

(19)



(11)

EP 4 119 847 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

14.06.2023 Patentblatt 2023/24

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F23N 5/26^(2006.01) F23N 5/12^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22154894.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F23N 5/265; F23N 5/123; F23N 2223/48; F23N 2227/20; F23N 2229/12

(22) Anmeldetag: **03.02.2022**

(54) **VERBRENNUNGSVORRICHTUNG MIT REGELUNGSEINRICHTUNG**

COMBUSTION DEVICE COMPRISING A CONTROL DEVICE

DISPOSITIF DE COMBUSTION COMPRENANT UN DISPOSITIF DE RÉGULATION

(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: **16.07.2021 EP 21186036**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

18.01.2023 Patentblatt 2023/03

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**

80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Schmiederer, Bernd**
76149 Karlsruhe (DE)
- **Lochschmied, Rainer**
76287 Rheinstetten-Forchheim (DE)

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**

Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 466 204 EP-A1- 3 045 816
EP-A1- 3 290 800 DE-C1- 19 618 573

EP 4 119 847 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

Hintergrund

- 5 **[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Regelkurven, wie sie im Zusammenhang mit Verbrennungssensoren in Verbrennungsvorrichtungen, beispielsweise in Gasbrennern, eingesetzt werden. Verbrennungssensoren in Verbrennungsvorrichtungen sind beispielsweise Ionisationselektroden. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Offenbarung auf die Korrektur solcher Regelkurven unter Berücksichtigung der Alterung und/oder Drift eines Sensorsignals.
- 10 **[0002]** In Verbrennungsvorrichtungen lässt sich die Luftzahl λ während der Verbrennung anhand eines Verbrennungssensors ermitteln. Insbesondere lässt sich die Luftzahl λ anhand eines Ionisationsstromes durch eine Ionisationselektrode ermitteln. An den Verbrennungssensor, insbesondere an die Ionisationselektrode, wird dabei zunächst eine Wechselspannung angelegt. Aufgrund der Gleichrichterwirkung einer Flamme fließt ein Ionisationsstrom als Gleichstrom in nur einer Richtung.
- 15 **[0003]** In Regelkurven für Verbrennungssensoren wird der an dem Verbrennungssensor erfasste Ionisationsstrom aufgetragen über der Drehzahl des Gebläses einer Verbrennungsvorrichtung. Der Ionisationsstrom wird typisch in Mikroampere gemessen. Die Drehzahl des Gebläses einer Verbrennungsvorrichtung wird typisch in Umdrehungen pro Minute gemessen. Die Drehzahl des Gebläses einer Verbrennungsvorrichtung ist zugleich ein Mass für eine Luftzufuhr und für eine Leistung der Verbrennungsvorrichtung, das heisst für eine Wärmemenge pro Zeit.
- 20 **[0004]** Entlang einer solchen Regelkurve ist eine Vielzahl von Sollwerten aufgetragen. Zunächst können solche Sollwerte im Rahmen von Prüfungen und/oder Einstellungen an einem Mustergerät unter Laborbedingungen aufgenommen werden. Die aufgenommenen Werte werden gespeichert und in einer Steuerung und/oder Regelung, insbesondere in einer elektronischen Steuerung und/oder Regelung, berücksichtigt.
- 25 **[0005]** Verbrennungssensoren, insbesondere Ionisationselektroden, unterliegen im Betrieb einer Alterung. Diese Alterung wird verursacht durch Ablagerungen und/oder Beläge während des Betriebs einer Verbrennungsvorrichtung. Beispielsweise kann sich an der Oberfläche einer Ionisationselektrode eine Oxidschicht bilden, deren Dicke sich im Laufe der Betriebsstunden verändert. Als Folge der Alterung des mindestens einen Verbrennungssensors kommt es zu einer Drift eines Signales des mindestens einen Verbrennungssensors. Beispielsweise driftet bei Ionisationselektroden infolge der Alterung der Ionisationsstrom. Mithin bedarf eine unter Laborbedingungen aufgenommene Regelkurve von Zeit zu Zeit, spätestens nach eintausend bis dreitausend Betriebsstunden, einer Korrektur.
- 30 **[0006]** Eine Regeleinrichtung mit Korrektur der Regelkurve einer Ionisationselektrode ist offenbart im europäischen Patent EP2466204B1. Das europäische Patent EP2466204B1 ist erteilt am 13. November 2013 an SIEMENS AG. Eine entsprechende Anmeldung EP2466204A1 wurde am 16. Dezember 2010 eingereicht und am 20. Juni 2012 veröffentlicht. Die Korrektur der Regelkurve erfolgt dabei mit Hilfe eines Testablaufs in drei Schritten, der nachfolgend Drifttest genannt wird. Zunächst führt die Regeleinrichtung einen Regelbetrieb auf einer definierten Luftzufuhr oder Drehzahl oder Leistung durch. Anschliessend steuert oder regelt die Regeleinrichtung die Aktoren der Verbrennungsvorrichtung auf ein geändertes Zufuhrverhältnis hin. Insbesondere wird die Drehzahl des Gebläses einer Verbrennungsvorrichtung geändert. Durch die Steuerung der Aktoren stellt die Regeleinrichtung eine Luftzufuhr der Verbrennungsvorrichtung ein.
- 35 **[0007]** Das geänderte Zufuhrverhältnis liegt dabei über dem stöchiometrischen Wert der Luftzahl λ von 1. Vorzugsweise wird die Luftzahl λ um 0.1 oder um 0.06 auf Werte grösser oder gleich 1.05 reduziert. Aus dem dabei erfassten Ionisationsstrom und aus gespeicherten Daten wird in einem dritten Schritt ein Sollwert neu errechnet.
- 40 **[0008]** Ein weiteres europäisches Patent EP3045816B1, Einrichtung zur Regelung einer Brenneranlage, ist erteilt am 12. Dezember 2018. Eine entsprechende Anmeldung EP3045816A1 wurde am 20. Juli 2016 veröffentlicht. EP3045816B1 offenbart und beansprucht eine Regelung, welche auf Basis eines aktuellen Ionisationsstromes und auf Basis eines zuvor aufgenommenen Ionisationsstromes einen verschobenen Ionisationsstrom für eine andere Drehzahl berechnet. Sodann kann der verschobene Ionisationsstrom an den historischen Ionisationsstrom der anderen Drehzahl gefiltert werden.
- 45 **[0009]** Die Korrektur der Regelkurve setzt jedoch voraus, dass die während der Dauer des Drifttestes erzeugte Wärme auch an Verbraucher wie Heizung oder Brauchwasser abgeführt werden kann. Ansonsten ist die während des Drifttestes erzeugte Wärmemenge höher als die abgenommene Wärmemenge. In der Folge steigt die Temperatur im System an und der Temperaturregler der Anlage schaltet die Verbrennungsvorrichtung aus. Der Drifttest an einer bestimmten Luftzufuhr kann in diesem Fall nicht zu Ende geführt werden.
- 50 **[0010]** Dieses Problem verschärft sich dadurch weiter, dass während eines Drifttestes einige Zeit benötigt wird, um stabile Werte zu erhalten. Bei Verbrennungsvorrichtungen ohne Sensor im Luftzufuhrkanal vergeht zudem einige Zeit, während derer die Regelung die Luftzufuhr anhand der Gebläsedrehzahl einstellt oder einregelt. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Dauer eines Drifttestes im Allgemein nicht beliebig verkürzen lässt.
- 55 **[0011]** Gegenstand der vorliegenden Offenbarung ist eine verbesserte Korrektur der Regelkurve eines Verbrennungssensors, welche die vorgenannten Nachteile zumindest teilweise überwindet.

Zusammenfassung

[0012] Die vorliegende Offenbarung der Erfindung behandelt einen Drifttest an einem Verbrennungssensor einer Verbrennungsvorrichtung. Der Verbrennungssensor kann beispielsweise eine Ionisationselektrode sein oder umfassen. Verbrennungssensoren, insbesondere Ionisationselektroden, unterliegen im Betrieb einer Alterung. Jene Alterung macht die Durchführung von Drifttests notwendig. Anhand des Drifttests wird festgestellt, wie weit sich Sollwerte und/oder Testergebnisse eines Verbrennungssensors, insbesondere einer Ionisationselektrode, infolge von Alterung verschoben haben.

[0013] Bislang war es notwendig, zur Durchführung des Drifttests einen von mehreren Stützpunkten anzufahren. Dazu wurde die Luftzufuhr oder die Gebläsedrehzahl oder die Leistung so eingestellt oder eingeregelt, dass sie zu dem Stützpunkt passt, an welchem der Drifttest durchgeführt wird.

[0014] Die vorliegende Offenbarung ermöglicht Drifttests ausserhalb der definierten Stützpunkte.

[0015] Zunächst wird anhand eines Index bestimmt, ob an jenem Stützpunkt ein Drifttest ansteht. Der Index kann beispielsweise eine Anzahl an Betriebsstunden sein, nach welcher ein Drifttest durchgeführt und/oder wiederholt wird. Ist dies der Fall, so werden für die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung die Testbedingungen beispielsweise durch eine geeignete Interpolation zwischen den Stützpunkten gewonnen. Dann wird ausgehend von dieser aktuellen (und damit bei einer beliebigen oder beinahe beliebigen) Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung ein Testwert aufgenommen. Es ist auch möglich, mehrere Testwerte des Signales des Verbrennungssensors, insbesondere der Ionisationselektrode, aufzunehmen. Die mehreren Testwerte können anschliessend beispielsweise gemittelt und/oder auf Plausibilität geprüft werden.

[0016] Das so erhaltene Testergebnis wird nun auf einen benachbarten Stützpunkt der Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve angewendet bzw. umgerechnet.

[0017] Schliesslich wird als Funktion des aus dem neuerlichen Drifttest erhaltenen Testergebnisses ein neuer gefilterter Drifttestwert für den benachbarten Stützpunkt ermittelt. Dazu wird am benachbarten Stützpunkt das umgerechnete Testergebnis an den bisherigen Drifttestwert gefiltert. Dieser neue gefilterte Drifttestwert wird anschliessend im Speicher einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung hinterlegt. Insbesondere kann der neue gefilterte Drifttestwert als Teil einer Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung hinterlegt werden.

[0018] In einer Ausführungsform wird bei der Ermittlung des neuen gefilterten Drifttestwertes der Abstand der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung vom benachbarten Stützpunkt berücksichtigt. Das Gewicht, mit welchem das umgerechnete Testergebnis auf den benachbarten Stützpunkt angewendet wird, ist also eine Funktion jenes Abstandes. Vorzugsweise nimmt die Gewichtung mit zunehmendem Abstand ab, insbesondere monoton ab. Diese gewichtete Vorgehensweise vermeidet zu grosse Änderungen an Werten der Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve. Die Wahrscheinlichkeit für einen falschen oder nicht plausiblen, hinterlegten Wert nimmt ab.

[0019] Eine aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung kann mehr als einen benachbarten Stützpunkt haben. Insbesondere können zwei benachbarte Stützpunkte vorhanden sein, wobei die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung zwischen den beiden benachbarten Stützpunkten liegt. Vorzugsweise wird dann einzeln für jeden benachbarten Stützpunkt anhand eines jeweiligen Index geprüft, ob ein Drifttest ansteht. Insbesondere kann für jeden benachbarten Stützpunkt anhand einer jeweiligen Anzahl an Betriebsstunden überprüft werden, ob ein Drifttest ansteht.

[0020] Sofern für einen benachbarten Stützpunkt oder für beide benachbarte Stützpunkte ein Drifttest ansteht, werden die jeweiligen gefilterten Drifttestwerte als Funktion des neu ermittelten Testergebnisses korrigiert. Vorzugsweise kann auf jede Korrektur eine Gewichtung angewendet werden. Es ist angedacht, dass die Gewichtungen jeweils eine Funktion des jeweiligen Abstandes der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung von dem Stützpunkt oder den Stützpunkten ist. In einer Ausführungsform nehmen die Gewichtungen mit zunehmendem Abstand der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung vom Stützpunkt ab. Insbesondere können die Gewichtungen monoton abnehmen und/oder linear und monoton abnehmen.

[0021] Durch Anwendung des neu ermittelten Testergebnisses auf mehr als einen benachbarten Stützpunkt wird die Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve möglichst aktuell gehalten.

[0022] Ferner kann das neu ermittelte und auf die benachbarten Stützpunkte umgerechnete Testergebnis durch eine Gewichtungsfunktion auf mehr als zwei Stützpunkte der Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve angewendet werden. Die Gewichtungsfunktion ist vorzugsweise normiert, beispielsweise auf eins normiert. Das Integral über den gesamten Wertebereich einer normierten Gewichtungsfunktion ist endlich. Insbesondere kann das über den gesamten Wertebereich einer normierten Gewichtungsfunktion gleich eins sein.

[0023] In einer Ausführungsform hat die Gewichtungsfunktion ihr Maximum bei der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung. Sie nimmt ausgehend von der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung in jeder Richtung ab. Vorzugsweise nimmt die Gewichtungsfunktion ausgehend von der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung in jeder Richtung monoton ab. Speziell bevorzugt nimmt die Gewichtungsfunktion ausgehend

von der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung in jeder Richtung monoton und linear ab. Durch die Wahl einer geeigneten Gewichtungsfunktion wird sichergestellt, dass Testergebnisse zu weit entfernten Stützpunkten nicht übermässig stark korrigiert werden. Es sinkt damit die Wahrscheinlichkeit eines falschen oder nicht plausiblen, hinterlegten Testergebnisses bzw. gefilterten Drifttestwertes.

5 **[0024]** In einem speziellen Fall wird das neu ermittelte und umgerechnete Testergebnis unter Anwendung der Gewichtungsfunktion auf alle diejenigen Stützpunkte der Kalibrierkurve und/oder Sollwertkurve und/oder Referenzwertkurve angewendet, zu denen ein Drifttest ansteht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10 **[0025]** Verschiedene Merkmale werden dem Fachmann aus der folgenden detaillierten Beschreibung der offenbarten nicht einschränkenden Ausführungsformen ersichtlich. Die Zeichnungen, die der detaillierten Beschreibung beiliegen, können kurz wie folgt beschrieben werden:

15 FIG 1 zeigt eine Verbrennungsvorrichtung mit einem Verbrennungssensor in Form einer Ionisationselektrode.

FIG 2 zeigt zwei Verläufe des Ionisationsstromes über einer Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung der Verbrennungsvorrichtung und zusätzlich einen Verlauf der ersten, oberen zur zweiten, unteren Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung für die Drifttestausführung.

20 FIG 3 veranschaulicht die Bestimmung des Gewichtungsfaktors für das umgerechnete neue Testergebnis, insbesondere eines neuen Ionisationsstromes, an zwei benachbarte Stützpunkte.

Detaillierte Beschreibung

25 **[0026]** FIG 1 zeigt eine Verbrennungsvorrichtung 1 wie beispielsweise einen wandhängenden Gasbrenner und/oder einen Ölbrenner. Im Feuerraum 2 der Verbrennungsvorrichtung 1 brennt im Betrieb eine Flamme eines Wärmeerzeugers. Der Wärmeerzeuger tauscht die Wärmeenergie der heissen Brenngase in ein anderes Fluid wie beispielsweise Wasser. Mit dem warmen Wasser wird beispielsweise eine Warmwasserheizungsanlage betrieben und/oder Trinkwasser erwärmt. Gemäss einer anderen Ausführungsform kann mit der Wärmeenergie der heissen Brennstoffe und/oder Brenngase ein Gut beispielsweise in einem industriellen Prozess erhitzt werden. Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist der Wärmeerzeuger Teil einer Anlage mit Kraft-Wärme-Kopplung, beispielsweise ein Motor einer solchen Anlage. Gemäss einer anderen Ausführungsform ist der Wärmeerzeuger eine Gasturbine. Ferner kann der Wärmeerzeuger der Erhitzung von Wasser in einer Anlage zur Gewinnung von Lithium und/oder Lithiumkarbonat dienen. Die Abgase 3 werden aus dem Feuerraum 2 beispielsweise über einen Schornstein abgeführt.

30 **[0027]** Die Luftzufuhr 5 für den Verbrennungsprozess wird über ein (motorisch) angetriebenes Gebläse 4 zugeführt. Über die Signalleitung 12 gibt eine Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 dem Gebläse 4 die Luftzufuhr V_L vor, die es fördern soll. Damit wird die Gebläsedrehzahl ein Mass für die Luftzufuhr 5.

35 **[0028]** Gemäss einer Ausführungsform wird die Gebläsedrehzahl der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 vom Gebläse 4 zurückgemeldet. Beispielsweise ermittelt die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 die Drehzahl des Gebläses 4 über die Signalleitung 13.

40 **[0029]** Die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 umfasst vorzugsweise einen Microcontroller. Die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 umfasst idealerweise einen Microprozessor. Die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 kann eine Regeleinrichtung sein. Vorzugsweise umfasst die Regeleinrichtung einen Microcontroller. Die Regeleinrichtung umfasst idealerweise einen Microprozessor. Die Regeleinrichtung kann einen proportionalen und integralen Regler umfassen. Ferner kann die Regeleinrichtung einen proportionalen und integralen und derivativen Regler umfassen.

45 **[0030]** Ferner kann die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 eine im Feld programmierbare (Logik-) Gatter-Anordnung umfassen. Ausserdem kann die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung umfassen.

50 **[0031]** In einer Ausführungsform umfasst die Signalleitung 12 einen Lichtwellenleiter. Die Signalleitung 13 zur Ermittlung der Gebläsedrehzahl kann ebenfalls einen Lichtwellenleiter umfassen. In einer speziellen Ausführungsform sind die Signalleitungen 12 und 13 als Lichtwellenleiter ausgeführt. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

55 **[0032]** Wird die Luftzufuhr 5 über eine Luftklappe und/oder ein Ventil eingestellt, kann als Mass für die Luftzufuhr 5 die Klappen- und/oder Ventilstellung verwendet werden. Ferner kann ein aus dem Signal eines Drucksensors und/oder Massenstromsensors und/oder Volumenstromsensors abgeleiteter Messwert verwendet werden. Der Sensor 11 ist vorteilhaft im Kanal für die Luftzufuhr 5 angeordnet. Vorteilhaft stellt der Sensor 11 ein Signal bereit, welches anhand

einer geeigneten Signalverarbeitungseinheit in einen Strömungsmesswert gewandelt wird.

[0033] Gemäss einer Ausführungsform wird das Signal des Sensors 11 anhand einer Signalleitung 17 zurückgemeldet. Insbesondere kann anhand der Signalleitung 17 ein Signal an die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 zurückgemeldet werden, welches ein Mass für eine Luftzufuhr 5 ist. Die Signalleitung 17 kann einen Lichtwellenleiter umfassen. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen. Eine geeignete Signalverarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung des Signals des Sensors 11 umfasst idealerweise mindestens einen Analog-Digital-Wandler. Gemäss einer Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung, insbesondere der oder die Analog-Digital-Wandler, integriert in die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18.

[0034] Als Mass für die Luftzufuhr V_L kann auch der Messwert eines Drucksensors und/oder eines Massenstromsensors in einem Seitenkanal der Luftzufuhr 5 verwendet werden. Eine Verbrennungsvorrichtung mit Zufuhrkanal und Seitenkanal ist beispielsweise im europäischen Patent EP3301364B1 offenbart. Das europäische Patent EP3301364B1 wurde am 7. Juni 2017 angemeldet und am 7. August 2019 erteilt. Es wird eine Verbrennungsvorrichtung mit Zufuhrkanal und Seitenkanal beansprucht, wobei in den Zufuhrkanal ein Massenstromsensor hineinragt.

[0035] Ein Drucksensor und/oder ein Massenstromsensor im Seitenkanal ermittelt ein Signal, welches dem von der Luftzufuhr V_L abhängigen Druckwert und/oder dem Luftstrom (Teilchen- und/oder Massenstrom) im Seitenkanal entspricht. Vorteilhaft stellt der Sensor ein Signal bereit, welches anhand einer geeigneten Signalverarbeitungseinrichtung in einen Messwert gewandelt wird. Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden die Signale mehrerer Sensoren in einen gemeinsamen Messwert gewandelt. Eine geeignete Signalverarbeitungseinrichtung umfasst idealerweise mindestens einen Analog-Digital-Wandler. Gemäss einer Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung, insbesondere der oder die Analog-Digital-Wandler, integriert in die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. Gemäss einer anderen Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung, insbesondere der oder die Analog-Digital-Wandler, integriert in den Drucksensor und/oder Massenstromsensor. Die Übertragung der Sensorsignale zur Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 erfolgt über eine Kommunikationsschnittstelle mit einem vorgegebenen Kommunikationsbusprotokoll.

[0036] Gemäss einer Ausführungsform ist die Luftzufuhr V_L der Wert der aktuellen Luftdurchflussrate. Die Luftdurchflussrate kann in Kubikmeter Luft pro Stunde gemessen und/oder angegeben sein. Die Luftzufuhr V_L kann in Kubikmeter Luft pro Stunde gemessen und/oder angegeben sein.

[0037] Massenstromsensoren erlauben die Messung bei grossen Flussgeschwindigkeiten speziell in Verbindung mit Verbrennungsvorrichtungen im Betrieb. Typische Werte solcher Flussgeschwindigkeiten liegen den Bereichen zwischen 0.1 Meter pro Sekunde und 5 Meter pro Sekunde, 10 Meter pro Sekunde, 15 Meter pro Sekunde, 20 Meter pro Sekunde, oder sogar 100 Meter pro Sekunde. Massenstromsensoren, welche sich für die vorliegende Offenbarung eignen, sind beispielsweise OMRON® D6F-W oder Typ SENSOR TECHNICS® WBA Sensoren. Der nutzbare Bereich dieser Sensoren beginnt typisch bei Geschwindigkeiten zwischen 0.01 Meter pro Sekunde und 0.1 Meter pro Sekunde und endet bei einer Geschwindigkeit wie beispielsweise 5 Meter pro Sekunde, 10 Meter pro Sekunde, 15 Meter pro Sekunde, 20 Meter pro Sekunde, oder sogar 100 Meter pro Sekunde. Mit anderen Worten, es können untere Grenzen wie 0.1 Meter pro Sekunde kombiniert werden mit oberen Grenzen wie 5 Meter pro Sekunde, 10 Meter pro Sekunde, 15 Meter pro Sekunde, 20 Meter pro Sekunde, oder sogar 100 Meter pro Sekunde.

[0038] Die Brennstoffzufuhr V_B wird durch die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 mit Hilfe eines Brennstoffaktors und/oder eines (motorisch) einstellbaren Ventiles 6 eingestellt und/oder geregelt. In der Ausführung in FIG 1 ist der Brennstoff 7 ein Brenngas. Eine Verbrennungsvorrichtung 1 kann dann an verschiedene Brenngasquellen angeschlossen werden, beispielsweise an Quellen mit hohem Methan-Anteil und/oder an Quellen mit hohem Propan-Anteil. Ebenso ist vorgesehen, die Verbrennungsvorrichtung 1 an eine Quelle eines Gases oder einer Gasmischung angeschlossen ist, wobei das Gas oder die Gasmischung Wasserstoff umfasst. In FIG 1 wird die Menge an Brenngas durch ein (motorisch) einstellbares Brennstoffventil 6 von der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 eingestellt. Der Ansteuerwert, beispielsweise ein pulsweitenmoduliertes Signal, des Gasventiles ist dabei ein Mass für die Menge an Brenngas. Er ist auch ein Wert für die Brennstoffzufuhr V_B .

[0039] Wird als Brennstoffaktor 6 eine Gasklappe verwendet, so kann als Mass für die Menge an Brenngas die Position einer Klappe verwendet werden. Gemäss einer speziellen Ausführungsform werden ein Brennstoffaktor 6 und/oder Brennstoffventil anhand eines Schrittmotors eingestellt. In jenem Fall ist die Schrittstellung des Schrittmotors ein Mass für die Menge an Brenngas. Das Brennstoffventil kann auch in einer Einheit mit zumindest einem oder mehreren Sicherheitsabsperrentilen integriert sein. Eine Signalleitung 14 verbindet den Brennstoffaktor 6 mit der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 14 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

[0040] Weiterhin kann das Brennstoffventil 6 ein intern über einen Strömungs- und/oder Drucksensor 10 geregeltes Ventil sein, das einen Sollwert erhält und den Istwert des Strömungs- und/oder Drucksensors 10 auf den Sollwert regelt. Der Strömungs- und/oder Drucksensor 10 kann dabei als Volumenstromsensor beispielsweise als Turbinenradradzähler oder als Balgzähler oder als Differenzdrucksensor realisiert sein. Der Strömungs- und/oder Drucksensor 10 kann auch als Massenstromsensor, beispielsweise als thermischer Massenstromsensor, ausgeführt sein. Eine Signalleitung

16 verbindet den Strömungs- und/oder Drucksensor 10 mit der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 16 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

5 [0041] In einer weiteren Ausführungsform ist der Strömungs- und/oder Drucksensor 10 separat vom Brennstoffventil 6 im Brennstoffzufuhrkanal 8 angeordnet. Der Durchflusssensor 10 kann dabei als Volumenstromsensor beispielsweise als Turbinenradradzähler oder Balgenzähler oder als Differenzdrucksensor realisiert sein. Der Strömungs- und/oder Drucksensor 10 kann auch als Massenstromsensor, beispielsweise als thermischer Massenstromsensor, ausgeführt sein. Eine Signalleitung 16 verbindet den Strömungs- und/oder Drucksensor 10 mit der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 16 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

10 [0042] Jener Strömungs- und/oder Drucksensor 10 erzeugt ein Signal, welches anhand einer geeigneten Signalverarbeitungseinrichtung in einen Strömungsmesswert (Messwert des Teilchen- und/oder Massenstromes und/oder Volumenstromes) gewandelt wird. Eine geeignete Signalverarbeitungseinrichtung umfasst idealerweise mindestens einen Analog-Digital-Wandler. Gemäss einer Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung, insbesondere der oder die Analog-Digital-Wandler, integriert in die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. Gemäss einer anderen Ausführungsform ist die Signalverarbeitungseinrichtung, insbesondere der oder die Analog-Digital-Wandler, integriert in den Strömungs- und/oder Drucksensor. Die Übertragung der Sensorsignale zur Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 erfolgt über eine Kommunikationsschnittstelle mit einem vorgegebenen Kommunikationsbusprotokoll.

15 [0043] FIG 1 zeigt ebenfalls eine Verbrennungsvorrichtung 1 mit einem Verbrennungssensor 9 zur Erfassung einer Luftzahl λ . Der Verbrennungssensor 9 kann beispielsweise eine Ionisationselektrode umfassen. Der Verbrennungssensor 9 kann auch eine Ionisationselektrode sein. Als Material einer Ionisationselektrode kommt vielfach KANTHAL[®], z.B. APM[®] oder A-1[®], zum Einsatz. Auch Elektroden aus Nikrothal[®] werden vom Fachmann in Betracht gezogen. Der Verbrennungssensor 9 ist vorzugsweise im Feuerraum 2 angeordnet.

20 [0044] Eine Signalleitung 15 verbindet den Verbrennungssensor 9 mit der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 15 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

25 [0045] Typisch ist der Verbrennungssensor 9 über eine Impedanz an eine Spannungsquelle angeschlossen. Die Impedanz zum Anschluss an die Spannungsquelle kann einen elektrischen Widerstand, insbesondere einen elektrischen, ohmschen Widerstand, umfassen.

30 [0046] In FIG 2 sind in der Kurve 21 beispielhaft Sollwerte der Signale eines Verbrennungssensors 9 dargestellt. In der Kurve 22 sind beispielhaft Referenzwerte für den Drifttest aus den Signalen eines Verbrennungssensors 9 über einer Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 dargestellt. Insbesondere können in den Kurven 21 und 22 Ionisationsstromwerte 20 über Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 dargestellt sein. Die Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 entlang der Abszisse ist vorzugsweise eine Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 einer Verbrennungsvorrichtung 1.

35 [0047] Die Kurve 21 in FIG 2 zeigt Sollwerte der Signale eines Verbrennungssensors 9 im Auslieferungszustand des mindestens einen Verbrennungssensors 9. Insbesondere zeigt die Kurve 21 Ionisationsstromsollwerte im Auslieferungszustand einer Ionisationselektrode für den normalen Regelbetrieb. Dabei ist die Kurve 21 durch mehrere Werte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gestützt. Zu jenen Werten der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 existieren jeweils Sollwerte des Signales des mindestens einen Verbrennungssensors 9 im Auslieferungszustand. Insbesondere können zu jenen Werten Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 Sollwerte des Ionisationsstromes einer Ionisationselektrode im Auslieferungszustand vorliegen. In FIG 2 sind beispielhaft für Kurve 21 sechzehn solche Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gezeigt. Zu jedem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gehört ein Sollwert eines Signales eines Verbrennungssensors 9 im Auslieferungszustand. Insbesondere kann zu jedem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 ein Sollwert eines Ionisationsstromes einer Ionisationselektrode im Auslieferungszustand gehören. Die Stützwerte und die jeweils zugehörigen Ionisationsstromsollwerte bilden die Stützpunkte der Regelkurve für den normalen Regelbetrieb im Auslieferungszustand der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18. Dabei sind die Stützwerte solche Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19.

40 [0048] Die Kurve 22 in FIG 2 zeigt Referenzwerte für einen Drifttest des mindestens einen Verbrennungssensors 9 auf Veränderung. Insbesondere zeigt Kurve 22 Referenzionisationsströme für einen Drifttest einer Ionisationselektrode auf Veränderung. Im vorliegenden Fall kann sich ein Verbrennungssensor 9 oder kann sich eine Ionisationselektrode beispielsweise durch Alterung verändern. Insbesondere kann eine Alterung mit einer Belagsbildung auf dem Verbrennungssensor 9 oder auf der Ionisationselektrode einhergehen.

45 [0049] Dabei ist die Kurve 22 durch mehrere Werte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gestützt. Zu jenen Werten der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 existieren jeweils Referenzwerte des Signales des mindestens einen Verbrennungssensors 9. Insbesondere können zu jenen Werten der Luftzufuhr oder der Gebläsedrehzahl oder der Leistung 19 Referenzwerte des Ionisationsstromes einer Ionisationselektrode vorliegen. In FIG 2

sind beispielhaft für Kurve 22 sieben solche Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gezeigt. Zu jedem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gehört ein Referenzwert eines Signales eines Verbrennungssensors 9. Insbesondere kann zu jedem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 ein Referenzwert eines Ionisationsstromes für einen Drifttest einer Ionisationselektrode gehören. Die Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 und die jeweils zugehörigen Referenzionisationsströme bilden die Stützpunkte der Referenzkurve für Drifttests der Ionisationselektrode.

[0050] Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 für Kurve 22 sind allgemein nicht identisch mit Stützwerten Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 für Kurve 21. Die jeweiligen Stützwerte der Kurven 21 und 22 können sich in ihrer Anzahl unterscheiden. Ferner können sich die jeweiligen Stützwerte der Kurven 21 und 22 sich in ihrer Lage unterscheiden. Das heisst, dass die jeweiligen Stützwerte der Kurven 21 und 22 zu nicht identischen Werten der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 gehören.

[0051] Die Kurve 23 in FIG 2 repräsentiert die durch die Drehzahl und/oder das Brennstoffventil ausgeführte Veränderung der Luftzahl λ während eines Drifttestes. Vorliegend stellt sie eine erste, obere über eine zweite, untere Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung für einen Drifttest des mindestens einen Verbrennungssensors 9 dar. Die zugehörige Ordinatenachse ist die zweite Ordinatenachse. Sie umfasst den gleichen Wertebereich, wie die Abszissenachse. Zu jedem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 23 gehört ein Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 22. Die Stützwerte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 der Kurve 23 entsprechen den zweiten, unteren Luftzufuhren oder Gebläsedrehzahlen oder Leistungen für Drifttests. Zusammen mit den jeweils zugehörenden ersten, oberen Luftzufuhren oder Gebläsedrehzahlen oder Leistungen für einen Drifttest bilden sie die Stützpunkte für Drifttests. Jedem dieser Driftteststützpunkte sind ein Drifttestwert, das heisst ein durch Filterung aus den zugehörigen Testergebnissen ermittelter Wert, und ein Index für eine Ermittlung eines Testergebnisses zugeordnet. In einer Ausführungsform ist jedem Driftteststützpunkt ein Referenzwert zugeordnet.

[0052] Der einem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 23 entsprechende Wert auf Kurve 21 kann ein Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 21 sein. Der einem Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 23 entsprechende Wert auf Kurve 21 muss jedoch nicht ein Stützwert der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19 von Kurve 21 sein. Liegt zu einem Stützwert von Kurve 22 und 23 kein Stützwert von Kurve 21 vor, so kann zwischen den Werten von Kurve 21 interpoliert werden. Beispielsweise kann zwischen benachbarten Punkten linear interpoliert werden. Es wird dann der interpolierte Wert verwendet, um zu einem Stützwert der Kurven 22 und 23 einen zugehörigen Sollwert für den normalen Regelbetrieb zu ermitteln.

[0053] Weiterhin ist auf jeder der Kurven 21 bis 23 ein dreieckig markierter Punkt erkennbar. Diese Punkte gehören alle zur selben Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 19. Im Gegensatz zu den Stützpunkten entspricht jener dreieckig markierte Punkt einem errechneten Wert. Er kann zum Beispiel durch Interpolation jeweils zwischen den Stützpunkten jeder Kurve gewonnen worden sein. Mit den so gewonnenen Werten kann ein Drifttest ausgeführt und das Testergebnis bewertet bzw. auf die benachbarten Stützpunkte umgerechnet werden.

[0054] Für die Entscheidung, ob aufgrund einer aktuellen Luftzufuhr oder einer aktuellen Gebläsedrehzahl oder einer aktuellen Leistung ein Drifttest durchgeführt wird, werden Intervalle gebildet. Die Bildung der Intervalle erfolgt anhand der ersten Luftzufuhrwerte oder Gebläsedrehzahlwerte oder Leistungswerte eines Driftteststützpunktes. Dabei kann der Bereich der Luftzufuhr oder der Gebläsedrehzahl oder der Leistung zwischen der ersten Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung des höchsten und des niedrigsten Driftteststützpunktes in Intervalle unterteilt werden. In einer Ausführungsform wird der gesamte Bereich der Luftzufuhr oder der Gebläsedrehzahl oder der Leistung zwischen der ersten Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung des höchsten und des niedrigsten Driftteststützpunktes in Intervalle unterteilt.

[0055] Anhand der ersten Luftzufuhrwerte oder Gebläsedrehzahlwerte oder Leistungswerte der Driftteststützpunkte werden die Intervalle gewählt. Ein erster Driftteststützpunkt P_n befindet sich nahe der aktuellen Luftzufuhr oder nahe der aktuellen Gebläsedrehzahl oder nahe der aktuellen Leistung. Ein zweiter Driftteststützpunkt P_{n+1} ist weiter von der aktuellen Luftzufuhr oder der aktuellen Gebläsedrehzahl oder der aktuellen Leistung entfernt als der erste Driftteststützpunkt P_n . Vorzugsweise ist der zweite Driftteststützpunkt P_{n+1} benachbart zum ersten Driftteststützpunkt P_n .

[0056] Mithin gibt es mehrere Bereiche. Ein erster Bereich ist nahe am ersten Driftteststützpunkt P_n . Ein weiterer Bereich liegt zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} , schliesst die Driftteststützpunkte P_n und P_{n+1} aber nicht ein. Noch ein weiterer Bereich liegt nahe am zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} . Vorzugsweise überlappen sich diese Bereiche nicht.

[0057] In einer ersten Ausführungsform umfasst jeder Bereich ein Drittel des Intervalles zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} . In einer zweiten Ausführungsform umfasst der Bereich nahe P_n ein Viertel des Intervalles zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} . Der Bereich nahe P_{n+1} umfasst ebenfalls ein Viertel des Intervalles zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} . Der Bereich zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} umfasst die Hälfte des Intervalles zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} .

[0058] Wird ein Drifttest mit einer Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung nahe P_n durchgeführt, wird das neue Testergebnis aus diesem Drifttest auf P_n umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgt analog zu der in EP3045816B1 offenbarten Berechnung für Nachbarpunkte. Insbesondere kann ein neuer Ionisationsstrom aus diesem Drifttest auf P_n umgerechnet werden. Vorzugweise wird im Anschluss an die Umrechnung auf P_n das Zeitintervall bis zur Durchführung eines neuen Drifttests für P_n neu gestartet. Wird ein Drifttest im mittleren Bereich zwischen den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} gestartet, so wird das neue Testergebnis aus diesem Drifttest auf P_n und auf P_{n+1} umgerechnet. Insbesondere kann ein neuer Ionisationsstrom aus diesem Drifttest auf P_n und P_{n+1} umgerechnet werden. Vorzugweise kommt bei der Verrechnung des umgerechneten Testergebnisses mit jeweils den bisherigen gefilterten Drifttestwerten an den Driftteststützpunkten P_n und P_{n+1} ein Gewichtungsbzw. Filterwert zum Einsatz. Im Anschluss an die Umrechnung des neuen Testergebnisses auf P_n und auf P_{n+1} kann das Zeitintervall oder können die Zeitintervalle bis zur Durchführung eines neuen Drifttests neu gestartet werden. Wird schliesslich ein Drifttest mit einer Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung nahe P_{n+1} durchgeführt, wird das neue Testergebnis aus diesem Drifttest auf P_{n+1} umgerechnet. Insbesondere kann ein neuer Ionisationsstrom aus diesem Drifttest auf P_{n+1} umgerechnet werden. Vorzugweise wird im Anschluss an die Umrechnung auf P_{n+1} das Zeitintervall bis zur Durchführung eines neuen Drifttests für P_{n+1} neu gestartet.

[0059] Ein Drifttest wird ausgeführt, wenn das Zeitintervall eines Driftteststützpunktes P_n abgelaufen und die aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung entweder im Bereich nahe am Driftteststützpunkt oder zwischen Driftteststützpunkt P_n und P_{n+1} ist. Sollte an dem zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} noch ein Zeitintervall bis zur Durchführung eines Drifttests laufen, so kann jenes Zeitintervall belassen werden. In einer speziellen Ausführungsform kann auf eine Umrechnung auf den zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} verzichtet werden, solange das entsprechende Zeitintervall noch nicht abgelaufen ist. Mithin wird das Ende des Zeitintervalles zum zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} abgewartet. Nach Ablauf jenes Zeitintervalles wird ein Drifttest an oder in der Nähe des zweiten Driftteststützpunktes P_{n+1} durchgeführt.

[0060] Alles oben Genannte in Bezug auf den Punkt bzw. den Bereich zu P_{n+1} , wird äquivalent auch für den Punkt bzw. den Bereich zu P_{n-1} angewendet.

[0061] Die Definition der Testbedingungen für den Drifttest erfolgt anhand zweier Kurven. Zum einen müssen die Referenzwerte, insbesondere die Referenzionisationsströme, definiert werden. Bei den Referenzwerten, insbesondere bei den Referenzionisationsströmen, kann es sich um im Labor ermittelte Testergebnisse und/oder Referenzwerte an einem Referenzgerät und/oder Mustergerät handeln. Insbesondere kann es sich bei den Referenzwerten um Ionisationsströme bei Drifttestausführungen, handeln. Die Referenzwerte, insbesondere die Referenzionisationsströme, können beispielsweise als Stützpunkte oder anhand von Kurvenparametern hinterlegt werden. Kurve 22 aus FIG 2 zeigt solche Stützpunkte für Referenzwerte. Die Kurvenparameter können beispielsweise Kurvenparameter dritter, vierter, fünfter oder auch höherer Ordnung umfassen. Insbesondere können die Kurvenparameter Parameter von Polynomen dritter, vierter, fünfter oder auch höherer Ordnung umfassen.

[0062] Zum anderen muss die Veränderung der Luftzahl λ während eines Drifttestes, beispielsweise durch Werte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung während des Drifttests zueinander, bestimmt sein. Dazu kann einerseits eine Kurve der ersten Luftzufuhr oder ersten Gebläsedrehzahl oder ersten Leistung über der zweiten Luftzufuhr oder zweiten Gebläsedrehzahl oder zweiten Leistung verwendet werden. Eine solche Kurve ist die Kurve 23 aus FIG 2 in der Variante Stützpunkte und Interpolation für die Zwischenwerte. Andererseits kann dazu eine Kurve des Verhältnisses der ersten Luftzufuhr oder ersten Gebläsedrehzahl oder ersten Leistung zur zweiten Luftzufuhr oder zweiten Gebläsedrehzahl oder zweiten Leistung verwendet werden. Im einfachsten Fall genügt für das Verhältnis der ersten Luftzufuhr oder ersten Gebläsedrehzahl oder ersten Leistung zur zweiten Luftzufuhr oder zweiten Gebläsedrehzahl oder zweiten Leistung eine Konstante. Entsprechend erhält man als Kurve der ersten Luftzufuhr oder ersten Gebläsedrehzahl oder ersten Leistung über der zweiten Luftzufuhr oder zweiten Gebläsedrehzahl oder zweiten Leistung eine Gerade als Kurve 23. Derweil können auch Kurven höherer Ordnung verwendet werden. Es ist möglich, dass die Werte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung während des Drifttests zueinander nicht über Stützpunkte und Interpolation für die Zwischenwerte, sondern über eine Kurve mittels Polynomkoeffizienten definiert werden. In diesem Fall sollten weiterhin Luftzufuhren oder Gebläsedrehzahlen oder Leistungen festgelegt werden, zu welchen die gemessene Drift des Verbrennungssensors 9 umgerechnet wird. Insbesondere sollten Luftzufuhren oder Gebläsedrehzahlen oder Leistungen festgelegt werden, zu welchen die gemessene Drift der Ionisationselektrode 9 umgerechnet wird.

[0063] Als Mindestausführung müssen die jeweils höchsten und niedrigsten Werte der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung definiert sein, welche Grenzen definieren, innerhalb derer ein oder mehrere Drifttests ausführbar sind. Insbesondere ist vorgesehen, dass solche Werte in einem Speicher einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 definiert sind. Jene Werte dienen zusammen mit eventuell weiteren festgelegten Werten der Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung als Werte, zu welchen die gemessene Drift des Verbrennungssensors 9 umgerechnet wird. Sie werden in dergleichen Weise wie oben beschrieben als Driftteststützpunkte verwendet.

[0064] Es kann der Fall auftreten, wonach Bedingungen für den Drifttest über Kurvenparameter definiert sind. Insbesondere können Bedingungen für den Drifttest über im Speicher einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 hinterlegte Werte definiert sein. Zugleich liegen wenige Driftteststützpunkte P_n vor. Es können auch gleich viele Driftteststützpunkte P_n vorliegen, wie in Kurve 22 bzw. 23 gezeigt. Ferner können auch wenige Driftteststützpunkte P_n mehr

vorliegen.

[0065] In einem solchen Fall kann der Abstand der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung zum Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} als Parameter herangezogen werden. Je näher die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung am Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} liegt, desto höher ist die Gewichtung. Mit jener Gewichtung fließt das umgerechnete, neue Testergebnis in den gefilterten Drifttestwert am Stützpunkt P_n, P_{n+1} , ein. Insbesondere ist die Gewichtung des umgerechneten, neuen Testergebnisses umso höher, je näher die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung am Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} liegt. Ferner wird die Zeitdauer bis zur Fälligkeit eines nächsten Drifttests umso länger gesetzt, je näher die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung am Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} liegt.

[0066] Beispielsweise wird an einer aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 24 ein neues Testergebnis ermittelt und auf die Driftteststützpunkte P_n, P_{n+1} umgerechnet. Die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 24 hat einen Abstand von zwei Fünfteln des Intervalles von P_n bis P_{n+1} zum ersten Driftteststützpunkt P_n . Die aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung 24 hat einen Abstand von drei Fünfteln des Intervalles von P_n bis P_{n+1} zum zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} . Vorzugsweise ist der zweite Driftteststützpunkt P_{n+1} benachbart zum ersten Driftteststützpunkt P_n . Das auf den Driftteststützpunkt P_n umgerechnete, neue Testergebnis wird nun an den bisherigen, diesem Driftteststützpunkt zugeordneten, gefilterten Drifttestwert gefiltert. Jedoch erfolgt die Filterung nur mit einer Gewichtung von drei Fünfteln gegenüber einem Testergebnis, das genau am Driftteststützpunkt P_n ermittelt worden wäre. Insbesondere kann ein umgerechnetes neues Testergebnis an den bisherigen, diesem Driftteststützpunkt zugeordneten, gefilterten Drifttestwert gefiltert werden. Die Filterung erfolgt jedoch nur mit einer Gewichtung von drei Fünfteln gegenüber einem Testergebnis, das genau am Driftteststützpunkt P_n ermittelt worden wäre.

[0067] Entsprechend wird das auf den zweiten Driftteststützpunkt P_{n+1} umgerechnete, neue Testergebnis an den bisherigen, diesem Driftteststützpunkt zugeordneten, gefilterten Drifttestwert gefiltert. Die Filterung erfolgt jedoch nur mit einer Gewichtung von zwei Fünfteln gegenüber einem Testergebnis, das genau am Driftteststützpunkt P_{n+1} ermittelt worden wäre. Insbesondere kann ein umgerechnetes, neues Testergebnis an den bisherigen, diesem Driftteststützpunkt zugeordneten, gefilterten Drifttestwert gefiltert werden. Die Filterung erfolgt jedoch nur mit einer Gewichtung von zwei Fünfteln gegenüber einem Testergebnis, das genau am Driftteststützpunkt P_{n+1} ermittelt worden wäre.

[0068] In einer weiteren Ausführungsform wird über die relative Lage der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung im Intervall P_n bis P_{n+1} die Gewichtung nicht zwingend zwischen null und einhundert Prozent variiert. Stattdessen ist für mindestens einen Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} ein Filterwert 27 definiert. Insbesondere kann für jeden Driftteststützpunkt P_n, P_{n+1} , jeweils ein Filterwert definiert sein. Beispielsweise kann für einen Driftteststützpunkt ein Filterwert von vierzig Prozent definiert sein. Insbesondere kann für einen Driftteststützpunkt ein Filterwert von vierzig Prozent im Speicher einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 definiert sein. Dieser Filterwert entspricht dem Gewichtungsfaktor, mit dem ein umgerechnetes Testergebnis aufgrund eines Tests genau am Punkt P_n an den bisherigen, dem Driftteststützpunkt P_{n+1} zugeordneten, gefilterten Drifttestwert gefiltert wird. Ein relativer Abstand von drei Fünfteln der aktuellen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung zum Driftteststützpunkt P_{n+1} , führt mithin zur Gewichtung:

$$(1 - 3/5) \times (100 \text{ Prozent} - 40 \text{ Prozent}) + 40 \text{ Prozent} = 64 \text{ Prozent.}$$

[0069] Teile einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung 18 gemäss der vorliegenden Offenbarung können als Hardware und/oder als Softwaremodul, welches von einer Recheneinheit gegebenenfalls unter Hinzunahme von Container-Virtualisierung ausgeführt wird, und/oder anhand eines Cloud-Rechners und/oder anhand einer Kombination der vorgenannten Möglichkeiten realisiert werden. Die Software mag eine Firmware und/oder einen Hardware-Treiber, der innerhalb eines Betriebssystems ausgeführt wird und/oder eine Container-Virtualisierung und/oder ein Anwendungsprogramm umfassen. Die vorliegende Offenbarung bezieht sich also auch auf ein Rechnerprogrammprodukt, 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) und/oder magnetischen Arbeitsspeicher (MRAM) und/oder ausschliesslich lesbaren Speicher (ROM) und/oder Flash-Speicher und/oder elektronisch programmierbares ROM (EPROM) und/oder elektronisch programmierbares und löschbares ROM (EEPROM) und/oder Register einer Recheneinheit und/oder eine Festplatte und/oder eine auswechselbare Speichereinheit und/oder einen optischen Speicher und/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 Erfindung.

[0071] Der Gegenstand der in der vorliegenden Offenbarung angegebenen Erfindung ist definiert über deren Ansprüche. Es können verschiedenste Änderungen vorgenommen werden, ohne den Schutzbereich der folgenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichen

[0072]

- 5 1 Verbrennungsvorrichtung
2 Feuerraum
3 Abgase
4 (motorisch angetriebenes) Gebläse, Luftaktor
5 Luftzufuhr
10 6 Brennstoffaktor (insbesondere Gasmengenaktor, motorisch verstellbares Ventil)
7 Brennstoff, insbesondere Brenngas
8 Brennstoffzufuhrkanal
9 Verbrennungssensor
10 Strömungs- und/oder Drucksensor mit eventuell nötigen Einbauten im Brennstoffzufuhrkanal
15 11 Drucksensor und/oder Massenstromsensor und/oder Volumenstromsensor
12 Signalleitung zur Vorgabe der Luftzufuhr (Luftdurchsatz) an das Gebläse
13 (Signalleitung zur Übermittlung der) Gebläsedrehzahl
14 Signalleitung zur Vorgabe Brennstoffzufuhr (Brennstoffdurchsatz) an den Brennstoffaktor
15 Signalleitung für ein Ionisationssignal
20 16 Signalleitung für den Strömungs- und/oder Drucksensor
17 Signalleitung für den Drucksensor und/oder Massenstromsensor und/oder Volumenstromsensor
18 Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (mit vorzugsweise nichtflüchtigem Speicher)
19 Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung
20 Ionisationsstrom
25 21 Verlauf eines Ionisationsstromes über Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung für λ_{soll}
22 Verlauf eines Ionisationsstromes über Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung beim Drifttest
23 Verlauf einer ersten, oberen Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung zur zweiten, unteren Luftzufuhr oder
Gebläsedrehzahl oder Leistung beim Drifttest
24 aktuelle Luftzufuhr oder Gebläsedrehzahl oder Leistung
30 25 ein erster Stützpunkt für einen Drifttest
26 ein zweiter Stützpunkt für einen Drifttest
27 Filterwert für Nachbarpunktkorrektur oder alternativ null Prozent
28 Gewichtung

35

Patentansprüche

1. Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend eine Einrichtung (18) zur Steuerung und/oder Regelung der Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Feuerraum (2), mindestens einen
40 Aktor (4), welcher auf eine Luftzufuhr zum mindestens einen Feuerraum (2) wirkt, und mindestens einen Verbrennungssensor (9), der so angeordnet ist, dass er im Betrieb der Verbrennungsvorrichtung (1) im Bereich einer Flamme des mindestens einen Feuerraumes (2) liegt, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) einen Speicher mit mindestens einer Liste an Stützpunkten umfasst, wobei jedem Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an
45 Stützpunkten ein erster Luftzufuhrwert der Verbrennungsvorrichtung (1) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedem Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten ein Drifttestwert und ein Index für eine Ermittlung eines Testergebnisses zugeordnet sind, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

50 anhand des mindestens einen Aktors (4) eine vorgegebene Luftzufuhr zum mindestens einen Feuerraum (2) der Verbrennungsvorrichtung (1) zu erzeugen;
nach dem Erzeugen der vorgegebenen Luftzufuhr als Funktion der vorgegebenen Luftzufuhr und anhand der ersten Luftzufuhrwerte einen Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten auszuwählen;
anhand des Index zu dem ausgewählten Stützpunkt über die Ermittlung eines Testergebnisses zu entscheiden;
im Falle einer Entscheidung für die Ermittlung eines Testergebnisses:

55 anhand des mindestens einen Verbrennungssensors (9) eines oder mehrere Signale zu empfangen;
aus dem einen Signal oder aus den mehreren Signalen des mindestens einen Verbrennungssensors (9) ein neues Testergebnis zu bestimmen;

als Funktion des neuen Testergebnisses einen geänderten Drifttestwert für den ausgewählten Stützpunkt zu ermitteln; und
den geänderten Drifttestwert im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) als dem ausgewählten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwert zu hinterlegen.

5

2. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 1, wobei jedem Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten eine im Speicher hinterlegte Leistung der Verbrennungsvorrichtung (1) zugeordnet ist, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

aus der vorgegebenen Luftzufuhr eine Leistung der Verbrennungsvorrichtung (1) zu ermitteln; und
nach dem Erzeugen der vorgegebenen Luftzufuhr als Funktion der ermittelten Leistung den Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten auszuwählen.

10

3. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) nach dem Erzeugen der vorgegebenen Luftzufuhr ausgebildet ist:

15

jeweils Differenzen zwischen der vorgegebenen Luftzufuhr und den ersten Luftzufuhrwerten zu bilden;
diejenige Differenz auszuwählen, deren Betrag am geringsten ist; und
den Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten auszuwählen, welcher zur Differenz mit dem geringsten Betrag gehört.

20

4. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei jedem Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten als Index für die Ermittlung des Testergebnisses eine Anzahl an Betriebsstunden der Verbrennungsvorrichtung (1) bis zum nächsten Start einer Ermittlung eines Testergebnisses zugeordnet und im Speicher hinterlegt ist, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

25

eine aktuelle Anzahl an Betriebsstunden zu ermitteln;
die Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem ausgewählten Stützpunkt mit der aktuellen Anzahl an Betriebsstunden zu vergleichen;
falls die aktuelle Anzahl an Betriebsstunden grösser als oder gleich der Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem ausgewählten Stützpunkt ist:

30

anhand des mindestens einen Verbrennungssensors (9) das eine Signal oder die mehreren Signale zu empfangen; und
aus dem einen Signal oder aus den mehreren Signalen des mindestens einen Verbrennungssensors (9) ein neues Testergebnis zu bestimmen.

35

5. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

40

als Funktion des neuen Testergebnisses und als Funktion des dem ausgewählten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwertes den geänderten Drifttestwert für den ausgewählten Stützpunkt zu ermitteln.

6. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 3, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

45

als Funktion der Differenz mit dem geringsten Betrag einen ersten Prozentsatz zu ermitteln; und
durch Gewichtung des neuen Testergebnisses gemäss dem ersten Prozentsatz und durch Gewichtung des dem ausgewählten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwertes gemäss einem zweiten Prozentsatz den geänderten Drifttestwert für den ausgewählten Stützpunkt zu ermitteln.

50

7. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

anhand des geänderten und im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) hinterlegten Drifttestwertes die Verbrennungsvorrichtung (1) zu regeln.

55

8. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) nach dem Erzeugen der vorgegebenen Luftzufuhr ausgebildet ist:

EP 4 119 847 B1

jeweils Differenzen zwischen der vorgegebenen Luftzufuhr und den ersten Luftzufuhrwerten zu bilden;
aus den gebildeten Differenzen diejenige negative Differenz auszuwählen, deren Betrag am geringsten ist;
aus den gebildeten Differenzen diejenige positive Differenz auszuwählen, deren Betrag am geringsten ist;
den Stützpunkt als ersten Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten auszuwählen, welcher
zur negativen Differenz mit dem geringsten Betrag gehört; und
einen zweiten Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten auszuwählen, welcher zur positiven
Differenz mit dem geringsten Betrag gehört.

9. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 8, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

als Funktion des neuen Testergebnisses einen ersten, geänderten Drifttestwert für den ersten Stützpunkt zu ermitteln;
als Funktion des neuen Testergebnisses einen zweiten, geänderten Drifttestwert für den zweiten, ausgewählten Stützpunkt zu ermitteln;
den ersten, geänderten Drifttestwert im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) als dem ersten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwert zu hinterlegen; und
den zweiten, geänderten Drifttestwert im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) als dem zweiten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwert zu hinterlegen.

10. Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei für jeden Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten als Index für die Ermittlung des Testergebnisses eine Anzahl an Betriebsstunden der Verbrennungsvorrichtung (1) bis zum nächsten Start einer Ermittlung eines Testergebnisses zugeordnet und im Speicher hinterlegt ist, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

eine aktuelle Anzahl an Betriebsstunden zu ermitteln; und
die Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem ersten Stützpunkt mit der aktuellen Anzahl an Betriebsstunden zu vergleichen.

11. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 10, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

falls die aktuelle Anzahl an Betriebsstunden grösser als oder gleich der Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem ersten Stützpunkt ist:

als Funktion der negativen Differenz mit dem geringsten Betrag einen dritten Prozentsatz zu ermitteln;
das neue Testergebnis zum ersten Stützpunkt umzurechnen; und
durch Gewichtung des zum ersten Stützpunkt umgerechneten Testergebnisses gemäss dem dritten Prozentsatz und durch Gewichtung des dem ersten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwertes gemäss einem vierten Prozentsatz den ersten, geänderten Drifttestwert für den ersten Stützpunkt zu ermitteln.

12. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei für jeden Stützpunkt aus der mindestens einen Liste an Stützpunkten als Index für die Ermittlung des Testergebnisses eine Anzahl an Betriebsstunden der Verbrennungsvorrichtung (1) bis zum nächsten Start einer Ermittlung eines Testergebnisses zugeordnet und im Speicher hinterlegt ist, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

eine aktuelle Anzahl an Betriebsstunden zu ermitteln; und
die Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem zweiten Stützpunkt mit der aktuellen Anzahl an Betriebsstunden zu vergleichen.

13. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss Anspruch 12, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

falls die aktuelle Anzahl an Betriebsstunden grösser als oder gleich der Anzahl an Betriebsstunden bis zum nächsten Start der Ermittlung des Testergebnisses zu dem zweiten Stützpunkt ist:

als Funktion der positiven Differenz mit dem geringsten Betrag einen fünften Prozentsatz zu ermitteln;
das neue Testergebnis zum zweiten Stützpunkt umzurechnen; und
durch Gewichtung des zum zweiten Stützpunkt umgerechneten Testergebnisses gemäss dem fünften Prozentsatz und durch Gewichtung des dem zweiten Stützpunkt zugeordneten Drifttestwertes gemäss einem sechsten

Prozentsatz den zweiten, geänderten Drifttestwert für den zweiten Stützpunkt zu ermitteln.

14. Die Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei die Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) ausgebildet ist:

anhand des ersten, geänderten und im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) hinterlegten Drifttestwertes und anhand des zweiten, geänderten und im Speicher der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung (18) hinterlegten Drifttestwertes die Verbrennungsvorrichtung (1) zu regeln.

Claims

1. Combustion apparatus (1) comprising a facility (18) for open-loop and/or closed-loop control of the combustion apparatus (1), the combustion apparatus (1) comprising at least one combustion chamber (2), at least one actuator (4), which acts on an air supply for the at least one combustion chamber (2), and at least one combustion sensor (9), which is arranged such that during operation of the combustion apparatus (1) it is located in the region of a flame of the at least one combustion chamber (2), wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) comprises a memory with at least one list of support points, wherein a first air supply value of the combustion apparatus (1) is assigned to each support point from the at least one list of support points, **characterised in that** a drift test value and an index for ascertainment of a test result are assigned to each support point from the at least one list of support points, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

to generate a specified air supply for the at least one combustion chamber (2) of the combustion apparatus (1) on the basis of the at least one actuator (4);

after generating the specified air supply, to select a support point from the at least one list of support points as a function of the specified air supply and on the basis of the first air supply values;

to decide on the ascertainment of a test result on the basis of the index for the selected support point;

in case of a decision in favour of the ascertainment of a test result:

to receive one or more signal(s) on the basis of the at least one combustion sensor (9);

to determine a new test result from the one signal or from the plurality of signals of the at least one combustion sensor (9);

to ascertain a changed drift test value for the selected support point as a function of the new test result; and

to store the changed drift test value in the memory of the open-loop and/or closed-loop control facility (18) as the drift test value assigned to the selected support point.

2. The combustion apparatus (1) according to claim 1, wherein a power of the combustion apparatus (1) stored in the memory is assigned to each support point from the at least one list of support points, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

to ascertain a power of the combustion apparatus (1) from the specified air supply; and

after generating the specified air supply, to select the support point from the at least one list of support points as a function of the ascertained power.

3. The combustion apparatus (1) according to one of claims 1 to 2, wherein after generating the specified air supply, the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

to form in each case differences between the specified air supply and the first air supply values;

to select the difference whose value is the lowest; and

to select from the at least one list of support points the support point, which pertains to the difference with the lowest value.

4. The combustion apparatus (1) according to one of claims 1 to 3, wherein a number of operating hours of the combustion apparatus (1) until the next start of an ascertainment of a test result is assigned to each support point from the at least one list of support points as an index for the ascertainment of the test result and is stored in the memory, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

to ascertain a current number of operating hours;

to compare the number of operating hours until the next start of the ascertainment of the test result for the

selected support point with the current number of operating hours;
if the current number of operating hours is greater than or equal to the number of operating hours until the next start of the ascertainment of the test result for the selected support point:

5 to receive the one signal or the plurality of signals on the basis of the at least one combustion sensor (9); and
to determine a new test result from the one signal or from the plurality of signals of the at least one combustion sensor (9).

10 **5.** The combustion apparatus (1) according to one of claims 1 to 4, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:
to ascertain the changed drift test value for the selected support point as a function of the new test result and as a function of the drift test value assigned to the selected support point.

15 **6.** The combustion apparatus (1) according to claim 3, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

20 to ascertain a first percentage as a function of the difference with the lowest value; and
to ascertain the changed drift test value for the selected support point by weighting the new test result according to the first percentage and by weighting the drift test value assigned to the selected support point according to a second percentage.

25 **7.** The combustion apparatus (1) according to one of claims 1 to 6, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:
to regulate the combustion apparatus (1) on the basis of the changed drift test value stored in the memory of the open-loop and/or closed-loop control facility (18).

30 **8.** The combustion apparatus (1) according to one of claims 1 to 2, wherein after generating the specified air supply, the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

35 to form in each case differences between the specified air supply and the first air supply values;
to select from the formed differences the negative difference whose value is the lowest;
to select from the formed differences the positive difference whose value is the lowest;
to select from the at least one list of support points the support point, which pertains to the negative difference with the lowest value, as the first support point; and
to select from the at least one list of support points a second support point, which pertains to the positive difference with the lowest value.

40 **9.** The combustion apparatus (1) according to claim 8, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

45 to ascertain a first, changed drift test value for the first support point as a function of the new test result;
to ascertain a second, changed drift test value for the second, selected support point as a function of the new test result;
to store the first, changed drift test value in the memory of the open-loop and/or closed-loop control facility (18) as the drift test value assigned to the first support point; and
to store the second, changed drift test value in the memory of the open-loop and/or closed-loop control facility (18) as the drift test value assigned to the second support point.

50 **10.** The combustion apparatus (1) according to one of claims 8 to 9, wherein a number of operating hours of the combustion apparatus (1) until the next start of an ascertainment of a test result is assigned for each support point from the at least one list of support points as an index for the ascertainment of the test result and is stored in the memory, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

55 to ascertain a current number of operating hours; and
to compare the number of operating hours until the next start of the ascertainment of the test result for the first support point with the current number of operating hours.

11. The combustion apparatus (1) according to claim 10, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18)

is configured:

if the current number of operating hours is greater than or equal to the number of operating hours until the next start of the ascertainment of the test result for the first support point:

- 5 to ascertain a third percentage as a function of the negative difference with the lowest value;
 to translate the new test result to the first support point; and
 to ascertain the first, changed drift test value for the first support point by weighting the test result translated to
 the first support point according to the third percentage and by weighting the drift test value assigned to the first
10 support point according to a fourth percentage.

12. The combustion apparatus (1) according to one of claims 8 to 11, wherein a number of operating hours of the
combustion apparatus (1) until the next start of an ascertainment of a test result is assigned for each support point
from the at least one list of support points as an index for the ascertainment of the test result and is stored in the
memory, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18) is configured:

- 15 to ascertain a current number of operating hours; and
 to compare the number of operating hours until the next start of the ascertainment of the test result for the
 second support point with the current number of operating hours.

- 20 13. The combustion apparatus (1) according to claim 12, wherein the open-loop and/or closed-loop control facility (18)
is configured:

if the current number of operating hours is greater than or equal to the number of operating hours until the next start
of the ascertainment of the test result for the second support point:

- 25 to ascertain a fifth percentage as a function of positive difference with the lowest value;
 to translate the new test result to the second support point; and
 to ascertain the second, changed drift test value for the second support point by weighting the test result
 translated to the second support point according to the fifth percentage and by weighting the drift test value
30 assigned to the second support point according to a sixth percentage.

14. The combustion apparatus (1) according to one of claims 9 to 13, wherein the open-loop and/or closed-loop control
facility (18) is configured:

- to regulate the combustion apparatus (1) on the basis of the first, changed drift test value stored in the memory of
the open-loop and/or closed-loop control facility (18) and on the basis of the second, changed drift test value stored
35 in the memory of the open-loop and/or closed-loop control facility (18).

Revendications

- 40 1. Dispositif de combustion (1) comprenant un dispositif (18) de commande et/ou de régulation du dispositif de com-
bustion (1), le dispositif de combustion (1) comprenant au moins une chambre de combustion (2), au moins un
actionneur (4) qui agit sur une alimentation en air de l'au moins une chambre de combustion (2) et au moins un
capteur de combustion (9) qui est disposé de sorte que lors du fonctionnement du dispositif de combustion (1), il
se trouve dans la zone d'une flamme dans l'au moins une chambre de combustion (2), le dispositif de commande
45 et/ou de régulation (18) comprenant une mémoire avec au moins une liste de points de référence, une première
valeur d'alimentation en air du dispositif de combustion (1) étant affectée à chaque point de référence de l'au moins
une liste de points de référence, **caractérisé en ce qu'**une valeur de test de dérive et un indice pour déterminer
un résultat de test sont attribués à chaque point de référence de l'au moins une liste de points de référence, le
dispositif de commande et/ou de régulation (18) étant conçu :

- 50 pour générer une alimentation en air prédéterminée vers l'au moins une chambre de combustion (2) du dispositif
de combustion (1) à l'aide de l'au moins un actionneur (4) ;
 après avoir généré l'alimentation en air prédéterminée en fonction de l'alimentation en air prédéterminée et sur
la base des premières valeurs d'alimentation en air, pour sélectionner un point de référence à partir de l'au
55 moins une liste de points de référence ;
 pour décider de la détermination d'un résultat de test sur la base de l'indice relatif au point de référence
sélectionné ;
 en cas de décision de détermination d'un résultat de test :

EP 4 119 847 B1

pour recevoir un ou plusieurs signaux sur la base de l'au moins un capteur de combustion (9) ;
pour déterminer un nouveau résultat de test à partir du signal ou de la pluralité de signaux de l'au moins un capteur de combustion (9) ;
pour déterminer une valeur de test de dérive modifiée pour le point de référence sélectionné en fonction du nouveau résultat de test ; et
pour enregistrer la valeur de test de dérive modifiée dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18) en tant que valeur de test de dérive affectée au point de référence sélectionné.

2. Le dispositif de combustion (1) selon la revendication 1, dans lequel une puissance du dispositif de combustion (1) enregistrée dans la mémoire est affectée à chaque point de référence de l'au moins une liste de points de référence, le dispositif de commande et/ou de régulation (18) étant conçu :

pour déterminer une puissance du dispositif de combustion (1) à partir de l'alimentation en air prédéterminée ; et après génération de l'alimentation en air prédéterminée en fonction de la puissance déterminée, pour sélectionner le point de référence dans l'au moins une liste de points de référence.

3. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu, après la génération de l'alimentation en air prédéterminée :

pour former des différences entre l'alimentation en air prédéterminée et les premières valeurs d'alimentation en air ;
pour sélectionner la différence dont la valeur est la plus faible ; et
pour sélectionner le point de référence dans l'au moins une liste de points de référence qui correspond à la différence ayant la valeur la plus faible.

4. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel un nombre d'heures de fonctionnement du dispositif de combustion (1) jusqu'au prochain démarrage d'une détermination d'un résultat de test est affecté à chaque point de référence de l'au moins une liste de points de référence comme indice pour déterminer le résultat de test et est enregistré dans la mémoire, le dispositif de commande et/ou de régulation (18) étant conçu :

pour déterminer un nombre d'heures de fonctionnement actuel ;
pour comparer le nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination du résultat de test pour le point de référence sélectionné avec le nombre d'heures de fonctionnement actuel ;
si le nombre d'heures de fonctionnement actuel est supérieur ou égal au nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination du résultat de test pour le point de référence sélectionné :

pour recevoir le signal ou la pluralité de signaux à l'aide de l'au moins un capteur de combustion (9) ; et
pour déterminer un nouveau résultat de test à partir du signal ou de la pluralité de signaux de l'au moins un capteur de combustion (9).

5. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

pour déterminer la valeur de test de dérive modifiée pour le point de référence sélectionné en fonction du nouveau résultat de test et en fonction de la valeur de test de dérive affectée au point de référence sélectionné.

6. Le dispositif de combustion (1) selon la revendication 3, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

pour déterminer un premier pourcentage en fonction de la différence ayant la valeur la plus faible ; et
pour déterminer la valeur de test de dérive modifiée pour le point de référence sélectionné en pondérant le nouveau résultat de test selon le premier pourcentage et en pondérant la valeur de test de dérive affectée au point de référence sélectionné selon un deuxième pourcentage.

7. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

pour réguler le dispositif de combustion (1) sur la base de la valeur de test de dérive modifiée et enregistrée dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18).

8. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu après la génération de l'alimentation en air prédéterminée :

5 pour former des différences entre l'alimentation en air prédéterminée et les premières valeurs d'alimentation en air ;

pour sélectionner, parmi les différences formées, la différence négative dont la valeur est la plus faible ;

pour sélectionner, parmi les différences formées, la différence positive dont la valeur est la plus faible ;

pour sélectionner le point de référence comme premier point de référence dans l'au moins une liste de points de référence qui correspond à la différence négative ayant la valeur la plus faible ; et

10 pour sélectionner un second point de référence dans l'au moins une liste de points de référence qui correspond à la différence positive ayant la valeur la plus faible.

9. Le dispositif de combustion (1) selon la revendication 8, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

15 pour déterminer une première valeur de test de dérive modifiée pour le premier point de référence en fonction du nouveau résultat de test ;

pour déterminer une seconde valeur de test de dérive modifiée pour le second point de référence sélectionné en fonction du nouveau résultat de test ;

20 pour enregistrer la première valeur de test de dérive modifiée dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18) en tant que valeur de test de dérive affectée au premier point de référence ; et

pour enregistrer la seconde valeur de test de dérive modifiée dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18) en tant que valeur de test de dérive affectée au second point de référence.

- 25 10. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 8 et 9, dans lequel un nombre d'heures de fonctionnement du dispositif de combustion (1) jusqu'au prochain démarrage d'une détermination d'un résultat de test est affecté à chaque point de référence de l'au moins une liste de points de référence comme indice pour déterminer le résultat de test et est enregistré dans la mémoire, le dispositif de commande et/ou de régulation (18) étant conçu :

30 pour déterminer un nombre d'heures de fonctionnement actuel ; et

pour comparer le nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination du résultat de test pour le premier point de référence avec le nombre d'heures de fonctionnement actuel.

- 35 11. Le dispositif de combustion (1) selon la revendication 10, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

si le nombre d'heures de fonctionnement actuel est supérieur ou égal au nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination du résultat de test pour le premier point de référence :

40 pour déterminer un troisième pourcentage en fonction de la différence négative ayant la valeur la plus faible ;

pour convertir le nouveau résultat de test pour le premier point de référence ; et

pour déterminer la première valeur de test de dérive modifiée pour le premier point de référence en pondérant le résultat de test converti pour le premier point de référence selon le troisième pourcentage et en pondérant la valeur de test de dérive affectée au premier point de référence selon un quatrième pourcentage.

- 45 12. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 8 à 11, dans lequel un nombre d'heures de fonctionnement du dispositif de combustion (1) jusqu'au prochain démarrage d'une détermination d'un résultat de test est affecté à chaque point de référence de l'au moins une liste de points de référence comme indice pour déterminer le résultat de test et est enregistré dans la mémoire, le dispositif de commande et/ou de régulation (18) étant conçu :

50 pour déterminer un nombre d'heures de fonctionnement actuel ; et

pour comparer le nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination du résultat de test pour le second point de référence avec le nombre d'heures de fonctionnement actuel.

- 55 13. Le dispositif de combustion (1) selon la revendication 12, dans lequel le dispositif de commande et/ou de régulation (18) est conçu :

si le nombre d'heures de fonctionnement actuel est supérieur ou égal au nombre d'heures de fonctionnement jusqu'au prochain démarrage de la détermination de résultat du test pour le second point de référence :

EP 4 119 847 B1

pour déterminer un cinquième pourcentage en fonction de la différence positive ayant la valeur la plus faible ;
pour convertir le nouveau résultat de test pour le second point de référence ; et
pour déterminer la seconde valeur de test de dérive modifiée pour le second point de référence en pondérant
le résultat de test converti pour le second point de référence selon le cinquième pourcentage et en pondérant
la valeur de test de dérive affectée au second point de référence selon un sixième pourcentage.

5

14. Le dispositif de combustion (1) selon l'une des revendications 9 à 13, dans lequel le dispositif de commande et/ou
de régulation (18) est conçu :

10

pour réguler le dispositif de combustion (1) sur la base de la première valeur de test de dérive modifiée et enregistrée
dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18) et sur la base de la seconde valeur de test de
dérive modifiée et enregistrée dans la mémoire du dispositif de commande et/ou de régulation (18).

15

20

25

30

35

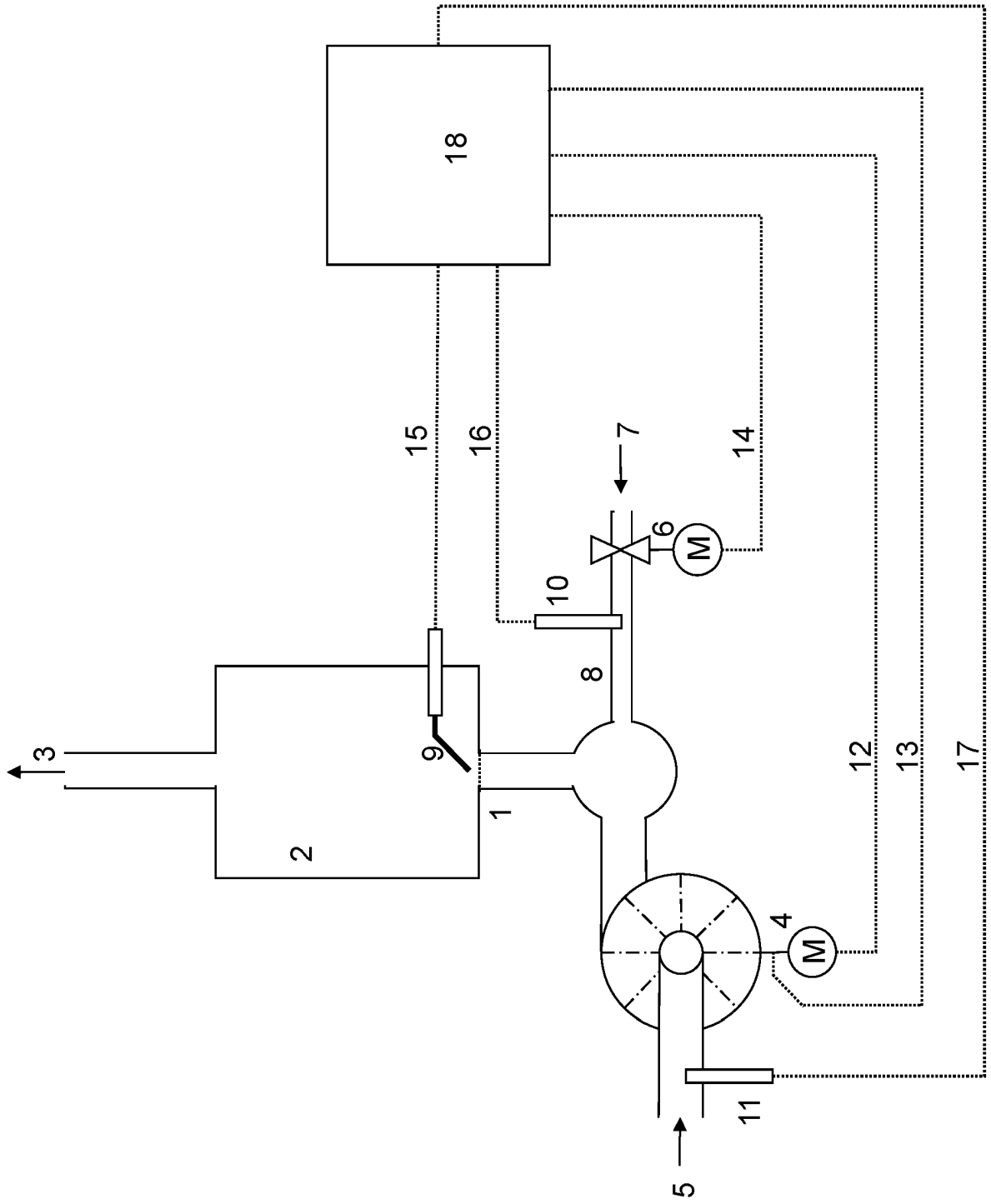
40

45

50

55

FIG 1



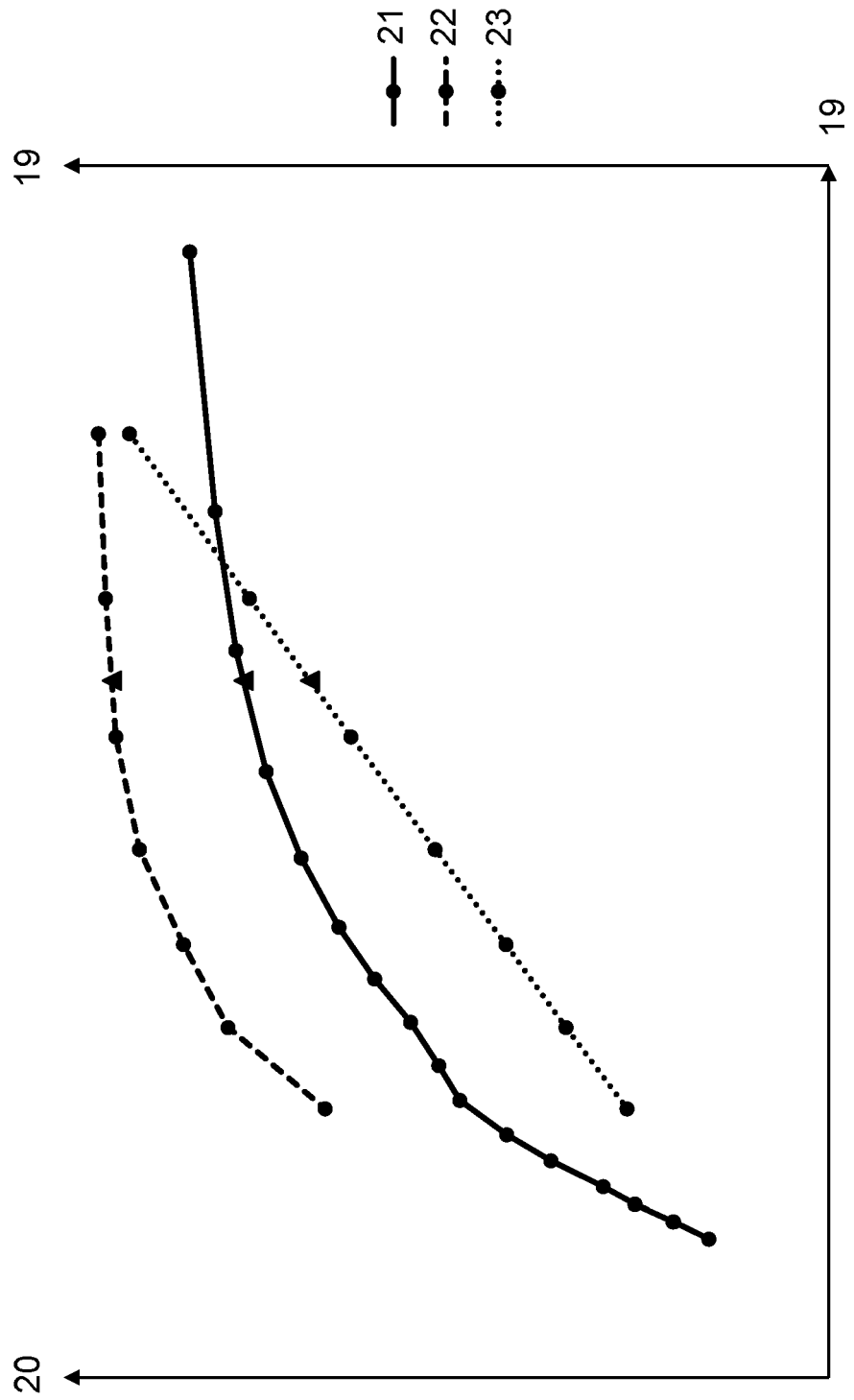
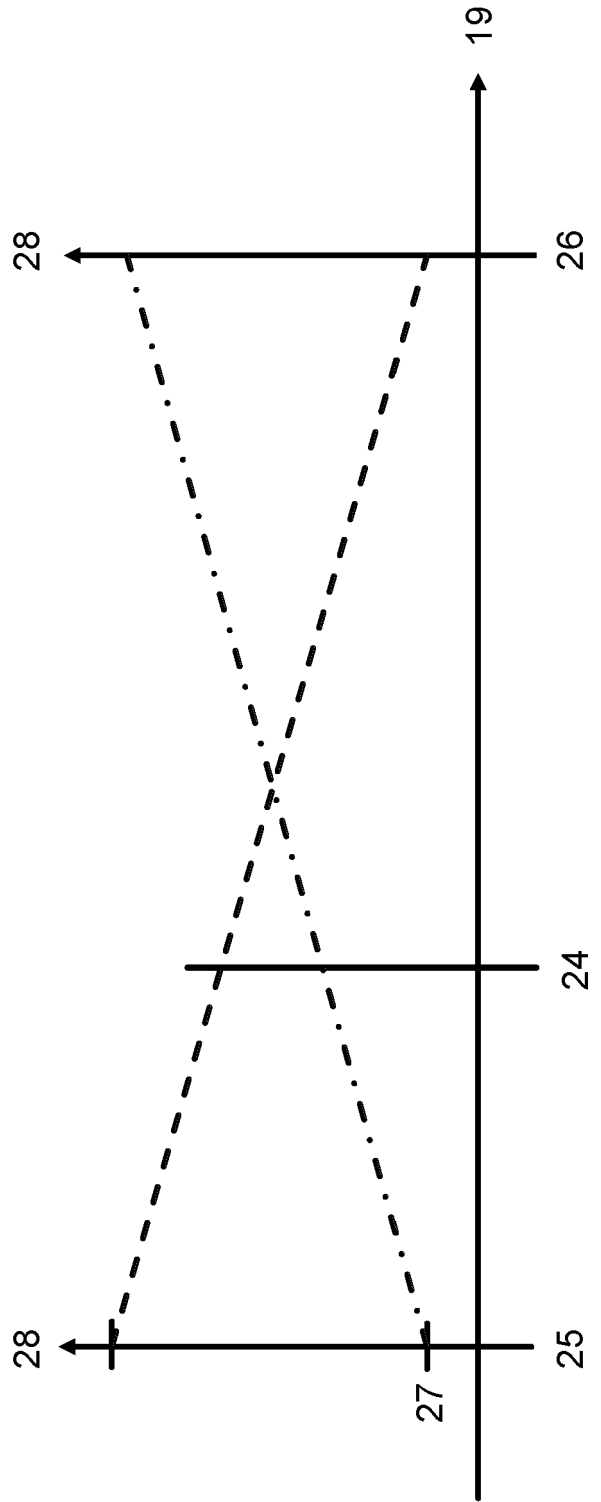


FIG 2

FIG 3



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]
- EP 2466204 A1 [0006]
- EP 3045816 B1 [0008] [0058]
- EP 3045816 A1 [0008]
- EP 3301364 B1 [0034]