

(19)



(11)

EP 3 841 326 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.09.2022 Patentblatt 2022/39

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23D 14/34 ^(2006.01) **F23N 3/00** ^(2006.01)
F23N 5/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19758669.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23D 14/34; F23N 3/002; F23N 5/12;
F23N 2005/181; F23N 2233/08

(22) Anmeldetag: **20.08.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/072226

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/038919 (27.02.2020 Gazette 2020/09)

(54) **HEIZVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM REGELN EINES GEBLÄSEBETRIEBENEN GASBRENNERS**

HEATING DEVICE AND METHOD FOR REGULATING A FAN-OPERATED GAS BURNER

DISPOSITIF CHAUFFANT ET PROCÉDÉ DESTINÉ À RÉGLER UN BRÛLEUR À GAZ
FONCTIONNANT PAR SOUFFLERIE

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **21.08.2018 DE 102018120377**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.06.2021 Patentblatt 2021/26

(73) Patentinhaber: **Truma Gerätetechnik GmbH & Co.
KG**
85640 Putzbrunn (DE)

(72) Erfinder:
• **HÖFLINGER, Ulrich**
80805 München (DE)
• **LAUX, Wilhelm**
81829 München (DE)

(74) Vertreter: **Müller Hoffmann & Partner**
Patentanwälte mbB
St.-Martin-Strasse 58
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 2 014 985 DE-A1- 19 831 648
US-A- 5 971 745

EP 3 841 326 B1

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners, wobei der Gasbrenner ein Gebläse zum Zuführen von Verbrennungsluft aufweist, dessen Drehzahl variabel einstellbar ist. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Heizvorrichtung mit einem entsprechend regelbaren Gasbrenner.

[0002] Zur Überwachung des Vorhandenseins einer Flamme bei einem Gasbrenner sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, die insbesondere auf thermischen, optischen oder elektrischen Prinzipien beruhen. Als besonders zuverlässig gilt die Ionisations-Flammerkennung, bei der die Ionisationswirkung einer Flamme genutzt wird, um zu erkennen, ob der Brenner eine Flamme erzeugt oder nicht.

[0003] Beispiele für derartige Vorrichtungen sind zum Beispiel in der EP 2 357 410 A2 und der DE 10 2005 012 388 A1 beschrieben.

[0004] Bei der Flammionisationserkennung wird, meist mit Hilfe einer Ionisationselektrode und einer Masselektrode, im Bereich der Flamme eine Wechselspannung angelegt. Wenn die Flamme brennt, bewirkt dies einen Gleichrichtereffekt auf die Wechselspannung, der einen Stromfluss von der Masse zur Ionisationselektrode bewirkt. Dieser Stromfluss wird von einer Messelektronik ausgewertet bzw. aufgearbeitet und kann in Form einer Ionisationsspannung bereitgestellt werden. Die am Ausgang der Messelektronik als Messergebnis zur Verfügung gestellte Ionisationsspannung korreliert somit mit dem Ionisationsstrom.

[0005] Wenn die Messelektronik eine Ionisationsspannung ausgibt, die einen bestimmten Grenzwert überschreitet, wird dies als Vorhandensein einer Flamme erkannt. Das Unterschreiten eines entsprechenden Grenzwerts kann hingegen dahingehend interpretiert werden, dass keine Flamme brennt.

[0006] Gasbrenner, insbesondere gebläsebetriebene Gasbrenner sind häufig wechselnden Umgebungsbedingungen ausgesetzt, die zu einem veränderlichen Brennverhalten führen können. Derartige Umgebungsparameter sind zum Beispiel Luftdruck, Temperatur der Verbrennungszuluft, Gasdruck (Druck, mit dem das Brenngas zugeführt wird), Gasart und auch der Energiewert des Gases. Dabei ist zu berücksichtigen, dass häufig die Zusammensetzung des Brenngases variieren kann. Zum Beispiel kann bei typischen Gasgemischen wie LPG (Liquefied Petroleum Gas - Autogas) bzw. typischen Propan/Butan-Gemischen die Zusammensetzung veränderlich sein. So ist es je nach Gaszufuhr möglich, dass reines Propan, reines Butan oder auch ein undefiniertes Propan/Butan-Gemisch zugeführt wird.

[0007] Aufgrund der veränderlichen Umgebungsparameter besteht die Möglichkeit, dass der Gasbrenner nicht im optimalen Betriebspunkt betrieben wird, bei dem der Brennstoff optimal verbrannt wird und der Schadstoffausstoß minimal ist. Häufig wird dieser Zustand mit $\lambda = 1$ gekennzeichnet, bei dem sich Brenngas und Sauerstoff

in einem stöchiometrisch bestimmten Verhältnis befinden.

[0008] Ein Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners nach dem Stand der Technik offenbart die EP 2 014 985 A2, wobei der Gasbrenner ein Gebläse zum Zuführen von Verbrennungsluft aufweist, dessen Drehzahl variabel einstellbar ist, mit den Schritten: betreiben des Gebläses und erfassen einer Gebläsedrehzahl; verändern der Gebläsedrehzahl; messen einer Ionisationsspannung, die zu einem Ionisationsstrom in einem Flammbereich des Gasbrenners korreliert; und bestimmen eines Betriebspunkts durch Messen der aktuellen Ionisationsspannung.

[0009] In der DE 10 2017 204 012 A1 wird ein Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners beschrieben.

[0010] Aus der DE 10 2008 027 010 A1 ist ein Verfahren zum Überprüfen eines Ionisationssignals eines Brenners bekannt.

[0011] Die DE 10 2015 116 458 A1 beschreibt ein Verfahren zur Unterscheidung zweier für einen Verbrennungsprozess vorgesehener Brenngase mit unterschiedlich hohen Energiegehalten.

[0012] Ein anderes Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners wird in der US 5 971 745 A beschrieben.

[0013] In der DE 199 47 181 A1 wird ein Verfahren zur Bestimmung eines für die aktuelle Luftzahl repräsentativen Signals offenbart.

[0014] Schließlich befasst sich die DE 198 31 648 A1 mit einem Verfahren zum funktionellen Adaptieren einer Regelelektronik an ein Gasgerät.

[0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners anzugeben, mit dem ein definierter Betriebspunkt für einen Brennerbetrieb sichergestellt werden kann. Der Betriebspunkt soll sich dann nahe beim Optimum für den Brennerbetrieb befinden.

[0016] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0017] Es wird ein Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners angegeben, wobei der Gasbrenner ein Gebläse zum Zuführen von Verbrennungsluft aufweist, dessen Drehzahl variabel einstellbar ist. Das Verfahren weist insbesondere die folgenden Schritte auf:

- Betreiben des Gebläses und Erfassen einer Gebläsedrehzahl;
- Verändern der Gebläsedrehzahl;
- Messen einer Ionisationsspannung, die zu einem Ionisationsstrom in einem Flammbereich des Gasbrenners korreliert;
- Finden eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung;
- Bestimmen eines Betriebspunkts durch Messen der aktuellen Ionisationsspannung und Abspeichern als Betriebspunkt;

- während des Brennerbetriebs fortlaufendes Messen der aktuellen Ionisationsspannung;
- Bestimmen einer Abweichung zwischen der aktuell gemessenen Ionisationsspannung und dem Betriebspunkt;
- Prüfen, ob die Abweichung innerhalb einer vorgegebenen Grenze liegt und Durchführen einer Fallunterscheidung: wenn die Abweichung innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt, Fortführen des fortlaufenden Messens der aktuellen Ionisationsspannung; wenn hingegen die Abweichung nicht innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt, Wiederholen des Verfahrens ab dem obigen Schritt "Verändern der Gebläsedrehzahl".

[0018] Das Verfahren wird in der Regel durch eine Verarbeitungs- und Steuereinheit durchgeführt, die die Verfahrensschritte verarbeitet und dabei mit den entsprechenden Komponenten (Flammdetektor bzw. Ionisationsspannungs-Sensor, Gebläsemotor etc.) kommuniziert.

[0019] Mit Hilfe des Verfahrens wird somit das Gebläse des Gasbrenners betrieben, um Verbrennungsluft zuzuführen. Dabei wird die Gebläsedrehzahl in geeigneter Weise erfasst, zum Beispiel durch einen oder mehrere Hall-Sensoren oder durch Bestimmung der sogenannten Kommutierungs-Oberwellen des Rotor- und Statorpaketes auf der Versorgungsspannung des Rotors. Entsprechend können durch eine Messeinrichtung zum Beispiel Pulse pro Minute erzeugt werden und einer Verarbeitungs- und Steuereinheit zur Verfügung gestellt werden. Zur Erfassung der Drehzahl sind auch andere Verfahren bekannt, die sich für die hier beschriebene Regelung eignen.

[0020] Die Verarbeitungs- und Steuereinheit ist in der Lage, die Gebläsedrehzahl zu verändern, d.h. zu verringern oder zu erhöhen. Dazu kann sie den Gebläsemotor entsprechend ansteuern.

[0021] Gemäß dem Verfahren wird eine Ionisationsspannung gemessen, die zu einem Ionisationsstrom in einem Flambereich des Gasbrenners korreliert. Der Spannungswert wird durch ein gleichgerichtetes Frequenzsignal der Brennerflamme erzeugt und über einen sogenannten Shunt-Widerstand und mittels einer Analog-/Digital-Wandlung der Verarbeitungs- und Steuereinheit zur Verfügung gestellt.

[0022] Wie oben dargelegt, ergibt sich bei Vorhandensein einer Flamme ein Stromfluss (Ionisationsstrom) aufgrund der Gleichrichtungswirkung der Flamme auf die angelegte Wechselspannung. Dieser Ionisationsstrom wird mit Hilfe einer Auswerteschaltung mit Differenzverstärker in eine repräsentative Spannung (Ionisationsspannung) umgewandelt, damit die weitere Auswertung spannungsbasiert bzw. - nach der Analog-/Digital-Wandlung - digital durchgeführt werden kann. Somit können die Spannungswerte digitalisiert und weiterverarbeitet werden.

[0023] Gemäß dem Verfahren wird während des Ver-

änderns der Gebläsedrehzahl versucht, ein Minimum eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahl zu finden. Die Gebläsedrehzahl wird somit gezielt verändert, d.h. verringert oder erhöht. Gleichzeitig wird die Ionisationsspannung ermittelt. Solange sich die Ionisationsspannung stärker ändert als die Gebläsedrehzahl, wird die Gebläsedrehzahl weiter variiert. Erst dann, wenn das Optimum in Form des Minimums des Gradienten gefunden wurde, erfolgt keine weitere Drehzahlveränderung.

[0024] Der angegebenen Gradient beschreibt die in der Flamme gemessene Ionisationsspannungsänderung in Bezug auf die Drehzahländerung des Verbrennungsluftgebläses. Beim Gradientenminimum liegt genau der Punkt, der als Unterscheidungsmerkmal bzw. Grenze zwischen einem fetten oder einem mageren Betrieb des Gasbrenners dient. Bei einer geringeren Drehzahl beginnt der sog. "fette Bereich", in dem die durch das Verbrennungsluftgebläse zugeführte Verbrennungsluft nicht ausreicht, um das Brenngas vollständig zu verbrennen. Bei einer höheren Drehzahl liegt der sog. "magere Bereich" vor, in dem mehr Verbrennungsluft zugeführt wird als erforderlich.

[0025] Dieses Entscheidungskriterium kann mit Absolutwerten alleine nicht bestimmt werden, da es immer die zueinander gehörenden Änderungen berücksichtigen muss.

[0026] Der Gradient beschreibt also die Reaktion des Brenners (in Form der Ionisationsspannung) auf die Drehzahländerung.

[0027] Ausgehend von dem somit gefundenen Betriebszustand, d.h. der aktuellen Ionisationsspannung und der entsprechenden Gebläsedrehzahl, wird ein Betriebspunkt für die Ionisationsspannung bestimmt und abgespeichert. Dazu können die Parameter (Gebläsedrehzahl bzw. die sich dann entsprechend ändernde Ionisationsspannung) auch vorab noch verändert werden, wie später noch erläutert wird.

[0028] Dieser Zustand wird als optimal betrachtet, in dem der Gasbrenner aufgrund der zu diesem Zeitpunkt gegebenen Umgebungsparameter betrieben werden soll.

[0029] Nachfolgend wird kontinuierlich bzw. fortlaufend, also auch beispielsweise in bestimmten Zeitintervallen, die Messung der aktuellen Ionisationsspannung durchgeführt. Die jeweils aktuell gemessene Ionisationsspannung wird mit dem Betriebspunkt bzw. der vorab gespeicherten Ionisationsspannung im Betriebspunkt verglichen. Dabei wird eine Abweichung bestimmt.

[0030] Nachfolgend wird geprüft, ob die somit bestimmte Abweichung innerhalb einer vorgegebenen Grenze liegt. Solange die Abweichung innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt, erfolgt ein Fortführen des fortlaufenden Messens der aktuellen Ionisationsspannung.

[0031] Wenn hingegen die Abweichung nicht innerhalb der vorgegebenen Grenze liegt und somit zu groß ist, wird das oben beschriebene Verfahren zum Bestimmen eines neuen Betriebspunkts wiederholt. In diesem Fall

wird nämlich erkannt, dass sich die Umgebungsparameter derart geändert haben, dass der Brenner nicht mehr im optimalen Zustand betrieben werden kann, was eine Neujustierung durch Bestimmen eines neuen Betriebspunkts erforderlich macht.

[0032] Zum Starten des Verfahrens ist es möglich, vor dem Messen der Ionisationsspannung zunächst das Gebläse mit einer vorgegebenen Ausgangsdrehzahl zu betreiben und nachfolgend die Gebläsedrehzahl zu verringern. Erst dann beginnt das Messen der Ionisationsspannung und das nachfolgende Finden des Gradienten-Minimums. Dabei macht das Messen und weitere Verarbeiten der Ionisationsspannung in der oben beschriebenen Weise nur dann Sinn, wenn auch eine Flamme vom Brenner erzeugt wird, also eine Flamme gezündet wurde.

[0033] Bei einer Variante wird nach dem Schritt des "Findens eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahl" und vor dem Schritt "Bestimmen eines Betriebspunkts" der zusätzliche Schritt durchgeführt, dass die Gebläsedrehzahl um einen Offsetwert erhöht wird.

[0034] Der Offsetwert ist brennerabhängig bzw. gerätespezifisch und repräsentiert damit den gerätespezifischen Abstand vom Drehzahlminimum, bei dem der Brenner möglichst optimal in Bezug auf Abgaswerte und/oder Leistung arbeitet.

[0035] Wie oben ausgeführt, strebt das Verfahren das Finden eines Minimums des Gradienten der Ionisationsspannung zur Gebläsedrehzahl an, so dass der Brenner im optimalen Betriebszustand betrieben werden kann. Aus der Praxis ist es jedoch bekannt, dass bei typischen Brennern in diesem Drehzahlminimum bereits kleine Abweichungen, zum Beispiel in Bezug auf die Umgebungsparameter, dazu führen können, dass sich das Brennverhalten des Brenners drastisch ändert. Daher hat es sich als zweckmäßig ergeben, dass der Brenner nicht in diesem Minimum betrieben werden soll, sondern knapp darüber. Dies führt zu einem "gutmütigeren" Brennverhalten.

[0036] Der Offsetwert wird so bestimmt, dass auch bei einem Betrieb mit Extremwerten der Betriebsparameter die gesetzlichen Grenzwerte eingehalten werden. Zum Beispiel treten in der Praxis Fälle auf, in denen das z.B. aus einer Gasflasche zugeführte (Brenn-)Gas mehr Butan enthält als dies bei einer allgemein üblichen Propan/Butan-Mischung der Fall ist. Somit besteht das Risiko, dass der CO-Ausstoß ansteigt. Für diesen Extremfall wird der Offset gerade derart gesetzt, dass auch bei einem Betrieb mit einem höheren Butan-Anteil im Brenngas der gesetzlich maximal zulässige Grenzwert nicht überschritten wird. Mit anderen Worten: Der Offset wird so gewählt, dass man sich möglichst weit vom empfindlichen Minimumwert entfernt, aber nicht so weit, dass man bei besonderen, aber real existierenden und somit bekannten bzw. im Effekt vorausberechenbaren Parameteränderungen außerhalb der gesetzl. Normen liegt.

[0037] Die Bestimmung des Offsetwerts folgt aus der Vermessung des Brennertyps und ist damit auch abhän-

gig davon, wie weit es von Seiten des Herstellers zulässig sein soll, sich von dem Minimum (Optimum) zu entfernen. Typischerweise kann ein derartiger Offsetwert im Bereich von 50 U/min bis 1.000 U/min liegen, wobei aber auch andere Werte sinnvoll sein können.

[0038] Für den Schritt des "Findens eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung" können die folgenden

[0039] Schritte durchgeführt werden:

- Verringern der Gebläsedrehzahl;
- Messen der aktuellen Ionisationsspannung;
- Bestimmen des Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahl;
- Durchführen einer Fallunterscheidung:
Wenn der Gradient kleiner als Null (0) ist, Verringern der Gebläsedrehzahl und Wiederholen der obigen Schritte des Messens der aktuellen Ionisationsspannung und des Findens des Gradienten. Wenn der Gradient größer als Null ist, Erhöhen der Gebläsedrehzahl und Wiederholen der obigen Schritte des Messens der aktuellen Ionisationsspannung und des Findens des Gradienten. Wenn der Gradient gleich Null ist, Bestimmen des Gradienten als Minimum und Fortführen des Verfahrens.

[0040] Das Kriterium, dass der Gradient "gleich Null" sein kann, muss nicht bedeuten, dass er exakt gleich "0" sein muss. Hier ist es vielmehr ausreichend, wenn der Gradient unterhalb einer vorgegebenen Schwelle, also auch knapp über Null oder unter Null liegt.

[0041] Mit Hilfe der hier beschriebenen Schritte ist es möglich, durch Variation der Gebläsedrehzahl das Gradienten-Minimum zu finden, so dass nachfolgend dieses Minimum als Betriebspunkt bestimmt werden kann, gegebenenfalls nach Anpassung um einen Offsetwert, wie oben bereits erläutert.

[0042] Die Ausgangsdrehzahl des Gebläses beim Starten des Verfahrens sollte sinnvollerweise auf einen hohen Wert eingestellt werden. Zum Beispiel kann die Ausgangsdrehzahl des Gebläses auf einen Wert im oberen Drittel des Drehzahlbereichs des Gebläses eingestellt werden, insbesondere im oberen Viertel, im oberen Fünftel oder in den oberen 10% des Drehzahlbereichs. Ebenso ist es auch möglich, als Ausgangsdrehzahl die Maximaldrehzahl des Gebläses zu wählen und nachfolgend die Drehzahl zu verringern, um das Gradienten-Minimum zu finden. Es sind Gebläse-unterstützte Gasbrenner bekannt, bei denen der sogenannte erste Zündpunkt beim Brennerstart durch einen sogenannten Rampenstart automatisch ermittelt wird. Dabei wird bei einem festgelegten Gasdurchfluss und einer dauerhaft laufenden Zündeinrichtung die Geschwindigkeit des Verbrennungsluftgebläses von einer sehr hohen Drehzahl laufend verringert, bis das Gas-Luftgemisch eine möglichst optimale Zusammensetzung hat und automatisch zündet. Die dabei gemessene Drehzahl ist dann die Aus-

gangsdrehzahl für die weitere Regelung nach dem oben beschriebenen Verfahren.

[0043] Alternativ ist es möglich, die Ausgangsdrehzahl des Gebläses auf eine vorbekannte Zünddrehzahl einzustellen. So kann auch eine bekannte Zünddrehzahl (abhängig vom barometrischen Luftdruck, der Temperatur der Verbrennungsluft und dem Gasdurchsatz) fest als Startpunkt gewählt werden.

[0044] Eine übliche Anfangsdrehzahl kann zum Beispiel bei 4.000 U/min liegen.

[0045] Die Ionisationsspannung kann auf der Grundlage des Ionisationsstroms bestimmt werden, derart, dass der Ionisationsstrom als Stromfluss bestimmt wird, der bei einer durch das Vorhandensein einer Flamme bewirkten Gleichrichtung einer Wechsellspannung auftritt, die an eine im Flambereich angeordnete Ionisationselektrode angelegt wird, wobei der Ionisationsstrom durch eine Auswerteschaltung in eine entsprechende Ionisationsspannung umgewandelt wird.

[0046] Eine Heizvorrichtung weist wenigstens einen Gasbrenner auf, der ein durch einen Motor, insbesondere durch einen drehzahlregelbaren Motor angetriebenes Verbrennungsluftgebläse aufweist, sowie eine Flammionisationsspannungs-Messeinrichtung zum Erfassen einer Ionisationsspannung, die von einer durch den Gasbrenner erzeugten Flamme abhängig ist. Weiterhin ist eine Verarbeitungs- und Steuereinheit vorgesehen, die mit dem Motor und der Flammionisationsspannungs-Messeinrichtung gekoppelt ist. Die Verarbeitungs- und Steuereinheit kann dazu ausgebildet sein, das oben beschriebene Verfahren durchzuführen und dabei insbesondere aufgrund einer Auswertung der Ionisationsspannung die Drehzahl des Motors des Verbrennungsluftgebläses regeln.

[0047] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung werden nachfolgend anhand von Beispielen unter Zuhilfenahme der begleitenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm für ein Regelsystem zum Regeln eines Gasbrenners; und

Fig. 2 ein Flussdiagramm mit einem Regelverfahren für einen gebläsebetriebenen Gasbrenner.

[0048] Fig. 1 zeigt in sehr grober Darstellung den prinzipiellen Aufbau eines Regelsystems, auf dem das erfindungsgemäße Verfahren zum Regeln eines gebläsebetriebenen Gasbrenners durchgeführt werden kann.

[0049] Das Regelsystem weist eine Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 auf. Weiterhin ist ein Sensor 2 vorgesehen, mit dem der Ionisationsstrom in dem Bereich einer durch den Brenner erzeugten Flamme gemessen und mit Hilfe einer geeigneten Auswerteschaltung in eine Ionisationsspannung U_{ION} gewandelt wird. Die Ionisationsspannung U_{ION} wird als Messwert ausgegeben und an die Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 geführt.

[0050] In einer praktischen Anwendung kann die Ioni-

sationsspannung U_{ION} am Ausgang der Messschaltung bei Vorhandensein einer Flamme zum Beispiel im Bereich zwischen 0,3 V bis 3,3 V je nach Qualität der Verbrennung liegen. Bei Spannungen von kleiner als 0,3 V wird die Flamme als erloschen erkannt. Um die Robustheit der Erkennung zu erhöhen, ist ein Hysteresefenster von zum Beispiel 0,3 V bis 0,7 V vorgesehen. Das bedeutet, dass bei einem erstmaligen Erkennen die Flamme erst dann als existent erkannt wird, wenn die Ionisationsspannung mindestens 0,7 V erreicht. Dagegen wird die Flamme erst bei Unterschreiten von 0,3 V als erloschen erkannt.

[0051] Die Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 ist weiterhin mit einem Motor 3 eines nicht dargestellten Verbrennungsluftgebläses verbunden. Insbesondere kann die Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 die Drehzahl des Motors 3 und damit des Verbrennungsluftgebläses ansteuern. Umgekehrt ist es erforderlich, dass die Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 eine Information über die Drehzahl n_{VBL} des Motors 3 und damit des Verbrennungsluftgebläses erhält. Die Drehzahlinformation kann in geeigneter Weise ermittelt werden. So ist es möglich, dass die Verarbeitungs- und Steuereinheit 1 bereits selbst durch eine entsprechende Ansteuerung des Motors 3 auch die Drehzahl vorgibt. Ebenso können am Motor 3 Sensoren (z.B. einer oder mehrere Hall-Sensoren) vorgesehen sein, um die Drehzahl des Motors 3 zu ermitteln. Hierzu sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, die an dieser Stelle nicht vertieft werden müssen.

[0052] Die Ansteuerung der Drehgeschwindigkeit des Motors 3 und damit der Geschwindigkeit des Verbrennungsluftgebläses kann zum Beispiel durch eine Pulsweiten-Modulation in einem Bereich von 0% bis 100% der Drehgeschwindigkeit vorgegeben werden. Alternativ kann auch direkt die Antriebsspannung des Motors 3 oder der Antriebsstrom des Motors zur Geschwindigkeitsregelung eingestellt werden.

[0053] Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm mit einem Verfahren zum Regeln eines gebläsebetriebenen Gasbrenners.

[0054] Zum Start des Verfahrens wird in einem Startpunkt S0 das Verbrennungsluftgebläse mit einer Ausgangsdrehzahl betrieben, die einer relativ hohen Drehzahl entsprechen sollte. Ausgehend von dieser Drehzahl wird die Drehzahl n_{VBL} in einem Schritt S10 reduziert. In einem Schritt S20 erfolgt die Messung der Ionisationsspannung U_{ION} in der oben beschriebenen Weise.

[0055] Nachfolgend wird in einem Schritt S30 ein Gradient der Ionisationsspannung U_{ION} zu der Drehzahl n_{VBL} bestimmt. Wenn der Gradient kleiner als 0 ist, geht das Verfahren zu Schritt S10, so dass die Drehzahl n_{VBL} weiter reduziert wird.

[0056] Wenn hingegen der Gradient im Schritt S30 größer als 0 ist, wird die Drehzahl in einem Schritt S40 erhöht. Nachfolgend wird in einem Schritt S50 die Ionisationsspannung U_{ION} erneut gemessen und in einem Schritt S60 der Gradient bestimmt.

[0057] Sofern dann der Gradient immer noch größer

als 0 ist, wird die Drehzahl im Schritt S40 weiter erhöht und erneut ein Gradient im Schritt S60 bestimmt.

[0058] Wenn in den Schritten S30 bzw. S60 erkannt wurde, dass der Gradient 0 ist bzw. sehr nahe bei 0 liegt, wird dies als Minimum des Gradienten (bezogen auf den Betragswert) und damit als Optimum erkannt. Gleichzeitig entspricht dieser Punkt auch einem Drehzahlminimum für die Gebläsedrehzahl.

[0059] Unter dem "Minimum des Gradienten" ist dabei der Absolutwert zu verstehen. Das Minimum des Gradienten wird also bei dem Wert 0 gefunden, während Werte größer oder kleiner 0 oberhalb von dem Minimum liegen.

[0060] Dieser somit erkannte Betriebspunkt bedeutet, dass das Verhältnis zwischen Luftzufuhr (festgelegt durch das Verbrennungsluftgebläse) und Brenngaszufuhr für den Brenner optimal ist, so dass der Energieinhalt des Brenngases optimal ausgenutzt werden kann, bei gleichzeitig minimalem Schadstoffausstoß. Der Brenner wird also in einem optimalen Betriebszustand betrieben.

[0061] Eine weitere Verringerung der Gebläsedrehzahl würde dazu führen, dass zu wenig Verbrennungsluft zugeführt wird, so dass das zu verbrennende Gemisch zu fett eingestellt wäre. Ein unnötig hoher Brenngasverbrauch wäre die Folge.

[0062] In Schritt S70 wird die Drehzahl mit Hilfe einer Offset-Drehzahl n_x verändert. Diese Veränderung in Schritt S70 ist optional und muss nicht zwingend durchgeführt werden. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass bei üblichen Brennern bei einem Betrieb in dem oben beschriebenen Drehzahlminimum bereits kleine Abweichungen zum Beispiel in Bezug auf die Umgebungsparameter dazu führen können, dass sich das Brennverhalten des Brenners erheblich ändert. Um hier eine größere Toleranz und damit ein gutmütigeres Verhalten zuzulassen, wird der soeben im Rahmen der Schritte S30 bzw. S60 gefundene Minimalwert für die Drehzahl durch den Offsetwert n_x erhöht. Der n_x -Wert folgt aus Vermessungen des verwendeten Brennertyps und kann je nach Auslegungsziel vom Hersteller festgelegt werden.

[0063] Nachfolgend wird für die somit neu festgesetzte "optimale" Drehzahl im Schritt S80 die Ionisationsspannung gemessen und als Betriebspunkt U_B abgespeichert. In diesem Betriebspunkt kann der Brenner optimal betrieben werden, unter der Voraussetzung, dass die Umgebungsparameter sich nicht ändern bzw. sich nur geringfügig ändern.

[0064] Im nachfolgenden Betrieb wird im Schritt S90 fortlaufend die Ionisationsspannung gemessen und damit die Qualität der Flamme erfasst. Die Messung der Ionisationsspannung kann dabei kontinuierlich oder auch in regelmäßigen bzw. anderweitig vorgegebenen Zeitabständen erfolgen.

[0065] Im Schritt S100 wird eine Differenz der im Schritt S90 gemessenen Ionisationsspannung U_{ION} von der im Schritt S80 als Betriebspunkt festgelegten Ionisationsspannung U_B in Form des Wertes ΔU_{ION} ermittelt. Diese Abweichung der Ionisationsspannungswerte wird dann gegen einen Wert U_Y abgeglichen, der

ein Entscheidungskriterium für die zulässige Änderung der Ionisationsspannung darstellt.

[0066] Wenn in Schritt S100 festgestellt wird, dass die Abweichung der aktuellen Ionisationsspannung U_{ION} von der für den Betriebspunkt vorgegebenen Ionisationsspannung U_B kleiner oder gleich dem Wert U_Y ist, wird die Messung im Schritt S90 weiter fortgeführt und der Betrieb des Brenners unverändert beibehalten.

[0067] Wenn jedoch im Schritt S100 festgestellt wird, dass die Abweichung zu groß ist, bestimmt das Verfahren, dass eine Neujustierung des Betriebspunkts erforderlich ist. Ein Grund dafür kann zum Beispiel eine Veränderung eines oder mehrerer Umgebungsparameter sein, die dazu führt, dass der Brenner zu diesem Zeitpunkt nicht mehr im optimalen Betriebspunkt betrieben werden kann.

[0068] Daraufhin wird das Verfahren erneut durchgeführt, durch Reduktion der Drehzahl im Schritt S10. Vorher kann sinnvollerweise die Drehzahl auch wieder auf einen höheren Wert (Ausgangsdrehzahl) angehoben werden, um die Drehzahländerung über einen größeren Bereich durchführen zu können.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines Gasbrenners, wobei der Gasbrenner ein Gebläse zum Zuführen von Verbrennungsluft aufweist, dessen Drehzahl variabel einstellbar ist, mit den Schritten

- Betreiben des Gebläses und Erfassen einer Gebläsedrehzahl (n_{VBL});
- Verändern der Gebläsedrehzahl;
- Messen einer Ionisationsspannung (U_{ION}), die zu einem Ionisationsstrom in einem Flammbereich des Gasbrenners korreliert;
- Finden eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung;
- Bestimmen eines Betriebspunkts durch Messen der aktuellen Ionisationsspannung und Abspeichern als Betriebspunkt;
- während des Brennerbetriebs fortlaufendes Messen der aktuellen Ionisationsspannung;
- Bestimmen einer Abweichung zwischen der aktuell gemessenen Ionisationsspannung und dem Betriebspunkt;
- Prüfen, ob die Abweichung (ΔU_{ION}) innerhalb einer vorgegebenen Grenze (U_Y) liegt und Durchführen einer Fallunterscheidung:

- + wenn die Abweichung innerhalb der vorgegebenen Grenze (U_Y) liegt, Fortführen des fortlaufenden Messens der aktuellen Ionisationsspannung;
- + wenn die Abweichung nicht innerhalb der

- vorgegebenen Grenze (U_Y) liegt, Wiederholen des Verfahrens ab dem obigen Verändern der Gebläsedrehzahl.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zum Starten des Verfahrens die folgenden Schritte vor dem Messen der Ionisationsspannung durchgeführt werden:
- Betreiben des Gebläses mit einer Ausgangsdrehzahl;
 - Verringern der Gebläsedrehzahl.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei nach dem Schritt "Finden eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung" und vor dem Schritt "Bestimmen eines Betriebspunkts" der zusätzliche Schritt durchgeführt wird:
- Erhöhen der Gebläsedrehzahl um einen Offsetwert (n_X).
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei für den Schritt "Finden eines Minimums eines Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung" die folgenden Schritte durchgeführt werden:
- Verringern der Gebläsedrehzahl;
 - Messen der aktuellen Ionisationsspannung;
 - Bestimmen des Gradienten der gemessenen Ionisationsspannung zu der aktuellen Gebläsedrehzahländerung;
 - Durchführen einer Fallunterscheidung:
 - + wenn der Gradient kleiner als Null ist, Verringern der Gebläsedrehzahl und Wiederholen der obigen Schritte des Messens der aktuellen Ionisationsspannung und des Findens des Gradienten;
 - + wenn der Gradient größer als Null ist, Erhöhen der Gebläsedrehzahl und Wiederholen der obigen Schritte des Messens der aktuellen Ionisationsspannung und des Findens des Gradienten;
 - + wenn der Gradient gleich Null ist, Bestimmen des Gradienten als Minimum und Fortführen des Verfahrens.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Ausgangsdrehzahl des Gebläses auf einen Wert im oberen Drittel des Drehzahlbereichs des Gebläses eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Ausgangsdrehzahl des Gebläses auf eine vorbekannte Zünddrehzahl eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Ionisationsspannung (U_{ION}) auf der Grundlage des Ionisationsstroms bestimmt wird, derart, dass

- der Ionisationsstrom als Stromfluss bestimmt wird, der bei einer durch das Vorhandensein einer Flamme bewirkten Gleichrichtung einer Wechsellspannung auftritt, die an eine im Flambereich angeordnete Ionisationselektrode angelegt wird; und dass
- der Ionisationsstrom durch eine Auswerteschaltung in eine entsprechende Ionisationsspannung umgewandelt wird.

8. Heizvorrichtung, mit

- wenigstens einem Gasbrenner, der ein durch einen Motor (3) angetriebenes Verbrennungsluftgebläse aufweist;
- einer Flammionisationsspannungs-Messeinrichtung (2), zum Erfassen einer Ionisationsspannung (U_{ION}), die von einer durch den Gasbrenner erzeugten Flamme abhängig ist; und mit
- einer Verarbeitungs- und Steuereinheit (1), die mit dem Motor (3) und der Flammionisationsspannungs-Messeinrichtung (2) gekoppelt ist; wobei
- die Verarbeitungs- und Steuereinheit (1) dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen.

35 Claims

1. A method for regulating a gas burner, wherein the gas burner has a combustion air supply fan, the speed of which can be variably set, with the steps of:
- operating the fan and detecting a fan speed (n_{VBL});
 - changing the fan speed;
 - measuring an ionization voltage (U_{ION}) which correlates to an ionization current in a flame area of the gas burner;
 - finding a minimum of a gradient of the measured ionization voltage with respect to the current change in fan speed;
 - determining an operating point by measuring the current ionization voltage and storing it as an operating point;
 - during the operation of the burner, continuously measuring the current ionization voltage;
 - determining a deviation between the currently measured ionization voltage and the operating point;

- checking whether the deviation (ΔU_{ION}) lies within a predefined limit (U_Y) and performing a case discrimination:
 - + if the deviation lies within the predefined limit (U_Y), continuing the continuous measurement of the current ionization voltage;
 - + if the deviation does not lie within the predefined limit (U_Y), repeating the method from the above change in fan speed.
- 2. The method according to claim 1, wherein, in order to start the method, the following steps are performed prior to the measurement of the ionization voltage:
 - operating the fan at an output speed;
 - reducing the fan speed.
- 3. The method according to claim 1 or 2, wherein, after the step of "finding a minimum of a gradient of the measured ionization voltage with respect to the current change in fan speed" and prior to the step of "determining an operating point", the following additional step is performed:
 - increasing the fan speed by an offset value (n_X).
- 4. The method according to any one of the preceding claims, wherein the following steps are performed for the step of "finding a minimum of a gradient of the measured ionization voltage with respect to the current change in fan speed":
 - reducing the fan speed;
 - measuring the current ionization voltage;
 - determining the gradient of the measured ionization voltage with respect to the current change in fan speed;
 - performing a case discrimination:
 - + if the gradient is less than zero, reducing the fan speed and repeating the above steps of measuring the current ionization voltage and finding the gradient;
 - + if the gradient is more than zero, increasing the fan speed and repeating the above steps of measuring the current ionization voltage and finding the gradient;
 - + if the gradient is equal to zero, determining the gradient as a minimum and continuing the method.
- 5. The method according to any one of the preceding claims, wherein the output speed of the fan is set to a value in the upper third of the speed range of the fan.
- 6. The method according to any one of the preceding claims, wherein the output speed of the fan is set to a previously known firing speed.
- 7. The method according to any one of the preceding claims, wherein the ionization voltage (U_{ION}) is determined, based on the ionization current, in such a manner that
 - the ionization current is determined as a current flow, which occurs in the case of a rectification of an alternating voltage effected by the presence of a flame, which is applied to an ionization electrode arranged in the flame area; and that
 - the ionization current is converted into a corresponding ionization voltage by an evaluation circuit.
- 8. A heating device, comprising:
 - at least one gas burner which has a combustion air fan driven by a motor (3);
 - a flame ionization voltage measuring device (2) for detecting an ionization voltage (U_{ION}), which is dependent on a flame generated by the gas burner; and with:
 - a processing and control unit (1) which is coupled to the motor (3) and to the flame ionization voltage measuring device (2);
 wherein
 - the processing and control unit (1) is designed to perform the method according to any one of the preceding claims.

Revendications

1. Procédé pour régler un brûleur à gaz, dans lequel le brûleur à gaz comporte un ventilateur pour amener de l'air de combustion, dont la vitesse de rotation est apte à être réglée de manière variable, comprenant les étapes
 - faire fonctionner le ventilateur et acquérir une vitesse de rotation de ventilateur (n_{VBL}) ;
 - modifier la vitesse de rotation de ventilateur ;
 - mesurer une tension d'ionisation (U_{ION}) qui est en corrélation avec un courant d'ionisation dans une zone de flamme du brûleur à gaz ;
 - trouver un minimum d'un gradient de la tension d'ionisation mesurée par rapport au changement actuel de vitesse de rotation de ventilateur ;
 - déterminer un point de fonctionnement par mesure de la tension d'ionisation actuelle et le stocker en tant que point de fonctionnement ;
 - pendant le fonctionnement du brûleur, mesurer en continu la tension d'ionisation actuelle ;

- déterminer un écart entre la tension d'ionisation mesurée de manière actuelle et le point de fonctionnement ;
 - vérifier si l'écart (ΔU_{ION}) se trouve à l'intérieur d'une limite prédéfinie (U_Y) et effectuer une différenciation de cas :
 - + si l'écart se trouve à l'intérieur de la limite prédéfinie (U_Y), poursuivre la mesure continue de la tension d'ionisation actuelle ;
 - + si l'écart ne se trouve pas à l'intérieur de la limite prédéfinie (U_Y), répéter le procédé à partir de la variation ci-dessus de la vitesse de rotation de ventilateur.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel pour démarrer le procédé, les étapes suivantes sont effectuées avant la mesure de la tension d'ionisation :
- faire fonctionner le ventilateur avec une vitesse de rotation initiale ;
 - réduire la vitesse de rotation de ventilateur.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel après l'étape "trouver un minimum d'un gradient de la tension d'ionisation mesurée par rapport au changement actuel de vitesse de rotation de ventilateur" et avant l'étape "déterminer un point de fonctionnement", on effectue l'étape supplémentaire :
- augmenter la vitesse de rotation de ventilateur d'une valeur de décalage (n_X).
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel pour l'étape "trouver un minimum d'un gradient de la tension d'ionisation mesurée par rapport au changement actuel de vitesse de rotation de ventilateur", on effectue les étapes supplémentaires :
- réduire la vitesse de rotation de ventilateur ;
 - mesurer la tension d'ionisation actuelle ;
 - déterminer le gradient de la tension d'ionisation mesurée par rapport au changement actuel de vitesse de rotation de ventilateur ;
 - effectuer une différenciation de cas :
 - + si le gradient est inférieur à zéro, réduire la vitesse de rotation de ventilateur et répéter les étapes ci-dessus de mesurer la tension d'ionisation actuelle et de trouver le gradient ;
 - + si le gradient est supérieur à zéro, augmenter la vitesse de rotation de ventilateur et répéter les étapes ci-dessus de mesurer la tension d'ionisation actuelle et de trouver le gradient ;
 - + si le gradient est égal à zéro, déterminer
- le gradient en tant que minimum et poursuivre le procédé.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la vitesse de rotation initiale du ventilateur est réglée à une valeur dans le tiers supérieur de la plage de vitesse de rotation du ventilateur.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la vitesse de rotation initiale du ventilateur est réglée à une vitesse de rotation d'allumage connue préalablement.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la tension d'ionisation (U_{ION}) est déterminée sur la base du courant d'ionisation, de telle sorte que
- le courant d'ionisation soit déterminé en tant que flux de courant qui apparaît lors d'un redressement provoqué par la présence d'une flamme d'une tension alternative qui est appliquée à une électrode d'ionisation disposée dans la zone de flamme ; et que
 - le courant d'ionisation soit converti par un circuit d'exploitation en un courant d'ionisation correspondant.
8. Dispositif de chauffage, comprenant
- au moins un brûleur à gaz qui comporte un ventilateur de combustion entraîné par un moteur (3) ;
 - un dispositif de mesure de tension d'ionisation de flamme (2) pour acquérir une tension d'ionisation (U_{ION}) qui dépend d'une flamme produite par le brûleur à gaz ; et comprenant
 - une unité de traitement et de commande (1) qui est couplée au moteur (3) et au dispositif de mesure de tension d'ionisation de flamme (2) ; dans lequel
 - l'unité de traitement et de commande (1) est agencée pour effectuer le procédé selon l'une des revendications précédentes.

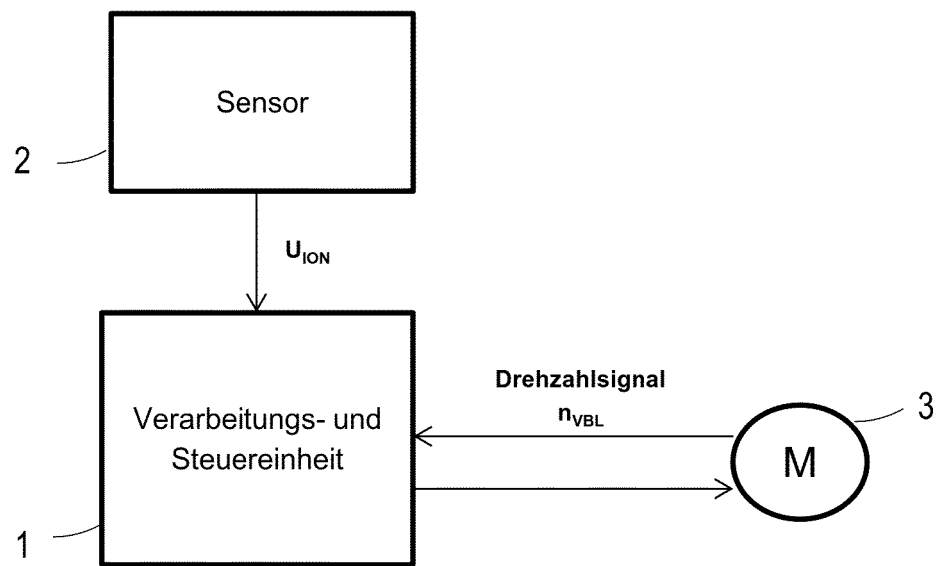


Fig. 1

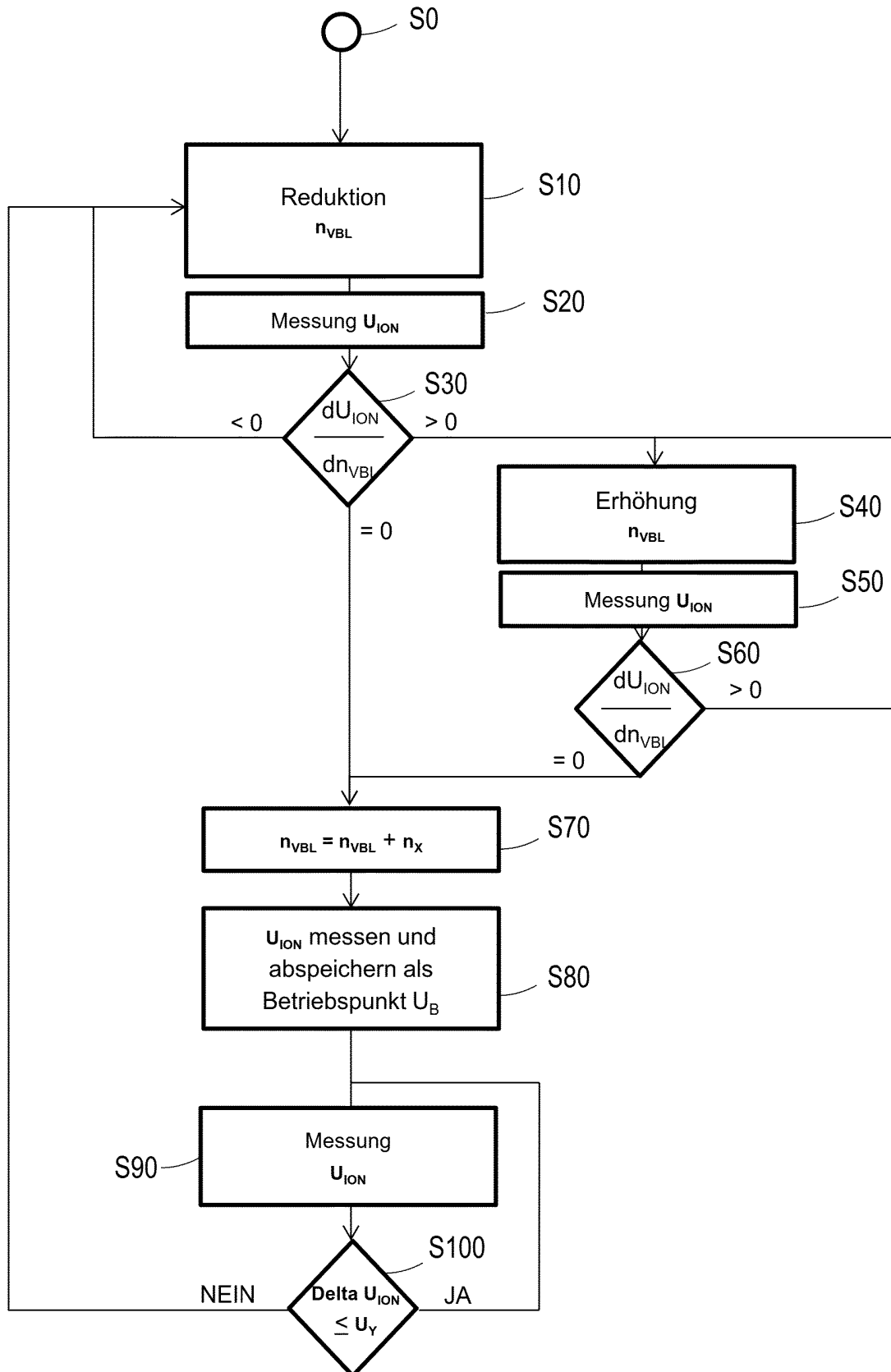


Fig. 2

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

- EP 2357410 A2 [0003]
- DE 102005012388 A1 [0003]
- EP 2014985 A2 [0008]
- DE 102017204012 A1 [0009]
- DE 102008027010 A1 [0010]
- DE 102015116458 A1 [0011]
- US 5971745 A [0012]
- DE 19947181 A1 [0013]
- DE 19831648 A1 [0014]