

(19)



(11)

EP 3 045 816 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.07.2016 Patentblatt 2016/29

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

(21) Anmeldenummer: **15151600.2**

(22) Anmeldetag: **19.01.2015**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

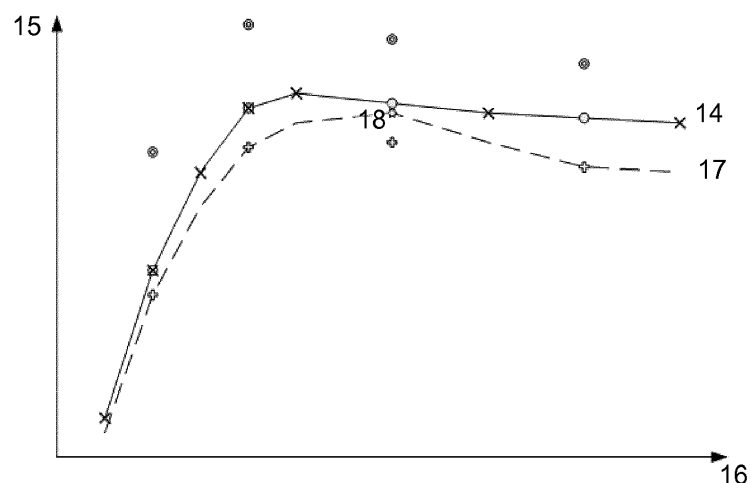
(72) Erfinder:
• **Born, Thomas
76227 Karlsruhe (DE)**
• **Schmiederer, Bernd
76149 Karlsruhe (DE)**

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(54) Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage

(57) Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage mit mindestens einem Brenner, und mit mindestens einer Ionisationselektrode (2), die derart angeordnet ist, dass sie im Betrieb der Brenneranlage im Bereich einer Flamme (1) des mindestens einen Brenners liegt, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, eine Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage einzustellen, wobei die Regeleinrichtung zusätzlich ausgebildet ist, anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2) einen Ionisationsstrom (15) aufzunehmen, wobei die Regeleinrichtung einen Speicher umfasst und ausgebildet ist, Paare aus Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage und Ionisationsstrom (15) als Stützpunkte einer Regelkurve oder als Testpunkte zu speichern, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist zur Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, und als Summe dieser Differenz und des Kehrwertes eines weiteren Ionisationsstromes einen verschobenen Ionisationsstrom zu berechnen.

onsstrom (15) als Stützpunkte einer Regelkurve oder als Testpunkte zu speichern, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist zur Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, und als Summe dieser Differenz und des Kehrwertes eines weiteren Ionisationsstromes einen verschobenen Ionisationsstrom zu berechnen.

FIG 2**EP 3 045 816 A1**

Beschreibung

Hintergrund

- 5 **[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Regelkurven, wie sie im Zusammenhang mit Ionisationselektroden in Brenneranlagen, beispielsweise in Gasbrennern, eingesetzt werden. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf die Korrektur solcher Regelkurven unter Berücksichtigung der Alterung und/oder Drift eines Sensorsignals.
- [0002]** In Brenneranlagen lässt sich die Luftzahl während der Verbrennung anhand eines Ionisationsstromes durch eine Ionisationselektrode ermitteln. An die Ionisationselektrode wird zunächst eine Wechselspannung angelegt. Aufgrund der Gleichrichterwirkung einer Flamme fließt ein Ionisationsstrom als Gleichstrom in nur einer Richtung.
- 10 **[0003]** In Regelkurven für Ionisationselektroden wird der an der Ionisationselektrode erfasste Ionisationsstrom aufgetragen über der Drehzahl des Gebläses eines Gasbrenners. Der Ionisationsstrom wird typisch in Mikroampere gemessen. Die Drehzahl des Gebläses eines Gasbrenners wird typisch in Umdrehungen pro Minute gemessen. Die Drehzahl des Gebläses eines Gasbrenners ist zugleich ein Mass für den Luftvolumenstrom und für die Leistung der Brenneranlage, das heisst für eine Wärmemenge pro Zeit.
- 15 **[0004]** Entlang einer solchen Regelkurve ist eine Vielzahl von Testpunkten aufgetragen. Zunächst können diese Testpunkte im Rahmen von Prüfungen unter Laborbedingungen aufgenommen werden. Die aufgenommenen Werte werden gespeichert und in einer (elektronischen) Regelung berücksichtigt.
- [0005]** Ionisationselektroden unterliegen einer Alterung. Diese Alterung wird verursacht durch Ablagerungen und/oder Beläge während des Betriebs einer Brenneranlage. Insbesondere kann sich an der Oberfläche einer Ionisationselektrode eine Oxidschicht bilden, deren Dicke sich im Laufe der Betriebsstunden verändert. Als Folge der Alterung einer Ionisationselektrode kommt es zu einer Drift des Ionisationsstromes. Mithin bedarf eine unter Laborbedingungen aufgenommene Regelkurve von Zeit zu Zeit, spätestens nach 1000 bis 3000 Betriebsstunden, einer Korrektur.
- 20 **[0006]** Eine Regeleinrichtung mit Korrektur der Regelkurve einer Ionisationselektrode ist offenbart in EP2466204B1. Die Korrektur der Regelkurve erfolgt dabei in drei Schritten. Zunächst führt die Regeleinrichtung dabei einen Regelbetrieb durch. Anschliessend steuert oder regelt die Regeleinrichtung die Aktoren der Brenneranlage auf ein geändertes Zufuhrverhältnis hin. Insbesondere wird die Drehzahl des Gebläses einer Brenneranlage geändert. Durch die Steuerung der Aktoren stellt die Regeleinrichtung einen Luftvolumenstrom der Brenneranlage ein.
- 25 **[0007]** Das geänderte Zufuhrverhältnis liegt dabei über dem stöchiometrischen Wert der Luftzahl von 1. Vorzugsweise wird die Luftzahl um 0.1 oder um 0.06 auf Werte grösser oder gleich 1.05 reduziert. Aus dem dabei erfassten Ionisationssignal und aus gespeicherten Daten wird in einem dritten Schritt ein Sollwert neu errechnet.
- 30 **[0008]** Die Korrektur der Regelkurve setzt jedoch voraus, dass die während der Dauer des Tests erzeugte Wärme auch an Verbraucher wie Heizung oder Brauchwasser abgeführt werden kann. Ansonsten ist die während des Tests erzeugte Wärmemenge höher als die abgenommene Wärmemenge. In der Folge steigt die Temperatur im System an und der Temperaturregler der Anlage schaltet den Brenner aus. Der Test an einem bestimmten Luftvolumenstrom kann in diesem Fall nicht zu Ende geführt werden.
- 35 **[0009]** Dieses Problem verschärft sich dadurch weiter, dass während eines Testlaufs einige Zeit benötigt wird, um stabile Werte zu erhalten. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Dauer eines Testlaufs im Allgemeinen nicht beliebig verkürzen lässt.
- 40 **[0010]** Gegenstand der vorliegenden Offenbarung ist eine verbesserte Korrektur der Regelkurve einer Ionisationselektrode, welche die vorgenannten Nachteile zumindest teilweise überwindet.

Zusammenfassung

- 45 **[0011]** Der vorliegenden Offenbarung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich Brennerbedingungen und damit allfällige Korrekturen einer Regelkurve im Betrieb schleichend ändern. Insbesondere ändern sich die Bedingungen und daraus folgend die fälligen Korrekturen entlang der Regelkurven im Allgemeinen nicht sprunghaft. Dies ermöglicht eine Abschätzung darüber, wie eine Korrektur an einem Testpunkt sich auf benachbarte Werte auswirkt.
- [0012]** Die genannte Erkenntnis ermöglicht die Korrektur einer Regelkurve während des Betriebs einer Brenneranlage und bei beliebigen Luftvolumenströmen. Die genannte Erkenntnis ermöglicht ebenso die Korrektur einer Regelkurve in einem Kalibrier-Modus oder Wartungs-Modus einer Brenneranlage. Dazu werden in einem ersten Schritt mehrere Testpunkte, das heisst Ionisationsströme gegenüber Gebläsedrehzahlen bzw. Luftvolumenströmen der Brenneranlage, aufgenommen. Dadurch wird erreicht, dass mindestens ein Testpunkt in der Nähe des aktuell benötigten Luftvolumenstromes liegt. Sollte an einem vorliegenden Testpunkt ein Testlauf nicht möglich sein, wird zunächst die für einen benachbarten Testpunkt ermittelte Korrektur in die Korrektur des vorliegenden Testpunkts hinein gerechnet. Somit wird der so korrigierte vorliegende Testpunkt an benachbarte Testpunkte angeglichen.
- 55 **[0013]** Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch eine Regeleinrichtung und/oder durch ein Verfahren entsprechend den unabhängigen Ansprüchen dieser Offenbarung. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhän-

gigen Ansprüchen wiedergegeben.

Kurze Beschreibung der Figuren

5 **[0014]** Nachfolgend werden Wege zur Ausführung der Erfindung anhand von Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig 1 schematisch eine Brenneranlage mit einer erfindungsgemässen Regeleinrichtung, welche anhand eines Ionisationssignals geregelt wird.

10 Fig 2 eine Regelkurve aufgenommen unter Laborbedingungen und eine davon abweichende Regelkurve einer gealterten Ionisationselektrode mit unvollständiger Korrektur.

Detaillierte Beschreibung und Wege zur Ausführung der Erfindung

15 **[0015]** Die Fig 1 zeigt schematisch eine Brenneranlage, vorzugsweise einen Gasbrenner, mit einer erfindungsgemässen Regeleinrichtung und/oder mit dem erfindungsgemässen Verfahren. Die Regelung arbeitet im Normalbetrieb als Brennstoff-Luft-Verbund-Regelung. Ein Brenner erzeugt eine Flamme (1). Eine Ionisationselektrode (2) erfasst einen Ionisationsstrom. An der Ionisationselektrode (2) liegt typisch eine Wechselspannung im Bereich 110 V ... 240 V an. Der von der Ionisations-Elektrode (2) erfasste Ionisationsstrom bedeutet, dass sich einer an der Ionisationselektrode
20 (2) angelegter Wechselspannung eine Gleichspannung überlagert. Dadurch ergibt sich ein Gleichstrom. Dieser Gleichstrom steigt mit zunehmender Ionisation des Gases im Flammenbereich. Der Gleichstrom sinkt andererseits mit zunehmendem Luftüberschuss der Verbrennung. Zur Weiterverarbeitung des Signals der Ionisationselektrode ist es gängig, ein Tiefpass zu verwenden, sodass aus dem gefilterten Ionisationssignal (4) der Ionisationsstrom entsteht. Die auftretende Gleichspannung hat einen Gleichstrom zur Folge, der typisch im Bereich kleiner 150 Mikroampere und häufig
25 deutlich unterhalb dieses Wertes liegt.

[0016] Eine Vorrichtung zur Trennung von Gleichstrom und Wechselstrom einer Ionisationselektrode ist beispielsweise in EP1154203B1, Fig 1, gezeigt und unter anderem in Abschnitt 12 der Beschreibung erklärt. Auf die relevanten Teile der Offenbarung von EP1154203B1 wird hier Bezug genommen.

30 **[0017]** Ionisationselektroden (2) wie hier eingesetzt sind kommerziell erhältlich. Als Material der Ionisationselektroden (2) kommt vielfach KANTHAL®, z.B. APM® oder A-1®, zum Einsatz. Auch Elektroden aus Nikrothal® werden vom Fachmann in Betracht gezogen.

[0018] Der Ionisationsstrom wird durch einen Flammenverstärker (3) verstärkt. Der Flammenverstärker (3) schliesst zudem den elektrischen Stromkreis durch Anschluss des Flammenverstärkers (3) an die Masseelektrode des Brenners. Das vom Flammenverstärker (3) verarbeitete Ionisationssignal (4) wird an eine Stelleinrichtung (5) weitergegeben. Die
35 Stelleinrichtung (5) nutzt im Normalbetrieb das Ionisationssignal (4) als Eingangssignal für eine Regelung. Das Ionisationssignal (4) ist vorzugsweise ein analoges elektrisches Signal. Es (4) kann alternativ als digitales Signal oder als digitale Variable zweier Software-Moduleinheiten ausgebildet sein.

[0019] Im Betrieb reagiert die Stelleinrichtung (5) auf ein externes Anforderungssignal (11), welches eine Wärmeleistung vorgibt. Darüber hinaus kann anhand des Anforderungssignals (11) die Regelung ein- und ausgeschaltet werden.
40 Eine Wärmemenge und damit verbunden ein Luftvolumenstrom kann beispielsweise von einem übergeordneten, in Fig 1 nicht eingezeichneten, Temperaturregelkreis angefordert werden. Weiterhin kann eine solche Vorgabe von einem externen Verbraucher und/oder direkt von Hand, beispielsweise anhand eines Potentiometers, vorgegeben werden.

[0020] Es ist üblich, das Anforderungssignal (11) mit Hilfe von in der Stelleinrichtung (5) hinterlegten Daten auf einen der beiden Aktoren (6, 7) abzubilden. In einer bevorzugten Ausführungsform wird das Anforderungssignal (11) auf
45 Drehzahlsollwerte für ein Gebläse als ersten Aktor (6) abgebildet. Anschliessend werden die Drehzahlsollwerte mit einem von einem Gebläse (6) zurückgegebenen Drehzahlsignal (9) verglichen. Ein in der Stelleinrichtung (5) integrierter Drehzahlregler steuert das Gebläse (6) über ein erstes Stellsignal (8) auf eine dem Anforderungssignal (11) entsprechende Sollfördermenge an Luft (12). In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Stelleinrichtung (5) eine Drehzahlregelung, insbesondere eine Drehzahlregelung nach proportionalen, integralen und/oder derivativen Bestandteilen, und gibt ein Stellsignal an das Gebläse (6) weiter. Gemäss einer weiteren Ausführungsform kann das Anforderungssignal (11) direkt auf das erste Stellsignal (8) des Gebläses (6) abgebildet werden. Ferner ist auch die Abbildung des Anforderungssignals (11) auf ein Brennstoffventil als ersten, leistungsführenden Aktor möglich.

[0021] Ein zweiter Aktor (7), bevorzugt ein Brennstoffventil, führt über die Zufuhr an Brennstoff (13) die Luftzahl nach. Dazu bildet die Stelleinrichtung (5) das vorgegebene Anforderungssignal (11), d. h. das Drehzahlrückmeldesignal (9),
55 auf einen Sollwert des Ionisationssignals (4) ab. Anhand der Differenz zwischen Ionisationssignal (4) und Sollwert des Ionisationssignals (4) wird über eine in der Stelleinrichtung enthaltene Regeleinheit das Brennstoffventil (7) geregelt. Auf diese Weise bewirkt eine Änderung des Ionisationssignals (4) über ein zweites Stellsignal (10) eine Änderung der Stellung des Brennstoffventils (7). Damit ändert sich der Durchfluss an Brennstoff (13). Der Regelkreis wird geschlossen,

indem für eine gegebene Luftmenge eine Änderung der Brennstoffmenge eine Änderung des Ionisationsstromes durch die Flamme (1) und durch die Ionisationselektrode (2) bewirkt. Damit verbunden ist eine Änderung des Ionisationssignals (4) so lange, bis dessen Istwert wieder dem vorgegebenen Sollwert gleicht.

[0022] Fig 2 zeigt als durchgezogene Kurve eine Regelkurve (14). In Fig 2 ist aufgetragen der Ionisationsstrom in Mikroampere (15) gegenüber dem Luftvolumenstrom (16). Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform entspricht der Luftvolumenstrom (16) der Drehzahl des Gebläses (6). Eine solche Regelkurve dient der Stalleinrichtung (5) zur Einstellung der Luftzahl für verschiedene Anforderungssignale (11) unter Berücksichtigung des Ionisationssignals (4).

[0023] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist ausgebildet, einen Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage unter Berücksichtigung des Ionisationsstromes (15) einzustellen.

[0024] Gängige Brenneranlagen im Sinne dieser Offenbarung weisen Leistungen von einigen 10 kW bis hin zu 100 kW und darüber und die zugehörigen Luftvolumenströme auf. Gängige Drehzahlen des Gebläses liegen im Bereich einiger 1000 bis 10000 Umdrehungen pro Minute.

[0025] Fig 2 zeigt den Ionisationsstrom (15) für verschiedene Luftvolumenströme (16). Die verschiedenen Werte des Ionisationsstromes (15) für verschiedene Luftvolumenströme (16) werden zunächst im Labor (unter Testbedingungen) aufgenommen. Daraus ergibt sich die Regelkurve (14). In Fig 2 sind aufgenommene Wertepaare aus Ionisationsstrom und Luftvolumenstrom anhand gerader, durchgezogener Linien zu einer Regelkurve verbunden. Die Wertepaare sind Stützpunkte der Regelkurve und sind mit Kreuzen X in Fig 2 eingezeichnet.

[0026] Die Aufnahme der Stützpunkte einer Regelkurve findet im Labor vorzugsweise mit einer neuen und/oder wenig gealterten Ionisationselektrode (2) statt.

[0027] Die Gesamtheit dieser Stützpunkte bildet eine Regelkurve wie in Fig 2 gezeigt. Dazu ist die Regeleinrichtung ausgebildet, die Stützpunkte zu einer Regelkurve zusammenzufügen. Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltet das Zusammenfügen zu einer Regelkurve auch die nachfolgend offenbarte Interpolation.

[0028] Die Regeleinrichtung umfasst demnach einen Speicher und ist ausgebildet, Paare aus Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage und Ionisationsstrom (15) zu speichern. Bei dem Speicher kann es sich beispielsweise um Arbeitsspeicher (RAM), Flash-Speicher, EPROM Speicher, EEPROM Speicher, Speicher-Register, eine oder mehrere Festplatten, eine oder mehrere Disketten, andere optische Laufwerke oder um jegliches Computer-lesbare Medium handeln. Diese Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Speicher der Regeleinrichtung nicht-flüchtig.

[0029] Gemäss Fig 2 wird zwischen den aufgenommenen Werten linear interpoliert. In einer weiteren Ausführungsform wird zwischen den aufgenommenen Werten quadratisch interpoliert, d. h. es wird neben einem linearen Term auch ein quadratischer Term und/oder ein Term höherer Ordnung berücksichtigt. Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird zwischen den aufgenommenen Werten anhand (kubischer) Splines interpoliert.

[0030] Allgemein schafft die Interpolation zusätzlich zu den aufgenommenen Werten des Ionisationsstromes (15) weitere Werte des Ionisationsstromes (15). Die weiteren Werte des Ionisationsstromes liegen zwischen den aufgenommenen Werten. Sie liegen weiterhin zwischen den entsprechenden eingestellten Luftvolumenströmen (16) der Brenneranlage. Aus der Interpolation ergibt sich der Ionisationsstrom zum Luftvolumenstrom zwischen den aufgenommenen Werten.

[0031] Wie die Stützpunkte der Regelkurve werden die Testpunkte ebenfalls im Labor mit einer neuen und/oder wenig gealterten Ionisationselektrode ermittelt. Dies wird mit Hilfe des Testablaufs wie in EP2466204B1 offenbart durchgeführt. Von diesen Testpunkten sind die I_{CO} -Werte in Fig 2 als Kreise auf der Regelkurve (14) dargestellt. Die I_{BO} -Werte sind als Kreise über der Regelkurve (14) dargestellt. I_{CO} -Wert und I_{BO} -Wert eines Testpunktes liegen auf der gleichen (oder im Wesentlichen gleichen) Gebläsedrehzahl bzw. auf dem gleichen (oder im Wesentlichen gleichen) Luftvolumenstrom. Die I_{CO} -Werte ergeben sich aus der Regelkurve aufgrund der gewählten Luftvolumenströme für die Testpunkte. Sie können entweder mit einem Stützpunkt identisch oder durch Interpolation errechnet sein. Die I_{BO} -Werte ergeben sich aufgrund der gewählten λ -Veränderung der Luftzahl λ an dem jeweiligen Testpunkt.

[0032] Im Labor ist ferner gewährleistet, dass eine angeforderte Wärmemenge bzw. Luftvolumenstrom (16) auch abgenommen wird. Damit ist im Labor der Fall ausgeschlossen, dass die Temperatur im System (zu schnell und/oder zu weit) steigt, weil der Brenner während der Zeitdauer von Testläufen (zur Einstellung der Gebläsedrehzahlen, des Gebläsedrehzahlabstandes und Ermittlung des I_{BO} -Wertes je Testpunkt) mehr Wärme erzeugt als abgeführt werden kann. So ist es unter Laborbedingungen möglich, alle (oben erwähnte) Werte für die Testpunkte zu ermitteln.

[0033] Gemäss einer speziellen Ausführungsform werden im Labor 8, 16, 32 oder 64 Stützpunkte für die Regelkurve aufgenommen. Gemäss einer weiteren Ausführungsform werden 5, 10, 15, 20 oder 25 Testpunkte entlang der Regelkurve (14) unter Laborbedingungen aufgenommen. Für den Fall, dass die Regelkurvenpunkte (Stützpunkte) nicht mit den Testpunkten übereinstimmt, wird nach einem der oben genannten Verfahren zwischen den aufgenommenen Stützpunkten der Regelkurve interpoliert, um die I_{CO} -Werte an den Testpunkten zu erhalten.

[0034] Die Ionisationselektrode (2) unterliegt im Betrieb typisch einer Alterung. Infolge der Alterung ändern sich die Charakteristiken der Ionisationselektrode (2). Mit anderen Worten, die Regelkurve einer gealterten Ionisationselektrode (2) weicht von derjenigen (14) einer neuen Ionisationselektrode (2) ab.

[0035] Fig 2 zeigt als gestrichelte Kurve eine abweichende Regelkurve (17). Die abweichende Regelkurve (17) berücksichtigt die Alterung der Ionisationselektrode (2). Die in Form von Kreuzen eingezeichneten Punkte dieser Regelkurve (17), sind die aufgrund der Tests korrigierten Ionisationsstromwerte an den Testpunkten.

[0036] Fig 2 zeigt neben den kreuzförmigen Testpunkten einen speziellen Testpunkt (18). Beim Testpunkt (18) handelt es sich um einen Testpunkt, bei welchem mindestens ein Testlauf abgebrochen werden musste (oder gar nicht gestartet werden konnte). Deshalb ist der Ionisationsstrom dieses Testpunkts (18) zu einem älteren Datum aufgenommen als die Ionisationsströme der anderen Testpunkte der gestrichelten Regelkurve (17).

[0037] In der Praxis ist es durchaus möglich, dass am Testpunkt (18) mehrere Testabläufe gescheitert sind. Dies kann beispielsweise vorkommen, wenn zum Zeitpunkt eines oder mehrerer Tests die angeforderte Wärmemenge bzw. der angeforderte Luftvolumenstrom (16) nicht abgenommen wird. Die Temperatur im System steigt in einem solchen Fall wie Eingangs geschildert und der Testlauf wird abgebrochen.

[0038] Die gestrichelte Regelkurve (17) weicht im Bereich des Testpunkts (18) nach oben ab. So sind die gestrichelte Regelkurve (17) und die im Labor aufgenommene Regelkurve (14) im Bereich des Testpunkts (18) weniger beabstandet als sonst. Daraus lässt sich vermuten, dass die durch jenen Testpunkt (18) verzerrte Regelkurve (17) die gealterte Ionisationselektrode (2) nicht optimal charakterisiert.

[0039] Zunächst kann nun der offensichtlich fehlerbehaftete Testpunkt (18) korrigiert werden basierend auf der Annahme, dass benachbarte Testpunkte sich ähnlich ändern. An einem Testpunkt der Regelkurve sei I_{B0} der aufgenommene Ionisationsstrom während eines Testlaufs unter Laborbedingungen und I_{B1} der aufgenommene Ionisationsstrom während eines ersten Testlaufs nach einigen Stunden Betrieb. Gemäss EP2466204B1 entsprechen die Ionisationsströme I_{B0} und I_{B1} einem im Vergleich zur Regelkurve angefetteten Gemisch, das heisst es ist mehr Brennstoff (13), insbesondere mehr Gas, und weniger Luft (12) vorhanden. Dergleichen lässt sich beispielsweise erreichen, indem bei konstanter Gebläsedrehzahl mehr Brennstoff (13) zugeführt wird.

[0040] Nun sei der Testlauf k an dem fehlerbehafteten Testpunkt (18) gescheitert, sodass kein Ionisationsstrom I_{Bk} vorliegt. Zudem seien am Nachbarpunkt des Testpunktes (18) der Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ des k-ten Testlaufs und der entsprechende Laborwert $I_{NachbarB0}$ bekannt. Der Ionisationsstrom I_{Bk} wird erfindungsgemäss nun aus den Ionisationsströmen $I_{NachbarBk}$ und $I_{NachbarB0}$ des benachbarten Testpunktes berechnet bzw. abgeschätzt und im folgenden $I_{Bk\uparrow}$ genannt:

$$\frac{1}{I_{Bk\uparrow}} = \frac{1}{I_{NachbarBk}} - \frac{1}{I_{NachbarB0}} + \frac{1}{I_{B0}}$$

[0041] Die genannte Abschätzung basiert auf der Annahme, dass sich benachbarte Testpunkte (in etwa) gleich stark verschieben. Diese Annahme ist nicht immer eine gute Näherung. Sie ist es insbesondere dann nicht, wenn sich der Testwert von einem Testlauf zum nächsten stark ändert.

[0042] Der Test an einem durch einen Nachbarn abgeschätzten Testpunkt (wie oben z.B. Testpunkt (18)) wird grundsätzlich nachgeholt, sobald die Brennerleistung bzw. der Luftvolumenstrom passt.

[0043] Mit anderen Worten, die erfindungsgemässe Regeleinrichtung ist ausgebildet zur Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes $I_{NachbarBk}$ zu einem ersten Luftvolumenstrom und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes $I_{NachbarB0}$, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen wurde und zum ersten Luftvolumenstrom oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom gehört.

[0044] $I_{NachbarB0}$ sei zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen, indem $I_{NachbarB0}$ beispielsweise während eines Testlaufs unter Laborbedingungen aufgenommen wurde. Testläufe unter Laborbedingungen finden typisch als Typentests/- Einstellung (=Sollwert-/Parameterermittlung) und/oder Routinetests und/oder als Fabriktests während der Entwicklung oder während der Fertigung eines Geräts statt.

[0045] Die erfindungsgemässe Regeleinrichtung ist weiterhin ausgebildet, als Summe dieser Differenz und des Kehrwertes eines weiteren Ionisationsstromes I_{B0} den Kehrwert und den Wert eines verschobenen Ionisationsstromes $I_{Bk\uparrow}$ zu berechnen, wobei der weitere Ionisationsstrom und der verschobene Ionisationsstrom zu einem zweiten Luftvolumenstrom der Brenneranlage gehören, die von dem ersten Luftvolumenstrom der Brenneranlage verschieden ist.

[0046] Um nicht allein aufgrund dieser Abschätzung zu korrigieren und da $I_{Bk\uparrow}$ nicht unter allen Umgebungsbedingungen identisch mit einem real gemessenen I_{Bk} sein wird, wird $I_{Bk\uparrow}$ mit der Filterkonstante e an den Ionisationsstrom $I_{B(k-1)}$ eines vorangegangenen Testlaufes gefiltert. Man erhält so einen Wert für den gefilterten Ionisationsstrom $I_{Bk'}$,

$$I_{Bk'} = I_{B(k-1)} \cdot e + I_{Bk\uparrow} \cdot (1 - e)$$

[0047] Dabei bezieht sich der Index k auf den aktuellen Testlauf. Die Ionisationsströme und Luftvolumenströme mit

den Indizes 1 bis $k - 1$ beziehen sich auf zuvor durchgeführte Testläufe bzw. die durch Filterung errechneten Testwerte, d. h. auf historische Tests an diesem Testpunkt. Je nach Ausführungsform sind einzelne dieser historischen Testwerte oder alle historische Testwerte in der Regeleinrichtung hinterlegt.

[0048] Der Wert der Filterkonstanten e kann dabei Werte zwischen 0 und 1, vorzugsweise zwischen 0.2 und 0.8, weiterhin bevorzugt zwischen 0.35 und 0.65 oder 0.5 bis 0.9 annehmen. Die Angleichung erfolgt an einen Testpunkt mit einem gleichen oder mit einem im Wesentlichen gleichen Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage.

[0049] Der Fachmann erkennt ohne Weiteres, dass die oben genannte Filterung auch anhand reziproker Werte und anhand einer Filterkonstanten e' , d. h. gemäss

$$\frac{1}{I_{Bk'}} = \frac{1}{I_{B(k-1)}} \cdot e' + \frac{1}{I_{Bk\uparrow}} \cdot (1 - e')$$

in ähnlicher Weise durchgeführt werden kann. Die Filterkonstanten e und e' können voneinander verschieden sein.

[0050] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist ausgebildet, den Kehrwert oder den Wert des verschobenen Ionisationsstromes $I_{Bk\uparrow}$ unter Verwendung einer Filterkonstanten e , e' an den Kehrwert oder Wert eines historischen Ionisationsstromes $I_{B(k-1)}$ zu filtern, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen wurde und zum zweiten Luftvolumenstrom oder im Wesentlichen zum zweiten Luftvolumenstrom gehört, sodass als Ergebnis der Filterung ein gefilterter Ionisationsstrom $I_{Bk'}$ und dessen Kehrwert berechnet sind.

[0051] $I_{B(k-1)}$ sei zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen, indem $I_{B(k-1)}$ beispielsweise während des Testlaufs im Betrieb mit dem Index $k - 1$ aufgenommen wurde. Der Testlauf im Betrieb mit dem Index $k - 1$ geht dabei dem Testlauf im Betrieb mit dem Index k voran. Typische Zeitintervalle zwischen aufeinanderfolgenden Testläufen liegen im Bereich einiger 10 bis einiger 100 Stunden. Es können aber auch nur wenige Stunden oder einige tausend Stunden zwischen aufeinanderfolgenden Testläufen liegen.

[0052] Hinter jeder dieser Filterungen steckt zunächst eine Markov-Annahme, wonach ein gefilterter Ionisationsstrom $I_{Bk'}$ eines Testpunkts vom Ionisationsstrom $I_{B(k-1)}$ seines unmittelbar vorangegangenen Testpunkts abhängt. Gemäss einer weiteren Ausführungsform hängt der gefilterte Ionisationsstrom $I_{Bk'}$ eines Testpunkts von Ionisationsströmen $I_{B(k-1)}$ und $I_{B(k-2)}$ zweier vorangegangener Testpunkte ab:

$$I_{Bk'} = I_{B(k-1)} \cdot e + I_{B(k-2)} \cdot f + I_{Bk\uparrow} \cdot (1 - e - f)$$

[0053] Entsprechendes gilt für die Filterung anhand reziproker Ionisationsströme. Der Wert der Filterkonstanten f variiert ebenso wie der Wert der Filterkonstanten e zwischen 0 und 1, vorzugsweise zwischen 0.2 und 0.8, weiterhin bevorzugt zwischen 0.35 und 0.65 oder zwischen 0.5 und 0.9. Die Filterkonstanten e und f können je nach Ausführungsform gleich oder verschieden sein. Der Fachmann erkennt ohne Weiteres, dass sich die Filterung von Ionisationsströmen anhand vorangegangener Testpunkte auch auf mehr als zwei Ionisationsströme vorangegangener Testpunkte beziehen kann.

[0054] Aus dem errechneten Testwert $I_{Bk'}$ wird schliesslich nach dem in EP2466204B1 offenbarten Verfahren der Ionisationsstrom der Regelkurve korrigiert, beispielsweise in Fig 2 der Punkt (18). Dem in EP2466204B1 offenbarten Verfahren liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich Ionisationsströme korrigieren lassen wie elektrische (Fehler-)Widerstände. Der korrigierte Ionisationsstrom $I_{Ck'}$ der Regelkurve berechnet sich deshalb aus den reziproken Ionisationsströmen $1/I_{Bk'}$, $1/I_{B0}$ (genau) dieses Testpunkts und aus dem reziproken Ionisationsstrom $1/I_{C0}$ (der ursprünglichen Regelkurve und an diesem Punkt unter Laborbedingungen ermittelt) gemäss

$$\frac{1}{I_{Ck'}} = \frac{1}{I_{Bk'}} - \frac{1}{I_{B0}} + \frac{1}{I_{C0}}$$

[0055] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist ausgebildet zur Berechnung einer zweiten Differenz aus einem Kehrwert des gefilterten Ionisationsstromes $I_{Bk'}$ und aus dem Kehrwert des Ionisationsstromes I_{B0} .

[0056] Die Regeleinrichtung ist darüber hinaus ausgebildet diese zweite Differenz zu dem Kehrwert eines dritten Ionisationsstromes I_{C0} zu addieren und daraus einen verschobenen dritten Ionisationsstrom $I_{Ck'}$ zu erhalten, wobei der dritte Ionisationsstrom I_{C0} zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen wurde und zum zweiten Luftvolumenstrom der Brenneranlage gehört.

[0057] I_{C0} sei zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom $I_{NachbarBk}$ aufgenommen, indem I_{C0} beispielsweise während

eines Testlaufs unter Laborbedingungen aufgenommen wurde. Testläufe unter Laborbedingungen finden typisch als Typentests und/oder Routinetests und/oder als Fabriktests während der Entwicklung oder während der Fertigung eines Geräts statt.

[0058] Gemäss einer speziellen Ausführungsform ist dabei jeder einzelne aufgenommene Wert des Ionisationsstromes I_{B0} , ggf. I_{B1} und ggf. I_{C0} ein (gewichteter) Mittelwert aus mehreren Messwerten des Ionisationsstromes. Gemäss einer besonderen Ausführungsform handelt es sich bei der Gewichtung um ein arithmetisches oder geometrisches Mittel. Gemäss einer weiteren Ausführungsform werden bei der Gewichtung n inverse Ionisationsströme $1/I_{B01}$, $1/I_{B02}$, $1/I_{B03}$, ..., $1/I_{B0n}$ gemäss

$$\frac{n}{I_{B0}} = \frac{1}{I_{B01}} + \frac{1}{I_{B02}} + \frac{1}{I_{B03}} + \dots + \frac{1}{I_{B0n}}$$

zu einem gemittelten Ionisationsstrom I_{B0} gemittelt.

[0059] Der so ermittelte Ionisationsstrom $I_{CK'}$ wird nun der korrigierten Regelkurve zu Grunde gelegt. Im vorliegenden Fall wird beispielsweise der Ionisationsstrom am offensichtlich fehlerbehafteten Testpunkt (18) durch den Ionisationsstrom $I_{CK'}$ ersetzt.

[0060] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist zusätzlich ausgebildet, den verschobenen dritten Ionisationsstrom als Teil einer korrigierten Regelkurve (17) zu speichern und / oder aus diesem Ionisationsstrom die Korrektur (Abweichung) zu der ursprünglichen Regelkurve zu errechnen und / oder zu speichern.

[0061] Die Brenneranlage läuft auf Grundlage der korrigierten Regelkurve weiter, bis die Brenneranlage den Leistungsbereich bzw. den Luftvolumenstrom zu Testpunkt (18) wieder einmal ansteuert, das heisst in den Bereich um Testpunkt (18) *moduliert*. Es kann in diesem Fall ein Ionisationsstrom an demselben Testpunkt bestimmt werden, sodass ein tatsächlicher Messwert vorliegt. Die Brenneranlage verwendet dann wieder eine auf Messwerten und nicht (nur) auf gefilterten Schätzwerten basierende Regelkurve. Die Modulation der Brenneranlage in den Bereich um den Testpunkt (18) kann sowohl gezielt beim Start der Brenneranlage erfolgen als auch während des Betriebs.

[0062] Die vorliegende Korrektur auf Basis einer Filterung der Ionisationsströme an vorangegangene Messwerte kommt nicht während der ersten Betriebsstunden zum Einsatz. Aufgrund der Besonderheit einer vergleichsweise schnellen Alterung der Ionisationselektrode (2) während der ersten Betriebsstunden oder Tage wird eine Angleichung während dieser Zeit unterbunden. Vorzugsweise wird eine Angleichung während einer Betriebszeit von circa drei Tagen unterbunden. Weiterhin bevorzugt wird eine Angleichung während einer anfänglichen Betriebszeit von einer Stunde oder von zwei Stunden oder von fünf Stunden oder von zehn Stunden oder von 20 Stunden oder von einem Tag oder von zwei Tagen oder von 5 Tagen oder von 10 Tagen oder von 20 Tagen unterbunden. Durch das Unterbinden der Angleichung ergeben sich für den Neuzustand abweichende und in der Regel etwas magerere Verbrennungswerte, die jedoch gut toleriert werden können.

[0063] Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird die Korrektur auf Basis einer Angleichung während der ersten Betriebsstunden nicht unterdrückt. Stattdessen wird die vergleichsweise schnelle Alterung der Ionisationselektrode (2) berücksichtigt, indem Testläufe zunächst in kürzeren Zeitabständen durchgeführt werden. Durch Einsatz von Testläufen innerhalb kürzerer Zeitabstände verschieben sich die Testpunkte zwischen den Testläufen weniger stark. Deshalb kann bei von Testläufen innerhalb kürzerer Zeitabstände das genannte Verfahren der Angleichung an Ionisationsströme zu vorangegangenen Messwerten weiterhin zum Einsatz kommen.

[0064] Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird die vergleichsweise schnelle Änderung der Ionisationselektrode (2) durch verkürzte Zeitabstände zwischen Testläufen ermittelt. Dabei erkennt das System die Änderung des Ionisationsstromes zwischen aufeinanderfolgenden Testläufen und verkürzt oder verlängert automatisch die Zeitabstände zwischen Testläufen. Die Verkürzung oder Verlängerung der Zeitabstände zwischen aufeinanderfolgenden Testläufen geschieht dabei in Abhängigkeit der Änderung des Ionisationsstromes (d. h. in Abhängigkeit des Gradienten).

[0065] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist ausgebildet anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2) wiederholt Ionisationsströme (15) aufzunehmen, und die Regeleinrichtung ist ausgebildet zur wiederholten Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zu dem ersten Luftvolumenstrom (16) oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, wobei die Zeitabstände zwischen Differenzbildungen abhängen von den Differenzen der jeweils aufgenommenen Ionisationsströme.

[0066] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform lassen sich anhand der vorgenannten Schritte und/oder Formeln nicht nur Ionisationsströme verschieben und/oder angleichen, die zu einem abgebrochenen Testlauf gehören. Stattdessen lassen sich beliebige Werte von Ionisationsströmen auf einer Regelkurve abschätzen und/oder filtern. Dies schliesst insbesondere solche Werte von Ionisationsströmen ein, die durch Interpolation zwischen Messwerten entstanden sind.

[0067] Gemäss einer weiteren Ausführungsform wird die Korrektur der Regelkurve ausgeführt, indem im Betrieb

ausgehend von der aktuellen Brennerleistung der am besten passenden Testpunkt ausgewählt wird. In der Regel ist der am besten passende Testpunkt derjenige Testpunkt, der der aktuellen Brennerleistung bzw. der aktuellen Gebläsedrehzahl bzw. dem aktuellen Luftvolumenstrom am nächsten liegt. An diesem Testpunkt wird dann ein Ionisationsstrom aufgenommen. Die Ionisationsströme an den verbleibenden Testpunkten werden im Anschluss an den Ionisationsstrom zum am besten passenden Testpunkt aufgenommen. Die Ionisationsströme können beispielsweise erst dann aufgenommen werden, wenn die Brennerleistung bzw. die Gebläsedrehzahl bzw. der Luftvolumenstrom in die Nähe des jeweiligen Testpunktes moduliert.

[0068] Mit anderen Worten, die Regeleinrichtung ist vorzugsweise ausgebildet, im Betrieb ausgehend vom aktuellen Luftvolumenstrom 16 der Brenneranlage einen am besten passenden Testpunkt der Regelkurve (14 bzw. 17) auszuwählen und an diesem Testpunkt ein Paar aus Ionisationsstrom 15 und Luftvolumenstrom 16 aufzunehmen. Die Aufnahme von Paaren aus Ionisationsstrom 15 und Luftvolumenstrom 16 an anderen Testpunkten der Regelkurve (14 bzw. 17) wird zeitlich aufgeschoben.

[0069] Teile einer Regeleinrichtung oder eines Verfahrens gemäss der vorliegenden Offenbarung können als Hardware, als Softwaremodul, welches von einer Recheneinheit ausgeführt wird, oder anhand eines Cloud-Rechners, oder anhand einer Kombination der vorgenannten Möglichkeiten realisiert werden. Die Software mag eine Firmware, einen Hardware-Treiber, der innerhalb eines Betriebssystems ausgeführt wird, oder ein Anwendungsprogramm umfassen. Die vorliegende Offenbarung bezieht sich also auch auf ein Rechnerprogramm-Produkt, welches die Merkmale dieser Offenbarung enthält bzw. die erforderlichen Schritte ausführt. Bei Realisierung als Software können die beschriebenen Funktionen gespeichert werden als eine oder mehrere Befehle auf einem Rechner-lesbaren Medium. Einige Beispiele Rechner-lesbarer Medien schliessen Arbeitsspeicher (RAM), magnetischen Arbeitsspeicher (MRAM), ausschliesslich lesbaren Speicher (ROM), Flash-Speicher, elektronisch programmierbares ROM (EPROM), elektronisch programmierbares und löschbares ROM (EEPROM), Register einer Recheneinheit, eine Festplatte, eine auswechselbare Speichereinheit, einen optischen Speicher, oder jegliches geeignete Medium ein, auf welches durch einen Rechner oder durch andere IT-Vorrichtungen und Anwendungen zugegriffen werden kann.

[0070] Das Genannte bezieht sich auf einzelne Ausführungsformen der Offenbarung. Verschiedene Änderungen an den Ausführungsformen können vorgenommen werden ohne von der zu Grunde liegenden Idee abzuweichen und ohne den Rahmen dieser Offenbarung zu verlassen. Der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung ist definiert über deren Ansprüche. Es können verschiedenste Änderungen vorgenommen werden ohne den Schutzbereich der folgenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0071]

- 1 Flamme
- 2 Ionisationselektrode
- 3 Flammenverstärker
- 4 Ionisationssignal
- 5 Stalleinrichtung
- 6 erster Aktor
- 7 zweiter Aktor
- 8 erstes Stellsignal
- 9 Drehzahlssignal
- 10 zweites Stellsignal
- 11 Anforderungssignal
- 12 Luft
- 13 Brennstoff
- 14 im Labor unter Testbedingungen aufgenommene Regelkurve
- 15 y-Achse mit Ionisationsstrom
- 16 x-Achse mit Gebläsedrehzahl bzw. Luftvolumenstrom bzw. Brennerleistung/Leistung der Brenneranlage
- 17 Regelkurve unter Berücksichtigung der Alterung der Ionisationselektrode
- 18 Testpunkt mit abgebrochenem Testlauf

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage mit mindestens einem Brenner, und mit mindestens einer Ionisationselektrode (2), die derart angeordnet ist, dass sie im Betrieb der Brenneranlage im Bereich einer Flamme (1) des

mindestens einen Brenners liegt,
wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2) einen Ionisationsstrom (15) aufzunehmen,
wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, einen Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage unter Berücksichtigung
5 des Ionisationsstromes (15) einzustellen,
wobei die Regeleinrichtung einen Speicher umfasst und ausgebildet ist, Paare aus Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage und Ionisationsstrom (15) zu speichern,
wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist zur Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der
10 zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zu dem ersten Luftvolumenstrom (16) oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört,
wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, als Summe dieser Differenz und des Kehrwertes eines weiteren Ionisationsstromes den Kehrwert und den Wert eines verschobenen Ionisationsstromes zu berechnen, wobei der weitere Ionisationsstrom und der verschobene Ionisationsstrom zu einem zweiten Luftvolumenstrom der Brenneranlage
15 gehören, der von dem ersten Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage verschieden ist,
wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, den Kehrwert oder den Wert des verschobenen Ionisationsstromes unter Verwendung einer Filterkonstanten an den Kehrwert oder Wert eines historischen Ionisationsstromes zu filtern, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zum zweiten Luftvolumenstrom oder im Wesentlichen zum zweiten Luftvolumenstrom gehört, sodass als Ergebnis der Filterung ein gefilterter Ionisationsstrom und
20 dessen Kehrwert berechnet sind.

2. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 1, wobei die Regeleinrichtung zusätzlich ausgebildet ist zur Berechnung einer zweiten Differenz aus einem Kehrwert des gefilterten Ionisationsstromes und aus einem Kehrwert des weiteren Ionisationsstromes.
25
3. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 2, wobei die Regeleinrichtung zusätzlich ausgebildet ist die zweite Differenz zu dem Kehrwert eines dritten Ionisationsstromes zu addieren und daraus einen verschobenen dritten Ionisationsstrom zu erhalten, wobei der dritte Ionisationsstrom zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zum zweiten Luftvolumenstrom der Brenneranlage gehört.
30
4. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 3, wobei die Regeleinrichtung zusätzlich ausgebildet ist, Paare aus Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage und Ionisationsstrom (15) zu einer Regelkurve (14 bzw. 17) zusammenzufügen und zu speichern.
35
5. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 4, wobei die Regeleinrichtung zusätzlich ausgebildet ist, den verschobenen dritten Ionisationsstrom als Teil einer korrigierten Regelkurve (17) zu errechnen und / oder zu speichern und / oder aus diesem Ionisationsstrom die Korrektur, insbesondere die Abweichung, zu der ursprünglichen Regelkurve zu errechnen und / oder zu speichern.
40
6. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 1, wobei der zweite Ionisationsstrom unter Laborbedingungen an einer neuen oder wenig gealterten Ionisationselektrode aufgenommen wurde.
7. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 1, wobei der weitere Ionisationsstrom unter Laborbedingungen an einer neuen oder wenig gealterten Ionisationselektrode aufgenommen wurde.
45
8. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 1, wobei der historische Ionisationsstrom zeitlich nach dem zweiten Ionisationsstrom aufgenommen wurde.
9. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Filterung des Wertes oder des Kehrwertes des verschobenen Ionisationsstromes an den Wert oder Kehrwert eines historischen Ionisationsstromes erfolgt, indem der Wert oder Kehrwert des verschobenen Ionisationsstromes um einen Prozentsatz vermindert wird und der Wert oder der Kehrwert des historischen Ionisationsstromes um denselben Prozentsatz vergrößert wird.
50
10. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2) einen Ionisationsstrom (15) aufzunehmen und die Aufnahme des Ionisationsstromes (15) mehrere Einzelmessungen von Ionisationsströmen (15) umfasst.
55

11. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist, im Betrieb ausgehend vom aktuellen Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage einen am besten passenden Testpunkt der Regelkurve (14 bzw. 17) auszuwählen und an diesem Testpunkt ein Paar aus Ionisationsstrom (15) und Luftvolumenstrom (16) aufzunehmen und die Aufnahme von Paaren aus Ionisationsstrom (15) und Luftvolumenstrom (16) an anderen Testpunkten der Regelkurve (14 bzw. 17) zeitlich aufzuschieben.
12. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist zur Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zu dem ersten Luftvolumenstrom (16) oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, und wobei die Bildung der Differenz erstmals nach einer Stunde oder nach zwei Stunden oder nach fünf Stunden oder nach zehn Stunden oder nach 20 Stunden oder nach einem Tag oder nach zwei Tagen oder nach 5 Tagen oder nach 10 Tagen oder nach 20 Tagen erfolgt.
13. Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Regeleinrichtung ausgebildet ist anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2) wiederholt Ionisationsströme (15) aufzunehmen, und die Regeleinrichtung ausgebildet ist zur wiederholten Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zu dem ersten Luftvolumenstrom (16) oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, und wobei die Zeitabstände zwischen Differenzbildungen abhängen von den Differenzen der jeweils aufgenommenen Ionisationsströme.
14. Verfahren zur Regelung einer Brenneranlage mit mindestens einem Brenner, mit mindestens einem Speicher, mit mindestens einer Ionisationselektrode (2), die derart angeordnet ist, dass sie im Betrieb der Brenneranlage im Bereich einer Flamme (1) des mindestens einen Brenners liegt, das Verfahren umfassend die Schritte Aufnahme eines Ionisationsstromes (15) anhand der mindestens einen Ionisationselektrode (2), Einstellung eines Luftvolumenstromes (16) der Brenneranlage unter Berücksichtigung des Ionisationsstromes (15), Speicherung von Paaren aus Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage und Ionisationsstrom (15), Bildung einer Differenz zwischen dem Kehrwert eines ersten Ionisationsstromes zu einem ersten Luftvolumenstrom (16) und einem Kehrwert eines zweiten Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zu dem ersten Luftvolumenstrom (16) oder im Wesentlichen zum ersten Luftvolumenstrom (16) gehört, Berechnung des Kehrwertes und des Wertes eines verschobenen Ionisationsstromes als Summe dieser Differenz und des Kehrwertes eines weiteren Ionisationsstromes, wobei der weitere Ionisationsstrom und der verschobene Ionisationsstrom zu einem zweiten Luftvolumenstrom der Brenneranlage gehören, der von dem ersten Luftvolumenstrom (16) der Brenneranlage verschieden ist, Filterung des Kehrwertes oder des Wertes des verschobenen Ionisationsstromes unter Verwendung einer Filterkonstanten an den Kehrwert oder Wert eines historischen Ionisationsstromes, der zeitlich vor dem ersten Ionisationsstrom aufgenommen wurde und zum zweiten Luftvolumenstrom oder im Wesentlichen zum zweiten Luftvolumenstrom gehört, sodass als Ergebnis der Filterung ein gefilterter Ionisationsstrom und dessen Kehrwert berechnet sind.
15. Verfahren zur Regelung einer Brenneranlage nach Anspruch 14, das Verfahren zusätzlich umfassend den Schritt Berechnung einer zweiten Differenz aus einem Kehrwert des gefilterten Ionisationsstromes und aus einem Kehrwert des weiteren Ionisationsstromes.

FIG 1

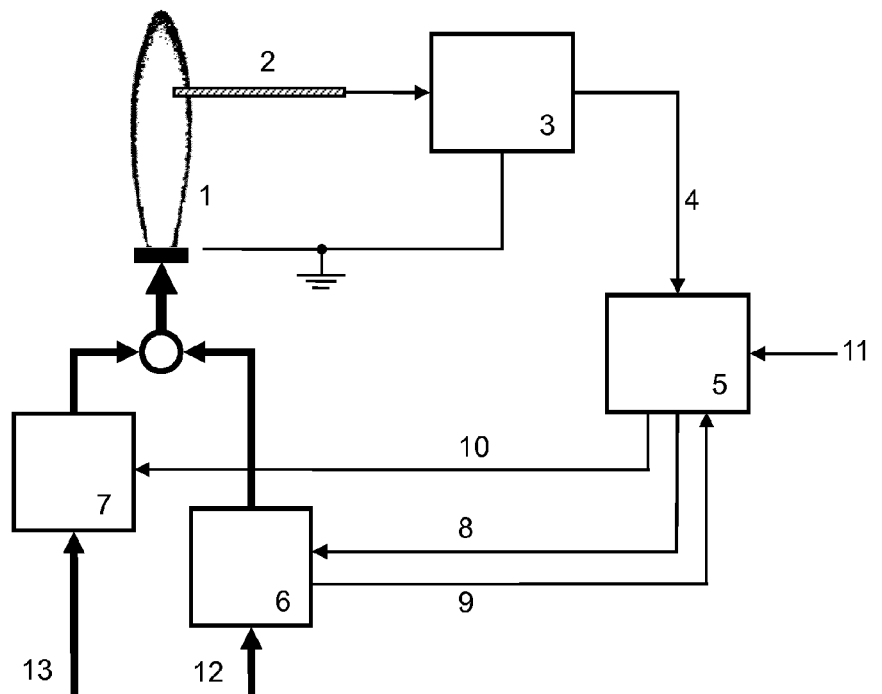
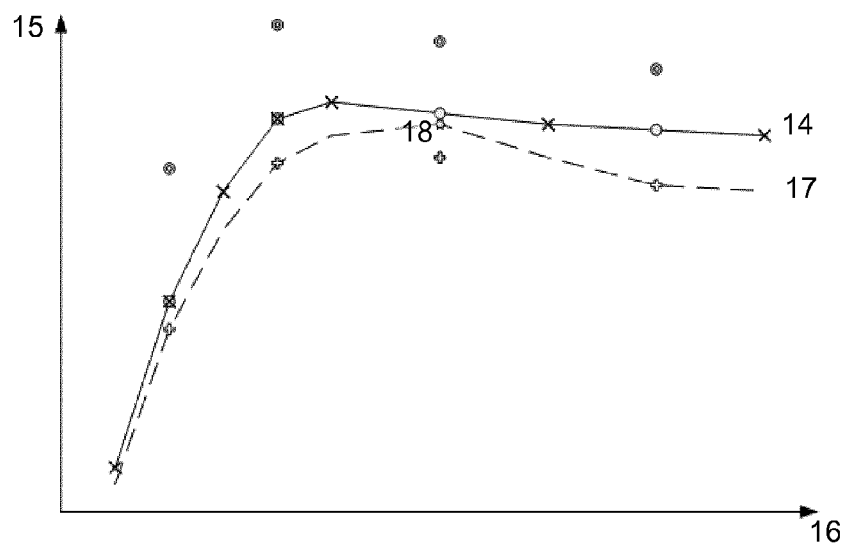


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 15 15 1600

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	EP 2 466 204 B1 (SIEMENS AG [DE]) 13. November 2013 (2013-11-13) * Absatz [0015] - Absatz [0059]; Abbildungen 1-6 *	1-15	INV. F23N5/12
A	EP 1 750 058 A2 (MERLONI TERMOSANITARI SPA [IT]) 7. Februar 2007 (2007-02-07) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 2 177 830 A1 (SIEMENS BUILDING TECH AG [DE]) 21. April 2010 (2010-04-21) * das ganze Dokument *	1,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2015	Prüfer Munteh, Louis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 1600

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2015

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 2466204	B1	13-11-2013	CA	2762751 A1	16-06-2012
				DK	2466204 T3	13-01-2014
				EP	2466204 A1	20-06-2012
				ES	2441226 T3	03-02-2014
				JP	5602714 B2	08-10-2014
				JP	2012127644 A	05-07-2012
				US	2012156628 A1	21-06-2012

20	EP 1750058	A2	07-02-2007	CN	1975257 A	06-06-2007
				EP	1750058 A2	07-02-2007
				JP	2007040697 A	15-02-2007

25	EP 2177830	A1	21-04-2010	KEINE		

30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 2466204 B1 [0006] [0031] [0039] [0054]
- EP 1154203 B1 [0016]