



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 2 017 531 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**01.01.2014 Patentblatt 2014/01**

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

**F23N 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08010303.9**

(22) Anmeldetag: **06.06.2008**

### **(54) Verfahren zur Überprüfung eines Ionisationselektrodensignals bei Brennern**

Method for monitoring an ionisation electrode signal in burners

Procédé de vérification d'un signal issu d'électrodes d'ionisation pour brûleurs

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **11.06.2007 AT 8972007**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.01.2009 Patentblatt 2009/04**

(73) Patentinhaber: **Vaillant GmbH  
42859 Remscheid (DE)**

(72) Erfinder:  

- **Richter, Klaus  
42859 Remscheid (DE)**
- **Schmidt, Nicole  
42859 Remscheid (DE)**

(74) Vertreter: **Hocker, Thomas  
Vaillant GmbH  
Berghauser Strasse 40  
42859 Remscheid (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 770 824 AT-B- 411 189**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überprüfung des Ionisationselektrodensignals bei Brennern.

**[0002]** Ionisationselektroden werden eingesetzt, um das Vorhandensein einer Flamme festzustellen. In einer Flamme können sich Ionen frei bewegen. Wird an zwei Elektroden, die sich im Flammenbereich befinden, eine Spannung angelegt, so fließt in der Flamme ein Strom. Erlischt die Flamme, so kommt auch der Stromfluss zum Erliegen. Unterschreitet der gemessene Ionisationsstrom einen bestimmten Grenzwert, so verriegelt die Regelung des Brenners die Gaszufuhr, um unkontrollierten Gasaustritt zu vermeiden.

**[0003]** Der Ionisationsstrom ist von einigen Faktoren abhängig. So nimmt beispielsweise der Ionisationsstrom ab, wenn die Oberfläche der Elektroden durch den Einfluss der Flamme mit einer Ablagerungsschicht überzogen ist.

**[0004]** Im ungünstigsten Fall kann es trotz Vorhandensein einer Flamme zu einer Brenngasabschaltung kommen, wenn die Ionisationselektroden zu stark mit Ablagerungen überzogen sind.

**[0005]** Darüber hinaus ist der Ionisationsstrom vom Brenngas-Luft-Verhältnis  $\lambda$  abhängig. Bei stöchiometrischer Verbrennung ist der Ionisationsstrom maximal.

**[0006]** Ein Verfahren zur Regelung eines Gasgebläsebrenners einer Heizungsanlage mit Hilfe der Messung der Kohlenmonoxidemission im Abgas ist aus der DE 103 00 602 A1 bekannt. Hierbei wird das Brenngas-Luft-Gemisch des Brenners angefettet, wodurch die Luftzahl sinkt. Ein Abgassensor misst die Kohlenmonoxidemission im Abgasrohr und leitet das Signal an eine Regelung weiter. Unterschreitet der Luftüberschuss einen bestimmten Wert, in der Regel sind dies ca. 8 % Luftüberschuss, so steigen die Kohlenmonoxidemissionen steil an. Registriert die Regelung, dass die Kohlenmonoxidemission einen vorgegebenen Schwellwert überschritten hat, so wird das Gemisch nicht weiter angefettet. Das Gemisch wird dann definiert abgemagert, um eine optimale Verbrennung zu erreichen.

**[0007]** Die EP 770 824 A2 offenbart ein Verfahren zur Regelung eines Brenngas-Luft-Gemischs eines Brenners, bei dem der Ionisationsstrom oder die Ionisationsspannung erfasst wird. Während des Kalibrierverfahrens wird das Brenngas-Luft-Gemisch angefettet und die Ionisationsspannung gemessen. Erreicht letztergenannte ein Maximum, so ist die Verbrennung stöchiometrisch. Das Gemisch wird dann gezielt abgemagert. Der Absolutwert der Ionisationsspannung kann aufgrund von Verschleiß, Verschmutzung oder Verbiegung variieren. Erreicht das Spannungsmaximum einen bestimmten Wert nicht, so wird ein Störsignal ausgelöst und der Brenner abgeschaltet.

**[0008]** Aus AT 411 189 B ist bekannt, dass bei nahestöchiometrischer Verbrennung die Kohlenmonoxidemissionen im Abgas sehr stark ansteigen. Zur Regelung des

Brenngas-Luft-Verhältnisses eines Brenners wird das Gemisch angefettet, bis hohe Kohlenmonoxidemissionen gemessen werden; das Gemisch wird dann gezielt abgemagert. Bezuglich der Ionisationsstrommessung lehrt die AT 411 189 B, dass ein Plausibilitätstest durchgeführt werden kann. Es ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass im Bereich  $1,0 < \lambda < 1,3$  beim Anfetten sowohl der Ionisationsstrom, als die Kohlenmonoxidemissionen stetig ansteigen. Daher sieht die AT 411 189 B vor, dass in dem Fall, in dem der Ionisationsstrom ansteigt, während die Kohlenmonoxidemissionen abfallen, ein Fehler vorliegen muss, weshalb der Kalibriervorgang abgebrochen wird und die Regelung mit den alten Sollwerten weiterbetrieben wird. Fällt der Ionisationsstrom bei der Anfettung, so sollte die Verbrennung unterstöchiometrisch sein; die Kohlenmonoxidemissionen müssten dann extrem hoch sein. Werden keine solchen Emissionen gemessen, so muss gemäß der Lehre der AT 411 189 B ein Fehler vorliegen.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zu schaffen, das eine Veränderung des Ionisationselektrodensignals frühzeitig erkennt, um vor dem Ausfall Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird dies gemäß den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs dadurch gelöst, dass bei einem Gasbrenner mit einer Einrichtung zur getrennten Regelung der Brenngas- und Luftmenge und einem Abgassensor zur Messung der Kohlenmonoxid-Konzentration oder Konzentration an unverbrannten Kohlenwasserstoffen, das Brenngas-Luft-Gemisch angefettet wird bis der Abgassensor ein Signal erfasst, das einem vorgegebenen oder errechneten Schwellwert entspricht, zu diesem Zustand das Ionisationselektrodensignals einer Ionisationselektrode erfasst und mit einem Referenzwert verglichen wird, wobei in dem Fall, in dem das Ionisationselektrodensignals den Referenzwert unterschreitet ein Warnhinweis ausgegeben wird.

**[0011]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche.

**[0012]** So kann der Mittelwert der mindestens zwei letzten Ionisationselektrodensignale gebildet werden, um anstelle von Einzeleinflüssen Trends größeres Gewicht zu geben. Wird ein zweiter Referenzwertes, der niedriger als der erste Referenzwert ist, unterschritten, so wird das Heizgerät abgeschaltet, um unsichere Zustände zu vermeiden.

**[0013]** Die Erfindung wird nun anhand der Figuren detailliert erläutert. Hierbei zeigen:

50 Figur 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

55 Figur 2 den Verlauf des Ionisationsstroms und der Kohlenmonoxidemissionen während der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0014]** Eine Heizungsanlage gemäß Fig. 1 verfügt über

einen Brenner 1 mit einem diesen umgebenden Wärmeaustauscher 10, an den sich ein Abgasrohr 9, in dem sich ein Abgassensor 6 befindet, anschließt. Dem Brenner 1 ist ein Gebläse 2 vorgeschaltet. Auf der Eingangsseite des Gebläses 2 befindet sich eine Luftansaugleitung 13, in die auch eine Brenngasleitung 12, die durch ein Gasventil 4 von der Brenngaszuführung 11 getrennt ist, reicht. Das Gasventil 4 verfügt über einen Stellantrieb 5. Das Gebläse 2 verfügt über einen Antriebsmotor 7 mit Drehzahlerfassung 8. Stellantrieb 5, Antriebsmotor 7, Drehzahlerfassung 8 und Abgassensor 6 sind mit einer Regelung 3, die über ein Speichermodul 31 und Rechenmodul 32 verfügt, verbunden. Ebenfalls mit der Regelung ist eine Ionisationselektrode 14, die knapp oberhalb des Brenners 1 positioniert ist, verbunden.

**[0015]** Beim Brennerbetrieb wird von der Regelung 3 z.B. aufgrund eines nicht dargestellten Raumthermostaten in Verbindung mit einer ebenfalls nicht dargestellten Vorlauftemperatur erfassung im Rechenmodul 32 eine Sollleistung des Brenners 1 berechnet. Im Speichermodul 31 ist zu der Sollleistung ein Sollsignal für die Brenngas- und Luftmenge hinterlegt. Mit diesen Sollsignalen wird das Gebläse 2 mit seinem Antriebsmotor 7 und seiner Drehzahlerfassung sowie das Gasventil 4 mit seinem Stellantrieb 5 angesteuert, wodurch ein Brenngas-Luft-Gemisch in das Gebläse 2 und von dort zum Brenner 1 strömt. Das Gemisch wird an der äußeren Oberfläche des Brenners 1 verbrannt, durchströmt den Wärmeaustauscher 10 und strömt anschließend durch das Abgasrohr 9 ins Freie.

**[0016]** Fig. 2 zeigt den Zusammenhang zwischen Kohlenoxidkonzentration CO, Ionisationsstrom I und Verbrennungsluftverhältnis  $\lambda$ . Hierbei sind drei unterschiedliche Ionisationstromlinien für unterschiedliche Zustände der Ionisationselektrode dargestellt. Um eine vollständige Verbrennung zu erreichen, ist theoretisch ein Verbrennungsluftverhältnis  $\lambda$  von 1,0 notwendig.

$$\lambda = \frac{m_L}{m_{L,min}}$$

**[0017]** Hierbei ist  $m_L$  die tatsächliche Luftmenge und  $m_{L,min}$  die stöchiometrische Luftmenge. Bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen zu Kohlendioxid entsteht stets Kohlenmonoxid als Zwischenprodukt. Aufgrund der begrenzten Reaktionszeit in der wärmebeeinflußten Zone und einer unzureichenden Durchmischung von Brenngas und Luft, ist in der Praxis jedoch ein gewisser Luftüberschuss notwendig, um einen vollständigen Ausbrand zu gewährleisten. Daher hat man in der Regel bei knapp überstöchiometrischer Verbrennung einen CO-Wert von weit über 1000 ppm. Erst bei einem Luftüberschuss von ca. 10 % fallen die Kohlenmonoxid-Emissionen im ausreagierten Abgas deutlich und erreichen bei üblichen Brennern Werte deutlich unter 100 ppm. Mit Erhöhung der Luftzahl fällt jedoch - aufgrund des Anteils

inerter Gase - die Verbrennungstemperatur; die Verbrennungsreaktion wird verlangsamt und es kommt zum Abbruch der Reaktion am Wärmeaustauscher. Daher ist ab einem Luftüberschuss von ca. 80 % ein deutlicher Anstieg der Kohlenmonoxidemissionen zu verzeichnen.

**[0018]** Zu Beginn des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt ein beliebiges Brenngas-Luft-Verhältnis vor. Die Regelung 3 steuert kontinuierlich den Stellantrieb 5 des Gasventils 4 derartig, dass stetig mehr Brenngas bei gleicher Luftmenge in das Gebläse 2 gelangt. Hierdurch wird das Gemisch angefettet; die Luftzahl sinkt. Der Abgassensor 6 misst die Kohlenmonoxidemission im Abgasrohr 9 und leitet das Signal an die Regelung 3 weiter. Registriert die Regelung 3, dass die Kohlenmonoxidemission einen im Speichermodul 31 vorgegebenen Schwellwert  $CO_{Grenz}$  erreicht oder überschritten hat, so wird das Gemisch nicht weiter angefettet. Es ist bekannt, dass derartige Kohlenmonoxidemissionen bei einer Luftzahl von ca. 1,08 erreicht werden. Zunächst wird von einer neuwertigen Ionisationselektrode ausgegangen; das Ionisationselektrodensignal ist demnach nicht gemindert. Das Ionisationselektrodensignal  $I_1$  der Ionisationselektrode 14 beim vorgegebenen Schwellwert  $CO_{Grenz}$  wird gemessen und im Rechenmodul 32 der Regelung 3 mit einem ersten Referenzwert  $I_{Grenz}$  aus dem Speichermodul 31 verglichen. Da das Ionisationselektrodensignal  $I_1$  größer als der erste Referenzwert  $I_{Grenz}$  ist, sind keine weiterführenden Maßnahmen notwendig.

**[0019]** Bei einer späteren Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Ionisationselektrode bereits etwas mit Ablagerungen versehen; das Ionisationselektrodensignal ist geringer. Bei dem vorgegebenen Schwellwert  $CO_{Grenz}$  ist das Ionisationselektrodensignal  $I_2$  der Ionisationselektrode 14 geringer als zu Beginn. Da das Ionisationselektrodensignal  $I_2$  weiterhin größer als der erste Referenzwert  $I_{Grenz}$  ist, sind keine weiterführenden Maßnahmen notwendig.

**[0020]** Bei einer noch späteren Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Ionisationselektrode mit starken Ablagerungen versehen; das Ionisationselektrodensignal ist deutlich geringer als zu Beginn. Bei dem vorgegebenen Schwellwert  $CO_{Grenz}$  ist das Ionisationselektrodensignal  $I_3$  der Ionisationselektrode 14 kleiner als der erste Referenzwert  $I_{Grenz}$ . Daher gibt die Regelung 3 einen Hinweis zur Wartung aus. Dieser Hinweis kann zum Beispiel in Form einer Warnleuchte oder über eine Datenfernverbindung zu einem Fachhandwerker erfolgen.

**[0021]** Unterschreitet das Ionisationselektrodensignal einen zweiten Referenzwert  $I_{Abschalt}$ , so wird die Brenngaszufuhr zum Brenner 1 abgeschaltet.

**[0022]** Erfindungsgemäß kann anstelle des vorgegebenen Schwellwerts  $CO_{Grenz}$  auch ein Gradient ( $\Delta CO / \Delta \lambda$ )<sub>Grenz</sub> vorgegeben werden. Ferner kann anstelle einer Einzelmessung eine Mittelwertbildung über mehrere Messungen erfolgen. Es kann sowohl mit einem vorgegebenen Referenzwert, als auch mit den Messwerten vorhergehender Messungen verglichen werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung des Ionisationselektrodensignals einer Ionisationselektrode (14) eines Gasbrenners (1), insbesondere mit Gebläse (2), mit einer elektronischen Regelung (3), welche zu einer vorgegebenen Brennerleistung ein Sollsignal für die Brenngasmenge und die Luftmenge vorgibt, einer Einrichtung zur Regelung der Brenngasmenge (4, 5) und einem Abgassensor (6), der ein der Kohlenmonoxid-Konzentration oder Konzentration an unverbrannten Kohlenwasserstoffen äquivalentes Signal erzeugt, wobei das Brenngas-Luft-Gemisch angefettet wird bis der Abgassensor (6) ein Signal erfasst, das alleine oder in Verbindung mit mindestens einem weiteren Signal einem vorgegebenen oder errechneten Schwellwert entspricht, **dadurch gekennzeichnet, dass** zu diesem Zustand das Ionisationselektrodensignals einer Ionisationselektrode (14) erfasst und mit einem Referenzwert oder mit mindestens einem Messwert früherer Überprüfungen verglichen wird, wobei in dem Fall, in dem das Ionisationselektrodensignals den Referenzwert unterschreitet oder mindestens einen früheren Messwert wesentlich unterschreitet, ein Warnhinweis ausgegeben wird. 5
2. Verfahren zur Überprüfung des Ionisationselektrodensignals einer Ionisationselektrode (14) eines Gasbrenners (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mittelwert der mindestens zwei letzten Ionisationselektroden signale bei Referenzbedingung gebildet und mit dem Referenzwert oder dem Mittelwert der mindestens zwei vorhergehenden Ionisationselektroden signale bei Referenzbedingung verglichen wird. 10
3. Verfahren zur Überprüfung des Ionisationselektrodensignals einer Ionisationselektrode (14) eines Gasbrenners (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Unterschreitung eines zweiten Referenzwertes, der niedriger als der erste Referenzwert ist, oder in dem Fall, in dem mindestens ein früherer Messwert wesentlich unterschritten wird, der Gasbrenner (1) abgeschaltet wird. 15

## Claims

1. Method to test the ionisation electrode signal of an ionisation electrode (14) of a gas burner (1), in particular having bellows (2), having an electronic control (3), which produces a target signal for the quantity of combustible gas and the quantity of air for a predetermined burner capacity, a device to regulate the quantity of combustible gas (4, 5) and an exhaust gas sensor (6), which produces a signal equivalent to the carbon monoxide concentration or the con- 50

centration of unburnt hydrocarbons, wherein the mixture of combustible gas and air is enriched until the exhaust gas sensor (6) detects a signal, which corresponds to a predetermined or calculated threshold value alone or in connection with at least one further signal, **characterised in that** in this state the ionisation electrode signal of an ionisation electrode (14) is detected and is compared to a reference value or to at least one measured value from earlier tests, wherein in the case in which the ionisation electrode signal falls below the reference value or substantially falls below at least one earlier measured value, a warning is issued.

2. Method to test the ionisation electrode signal of an ionisation electrode (14) of a gas burner (1) according to claim 1, **characterised in that** the average value of the at least two last ionisation electrode signals is formed as a reference condition and is compared with the reference value or the average value of the at least two preceding ionisation electrode signals as a reference condition. 20
3. Method to test the ionisation electrode signal of an ionisation electrode (14) of a gas burner (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** in the case of a second reference value being fallen below, which is lower than the first reference value, or in the case in which at least one earlier measured value is significantly fallen below, the gas burner (1) is switched off. 25

## Revendications

1. Procédé de contrôle du signal d'une électrode à ionisation (14) d'un brûleur à gaz (1), plus particulièrement avec un ventilateur (2), équipé d'un réglage électronique (3), lequel prédéfinit un signal théorique pour la quantité de combustible et la quantité d'air en fonction d'une performance du brûleur prédéfinie, d'un dispositif de réglage pour la quantité de combustible (4, 5) et d'un capteur de gaz d'échappement (6), lequel produit un signal équivalent à la concentration de monoxyde de carbone ou à la concentration d'hydrocarbure non brûlé, moyennant quoi le mélange combustible/gaz est graissé jusqu'à ce que le capteur de gaz d'échappement (6) détecte un signal qui, seul ou associé à au moins un autre signal, correspond à une valeur seuil prédéfinie ou calculée, **caractérisé en ce que** le signal d'une électrode d'ionisation (14) est détecté en fonction de cet état et comparé à une valeur de référence ou à au moins une valeur mesurée lors de contrôles précédents, moyennant quoi si le signal de l'électrode d'ionisation dépasse la limite inférieure de la valeur de référence ou au moins une valeur mesurée précédente, un message d'avertissement est émis. 30

2. Procédé de contrôle du signal d'une électrode de ionisation (14) d'un brûleur à gaz (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valeur moyenne des deux derniers signaux au moins de l'électrode de ionisation est formée en fonction d'une condition de référence et est comparée à la valeur de référence ou à la valeur moyenne des deux signaux de l'électrode d'ionisation au moins en fonction d'une condition de référence.

5

3. Procédé de contrôle du signal d'une électrode d'ionisation (14) d'un brûleur à gaz (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** en cas de dépassement de la limite inférieure d'une seconde valeur de référence plus faible que la première valeur de référence, ou si la limite inférieure d'au moins une valeur mesurée précédente est dépassée, le brûleur à gaz (1) est arrêté.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

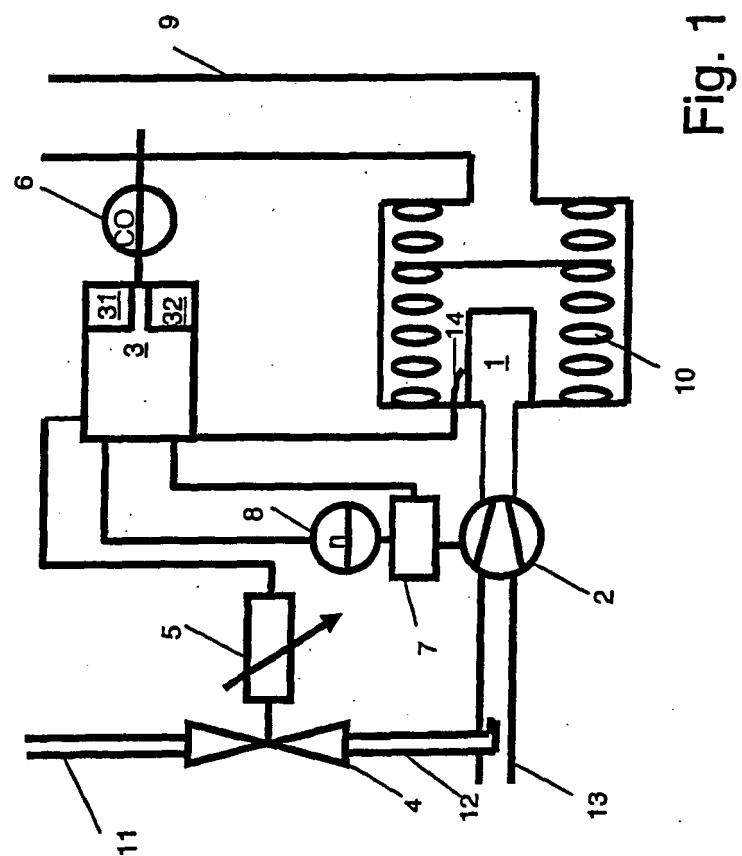


Fig. 1

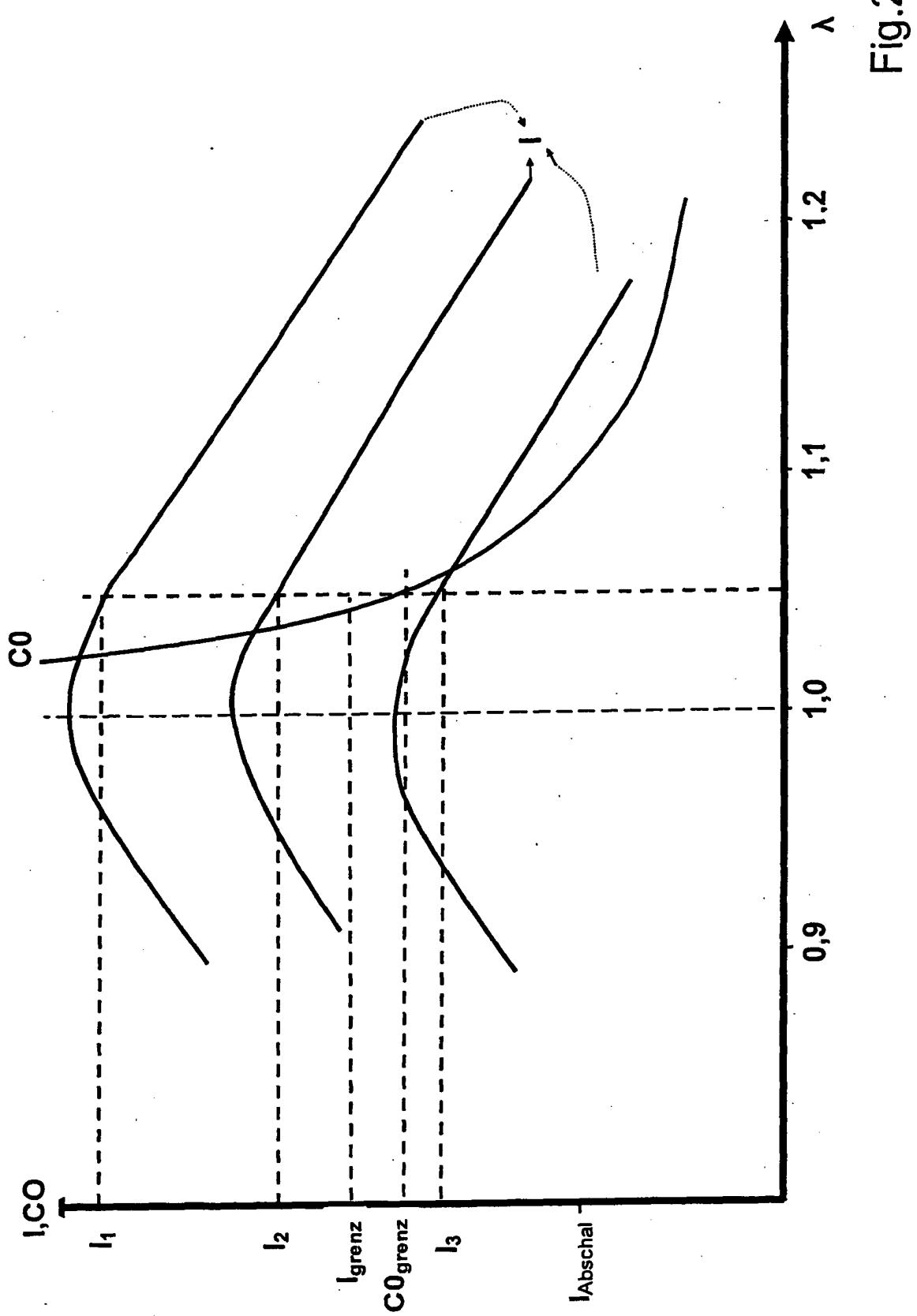


Fig.2

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10300602 A1 [0006]
- EP 770824 A2 [0007]
- AT 411189 B [0008]