



(10) **DE 10 2013 106 987 A1** 2015.01.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 106 987.8**

(22) Anmeldetag: **03.07.2013**

(43) Offenlegungstag: **08.01.2015**

(51) Int Cl.: **F23N 5/12 (2006.01)**

G01N 25/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
Karl Dungs GmbH & Co. KG, 73660 Urbach, DE

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen, DE

(72) Erfinder:
Petermann, Harald, 73669 Lichtenwald, DE;
Berger, Siegfried, 73278 Schlierbach, DE;
Schmidt, Oliver, 74196 Neuenstadt, DE; Haug,
Rudolf, 26689 Apen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

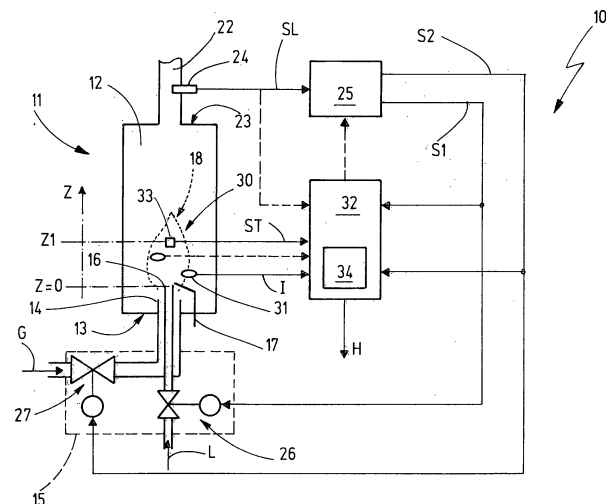
DE	100 01 251	B4
DE	100 10 291	A1
DE	101 29 808	A1
DE	103 02 487	A1
DE	699 24 828	T2
US	4 118 172	A
US	5 971 745	A
US	4 659 306	A
EP	1 770 390	A1
EP	1 995 576	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung einer Brennwertgröße sowie gasbetriebene Einrichtung mit einer derartigen Vorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffes (G) beschreibenden Brennwertgröße (H). Die Erfindung betrifft auch eine gasbetriebene Einrichtung (40), die ein erfindungsgemäßes Verfahren bzw. eine erfindungsgemäße Vorrichtung (10) verwendet. Die Vorrichtung (10) verfügt über einen Testbrenner (11) mit einer Testbrennkammer (12). Ein Luftzahlsensor (24) ist in einem Abgaskanal (22) des Testbrenners (11) angeordnet und misst ein Luftzahlsignal (SL), das der Luftzahl (λ) des Abgases entspricht. Über eine Teststeuereinheit (25) wird abhängig vom empfangenen Luftzahlsignal SL wenigstens ein Stellsignal (S1, S2) für eine Testzuführeinheit (15) erzeugt. Das wenigstens eine Stellsignal (S1, S2) steuert die Menge und/oder den Anteil eines gasförmigen Brennstoffes (G) bzw. eines sauerstoffhaltigen Gases (L), das der Testbrennkammer (12) zugeführt wird. In der Testbrennkammer (12) verbrennt bzw. oxidiert das Gemisch aus Brennstoff (G) und dem sauerstoffhaltigen Gas (L). In der Brennkammer (12) ist eine Brennwertsensoranordnung (30) vorhanden. Zu dieser gehört zumindest ein Ionisationsensor (31) und vorzugsweise auch ein Temperatursensor (33). Das wenigstens eine Sensorsignal (I bzw. ST) der Brennwertsensoranordnung wird einer Ermittlungseinheit 32 übermittelt. Dort wird vorzugsweise anhand eines Kennfeldes aus diesen Größen eine Brennwertgröße (H) ermittelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer Brennwertgröße für den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffs. Die Erfindung betrifft auch eine gasbetriebene Einrichtung mit einer Vorrichtung zur Bestimmung der Brennwertgröße.

[0002] Brenner von gasbetriebenen Einrichtungen werden in der Regel so eingestellt, dass eine vollständige Verbrennung eines zugeführten gasförmigen Brennstoffes erfolgt. Hierfür wird die Menge an zugeführtem Brennstoff sowie die Menge an einem zugeführten sauerstoffhaltigen Gas, insbesondere Luft, entsprechend eingestellt. In der Regel ist im Abgaskanal eines solchen Brenners ein Sensor zur Bestimmung der Luftzahl vorhanden, so dass eine stöchiometrische oder überstöchiometrische Verbrennung erfolgt.

[0003] Ein gasförmiger Brennstoff, beispielsweise Biogas, Erdgas, Wasserstoff oder ein Gasgemisch aus mehreren dieser Gase weist unterschiedliche Brennwerte auf. Gasbetriebene Einrichtungen müssen häufig mit unterschiedlichen Gasen bzw. Gasgemischen betrieben werden können, die während des Betriebs auch variieren können. So schwankt der Anteil von Methan im Erdgas in der Regel zwischen 75% und etwa 95% bis 98%. Außerdem können im Erdgas unterschiedliche Anteile von Ethan, Propan, Butan, Stickstoff oder Kohlendioxid vorhanden sein. Wie bereits erwähnt, können auch Gasgemische als gasförmiger Brennstoff verwendet werden, so dass zusätzlich Biogas oder Biogasanteile sowie Wasserstoff oder Wasserstoffanteile vorhanden sein können. Der Brennwert variiert dabei entsprechend.

[0004] Zum Betreiben einer gasbetriebenen Einrichtung kann es daher vorteilhaft sein, wenn die Einstellung abhängig vom verwendeten Gas bzw. Gasgemisch vorgenommen werden kann.

[0005] Zu diesem Zweck wurden verschiedenen Vorrichtungen und Systeme vorgeschlagen. Beispielsweise beschreibt EP 199 55 76 A1 eine Einrichtung mit einem Fabry-Perot-Interferometer zur Bestimmung von Stoffen bzw. Stoffkonzentrationen im gasförmigen Brennstoff. Die Einrichtung nach DE 103 02 487 A1 verwendet ein Infrarot-Absorptions-Gasmesssystem mit zumindest zwei Messkanälen für Kohlendioxid und Alkale, um eine Brenngaszusammensetzung zu bestimmen.

[0006] In US 411 81 72 A ist vorgeschlagen, einen Testbrenner mit einem Luftzahlsensor zur Einstellung einer stöchiometrischen Verbrennung zu verwenden und diese Einstellung dann auf einen Hauptbrenner zu übertragen. Eine Brennwertgröße wird hier nicht ermittelt.

[0007] Eine Brennwertbestimmung in Abhängigkeit von der Messung der Schallgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen ist in DE 699 24 828 T2 beschrieben.

[0008] Eine Brennwertermittlung erfolgt gemäß DE 101 298 08 dadurch, dass ein Brennstoff-Luft-Gemisch verbrannt und anschließend gekühlt wird. Dabei wird die Temperatur an verschiedenen Stellen gemessen und ein Wärmestrom berechnet, anhand dem der Heizwert ermittelt werden kann.

[0009] Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das in DE 100 10 291 A1 vorgeschlagene Verfahren. Dort wird ein Wärmeübertragungselement in die Brennkammer eingesetzt und soviel Wärme vom Wärmeübertragungselement abgezogen, dass eine konstante Temperatur des Wärmeübertragungselementes erreicht ist. Daraus wird dann geschlossen, dass die vom Brenner erzeugte Wärmeleistung der Wärmeleistung entspricht, die vom Wärmeübertragungselement abgezogen wurde. Aus dieser Wärmeleistung wird dann der Brennwert ermittelt.

[0010] Ein weiteres Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Wobbe-Index bzw. des Brennwertes ist in EP 1 770 390 A1 beschrieben. Dort sind zwei Heizplatten in einer Kammer angeordnet. Die zweite Heizplatte dient dabei als katalytische Heizplatte. Über eine Kontrolleinrichtung wird die Temperatur zumindest einer der beiden Heizplatten konstant gehalten. Strömt das Gas-Luft-Gemisch an der ersten Heizplatte vorbei, kann die Leistung bestimmt werden, die notwendig ist, um diese Heizplatte auf einer konstanten Temperatur zu halten. Im Bereich der anderen Heizplatte kann das Gas-Luft-Gemisch verbrannt werden. Es wird ebenfalls erfasst, welche Leistung notwendig ist, um auch die zweite Heizplatte auf einer konstanten Temperatur zu halten. Aus diesen Leistungswerten zur Temperaturregelung kann dann ein Brennwert ermittelt werden.

[0011] Ausgehend hiervon kann es als Aufgabe der vorliegenden Erfindung angesehen werden, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, wobei die Vorrichtung mit einfachen Mitteln auskommt und eine schnelle und sichere Brennwertermittlung ermöglicht.

[0012] Erfindungsgemäß wird hierfür ein Testbrenner mit einer Testbrennkammer verwendet. Aus der Testbrennkammer führt ein Abgaskanal heraus, in dem ein Luftzahlsensor angeordnet ist. Der Luftzahlsensor liefert ein Luftzahlsignal, das die Luftzahl im Abgas der Testbrennkammer angibt. Das Luftzahlsignal wird einer Teststeuereinheit übermittelt. Die Teststeuereinheit erzeugt abhängig vom Luftzahlsignal wenigstens ein Stellsignal. Eine Testzuführeinheit dient dazu, den gasförmigen Brennstoff gemeinsam mit einem sauerstoffhaltigen Gas, beispielsweise Luft, der Testbrennkammer zuzuführen. Die Test-

zuführeinheit ist steuerbar und kann dadurch den Anteil und/oder die Menge des in die Testbrennkammer zugeführten gasförmigen Brennstoffs und/oder des in die Testbrennkammer eingeleiteten sauerstoffhaltigen Gases einstellen. Dabei wird der Volumenstrom oder der Massenstrom des sauerstoffhaltigen Gases und/oder des gasförmigen Brennstoffes durch die Testzuführeinheit abhängig von dem wenigstens einen Stellsignal eingestellt. Dadurch kann eine Verbrennung bzw. eine Oxidation des Gemischs aus dem Brennstoff und dem sauerstoffhaltigen Gas so eingestellt werden, dass die Luftzahl einem vorgegebenen Luftzahlswert entspricht.

[0013] Im Bereich der Flamme bzw. im Bereich der Oxidation des brennstoffhaltigen Gases in der Testbrennkammer ist eine Brennwertsensoranordnung vorhanden. Die Brennwertsensoranordnung weist wenigstens einen Ionisationssensor auf, der ein Ionisationssignal und insbesondere einen Ionisationsstrom erzeugt. Zu der Brennwertsensoranordnung können weitere Sensoren gehören, die beispielsweise wenigstens ein Temperatursensor und/oder wenigstens ein optischer Sensor.

[0014] Die Vorrichtung weist außerdem eine Ermittlungseinheit auf. Dieser Ermittlungseinheit wird das wenigstens eine Sensorsignal der Brennwertsensoranordnung und mithin das Ionisationssignal übermittelt. Abhängig vom Ionisationssignal wird eine Brennwertgröße ermittelt, die den Brennwert des gasförmigen Brennstoffes angibt. Das Ionisationssignal bzw. der Ionisationsstrom wird hierfür insbesondere bei wenigstens einem oder bei mehreren vorgegebenen Luftzahlwerten ermittelt. Die Ionisation in der Testbrennkammer bei einer vorgegebenen Luftzahl ist charakteristisch für den Heizwert. Daraus kann in der Ermittlungseinheit die Brennwertgröße abgeleitet werden.

[0015] Um die Genauigkeit der Ermittlung der Brennwertgröße zu verbessern können bei der Ermittlung der Brennwertgröße weitere Parameter bzw. Signale berücksichtigt werden, insbesondere eine oder mehrere der folgenden Größen:

- wenigstens eine die Brennerleistung charakterisierende Größe, beispielsweise das wenigstens eine Stellsignal zur Einstellung der Testzuführeinrichtung;
- ein Temperaturwert innerhalb des Testbrennkammer; hierfür kann die Brennwertsensoranordnung einen Temperatursensor aufweisen;
- eventuell ein Signal eines optischen Sensors der Brennwertsensoranordnung, mittels dem ein Spektrum oder ein Teil eines Spektrums des von der Flamme des Testbrenners abgestrahlten Lichts bestimmt wird.

[0016] Bevorzugt wird die Brennwertgröße in der Ermittlungseinheit aus dem Temperatursignal eines

Temperatursensors, aus dem Ionisationssignal sowie dem wenigstens einen Stellsignal der Teststeuereinheit ermittelt. Über dieses Wertetripel kann eine ausreichend exakte Bestimmung der Brennwertgröße erfolgen, wobei die Vorrichtung mit sehr einfachen Mitteln auskommt. Weitere Sensortypen zur Spektralanalyse, zur optischen Analyse oder zur Messung der Schallgeschwindigkeit sind nicht notwendig. Da die Leistung des Testbrenners die Ionisation beeinflusst, kann insbesondere sehr einfach das ohnehin vorhandene wenigstens eine Stellsignal zur Bewertung der Brennerleistung verwendet werden. Denn daraus lässt sich die Menge an Brennstoff und/oder Luft, die in die Testbrennkammer eingeleitet wird, bestimmen. Auch andere die Brennerleistung charakterisierende Größen könnten alternativ ermittelt werden.

[0017] Die Ermittlungseinheit kann bei einer Ausführungsform einen Speicher aufweisen, in dem eine Ermittlungsvorschrift zur Bestimmung der Brennwertgröße abgespeichert ist. Beispielsweise kann als Ermittlungsvorschrift eine Tabelle, eine Funktion, ein Kennfeld oder ähnliches dienen. Um die notwendige Rechenleistung zu minimieren, ist vorzugsweise ein Kennfeld im Speicher hinterlegt, aus dem abhängig von den berücksichtigten Eingangssignalen bzw. Parametern die Brennwertgröße einfach und schnell während des Betriebs des Testbrenners ermittelt werden kann.

[0018] In der Testbrennkammer kann über eine Zündeinrichtung, beispielsweise eine Zündelektrode, eine Testflamme erzeugt werden. Alternativ kann auch eine Oxidation ohne Flamme erzeugt werden, beispielsweise mit Hilfe eines Katalysators. Vorzugsweise ist die Brennwertsensoranordnung im Bereich der Testflamme angeordnet.

[0019] Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Brennwertsensoranordnung auch mehrere Ionisationssensoren aufweisen, die an verschiedenen Stellen innerhalb der Testbrennkammer angeordnet sind. Die Ionisation und mithin das Ionisationssignal hängen von der Position des Ionisationssensors im Bereich der Testflamme ab. Durch das Anordnen mehrerer Ionisationssensoren an unterschiedlichen Stellen kann eine weitere Genauigkeitserhöhung bei der Ermittlung der Brennwertgröße erreicht werden.

[0020] Die Vorrichtung zur Bestimmung der Brennwertgröße kann Bestandteil einer gasbetriebenen Einrichtung sein. Ein Teil des für die gasbetriebene Einrichtung verwendeten gasförmigen Brennstoffes wird dem Testbrenner zugeführt und dessen Brennwert wie oben erläutert bestimmt.

[0021] Die gasbetriebene Einrichtung kann eine Hauptbrennkammer, eine Hauptzuführeinrichtung und eine Hauptsteuereinheit aufweisen. Die Haupt-

zuführeinrichtung dient dazu, die Menge des gasförmigen Brennstoffes und/oder die Menge des sauerstoffhaltigen Gases, die in den Hauptbrennkammer eingeleitet wird, einzustellen. Über die Hauptsteuer-einheit wird wenigstens ein Hauptstellsignal zur Ansteuerung der Hauptzuführeinrichtung erzeugt. Dieses Hauptstellsignal wird in der Hauptsteuereinheit abhängig von der in der Vorrichtung zur Ermittlung der Brennwertgröße ermittelten Brennwertgröße erzeugt. Somit kann der Hauptbrenner der gasbetriebenen Einrichtung abhängig von der Brennwertgröße gesteuert und eingestellt werden.

[0022] Insbesondere wird der Betrieb des Hauptbrenners erst dann gestartet, bzw. ermöglicht, wenn vorher über die Vorrichtung eine Brennwertgröße für den aktuell verwendeten gasförmigen Brennstoff ermittelt wurde. Erst nachdem die Hauptsteuereinheit einen aktuellen Wert für die Brennwertgrößen erhält, steuert sie abhängig davon die Hauptzuführeinrichtung an und nimmt den Hauptbrenner in Betrieb. Dadurch können ungünstige Betriebsbedingungen beim Starten des Hauptbrenners vermieden werden. Abhängig von den Bestandteilen des gasförmigen Brennstoffes kann es beim Starten des Brenners bei zu fetten Gemischen auch zu explosionsartigen Zündungen und gefährlichen Betriebszuständen kommen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch vermieden, dass über die Vorrichtung mit dem Testbrenner eine Brennwertgröße für den zugeführten gasförmigen Brennstoff vorliegt.

[0023] Vorzugsweise wird die Hauptzuführeinheit zusätzlich abhängig von einem Bediensignal eingestellt. Das Bediensignal kann manuell vom Bediener oder automatisch von einem Regler oder einer sonstigen Einrichtung vorgegeben werden. Über das Bediensignal kann die Leistung des Hauptbrenners eingestellt werden.

[0024] Es ist außerdem vorteilhaft, wenn der aktuell ermittelte Wert der Brennstoffgröße abgespeichert wird, beispielsweise in einem Speicher der Ermittlungseinrichtung. Dieser Wert steht nach dem Abschalten für das erneute Starten des Testbrenners und/oder des Hauptbrenners zur Verfügung. Er kann somit als Ausgangsgröße dienen, solange der Testbrenner noch keinen aktuelleren Wert für die Brennwertgröße ermittelt hat.

[0025] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen sowie der Beschreibung. Die Beschreibung beschränkt sich auf wesentliche Merkmale der Erfindung. Die Zeichnung ist ergänzend heranzuziehen. Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

[0026] Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Bestimmung einer Brennwertgröße mit einem Testbrenner,

[0027] Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer gasbetriebenen Einrichtung mit einem Hauptbrenner,

[0028] Fig. 3 eine schematische Darstellung der Temperatur T in Abhängigkeit vom Abstand z von einem Einlass in die Testbrennkammer der Vorrichtung nach Fig. 1,

[0029] Fig. 4 eine schematische Darstellung der Abhängigkeit des Ionisationssignals I von der Brennerleistung P des Testbrenners für verschiedene Luftzahlen λ und

[0030] Fig. 5 eine schematische Darstellung der Abhängigkeit des Ionisationssignals I von der Brennerleistung P für verschiedene Brennwerte bzw. Zusammensetzungen des gasförmigen Brennstoffs.

[0031] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung **10** zur Bestimmung einer Brennwertgröße H im Blockschaltbild. Die Brennwertgröße H gibt den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffes G an. Bei dem gasförmigen Brennstoff G kann es sich beispielsweise um Biogas, Erdgas, Wasserstoff oder ein Gemisch aus mehreren der genannten Gasbestandteile handeln. Häufig ist die genaue Zusammensetzung des gasförmigen Brennstoffes G und mithin dessen Brennwert unbekannt. Die Vorrichtung **10** erlaubt die Bestimmung einer den Brennwert beschreibenden Brennwertgröße H .

[0032] Hierfür weist die Vorrichtung **10** einen Testbrenner **11** mit einer Testbrennkammer **12** auf. In die Testbrennkammer **12** mündet an einer ersten Seite **13** ein erster Einlass **14**. Über den ersten Einlass **14** wird gasförmiger Brennstoff G über eine Testzuführeinrichtung **15** in die Brennkammer **12** eingeleitet.

[0033] An der ersten Seite **13** mündet außerdem ein zweiter Einlass **16** in die Testbrennkammer **12** ein, über den ein sauerstoffhaltiges Gas, beispielsweise Luft L , in die Testbrennkammer **12** über die Testzuführeinrichtung **15** eingeleitet wird. Die beiden Einlässe **14**, **16** sind beim Ausführungsbeispiel coaxial zueinander angeordnet. Der zweite Einlass **16** ist dabei weiter von der ersten Seite **13** der Testbrennkammer **12** entfernt als der erste Einlass **14**.

[0034] Alternativ zu dem Ausführungsbeispiel könnten der Brennstoff G und die Luft L auch in einem Mischer außerhalb der Testbrennkammer **12** gemischt werden.

[0035] Im Bereich des zweiten Einlasses **16** ist ein Zündmittel und beispielsweise eine Zündelektrode

17 angeordnet, um eine Testbrennerflamme **18** in der Testbrennkammer **12** erzeugen zu können. In Abwandlung zu dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel könnte in der Testbrennkammer **12** auch ein Katalysator vorhanden sein, um eine Oxidation des Gemischs aus gasförmigen Brennstoff G und Luft L auszulösen.

[0036] Mit Abstand zur ersten Seite **13** führt aus der Testbrennkammer **12** ein Abgaskanal **22** heraus. Beim Ausführungsbeispiel ist die Mündung des Abgaskanals **22** auf der ersten Seite **13** gegenüberliegenden zweiten Seite **23** der Testbrennkammer **12** angeordnet.

[0037] Im Abgaskanal **22** ist ein Luftzahlsensor **24** angeordnet. Der Luftzahlsensor **24** erzeugt ein Luftzahlsignal SL. Das Luftzahlsignal SL wird an eine Teststeuereinheit **25** übermittelt. Abhängig vom empfangenen Luftzahlsignal SL erzeugt die Teststeuereinheit **25** wenigstens ein Stellsignal S1, S2 zur Ansteuerung der Testzuführeinheit **15**. Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel wird durch die Teststeuereinheit **25** ein erstes Stellsignal S1 sowie ein zweites Stellsignal S2 für die Testzuführeinheit **15** erzeugt. Über das wenigstens eine Stellsignal S1, S2 kann der Anteil und/oder die Menge der Luft L und/oder des gasförmigen Brennstoffes G eingestellt werden, der in die Testbrennkammer **12** eingeleitet wird.

[0038] Bei dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** steuert das erste Stellsignal S1 ein erstes Stellmittel **26**, beispielsweise ein steuerbares Proportionalventil, an, um die Testbrennkammer **12** zugeführte Menge an Luft L einzustellen. Mittels des zweiten Stellsignals S2 wird beispielsweise ein zweites Stellmittel **27**, zum Beispiel ein steuerbares Proportionalventil, angesteuert, um die Menge an gasförmigem Brennstoff G einzustellen, die der Testbrennkammer **12** zugeführt wird. Auf diese Weise lässt sich der Anteil von Luft L bzw. von gasförmigem Brennstoff G sowie die Gesamtmenge des der Testbrennkammer **12** zugeführten Gasgemischs variabel einstellen. Alternativ zu dem Ausführungsbeispiel könnte die Menge an zugeführtem gasförmigem Brennstoff G oder an der zugeführten Luft L auch unveränderlich konstant vorgegeben sein, so dass lediglich die jeweils andere Komponente des Gemisches zur Veränderung der Anteile über ein Stellmittel **26** bzw. **27** einstellbar ist.

[0039] Alternativ oder zusätzlich zum steuerbaren Proportionalventil könnte das erste Stellmittel **26** auch ein steuerbares Gebläse oder ähnliches aufweisen.

[0040] In der Testbrennkammer **12** ist eine Brennwertsensoranordnung **30** vorhanden. Die Brennwertsensoranordnung **30** weist wenigstens einen Ionisationsensor **31** auf, der ein Ionisationssignal erzeugt und an eine Ermittlungseinheit **32** übermittelt. Beim

Ausführungsbeispiel ist das Ionisationssignal durch den Ionisationsstrom I gebildet. Wie in **Fig. 1** schematisch veranschaulicht, können auch mehrere Ionisationsensoren **31** vorhanden sein, die jeweils ein separates Ionisationssignal I an die Ermittlungseinheit **32** übermitteln. Dadurch kann an verschiedenen Stellen in der Testbrennkammer **12** und insbesondere im Bereich der Testbrennerflamme **18** die Ionisation gemessen werden. Ein einziger Ionisationsensor **31**, der insbesondere im Bereich der Testbrennerflamme **18** angeordnet ist, ist ausreichend.

[0041] Bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel gehört zu der Brennwertsensoranordnung **30** ferner wenigstens ein Temperatursensor **33**. Vorzugsweise ist auch der Temperatursensor **33** im Bereich der Testbrennerflamme **18** in der Testbrennkammer **12** angeordnet. Der Temperatursensor **33** liefert ein Temperatursignal ST an die Ermittlungseinheit **32**.

[0042] Wie in **Fig. 1** schematisch veranschaulicht, können der Ermittlungseinheit **32** bei einer bevorzugten Ausführungsform außerdem weitere Signale bzw. Größen zur Verfügung gestellt werden. Vorzugsweise werden eine oder mehrere der folgenden Signale an die Ermittlungseinheit übermittelt: das Luftzahlsignal SL und/oder das erste Stellsignal S1 und/oder das zweite Stellsignal S2.

[0043] Aus dem wenigstens einen Stellsignal S1, S2 kann die aktuell eingestellte Brennerleistung P des Testbrenners **11** ermittelt oder zumindest abgeschätzt werden. Da die Brennerleistung P den Ionisationsstrom I beeinflusst, ist es vorteilhaft, der Ermittlungseinheit **32** ein die Brennerleistung P beschreibendes Signal zuzuführen. Beispielsgemäß wird dies durch die Übermittlung des wenigstens einen Stellsignals S1, S2 erreicht. Alternativ hierzu kann die Brennerleistung P auch stets konstant gehalten werden, so dass der Ermittlungseinheit **32** die Brennerleistung P vorgegeben sein kann und nicht durch Übermittlung eines Signals bestimmt werden muss.

[0044] Aus den übermittelten Signalen und beispielsweise dem Ionisationssignal I, dem Temperatursignal ST sowie der wenigstens einen Stellgröße S1, S2 ermittelt die Ermittlungseinheit **32** die Brennerwertgröße H. Hierfür ist in einem Speicher **34** der Ermittlungseinheit **32** beispielsweise ein Kennfeld abgespeichert, anhand dem aus den Eingangssignalen I, T, S1, S2 die Brennerwertgröße H bestimmt werden kann. Das Kennfeld kann im Speicher **34** in Form von einen oder mehreren Tabellen bzw. Matrizen abgespeichert sein.

[0045] Anhand der **Fig. 3** bis **Fig. 5** wird die Funktionsweise der Vorrichtung **10** zur Bestimmung der Brennerwertgröße H nachfolgend erläutert.

[0046] Zu Beginn des Betriebs wird die Testzuführeinheit **15** so eingestellt, dass eine vorgegebene Menge an gasförmigem Brennstoff G und Luft L in die Testbrennkammer **12** eingeleitet wird. Der Ausgangswert zur Einstellung der Testzuführeinheit **15** kann beispielsweise durch die wenigstens eine Stellgröße S1, S2 erfolgen, die beim vorhergehenden Betrieb der Vorrichtung **10** zuletzt verwendet wurde. Dieser Wert für die wenigstens eine Stellgröße S1, S2 kann im Speicher **34** der Ermittlungseinheit **32** abgespeichert sein und der Teststeuereinheit **25** bereitgestellt werden. Die Ausgangseinstellung der Testzuführeinheit **15** kann alternativ oder zusätzlich auch anhand der zuletzt ermittelten Brennwertgröße H erfolgen. Die jeweils aktuell bestimmte Brennwertgröße H kann hierzu im Speicher **24** während des Betriebs der Vorrichtung **10** abgespeichert werden.

[0047] Im Anschluss wird über die Zündelektrode **17** die Testbrennerflamme **18** gezündet. Über die Teststeuereinheit **25** wird die Testzuführeinheit **15** derart angesteuert, dass die dem Luftzahlsignal SL entsprechende Luftzahl λ einem Luftzahlsollwert entspricht. Dieser Luftzahlsollwert ist vorzugsweise größer oder gleich eins.

[0048] Wie in **Fig. 4** schematisch veranschaulicht, hängt der Ionisationsstrom I, der vom Ionisationssensor **31** gemessen wird, von der eingestellten Luftzahl λ ab. Die Werte des Ionisationsstroms I werden in der Ermittlungseinheit **32** insbesondere erst dann bewertet, wenn über die Teststeuereinheit **25** und die Testzuführeinrichtung **15** eine vorgegebene Luftzahl λ eingestellt wurde. Alternativ hierzu ist es auch möglich, Schwankungen der Luftzahl λ zuzulassen und der Ermittlungseinheit **32** das Luftzahlsignal SL zu übermitteln, so dass die jeweils aktuelle Luftzahl λ bei der Ermittlung der Brennwertgröße H berücksichtigt werden kann. Es ist ferner möglich, mehrere vorgegebene Luftzahlsollwerte zeitlich nacheinander einzustellen und bei jedem Luftzahlsollwerte eine Auswertung des wenigstens einen Sensorsignals der Brennwertsensoranordnung und insbesondere des Ionisationsstromes I und des Temperatursignals ST unter Berücksichtigung der aktuellen Testbrennerleistung P durchzuführen und daraus die Brennwertgröße H zu ermitteln.

[0049] In **Fig. 3** ist schematisch die Abhängigkeit der Temperatur T vom Abstand z vom Fuß oder Kern der Flamme und beispielsweise vom zweiten Einlass **16** dargestellt. Dort ist zu erkennen, dass bei bestimmten Abständen z eine bessere Unterscheidbarkeit verschiedener Zusammensetzung G1, G2, G3 des gasförmigen Brennstoffs G möglich ist. Wie in **Fig. 3** schematisch veranschaulicht, wurde der Abstand $z = z_1$ gewählt (siehe auch **Fig. 1**), da in diesem Bereich die Unterschiede der Temperatur T für verschiedenen Zusammensetzungen G1, G2, G3 des

gasförmigen Brennstoffes G deutlich unterscheidbar sind.

[0050] In **Fig. 5** ist der Ionisationsstrom I abhängig von der Leistung P des Testbrenners **12** schematisch veranschaulicht. Aus **Fig. 5** ist zu erkennen, dass sich für unterschiedliche Zusammensetzungen G1, G2, G3 des gasförmigen Brennstoffes G unterschiedliche Ionisationsströme I bei einer bekannten bzw. vorgegebenen Brennerleistung P des Testbrenners **11** ergeben.

[0051] Diese unterschiedlichen Zusammensetzungen G1, G2, G3 des gasförmigen Brennstoffes G haben unterschiedliche Brennwerte. In einem Kennfeld der Ermittlungseinheit **32** können daher den gemessenen Ionisationsströmen I und den gemessenen Temperaturen T gegebenenfalls unter Berücksichtigung der aktuellen Luftzahl λ sowie der aktuellen Brennerleistung P jeweils eine Brennwertgröße H zugeordnet werden. Wie erwähnt können die Luftzahl λ und die Brennerleistung P entweder vorgegeben auf einen bestimmten Wert eingestellt oder variabel sein. Im letzteren Fall können der Ermittlungseinheit **32** zur Berücksichtigung der aktuellen Luftzahl λ bzw. der aktuellen Brennerleistung P jeweils ein die Luftzahl λ bzw. die Brennerleistung P beschreibendes Signal übermittelt werden.

[0052] Die Vorrichtung **10** gemäß **Fig. 1** lässt sich vorteilhaft in einer gasbetriebenen Einrichtung **40** (**Fig. 2**) mit einem Hauptbrenner **41**, der eine Hauptbrennkammer **42** aufweist, einsetzen. Die gasbetriebene Einrichtung weist eine steuerbare Hauptzuführeinrichtung **43** auf. Die Hauptzuführeinrichtung **43** weist ein drittes Stellmittel **44** auf, mittels dem die Menge an gasförmigem Brennstoff G, die der Hauptbrennkammer **42** zugeführt wird, einstellbar ist. Ferner verfügt die Hauptzuführeinrichtung **43** über ein viertes Stellmittel **45** und/oder ein fünftes Stellmittel **46**. Über das vierte Stellmittel **45** und/oder das fünfte Stellmittel **46** wird die Menge eines sauerstoffhaltigen Gases, beispielsweise Luft L, die der Hauptbrennkammer **42** zugeführt wird, eingestellt. Wie im Zusammenhang mit der Vorrichtung **10** nach **Fig. 1** beschrieben, können das dritte Stellmittel **44** und das vierte Stellmittel **45** durch ansteuerbare Proportionalventile gebildet sein. Alternativ oder zusätzlich kann zur Beeinflussung der Luftmenge ein fünftes Stellmittel **46**, beispielsweise ein steuerbares Gebläse, vorgesehen sein. Der gasförmige Brennstoff G und die Luft L können wie in **Fig. 2** schematisch veranschaulicht außerhalb der Hauptbrennkammer **42** oder alternativ hierzu auch innerhalb der Hauptbrennkammer **42** gemischt werden.

[0053] Jedem Stellmittel **44**, **45**, **46** der Hauptzuführeinrichtung **43** ist ein entsprechendes Stellsignal S3, S4, S5 einer Hauptsteuereinheit **47** zugeordnet. Das wenigstens eine Stellsignal S3, S4, S5, das

von der Hauptsteuereinheit **47** erzeugt wird, um die Hauptzuführeinheit **43** anzusteuern, wird abhängig von der Brennwertgröße H der Vorrichtung **10** ermittelt. Zusätzlich kann die Ermittlung des wenigstens einen Stellsignals S_3, S_4, S_5 der Hauptsteuereinheit **47** von weiteren Signalen oder Parametern abhängen, beispielsweise von einem Bediensignal B , mittels dem der Betriebszustand bzw. die Brennerleistung des Hauptbrenners **41** vorgegeben wird. Das Bediensignal B kann beispielsweise durch eine Bedienperson oder auch automatisch von einem Regler oder einer Steuereinheit eingestellt werden. Außerdem können auch dem Hauptbrenner **41** Sensoren zugeordnet sein, deren Sensorsignale der Hauptsteuereinheit **47** übermittelt werden und die zur Ermittlung des wenigstens einen Stellsignals S_3, S_4, S_5 herangezogen werden. Zum Beispiel kann auch in einem Abgaskanal des Hauptbrenners **41** ein Luftzahlsensor vorhanden sein, so dass über die Hauptsteuereinheit **47** das wenigstens eine Stellsignal S_3, S_4, S_5 zur Erzielung einer vorgegebenen Luftzahl eingestellt wird.

[0054] In der Hauptsteuereinheit **47** kann zum Beispiel ein Kennfeld abgespeichert sein, das zumindest von der Brennwertgröße H abhängt und anhand dem sich jeweils ein entsprechender Wert für das von der Hauptsteuereinheit **47** erzeugte mindestens eine Stellsignal S_3, S_4, S_5 ergibt. Das Kennfeld berücksichtigt beispielsweise auch das Bediensignal B als Eingangsgröße und/oder weitere Parameter, wie zum Beispiel ein Luftzahlsignal eines Luftzahlsensors im Abgaskanal des Hauptbrenners **41**.

[0055] Es kann somit eine Steuerung bzw. Regelung des Hauptbrenners **41** angepasst an die Qualität bzw. den Brennwert des gasförmigen Brennstoffes G erfolgen.

[0056] Die ermittelte Brennwertgröße H kann auch für andere Anwendungen verwendet werden. Beispielsweise ist es auch möglich, einer Einrichtung zur Bestimmung des Energieverbrauchs die Brennwertgröße H des gasförmigen Brennstoffes G zu übermitteln. Dort wird der Energieverbrauch dann nicht zur unter Berücksichtigung der verbrauchten Gasmenge, sondern auch unter Berücksichtigung des einer bestimmten Gasmenge zugeordneten Brennwertes ermittelt. Diese Anwendung stellt einen weiteren eigenständigen, unabhängigen Aspekt der Erfindung dar.

[0057] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung einer den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffes G beschreibenden Brennwertgröße H . Die Erfindung betrifft auch eine gasbetriebene Einrichtung **40**, die ein erfindungsgemäßes Verfahren bzw. eine erfindungsgemäße Vorrichtung **10** verwendet. Die Vorrichtung **10** verfügt über einen Testbrenner **11** mit einer Testbrennkammer **12**. Ein Luftzahlsensor **24** ist in einem Abgas-

kanal **22** des Testbrenners **11** angeordnet und misst ein Luftzahlsignal SL , das der Luftzahl λ des Abgases entspricht. Über eine Teststeuereinheit **25** wird abhängig vom empfangenen Luftzahlsignal SL wenigstens ein Stellsignal S_1, S_2 für eine Testzuführeinheit **15** erzeugt. Das wenigstens eine Stellsignal S_1, S_2 steuert die Menge und/oder den Anteil eines gasförmigen Brennstoffs G bzw. eines sauerstoffhaltigen Gases L , das der Testbrennkammer **12** zugeführt wird. In der Testbrennkammer **12** verbrennt bzw. oxidiert das Gemisch aus Brennstoff G und dem sauerstoffhaltigen Gas L . In der Brennkammer **12** ist eine Brennwertsensoranordnung **30** vorhanden. Zu dieser gehört zumindest ein Ionisationsensor **31** und vorzugsweise auch ein Temperatursensor **33**. Das wenigstens eine Sensorsignal I bzw. T der Brennwertsensoranordnung wird einer Ermittlungseinheit **32** übermittelt. Dort wird vorzugsweise anhand eines Kennfeldes aus diesen Größen eine Brennwertgröße H ermittelt. Zur Ermittlung der Brennwertgröße H kann optional auch ein die Luftzahl λ beschreibendes Signal und/oder ein die Brennerleistung P des Testbrenners **11** beschreibendes Signal an die Ermittlungseinheit **32** übermittelt und berücksichtigt werden.

Bezugszeichenliste

10	Vorrichtung
11	Testbrenner
12	Testbrennkammer
13	erste Seite der Testbrennkammer
14	erster Einlass
15	Testzuführeinheit
16	zweiter Einlass
17	Zündelektrode
18	Testbrennerflamme
22	Abgaskanal
23	zweite Seite der Testbrennkammer
24	Luftzahlsensor
25	Teststeuereinheit
26	erstes Stellmittel
27	zweites Stellmittel
30	Brennwertsensoranordnung
31	Ionisationssensor
32	Ermittlungseinheit
33	Temperatursensor
34	Speicher
40	gasbetriebene Einrichtung
41	Hauptbrenner
42	Hauptbrennkammer
43	Hauptzuführeinrichtung
44	drittes Stellmittel
45	viertes Stellmittel
46	fünftes Stellmittel
47	Hauptsteuereinheit
λ	Luftzahl
B	Bediensignal
G	gasförmiger Brennstoff

- G1** erste Zusammensetzung des Gasförmigen Brennstoffs
- G2** zweite Zusammensetzung des Gasförmigen Brennstoffs
- G3** dritte Zusammensetzung des Gasförmigen Brennstoffs
- H** Brennwertgröße
- I** Ionisationssignal
- S1** erstes Stellsignal
- S2** zweites Stellsignal
- S3** drittes Stellsignal
- S4** viertes Stellsignal
- S5** fünftes Stellsignal
- SL** Luftzahlsignal
- ST** Temperatursignal

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1995576 A1 [0005]
- DE 10302487 A1 [0005]
- US 4118172 A [0006]
- DE 69924828 T2 [0007]
- DE 10129808 [0008]
- DE 10010291 A1 [0009]
- EP 1770390 A1 [0010]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung einer Brennwertgröße (H) für den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffes (G),

mit einer Testbrennkammer (12) und einem aus der Testbrennkammer (12) herausführenden Abgaskanal (22), in dem ein Luftzahlsensor (24) angeordnet ist,

mit einer steuerbaren Testzuführeinheit (15), mittels der die Menge des gasförmigen Brennstoffs (G) und/oder die Menge eines sauerstoffhaltigen Gases (L) eingestellt wird, die jeweils in die Testbrennkammer (12) geleitet wird,

mit einer Teststeuereinheit (25), der das Luftzahlsignal (SL) übermittelt wird und die abhängig vom Luftzahlsignal (SL) wenigstens ein Stellsignal (S1, S2) erzeugt, mittels dem die Testzuführeinheit (15) angesteuert wird, so dass die Luftzahl (λ) einem vorgegebenen Luftzahlsollwert entspricht,

mit einer in der Testbrennkammer (12) vorhandenen Brennwertsensoranordnung (30), die wenigstens einen Ionisationssensor (31) aufweist,

mit einer Ermittlungseinheit (32), der das Ionisationssignal (I) des Ionisationssensor (31) übermittelt wird, wobei die Ermittlungseinheit (32) abhängig vom Ionisationssignal (I) die Brennwertgröße (H) ermittelt, die den Brennwert des gasförmigen Brennstoffes (G) angibt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ermittlungseinheit (32) auch das Luftzahlsignal (SL) übermittelt wird und die Ermittlungseinheit (32) die Brennwertgröße (H) zusätzlich abhängig vom Luftzahlsignal (SL) ermittelt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ermittlungseinheit (32) auch das wenigstens eine Stellsignal (S1, S2) übermittelt wird und die Ermittlungseinheit (32) die Brennwertgröße (H) zusätzlich abhängig vom Stellsignal (S1, S2) ermittelt.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennwertsensoranordnung (30) wenigstens einen Temperatursensor (33) aufweist und das Temperatursignal (ST) des Temperatursensors (33) der Ermittlungseinheit (32) übermittelt wird, die Brennwertgröße (H) zusätzlich abhängig vom Temperatursignal (ST) ermittelt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlungseinheit (32) einen Speicher (34) aufweist, in dem eine Ermittlungsvorschrift zur Bestimmung der Brennwertgröße (H) abhängig vom Ionisationssignal (I) und wenigstens einem weiteren Parameter (T, SL, S1, S2) vorgegeben ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Testbrennkammer (12) eine Testbrennerflamme (18) erzeugt wird.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung der Brennwertgröße (H) in der Ermittlungseinrichtung (32) das Temperatursignal (ST) und/oder das Ionisationssignal (I) bei einem vorgegebenen Wert oder mehreren vorgegebenen Werten für die Luftzahl (λ) erfasst wird.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Ionisationssensoren (31) an verschiedenen Stellen innerhalb der Testbrennkammer (12) angeordnet sind.

9. Gasbetriebene Einrichtung (40) mit einer steuerbaren Hauptzuführeinrichtung (43), mittels der die Menge eines gasförmigen Brennstoffs (G) und die Menge eines sauerstoffhaltigen Gases (L) eingestellt werden, die in eine Hauptbrennkammer (42) geleitet werden,

mit einer Vorrichtung (10) zur Bestimmung einer Brennwertgröße (H) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

und mit einer Hauptsteuereinheit (47), die abhängig von der Brennwertgröße (H) wenigstens ein Stellsignal (S3, S4, S5) zur Ansteuerung der Hauptzuführeinrichtung (43) erzeugt.

10. Gasbetriebene Einrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hauptsteuereinheit (47) dazu eingerichtet ist, die Zufuhr von gasförmigem Brennstoff (G) über die Hauptzuführeinheit (43) in die Hauptbrennkammer (42) erst dann freizugeben, wenn durch die Vorrichtung (10) zur Bestimmung einer Brennwertgröße (H) eine Brennwertgröße (H) übermittelt wurde.

11. Verfahren zur Bestimmung einer Brennwertgröße (H) für den Brennwert eines gasförmigen Brennstoffes (G) unter Verwendung einer Vorrichtung (10) mit einer Testbrennkammer (12) und einem aus der Testbrennkammer (12) herausführenden Abgaskanal (22), in dem ein Luftzahlsensor (24) angeordnet ist, mit einer steuerbaren Testzuführeinheit (15), mittels der die Menge des gasförmigen Brennstoffs (G) und/oder die Menge eines sauerstoffhaltigen Gases (L) eingestellt wird, die jeweils in die Testbrennkammer (12) geleitet wird, mit einer Teststeuereinheit (25), der das Luftzahlsignal (SL) übermittelt wird und die abhängig vom Luftzahlsignal (SL) wenigstens ein Stellsignal (S1, S2) für die Testzuführeinheit (15) erzeugt, mit einer in der Testbrennkammer (12) vorhandenen Brennwertsensoranordnung (30), die wenigstens einen Ionisationssensor (31) aufweist, und mit einer Ermittlungseinheit (32),

der das Ionisationssignal (I) des Ionisationssensor (31) übermittelt wird, bei dem:

- die Testzuführeinheit (15) derart angesteuert wird, dass die Luftzahl (λ) einem vorgegebenen Luftzahl-sollwert (λ) entspricht,
- die Ermittlungseinheit (32) abhängig vom Ionisationssignal (I) die Brennwertgröße (H) ermittelt, die den Brennwert des gasförmigen Brennstoffes angibt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest der aktuell ermittelte Wert der Brennwertgröße (H) abgespeichert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der abgespeicherte Wert der Brennwertgröße (H) beim nächsten Starten der Verbrennung oder Oxidation in der Testbrennkammer (12) zur Einstellung der Menge des gasförmigen Brennstoffs (G) und/oder die Menge eines sauerstoffhaltigen Gases (L) verwendet wird, die jeweils in die Testbrennkammer (12) geleitet wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

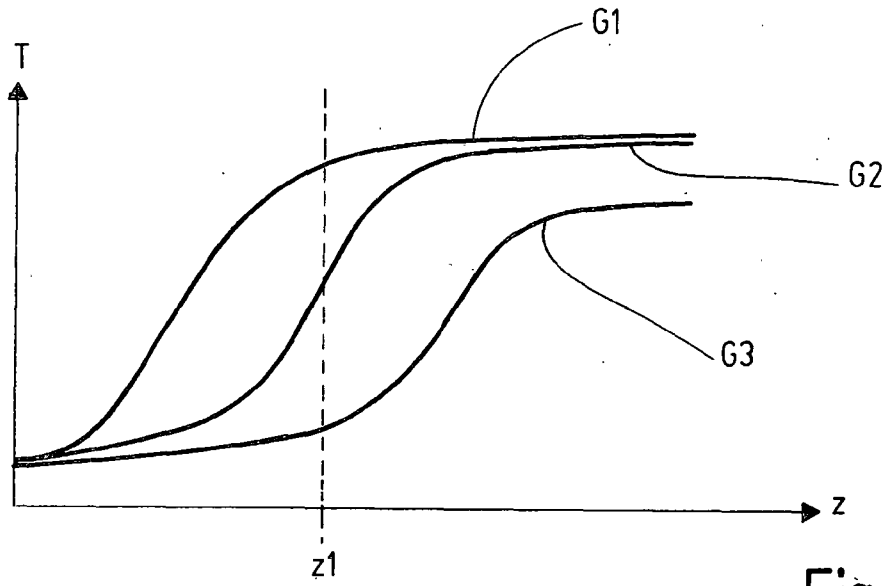


Fig.3

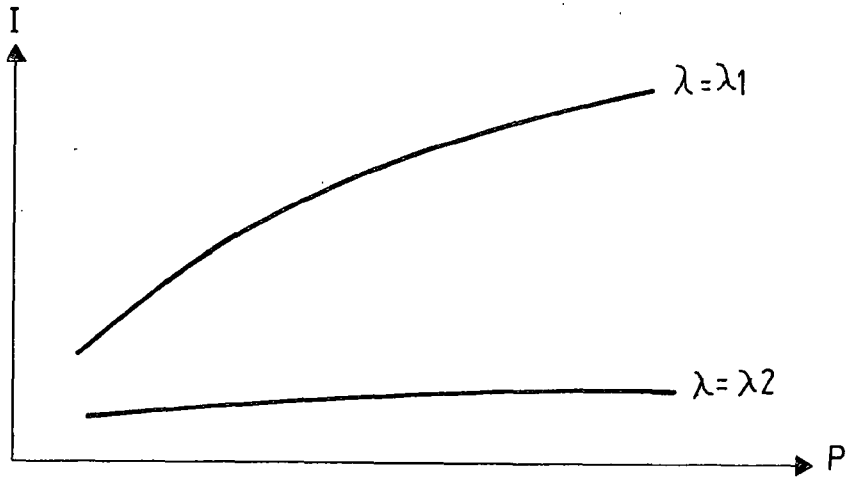


Fig.4

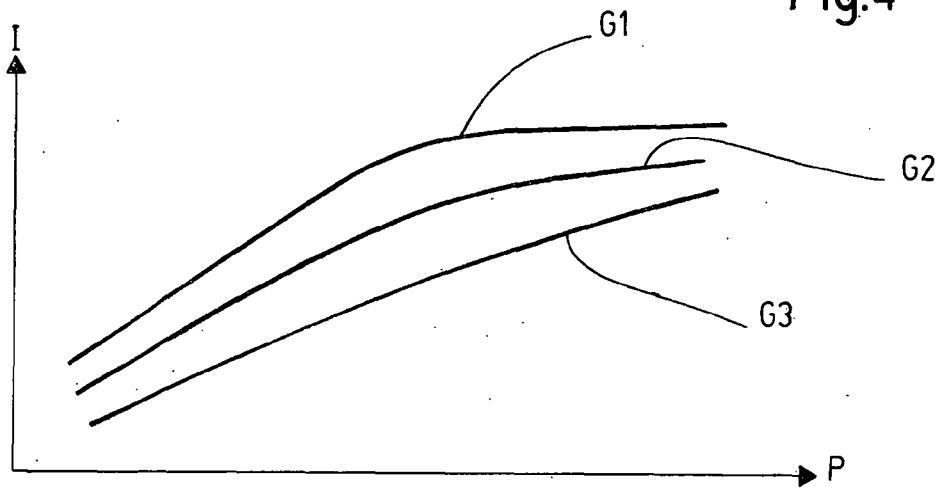


Fig.5