils 2 auch ohne Verbrennung des Gas-Luft-Gemisches durchgeführt werden.

**[0072]** Weiter kann die Kalibration des Regelventils 2 bei Inbetriebnahme der Gastherme auch grundsätzlich ohne Verbrennung des Gas-Luft-Gemisches durchgeführt werden. Dabei muss jederzeit darauf geachtet werden, dass das potentiell brennbare Gas-Luft-Gemisch nach einer gewissen Sicherheitszeit durch einen Safety-Purge (Spülen) mit Hilfe des Gebläses 5 aus der Gastherme befördert wird.

**[0073]** Wie zuvor, sollte sich die Druckdifferenz  $p_2(t_s)$  in einem quasi-stationären Zustand befinden.

**[0074]** Das beschriebene Verfahren zur Kalibration des Regelventils 2 kann ebenfalls verwendet werden, um das Regelventil 2 werkseitig in der Fertigung und nicht In-Situ bei Inbetriebnahme der Gastherme zu kalibrieren. Dieser Kalibriervorgang kann ebenfalls mit einer das Regelventil 2 durchströmenden Luft durchgeführt werden. Wird die In-Situ Kalibration in der Fertigung

durchgeführt, können die Kalibrationsparameter ohne direkte Kommunikation der Fertigungseinrichtung mit einer Elektronik der Gastherme direkt auf einer Elektronik des Regelventils 2 gespeichert werden.

**[0075]** In einem dritten Fall soll ein als Brennstoff verwendetes Gas plausibilisiert bzw. ein fehlerhaftes Gas erkannt werden.

**[0076]** Vorzugsweise ist wiederum eine Steuerdruck-Venturi-Charakteristik des Systems bekannt. Auch hier ist als Mischeinrichtung 5 nicht zwingend ein Venturi-Mischer erforderlich. Ein Druckabsenkungs-Element stromauf der Mischstelle von Luft und Brennstoff als Mischeinrichtung 5 mit bekannter Druckabsenkungs-Charakteristik ist ausreichend.

**[0077]** Für die Plausibilisierung des als Brennstoff verwendeten Gases bzw. eine dahingehende Fehlererkennung ist es vorteilhaft, wenn das System aus Strömungswiderständen stromab der Hauptmengendrossel 3 (Umlenkungen und Gastaschen) bekannt ist und eine Hauptmengendrossel 3 mit bekannter Druckverlustcharakteristik verwendet wird. Die installierte Hauptmengendrossel 3 kann durch den Installateur bzw. werkseitig auf der Auswertelektronik hinterlegt, d.h. gespeichert werden. Alternativ kann auch hier die Hauptmengendrossel 3 mechanisch/elektronisch/farblich so kodiert sein, dass die Auswertelektronik, welche die Messdaten auswertet, die Hauptmengendrossel 3 erkennt.

**[0078]** Wie auch bei den beiden zuvor erläuterten Fällen kann bei einem beispielsweise werkseitig kalibrierten elektronischen Regelventil 2 bei einer gegebenen Position des Stellgliedes des Regelventils 2 auf den Gasmassenstrom geschlossen werden, der im eingebauten Zustand durch das Regelventil 2 fließt. In diesem Fall wird angenommen, dass der Vordruckregler des Regelventils 2 ideal arbeitet und der Massenstrom durch das Regelventil 2 nicht vom Eingangsdruck  $p_g$  des Gases abhängt. Der Offsetdruck  $p_2$  stromauf der Hauptmengendrossel 3 wird mit einem Drucksensor gemessen, der Teil des Differenzdrucksensors sein kann. Der Drucksensor kann entweder stromauf der Hauptmengendrossel 3 verbaut oder auf einer Elektronikplatine anderer Komponenten verbaut und mit Schläuchen/Rohren zu einer repräsentativen Druckmessstelle stromauf der Hauptmengendrossel 3 verbunden sein.

**[0079]** Die Luftdichte, welche bei gegebenem Luftmassenstrom den Steuerdruck der Mischeinrichtung 4 beeinflussen kann, kann zuvor durch einen Benutzer manuell eingegeben werden. Alternativ kann die Luftdichte auch durch einen Sensor ermittelt werden.

**[0080]** Wie zuvor kann in einer Pre-Purge Phase (Zeitpunkt  $t=t_{pp}$ ) bzw. bei einem Spülen der Gastherme der Unterdruck  $p_v$ , welcher durch die Mischeinrichtung 5 bei einer Drehzahl  $N$  des Gebläses 5 erzeugt wird, mittels eines Drucksensors an der Stelle  $p_2$  gemessen werden. Wegen des geschlossenen Sicherheitsventils 1 während der Pre-purge Phase gilt wiederum:  $p_2(t_{pp})=p_3(t_{pp})=p_4(t_{pp})=p_v(t_{pp})$ . Mit dem gemessene Druck  $p_2$  und einer in der Auswerteinheit hinterlegten

Funktion bzw. gespeicherten Tabelle, kann für dieses System aus Mischvorrichtung 4 und Hauptmengendrossel 3 ein Luftmassenstrom berechnet werden. Diese Berechnung kann je nach Anforderung an die Genauigkeit mit der Luftdichte der durch den Lufteinlass L strömenden Luft korrigiert werden.

**[0081]** Nach der Pre-Purge-Phase werden bei gleichbleibender Drehzahl N zunächst die gewünschte Vorsteuer-Position des Stellgliedes des Regelventils 2 angefahren und die Zündung der Gastherme aktiviert sowie im Anschluss das Sicherheitsventil 1 geöffnet. Sobald ein brennbares Gemisch an der Zündelektrode der Gastherme anliegt, brennt das Gas-Luft-Gemisch am Brenner der Gastherme und der Druck  $p_2$  stabilisiert sich ab dem Zeitpunkt  $t_s$ , so dass ein quasi-stationärer Zustand des Drucks  $p_2$  bzw. des Differenzdrucks vorliegt. Der gemessene (bzw. gezielt eingeregelt) Druck  $p_2(t_s)$  ergibt nun mit dem zuvor gemessenen Druck  $p_2(t_{pp})$  die treibende Druckdifferenz  $dp=p_2(t_s)-p_v(t_s)$  über die Reihenschaltung von Strömungswiderständen, bestehend aus Hauptmengendrossel 3 und eventuellen weiteren Widerständen in der Mischvorrichtung 4. Weitere Widerstände können z.B. Umlenkungen stromab der Hauptmengendrossel 3 sowie Öffnungen in der Mischvorrichtung 4 an der Stelle der Luft-Gas-Mischung sein ("Gasaschen").

**[0082]** Auch hier kann bei Bedarf die Drehzahl N verändert werden, um mehrere Messpunkte zu verwenden.

**[0083]** Mit gemessener Druckdifferenz  $dp$ , dem bekannten Massenstrom bei fester bzw. unveränderter Stellung des Regelventils 2 und bekannter Gesamt-Druckverlustcharakteristik von Hauptmengendrossel 3 und stromab angeordneten Strömungswiderständen, kann die Gasart bzw. Zusammensetzung des durch den Gaseinlass G zuströmenden Gases plausibilisiert werden.

**[0084]** Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung einer von einem Sensor erfassbaren quasi-stationären Druckdifferenz an einer Gastherme,

wobei der Sensor ein Differenzdrucksensor oder ein Massenstromsensor ist,  
wobei die Gastherme eine Mischeinrichtung (4) zum Mischen eines von einem Brennstoffeinlass (G) zuströmenden Brennstoffs und einer von einem Lufteinlass (L) zuströmenden Luft zu einem Brennstoff-Luft-Gemisch, ein Gebläse (5) zum Ansaugen des Brennstoffs und der Luft

durch die Mischeinrichtung (4), eine Hauptmengendrossel (3) zur Begrenzung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung (4), ein stromauf der Hauptmengendrossel (3) angeordnetes Regelventil (2) zur Regelung eines Massenstroms des Brennstoffs in die Mischeinrichtung (4) sowie ein stromauf des Regelventils (2) angeordnetes Sicherheitsventil (1) zur Unterbrechung des Massenstroms des Brennstoffs aufweist,

wobei der Sensor einen Differenzdruck zwischen einem Druck ( $p_2$ ) an einem Messpunkt stromauf der Hauptmengendrossel (3) und stromab des Regelventils (2) und einem Referenzdruck ( $p_0$ ,  $p_1$ ) an einem Referenzmesspunkt erfasst und an eine Auswerteelektronik übermittelt,

wobei die Auswerteelektronik den Differenzdruck während einer Vorspülphase, in welcher das Sicherheitsventil (1) geschlossen ist, mit dem Differenzdruck nach der Vorspülphase vergleicht und durch den Vergleich einen Fehler erkennt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei der Fehler eine falsche oder falsch eingesezte Hauptmengendrossel (3) ist und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

a. Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil (1), einer definierten Stellung des Regelventils (2) und einer Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);

b. Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$  nach dem Zeitpunkt  $t_{pp}$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil (1), der definierten Stellung des Regelventils (2) und der Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);

c. Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion des ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  sowie Bestimmung eines Brennstoff-Massenstroms des bekannten Brennstoffs durch die Hauptmengendrossel (3) aus der Druckdifferenz und der definierten Stellung des Regelventils (2) mittels der Auswerteelektronik;

d. Bestimmen eines Ist-Druckverlustkoeffizienten der Hauptmengendrossel (3) aus

- dem Brennstoff-Massenstrom und der Druckdifferenz mittels der Auswerteelektronik;
- e. Abgleichen des Ist-Druckverlustkoeffizienten durch die Auswerteelektronik mit einem in der Auswerteelektronik hinterlegten Soll-Druckverlustkoeffizienten einer vorgesehenen Hauptmengendrossel;
- wobei bei einer außerhalb einer vorbestimmten Toleranz liegenden Abweichung des Ist-Druckverlustkoeffizienten von dem Soll-Druckverlustkoeffizienten durch die Auswerteelektronik erkannt wird, dass eine in der Gastherme verwendete Hauptmengendrossel (3) nicht der vorgesehenen Hauptmengendrossel entspricht und die verwendete Hauptmengendrossel (3) somit eine falsche oder falsch eingesetzte Hauptmengendrossel (3) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
- wobei der Fehler ein nicht oder falsch kalibriertes Regelventil (2) ist und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil (1), einer definierten Stellung des Regelventils (2) und einer Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);
  - Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil (1), der definierten Stellung des Regelventils (2) und der Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);
  - Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion des ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  sowie Bestimmung eines Brennstoff-Massenstroms des bekannten Brennstoffs durch das Regelventil (2) aus der Druckdifferenz und einer definierten Druckverlustcharakteristik der Hauptmengendrossel (3) mittels der Auswerteelektronik, wobei der Massenstrom durch das Regelventil (2) und die definierte Stellung des Regelventils (2) ein zu einer Ist-Kennlinie des Regelventils (2) gehörendes Wertepaar bilden;
  - Bestimmen einer Abweichung der Ist-
- Kennlinie des Regelventils (2) von einer Soll-Kennlinie des Regelventils (2) mittels der Auswerteelektronik durch Vergleich des Wertepaares mit der Soll-Kennlinie des Regelventils (2);
- wobei bei einer außerhalb einer vorbestimmten Toleranz liegenden Abweichung des Wertepaares von der Soll-Kennlinie des Regelventils (2) ein nicht oder falsch kalibriertes Regelventil (2) erkannt wird.
4. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Soll-Kennlinie des Regelventils (2) um die Abweichung verschoben und somit der Ist-Kennlinie angenähert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,
- wobei der Fehler ein falscher Brennstoff ist und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Ermitteln eines ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_{pp}$  während der Vorspülphase mit geschlossenem Sicherheitsventil (1), einer definierten Stellung des Regelventils (2) und einer Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);
  - Ermitteln eines zweiten Differenzdrucks  $p(t_s)$  mit dem Sensor zu einem Zeitpunkt  $t_s$ , zu welchem der zweite Differenzdruck  $p(t_s)$  quasi-stationär ist, mit geöffnetem Sicherheitsventil (1), der definierten Stellung des Regelventils (2) und der Gebläsedrehzahl des Gebläses (5);
  - Bestimmen einer Druckdifferenz zwischen dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$  und dem ersten Differenzdruck  $p(t_{pp})$  insbesondere durch Subtraktion des ersten Differenzdrucks  $p(t_{pp})$  von dem zweiten Differenzdruck  $p(t_s)$ ;
  - Bestimmen eines aus dem Brennstoffeinlass (G) einströmenden Ist-Brennstoffs aus der Druckdifferenz, der definierten Stellung des Regelventils (2) und dem vorbestimmten von dem Gebläse (5) durch die Mischeinrichtung (4) geförderten Massenstrom sowie einer definierten Druckverlustcharakteristik der Hauptmengendrossel (3);
  - Vergleich des Ist-Brennstoffs mit einem vorbestimmten Soll-Brennstoff;
- wobei ein falscher Brennstoff erkannt wird, wenn der Ist-Brennstoff nicht dem Soll-Brennstoff entspricht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Fehler ein fehlender oder zu geringer Brennstoffdruck  $p_g$  des durch den Brennstoffeinlass (G) einströmenden Brennstoffs und/oder eine falsch oder nicht eingebaute Hauptmengendrossel (3) ist, und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a. Öffnen des Sicherheitsventils (1);
- b. Zünden eines Brenners der Gastherme;
- c. Ermitteln ob der Brenner gezündet wurde;
- d. wurde der Brenner nicht gezündet, ermitteln eines Differenzdruckverlaufs mit dem Sensor und der Auswerteelektronik bei geöffnetem Sicherheitsventil (1) über eine vorbestimmte Zeit;

wobei die Auswerteelektronik den Differenzdruckverlauf mit einem vorbestimmten Toleranzfeld vergleicht und der Fehler erkannt wird, wenn der Druckverlauf außerhalb des Toleranzfelds liegt, wodurch ein über die vorbestimmte Zeit nicht ansteigender Differenzdruck und somit ein fehlender oder zu geringer Brennstoffdruck  $p_g$  und/oder eine falsch oder nicht eingebaute Hauptmengendrossel (3) erkannt wird.

7. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei bei einem fehlenden oder zu geringen Brennstoffdruck  $p_g$  eine maximal zulässige Heizleistung der Gastherme und/oder eine maximal zulässige Gebläsedrehzahl des Gebläses (5) auf einen jeweiligen vorbestimmten Wert reduziert werden/wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Fehler ein nicht vorhandener oder nicht angeschlossener Sensor und/oder eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung des Sensors mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt ist,

wobei eine Druckdifferenz zwischen dem Druck ( $p_2$ ) an dem Messpunkt stromauf der Hauptmengendrossel (3) und stromab des Regelventils (2) und einem Referenzdruck ( $p_0$ ,  $p_1$ ) an einem Referenzmesspunkt ermittelt wird und wobei von der Auswerteelektronik der Sensor als nicht vorhandene oder nicht angeschlossener und/oder als eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt aufweisend erkannt wird, wenn der Differenzdruck außerhalb eines vorbestimmten Toleranzbereichs

liegt.

9. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Sicherheitsventil (1) bei einem nicht vorhandenen oder nicht angeschlossenen und/oder als eine schlechte oder nicht vorhandene Verbindung mit dem Messpunkt und/oder dem Referenzmesspunkt aufweisenden Sensor geschlossen wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Fehler ein defektes Sicherheitsventil (1) oder ein defektes Regelventil (2) ist, und das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- a. Ermitteln eines Ist-Differenzdrucks mit dem Sensor mit geöffnetem Sicherheitsventil (1), einer definierten Stellung des Regelventils (2) und einem vorbestimmten von dem Gebläse (5) durch die Mischeinrichtung (4) geförderten Massenstrom;
- b. Bestimmung eines Soll-Differenzdrucks durch die Auswerteelektronik und einer definierten Stellung des Regelventils (2);
- c. Bestimmung einer Abweichung des Ist-Differenzdrucks von dem Soll-Differenzdrucks;

wobei die Auswerteelektronik einen Fehler erkennt, wenn die Abweichung größer ist als ein vorbestimmter Toleranzwert.

11. Gastherme, welche ausgebildet ist, ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

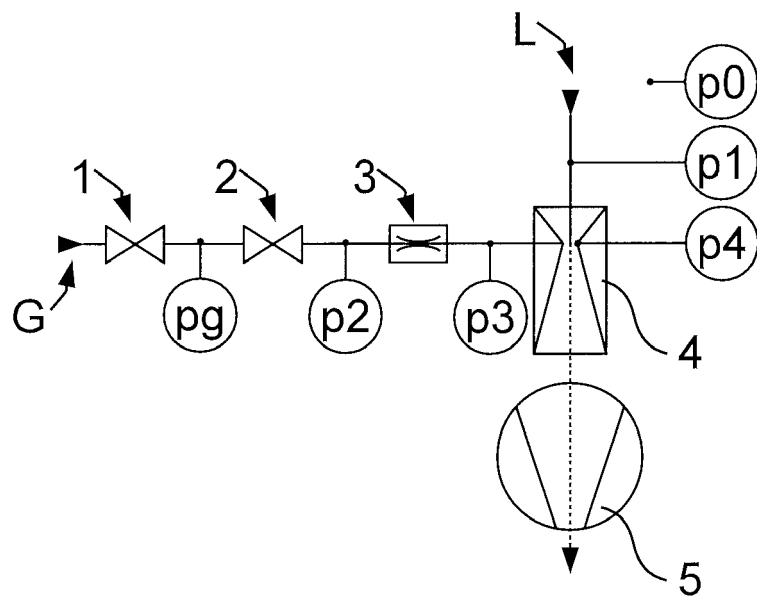


Fig. 1