



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 002 997 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.05.2000 Patentblatt 2000/21

(51) Int. Cl.⁷: **F23N 5/12, F23N 1/02**

(21) Anmeldenummer: **99122611.9**

(22) Anmeldetag: **11.11.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **20.11.1998 DE 19853567**

(71) Anmelder:
**G. Kromschröder Aktiengesellschaft
D-49074 Osnabrück (DE)**

(72) Erfinder:
• **Petersmann, Martin
49086 Osnabrück (DE)**

• **Lindemann, Jörg
49492 Westerkappeln (DE)**
• **Schlump, Ansgar
49838 Lengerich (DE)**
• **Weider, Henning
31595 Steyerberg (DE)**

(74) Vertreter: **Harlacher, Mechthild
Ruhrgas AG,
Abteilung ARRP,
Huttropstrasse 60
45138 Essen (DE)**

(54) **Verfahren zur Luftzahlregelung eines vollvormischenden Gasbrenners**

(57) Bei einem mit einem Lüfter und einem Gas-Regelventil versehenen voll- oder teilvormischenden Gasbrenner wird im Flammenbereich ein Ionisationssignal mit Hilfe einer Ionisations-Elektrode gemessen. Ferner wird die Lüfterdrehzahl erfaßt. Aus dem Ionisationssignal und der Lüfterdrehzahl wird dann ein für die aktuelle Luftzahl repräsentatives Signal abgeleitet und dieses mit einem vorgegebenen Wert verglichen. In Abhängigkeit von diesem Vergleich wird ein Stellsignal für das Gas-Regelventil bestimmt. Um den Gasbrenner über einen langen Zeitraum sicher im optimalen Luft-

zahlbereich betreiben zu können, wird in regelmäßigen Zeitabständen oder in Abhängigkeit von spezifischen Ereignissen das Gas-Luft-Verhältnis des Gasbrenners überprüft. Dazu wird aus dem Ionisationssignal ein für die aktuelle Luftzahl und die aktuelle Leistung repräsentatives Signal abgeleitet und dieses mit einem vorgegebenen Wert verglichen. Aus diesem Vergleich lassen sich ohne besonderen Aufwand Informationen über den Betriebszustand des Gasbrenners ableiten.

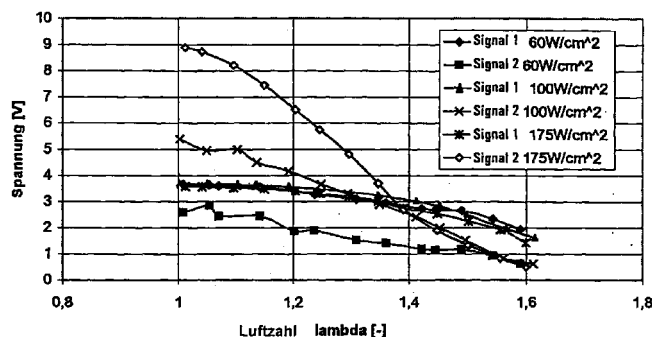


Fig. 1

EP 1 002 997 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Luftzahlregelung eines mit einem Lüfter und mit einem Gas-Regelventil versehenen wenigstens teilvormischenden, vorzugsweise vollvormischenden Gasbrenners, wobei im Flammenbereich Ionisationssignale mit Hilfe einer Ionisations-Elektrode gemessen werden, die Lüfterdrehzahl erfaßt wird, aus dem aktuellen Ionisationssignal ein für die aktuelle Luftzahl repräsentatives erstes Signal abgeleitet und dieses mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen wird, wobei die Lüfterdrehzahl bei der Ableitung des ersten Signals und/oder bei der Auswahl des Sollwertes berücksichtigt wird, und aus dem Vergleich ein Stellsignal für das Gas-Regelventil abgeleitet wird.

[0002] Die Luftzahlregelung von Gasbrennern nimmt in der Praxis immer stärker an Bedeutung zu. Mit Hilfe der Luftzahlregelung gelingt es, Gasbrenner im optimalen Arbeitsbereich zu betreiben, in dem die Schadstoffemissionen, insbesondere die CO- und NO_x-Emissionen, gering sind, die thermische Belastung des Gasbrenners sehr gleichmäßig ist und sowohl das Brennverhalten als auch der Wirkungsgrad des Gasbrenners optimal sind. Es hat sich herausgestellt, daß der optimale Arbeitsbereich bei einer Luftzahl zwischen 1,15 und 1,3 liegt. Mit einer Luftzahlregelung kann zudem die Störanfälligkeit des Gasbrenners verringert und ein sicherer und geräuscharmer Brennerbetrieb sichergestellt werden.

[0003] Statt einer einmaligen Luftzahleinstellung ist eine Luftzahlregelung erforderlich, da die Zusammensetzung des von dem Versorgungsnetz gelieferten Brenngases stark schwanken kann. Dementsprechend stark schwankt auch die Gasbeschaffenheit, insbesondere der Wobbeindex des Brenngases. Ändert sich die Gasbeschaffenheit des Brenngases, so greift die Luftzahlregelung ein und ändert die Gaszufuhr mit Hilfe des Gas-Regelventils derart, daß der Gasbrenner weiterhin bei der gewünschten Luftzahl arbeitet.

[0004] Zur Luftzahlregelung kann die Luftzahl mit Hilfe von verschiedenen Meßgrößen bestimmt werden. Es hat sich jedoch bewährt, die Luftzahl über das mit Hilfe einer Ionisations-Elektrode erfaßte Ionisationssignal zu bestimmen (vgl. DE 196 27 857 C2). Die Ionisations-Elektrode stellt einen standfesten, leicht zu wartenden und gleichzeitig preisgünstigen Luftzahlsensor dar, der zudem mit äußerst geringem Aufwand installiert werden kann, sofern er nicht ohnehin zur Flammenüberwachung bereits vorhanden ist. Außerdem erlaubt das Ionisationssignal eine sehr zuverlässige und genaue Bestimmung der Luftzahl.

[0005] Da die Lüfterdrehzahl bekannt ist, kann aus dem Ionisationssignal dann die aktuelle Luftzahl bestimmt und mit einer für die jeweilige Lüfterdrehzahl charakteristischen Kennlinie geregelt werden.

[0006] Alternativ kann aus dem Ionisationssignal und der Lüfterdrehzahl bei Verwendung entsprechen-

der Auswerteschaltungen ein für die aktuelle Luftzahl repräsentatives Signal abgeleitet werden, welches in einem bestimmten Leistungsbereich im wesentlichen unabhängig von der Brennerleistung ist. Dies hat den Vorteil, daß die Luftzahl über diesen Leistungsbereich mit einer einzigen Kennlinie geregelt werden kann. Das für die aktuelle Luftzahl repräsentative Signal wird mit dem für die gewünschte Luftzahl vorgegebenen Sollwert der Kennlinie verglichen, und aus diesem Vergleich wird ein Stellsignal für das Gas-Regelventil abgeleitet.

[0007] Es hat sich jedoch gezeigt, daß mit der Zeit Veränderungen am Zuluft- bzw. Abluftsystem des Gasbrenners auftreten können, welche dazu führen, daß der Gasbrenner trotz der obigen Luftzahlregelung nicht mehr im optimalen Arbeitsbereich arbeitet.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es daher, bei dem eingangs genannten Verfahren die Überprüfung des Betriebszustandes des Gasbrenners zu ermöglichen.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein für die aktuelle Leistung repräsentatives zweites Signal erfaßt wird und dieses mit einem vorgegebenen Wert verglichen wird, wobei aus diesem Vergleich Informationen über den Betriebszustand des Gasbrenners abgeleitet werden.

[0010] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sofern Veränderungen am Zuluft- bzw. Abluftsystem des Gasbrenners auftreten, die über die Lüfterdrehzahl eingestellte Brennerleistung nicht mehr der tatsächlichen Brennerleistung entspricht. In diesem Fall kann die fehlende Korrelation zwischen Lüfterdrehzahl und Brennerleistung dadurch erfaßt und kompensiert werden, daß ein anderes für die aktuelle Leistung repräsentatives Signal erfaßt wird. Weicht das für die aktuelle Leistung repräsentative zweite Signal von dem für die eingestellte Leistung vorgegebenen Wert ab, erbringt der Gasbrenner nicht die gewünschte Leistung.

[0011] In diesem Fall kann z. B., wenn die Abweichung einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, eine Wartungsanzeige aktiviert werden. Bei einer besonders großen Abweichung kann ferner ein Abschaltmechanismus eingreifen, welcher den Gasbrenner automatisch abschaltet. Alternativ kann die Lüfterdrehzahl solange variiert werden, bis das für die aktuelle Leistung repräsentative zweite Signal dem vorgegebenen Wert entspricht. Bei dieser Ausführungsform muß der Gasbrenner dann unter Berücksichtigung der geänderten Korrelation zwischen Lüfterdrehzahl und Brennerleistung weiter betrieben werden. Auf diese Weise kann ein Gasbrenner über einen langen Zeitraum sicher und mit der gewünschten Leistung betrieben werden.

[0012] Eine Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß für den Vergleich mit dem zweiten Signal das erste Signal als vorgegebener Wert verwendet wird.

[0013] Vorteilhafterweise wird als zweites Signal die Leistungsaufnahme des Lüfters oder das Temperaturniveau des Kessels oder der Luftmassenstrom durch

den Lüfter erfaßt.

[0014] Ein besonders bevorzugtes alternatives Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Signal aus einem aktuellen Ionisationssignal abgeleitet wird, wobei das zweite Signal sowohl für die aktuelle Leistung, als auch für die aktuelle Luftzahl repräsentativ ist. Diesem Ausführungsbeispiel liegt die Erkenntnis zugrunde, daß das Ionisationssignal selbst zur Überprüfung der aktuellen Leistung verwendet werden kann. Da das Ionisationssignal leistungsabhängig ist, kann dem Kundenbedarf entsprechend die aktuelle Betriebsleistung in einem sehr breiten Leistungsbereich überprüft werden. Weicht das aus dem Ionisationssignal abgeleitete, für die aktuelle Luftzahl und die aktuelle Leistung repräsentative zweite Signal von dem für diese Luftzahl und diese Leistung vorgegebenen Wert ab, erbringt der Gasbrenner nicht die gewünschte Leistung. Es können dann die erforderlichen Schritte eingeleitet werden.

[0015] Eine Weiterbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß auch als erstes Signal ein sowohl für die aktuelle Leistung als auch für die aktuelle Luftzahl repräsentatives Signal verwendet wird, wobei das erste und das zweite Signal eine unterschiedliche Abhängigkeit von der Luftzahl und/oder der Leistung aufweisen. Vorteilhafterweise können die Ionisationssignale selbst als erstes und/oder zweites Signal verwendet werden.

[0016] Besonders einfach läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch realisieren, daß das aktuelle Ionisationssignal, aus welchem das erste Signal abgeleitet wird, mit Hilfe einer ersten Speisespannung gemessen wird, und das aktuelle Ionisationssignal, aus welchem das zweite Signal abgeleitet wird, mit Hilfe einer zweiten Speisespannung gemessen wird.

[0017] Vorteilhafterweise werden die Ionisationssignale dadurch gemessen, daß eine Wechselspannung, vorzugsweise von 230V, an die Ionisations-Elektrode angelegt wird. Der Polaritätseffekt der Flamme bewirkt, daß nur bei jeweils einer Halbwelle ein Ionisationsstrom fließt. Dadurch läßt sich aus einem Gleichanteil der abgegriffenen Spannung das Ionisationssignal ableiten. Ein auf diese Weise gemessenes Ionisationssignal läßt sich besonders zuverlässig und genau auswerten. Zur Auswertung wird das Signal in der Regel zunächst an ein Tiefpaßfilter angelegt.

[0018] Alternativ können die Ionisationssignale dadurch gemessen werden, daß eine Dreiecksspannung oder eine Rechtecksspannung an die Ionisations-Elektrode angelegt wird.

[0019] Das zur Ableitung des für die aktuelle Luftzahl repräsentativen Signals gemessene Ionisationssignal und das zur Ableitung des für die aktuelle Leistung repräsentativen Signals gemessene Ionisationssignal müssen nicht durch Anlegen der gleichen Spannung an die Ionisations-Elektrode gemessen werden. Z.B. kann das Ionisationssignal zur Bestimmung des für die aktuelle

Luftzahl repräsentativen Signals mit Hilfe einer Wechselspannung und das Ionisationssignal zur Bestimmung des für die aktuelle Leistung repräsentativen Signals mit Hilfe einer Dreiecksspannung oder einer Rechtecksspannung gemessen werden oder umgekehrt.

[0020] Vorzugsweise werden die Ionisationssignale abwechselnd zur Ableitung des ersten Signals und zur Ableitung des zweiten Signals genutzt.

[0021] Der Gasbrenner kann dadurch langfristig im optimalen Betriebsbereich gehalten werden, daß das zweite Signal in regelmäßigen Zeitabständen, z. B. einmal pro Minute, erfaßt wird.

[0022] Zur Eichung des Systems ist es vorteilhaft, daß bei dem Betriebsstart des Gasbrenners Referenzmessungen durchgeführt werden, bei denen Referenzsignale für verschiedene Leistungen und verschiedene Luftzahlen erfaßt und diese als vorgegebener Wert für den Vergleich mit dem zweiten Signal gespeichert werden. Sofern das zweite Signal aus einem aktuellen Ionisationssignal abgeleitet wird, werden bei dem Betriebsstart des Gasbrenners vorzugsweise Referenzmessungen durchgeführt, bei denen Referenz-Ionisationssignale für verschiedene Lüfterdrehzahlen und verschiedene Luftzahlen erfaßt und diese als vorgegebener Wert für den Vergleich mit dem zweiten Wert gespeichert werden.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0024] Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein erstes erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel veranschaulichendes Diagramm; und
Fig. 2 zwei ein zweites erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel veranschaulichende Diagramme.

[0025] Fig. 1 zeigt ein Diagramm, in dem die Spannung eines Meßsignals gegen die Luftzahl λ aufgetragen ist. Es sind sechs verschiedene Meßsignalkurven dargestellt. Bei den mit Signal1 bezeichneten Meßsignalkurven handelt es sich um die für die aktuelle Luftzahl repräsentativen Signale. Diese wurden aus dem bei einer Wechselspannung von 230V gemessenen Ionisationssignal und der Lüfterdrehzahl mit Hilfe einer speziellen Auswerteschaltung abgeleitet. Die Signale sind für verschiedene Leistungen dargestellt. Wie zu sehen ist, liegen die Kurven fast vollständig übereinander, d. h. diese Signale sind tatsächlich leistungsunabhängig.

[0026] Bei den mit Signal2 bezeichneten Meßsignalkurven handelt es sich um die für die aktuelle Luftzahl und die aktuelle Leistung repräsentativen Signale. Zur Messung wurde wiederum eine Wechselspannung von 230V an die Ionisations-Elektrode angelegt und das Ionisationssignal anschließend unter Umgehung der

speziellen Auswerteschaltung durch ein Tiefpaßfilter geschickt. Es fällt auf, daß die wiederum für unterschiedliche Leistungen aufgenommenen Kurven stark voneinander abweichen. Die Spannungsunterschiede zwischen den Meßsignalkurven sind bei einer vorgegebenen Luftzahl im unteren Leistungsbereich besonders groß. Somit kann ein sehr großer Leistungsbereich des Gasbrenners dadurch zuverlässig überwacht werden, daß die Luftzahlregelung im Normalbetrieb mit Hilfe der übereinanderliegenden Signall-Kennlinien erfolgt und zur Überprüfung der Leistung die Wechselspannung von 230V an die Ionisations-Elektrode angelegt und die spezielle Auswerteschaltung umgangen wird. Durch Vergleich des bei letztgenannter Messung erzielten Meßwerts mit den verschiedenen vorgegebenen Signal2-Kurven kann festgestellt werden, ob der Gasbrenner tatsächlich die gewünschte Leistung erbringt.

[0027] Fig. 2 zeigt zwei Diagramme, in denen das Ionisationssignal gegen die Gebläsedrehzahl für ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung aufgetragen ist. Die dargestellten Meßwerte wurden bei konstanter Luftzahl λ von 1,3 aufgenommen. In beiden Diagrammen sind die Ionisationssignale bei einer Speisespannung der Ionisations-Elektrode von 50V und von 230V dargestellt. Das obere Diagramm veranschaulicht den normalen Betriebszustand des Kessels. Bei der eingestellten Gaszufuhr ergibt sich bei einer Drehzahl von 2000min.⁻¹ ein Ionisationssignal bei einer Speisespannung von 50V von 109. Dies ist der Sollwert für die Regelung der Luftzahl von 1,3. Zur Überprüfung des Systems wird die Speisespannung der Ionisations-Elektrode in regelmäßigen Zeitabständen auf die Kontrollspannung von 230V umgeschaltet. Wie dem obigen Diagramm zu entnehmen ist, beträgt in diesem Fall das Ionisationssignal nur ungefähr 102. Die Differenz zwischen beiden Signalen ist somit ungefähr 7. Solange die Differenz zwischen diesen beiden ermittelten Ionisationssignalwerten im Bereich von 7 liegt, ist der Betrieb des Gasbrenners im optimalen Arbeitsbereich gesichert.

[0028] Sofern das Luft-Abgassystem verstopft ist, z. B. durch eine Störung im Schornstein, verschiebt sich der gesamte Arbeitsbereich zu höheren Drehzahlen hin, wie in dem unteren Diagramm in Fig. 2 zu sehen ist. Bei der vorgegebenen Gaszufuhr wurde in diesem Fall die Differenz zwischen den beiden Ionisationssignalen bei 2000min.⁻¹ ungefähr 14 betragen. Durch Vergleich dieser Abweichung mit der Abweichung von 7 im normalen Betriebszustand kann auf einfache Weise festgestellt werden, daß der Gasbrenner nicht die gewünschte Leistung erbringt. Während bei dem ersten Ausführungsbeispiel die Auswerteschaltung umgeschaltet wurde, werden bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel durch Umschaltung der Speisespannung zwei Ionisationssignale erzeugt, die eine unterschiedliche Abhängigkeit von der aktuellen Leistung des Gasbrenners haben. In beiden Fällen gelingt es so, einen Gasbrenner über einen langen Zeitraum sicher und mit der

gewünschten Leistung zu betreiben.

[0029] Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwandlungen möglich. Z.B. kann das Ionisationssignal durch Anlegen einer Spannung einer beliebigen Form an die Ionisations-Elektrode erfaßt werden. Genauso kann das Ionisationssignal mit Hilfe einer Gleichspannung gemessen werden. Zur Abtastung des Ionisationssignals von der Ionisations-Elektrode kann zur Ableitung des für die aktuelle Luftzahl repräsentativen Signals und des für die aktuelle Luftzahl und die aktuelle Leistung repräsentativen Signals der gleiche Meßwertaufnehmer verwendet werden. Alternativ können zwei Meßwertaufnehmer der Ionisations-Elektrode zugeordnet werden oder im Flammenbereich des Gasbrenners sogar zwei separate Ionisations-Elektroden angeordnet werden. Schließlich können die Referenzmessungen statt beim Betriebsstart bereits vorher herstellerseitig durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Luftzahlregelung eines mit einem Lüfter und einem Gas-Regelventil versehenen wenigstens teilvormischenden Gasbrenners, wobei

im Flammenbereich Ionisationssignale mit Hilfe einer Ionisations-Elektrode gemessen werden,

die Lüfterdrehzahl erfaßt wird,

aus dem aktuellen Ionisationssignal ein für die aktuelle Luftzahl repräsentatives erstes Signal abgeleitet und dieses mit einem Sollwert verglichen wird, wobei die Lüfterdrehzahl bei der Ableitung des ersten Signals und/oder bei der Auswahl des Sollwertes berücksichtigt wird, und

aus dem Vergleich ein Stellsignal für das Gas-Regelventil abgeleitet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

ein für die aktuelle Leistung repräsentatives zweites Signal erfaßt wird und dieses mit einem vorgegebenen Wert verglichen wird, wobei aus diesem Vergleich Informationen über den Betriebszustand des Gasbrenners abgeleitet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Vergleich mit dem zweiten Signal das erste Signal als vorgegebener Wert verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als zweites Signal die Leistungsaufnahme des Lüfters oder das Temperaturniveau des Kessels oder der Luftmassenstrom durch den Lüfter erfaßt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch

gekennzeichnet, daß das zweite Signal aus einem aktuellen Ionisationssignal abgeleitet wird, wobei das zweite Signal sowohl für die aktuelle Leistung als auch für die aktuelle Luftzahl repräsentativ ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß auch als erstes Signal ein sowohl für die aktuelle Leistung als auch für die aktuelle Luftzahl repräsentatives Signal verwendet wird, wobei das erste und das zweite Signal eine unterschiedliche Abhängigkeit von der Luftzahl und/oder der Leistung aufweisen. 5
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionisationssignale selbst als erstes und/oder zweites Signal verwendet werden. 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das aktuelle Ionisationssignal, aus welchem das erste Signal abgeleitet wird, mit Hilfe einer ersten Speisespannung gemessen wird, und das aktuelle Ionisationssignal, aus welchem das zweite Signal abgeleitet wird, mit Hilfe einer zweiten Speisespannung gemessen wird. 20
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionisationssignale dadurch gemessen werden, daß eine Wechselspannung an die Ionisations-Elektrode angelegt wird. 25
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionisationssignale dadurch gemessen werden, daß eine Dreiecksspannung oder eine Rechtecksspannung an die Ionisations-Elektrode angelegt wird. 30
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ionisationssignale abwechselnd zur Ableitung des ersten Signales und zur Ableitung des zweiten Signals genutzt werden. 35
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Signal in regelmäßigen Zeitabständen, z. B. einmal pro Minute, erfaßt wird. 40
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Betriebsstart des Gasbrenners Referenzmessungen durchgeführt werden, bei denen Referenzsignale für verschiedene Leistungen erfaßt und diese als vorgegebener Wert für den Vergleich mit dem zweiten Signal gespeichert werden. 45

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Betriebsstart des Gasbrenners Referenzmessungen durchgeführt werden, bei denen Referenzionisationssignale für verschiedene Lüfterdrehzahlen und verschiedene Luftzahlen erfaßt und diese als vorgegebener Wert für den Vergleich mit dem zweiten Signal gespeichert werden. 50

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasbrenner abgeschaltet oder neu kalibriert oder eine Störung angezeigt wird, wenn die Abweichung des zweiten Signals von dem vorgegebenen Wert größer als ein vorgegebener Schwellwert ist. 55

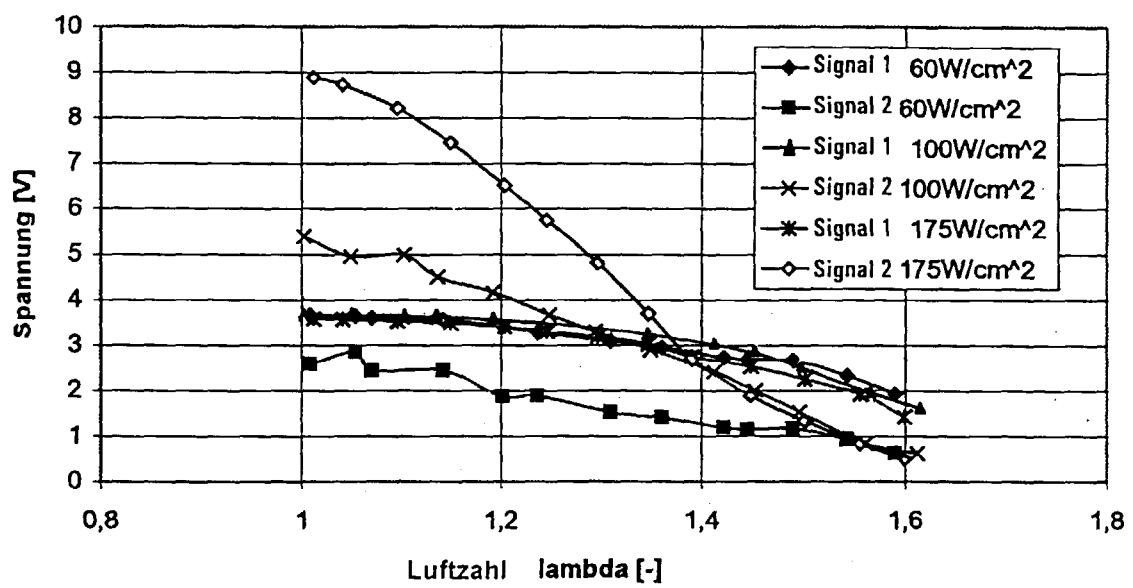


Fig. 1

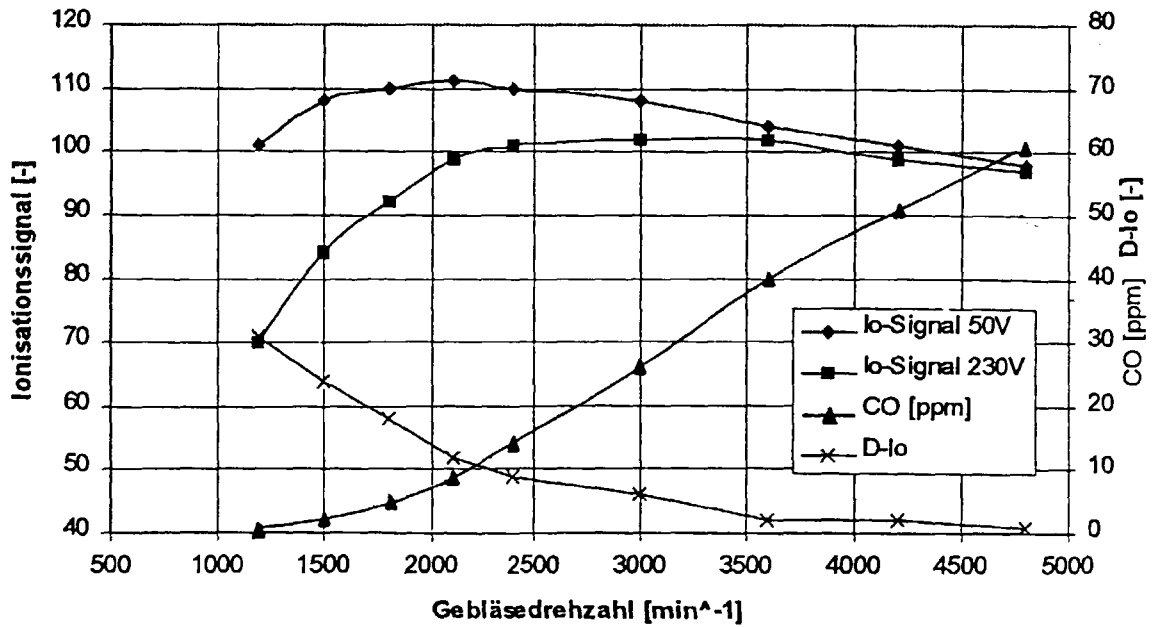
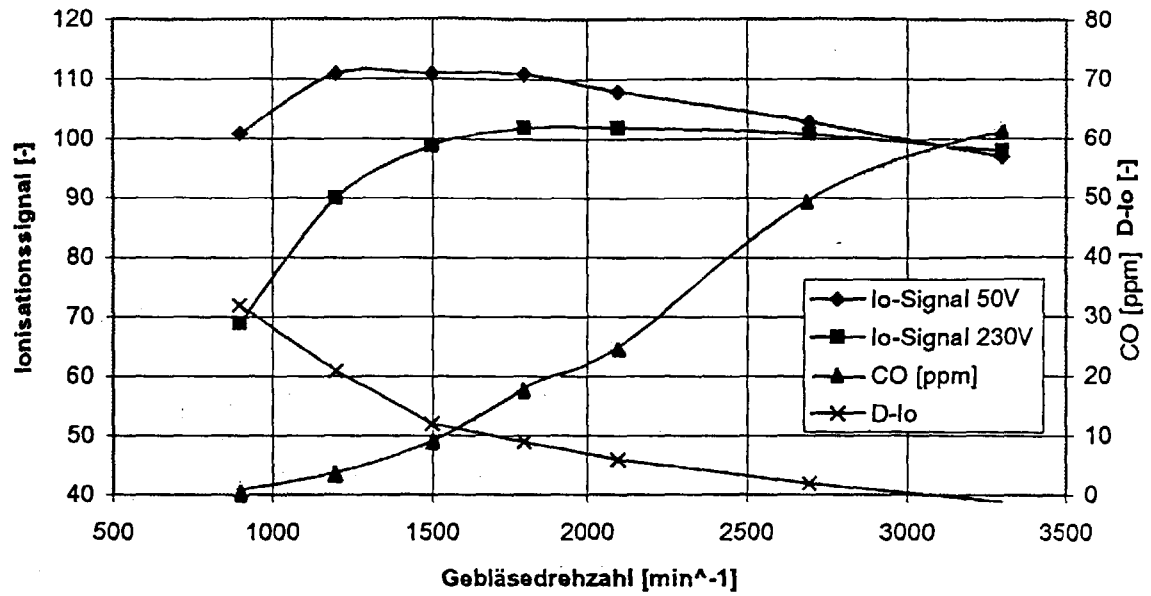


Fig. 2