



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.09.2022 Patentblatt 2022/38

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F23N 1/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21186229.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 1/022; F23N 2225/08; F23N 2239/04

(22) Anmeldetag: **16.07.2021**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

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

(72) Erfinder: **Lochschmied, Rainer**
76287 Rheinstetten-Forchheim (DE)

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

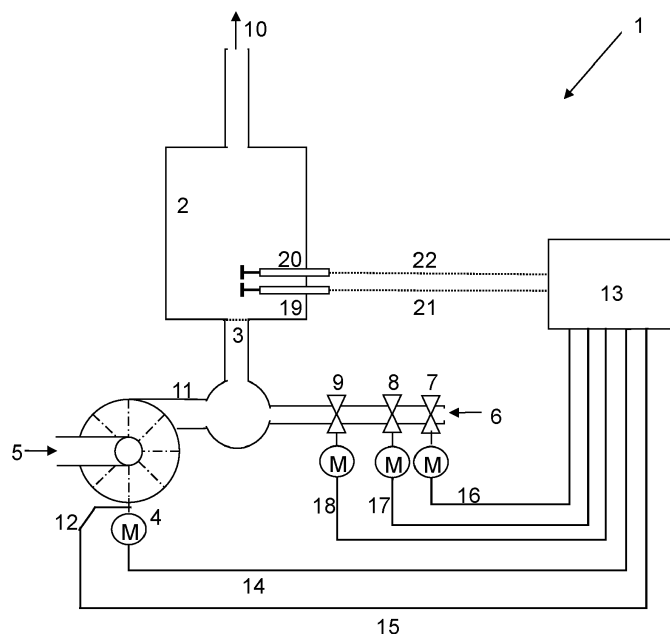
(30) Priorität: **16.03.2021 EP 21162830**

(54) **LEISTUNGSERFASSUNG UND LUFTZAHLREGELUNG MITTELS SENSOREN IM FEUERRAUM**

(57) Leistungserfassung und Luftzahlregelung mittels Sensoren im Feuerraum. Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2), einen ersten (19) und zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5) und einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6), das Verfahren umfassend die Schritte: Verstellen des Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4); Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19); Ermitteln mindestens einer ersten Brennleistung

(23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) über dem Signal des ersten Temperatursensors (19) angibt; Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20); Ermitteln mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) angibt.

FIG 1



Beschreibung

Hintergrund

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Steuerungen und/oder Regelungen, wie sie in Verbrennungsvorrichtungen, beispielsweise in Gasbrennern, im Zusammenhang mit Verbrennungssensoren eingesetzt werden. Verbrennungssensoren in Verbrennungsvorrichtungen sind beispielsweise Ionisationselektroden und/oder optische Sensoren. Die vorliegende Offenbarung bezieht sich insbesondere auf die Regelung und/oder Steuerung von Verbrennungsvorrichtungen in der Gegenwart von Wasserstoffgas.

[0002] Im Betrieb einer Verbrennungsvorrichtung muss deren Brennleistung bekannt sein und/oder eingestellt werden. Für eine Verbrennung von Kohlenwasserstoffen oder von reinem Wasserstoff oder eines Gemisches aus beidem müssen die Luftzufuhr und die Brennstoffzufuhr zueinander eingestellt werden. Damit wird eine korrekte Luftzahl λ erreicht.

[0003] Ausserdem können äussere Einflüsse auf die Luftzahl und/oder auf die Brennleistung einwirken. Solche äussere Einflüsse sind beispielsweise der Eingangsdruck des Brennstoffes, insbesondere des Brenngases, und die Brennstoffzusammensetzung. Weitere Beispiele für äussere Einflüsse sind die Umgebungstemperatur, der Umgebungsdruck und Änderungen im Zuluftweg sowie im Abgasweg der Verbrennungsvorrichtung.

[0004] Neben den genannten Sensoren können solche Sensoren, welche sicherheitsgerichtet die Flamme überwachen, in die Regelung der Brennleistung und/oder der Luftzahl einer Verbrennungsvorrichtung einbezogen werden.

[0005] Bislang wird für die Verbrennung reinen Wasserstoffes in einer Verbrennungsvorrichtung eine optische Flammenüberwachung eingesetzt. Derweil sind optische Sensoren zur Aufzeichnung von Signalen während einer Verbrennung aufwändig.

[0006] Weiterhin sind Thermoelemente und/oder Widerstandstemperatursensoren als Sensoren zur Aufzeichnung von Signalen einer Verbrennung denkbar. Thermoelemente und/oder Widerstandstemperatursensoren sind thermisch anzukoppeln an die Zuluft und/oder das Gemisch und/oder das Abgas und/oder das Plasma einer Verbrennung an einer Verbrennungsvorrichtung. Thermoelemente und/oder Widerstandstemperatursensoren sind zudem thermisch an die mechanische Halterung angekoppelt. Durch jene Ankopplungen sind Thermoelemente und/oder Widerstandstemperatursensoren bislang zur Überwachung eines Verbrennungsprozesses eher zu langsam.

[0007] Insbesondere sind solche Elemente und Sensoren zur Überwachung einer Flamme in einer Verbrennungsvorrichtung eher langsam.

[0008] Eine europäische Patentanmeldung EP1154202A2 wurde eingereicht am 27. April 2001 durch SIEMENS BUILDING TECH AG. Die Anmeldung

wurde veröffentlicht am 14. November 2001. EP1154202A2 behandelt eine Regeleinrichtung für einen Brenner. EP1154202A2 nimmt eine Priorität vom 12. Mai 2000 in Anspruch. Zu EP1154202A2 liegt ein erteiltes europäisches Patent EP1154202B1 vor. Ferner existiert eine Patentschrift EP1154202B2 nach einem Einspruchsverfahren.

[0009] EP1154202B2 unterscheidet zwischen Brenngasen mit tiefem und hohem kalorischen Brennwert. Zur Unterscheidung der beiden Brenngase kommen zwei Kennlinien zum Einsatz. Die beiden Kennlinien betreffen je ein Steuersignal für ein Stellglied der Verbrennungsvorrichtung über einer Gebläsedrehzahl der Verbrennungsvorrichtung. Für die Regelung der Verbrennungsvorrichtung werden Steuersignale, welche den Kennlinien entsprechen, gewichtet.

[0010] Weiterhin beansprucht EP1154202B2 den Einsatz zusätzlicher Sensoren zur Regelung der Verbrennungsvorrichtung. Jene zusätzlichen Sensoren beeinflussen anhand ihrer Sensorergebnisse die Stellungen von Stellgliedern der Verbrennungsvorrichtung. Als Beispiel für aus jenen zusätzlichen Sensoren gewonnene Messdaten nennt EP1154202B2 eine Änderung der Kesseltemperatur.

[0011] Eine Patentanmeldung DE102004030300A1 wurde eingereicht am 23. Juni 2004 durch EBM PAPST LANDSHUT GMBH. Die Anmeldung wurde veröffentlicht am 12. Januar 2006. DE102004030300A1 behandelt ein Verfahren zur Einstellung eines Betriebsparameters einer Feuerungseinrichtung.

[0012] DE102004030300A1 offenbart einen Mischbereich, in welchen eine Luftzufuhr und eine Gaszufuhr münden. Aus dem Mischbereich heraus führt eine Leitung. Die Leitung endet an einem Brennerteil. Oberhalb des Brennerteils ist eine Flamme angeordnet. Ein Temperatursensor ist wahlweise an einer Oberfläche des Brennerteils angeordnet. Der Temperatursensor kann auch an einer anderen Stelle im Wirkungsbereich der Flamme angeordnet sein. Der Temperatursensor kann dabei

- im Flammenkern,
- am Flammenfusspunkt,
- an der Flammenspitze,
- jedoch auch in einiger Entfernung von der Flamme, beispielsweise am Brennerblech selbst, angeordnet seien. Durch Ermittlung und Erfassung der im Wirkungsbereich der Brennerflamme gemessenen Ist-Temperaturen in Abhängigkeit von dem eingestellten Mischungsverhältnis werden der maximale Temperaturwert sowie das dazugehörige Mischungsverhältnis bestimmt.

[0013] Eine weitere Patentanmeldung DE102004055716A1 wurde eingereicht am 18. November 2004 durch EBM PAPST LANDSHUT GMBH. Die Anmeldung wurde veröffentlicht am 12. Januar 2006.

[0014] DE102004055716A1 behandelt ein Verfahren

zur Regelung und Steuerung einer Feuerungseinrichtung. DE102004055716A1 nimmt eine Priorität vom 23. Juni 2004 in Anspruch.

[0015] DE102004055716A1 offenbart ebenfalls einen Mischbereich, in welchen eine Luftzufuhr und eine Gaszufuhr münden. Aus dem Mischbereich heraus führt eine Leitung. Die Leitung endet an einem Brenner. Oberhalb des Brenners ist eine Flamme angeordnet. Ein Temperatursensor kann beispielsweise im Bereich der Flamme, aber auch am Brenner in der Nähe der Flamme angeordnet sein. Beispielsweise kann auch ein Thermoelement als Temperatursensor verwendet werden. DE102004055716A1 lehrt die Regelung der von einer Feuerungseinrichtung erzeugten Temperatur T_{ist} auf eine Solltemperatur T_{soll} . Dabei kommt eine Kennlinie zum Einsatz, welche die Solltemperatur T_{soll} abhängig vom Massenstrom an Luft und/oder der Last der Feuerungseinrichtung angibt. Als weiterer Parameter bleibt die Luftzahl λ konstant.

[0016] Eine internationale Patentanmeldung WO2006/000367A1 wurde eingereicht am 20. Juni 2005 durch EBM PAPST LANDSHUT. Die Anmeldung wurde veröffentlicht am 5. Januar 2006. WO2006/000367A1 behandelt ein Verfahren zur Einstellung einer Luftzahl an einer Feuerungseinrichtung. WO2006/000367A1 nimmt eine Priorität vom 23. Juni 2004 in Anspruch.

[0017] WO2006/000367A1 offenbart ebenfalls einen Mischbereich, in welchen eine Luftzufuhr und eine Gaszufuhr münden. Aus dem Mischbereich heraus führt eine Leitung. Die Leitung endet an einem Brenner. Oberhalb des Brenners ist eine Flamme angeordnet. Ein Temperatursensor kann beispielsweise im Bereich der Flamme, aber auch am Brenner in der Nähe der Flamme angeordnet sein. Beispielsweise kann auch ein Thermoelement als Temperatursensor verwendet werden. Ein Temperatursensor ist wahlweise an einer Oberfläche des Brenners angeordnet. Der Temperatursensor kann auch an einer anderen Stelle im Wirkungsbereich der Flamme angeordnet sein. Der Temperatursensor kann dabei

- im Flammenkern,
- am Flammenfußpunkt,
- an der Flammenspitze,
- jedoch auch in einiger Entfernung von der Flamme, beispielsweise am Brennerblech selbst, angeordnet sein. Das Verfahren aus WO2006/000367A1 basiert darauf, dass die vom Temperatursensor erfasste Ist-Temperatur T_{ist} von einer Luftzahl λ abhängt. Die Ist-Temperatur erreicht bei $\lambda = 1$ ein Maximum T_{max} . Es wird nun für einen vorgegebenen Luftmassenstrom m_L anhand des Temperatursensors ein Maximum T_{max} bestimmt, indem iterativ ein Gasmassenstrom angepasst wird. Anschliessend wird eine Luftzahl von vorzugsweise $\lambda = 1.3$ eingestellt und der Luftmassenstrom m_L entsprechend erhöht.

[0018] Eine weitere, internationale Patentanmeldung

WO2015/113638A1 wurde eingereicht am 3. Februar 2014 durch ELECTROLUX APPLIANCES AB, SE. Die Anmeldung wurde veröffentlicht am 6. August 2015. WO2015/113638A1 lehrt eine Gasbrenneranwendung sowie eine Gaskocheinrichtung.

[0019] WO2015/113638A1 offenbart eine Überwachungseinrichtung, anhand derer eine Gaszufuhr bei nicht vorhandener Flamme abgeschaltet wird. Dazu kooperiert die Überwachungsvorrichtung mit einer Abschaltvorrichtung umfassend ein Ventil. Die Überwachungseinrichtung kann ein Thermoelement oder einen anderen Sensor umfassen. Die Überwachungseinrichtung ist mithin sicherheitsgerichtet.

[0020] Eine japanische Patentanmeldung JP2017040451A wurde eingereicht am 21. August 2015 durch NORITZ CORP. Die Anmeldung wurde veröffentlicht am 23. Februar 2017. JP2017040451A behandelt eine Verbrennungsvorrichtung.

[0021] Insbesondere befasst sich JP2017040451A mit der Detektion einer Flammentemperatur unter Berücksichtigung von Verzögerungen des jeweiligen Sensors. Als Sensoren werden Thermoelemente und Thermistoren genannt. Zur Berücksichtigung jener Verzögerungen kommt eine Vorhersageeinheit zum Einsatz. Die Vorhersageeinheit ermittelt einen Wert, indem eine Differenz zwischen einer in der Vergangenheit erfassten Temperatur und einer aktuellen Temperatur mit einem Koeffizienten multipliziert wird. Jener Wert wird zur aktuell erfassten Temperatur addiert. Der zur Ermittlung jenes Wertes erforderliche Koeffizient hängt von einer Verzögerungszeit und von einer vorgegebenen Zeitspanne ab.

[0022] Verzögerungen durch Sensoren finden Eingang die technische Spezifikation aus dem Jahr 2020 von RTD Platinsensoren von IST. Die Antwortzeit, bis ein Sensor 63 Prozent einer Temperaturänderung infolge von Verzögerungen nachvollzogen hat, variiert zwischen 2.5 und 40 Sekunden. Generell hängt die Antwortzeit von den Abmessungen des jeweiligen Sensors ab.

[0023] Für die Regelung einer Verbrennungsvorrichtung kommen ein pneumatischer Gas-Luft-Verbund und/oder ein elektronischer Verbund infrage. Technisch ist anhand eines pneumatischen Gas-Luft-Verbundes üblicherweise ein Modulationsbereich von eins zu sieben erreichbar.

[0024] Bei der Verbrennung von reinem Wasserstoff wird an einer Ionisationselektrode kein praktisch nutzbares Signal gebildet. Deshalb eignen sich Ionisationselektroden kaum zur Aufzeichnung von Signalen bei der Verbrennung reinen Wasserstoffes. Folglich ist ein anhand eines Flammensignals geregelter elektronischer Verbund bisher nur für kohlenwasserstoffhaltige Brenngase technisch realisierbar.

[0025] Weiterhin hängen im Falle eines elektronischen Verbundes die Brennleistung und die Luftzufuhr nur von der Gebläsedrehzahl ab. Sofern der Einsatz anderer Sensoren zu aufwändig ist, ist eine Korrektur von Umgebungseinflüssen kaum möglich. Solche Umgebungseinflüsse betreffen beispielsweise Lufttemperatur, Luft-

druck sowie Änderungen im Zuluftweg oder Abgasweg der Verbrennungsvorrichtung.

[0026] Ein elektronischer Verbund für die Verbrennung von Wasserstoff benötigt zusätzliche Sensoren beispielsweise zur Detektion und Absicherung der Brenngasmenge, um die Brenngasmenge ohne eine Verbrennungsregelung einzustellen. Derzeit sind solche zusätzlichen Sensoren aufwändig.

[0027] Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, eine Regelung und/oder Steuerung bereitzustellen, welche eine Verbrennung von Brenngasen, welche Wasserstoff enthalten, ermöglicht. Insbesondere ist ein Ziel der vorliegenden Offenbarung, eine Regelung und/oder Steuerung bereitzustellen, welche einen ausreichenden Modulationsgrad erreicht. Eine solche Regelung ist auch für kohlenwasserstoffhaltige Brenngase und/oder für eine Mischung von kohlenwasserstoffhaltigen Brenngasen mit Wasserstoff einsetzbar.

Zusammenfassung

[0028] Eine Regelung und/oder Steuerung einer Verbrennungsvorrichtung auf Grundlage eines einzelnen Signales eines Temperatursensors ist heikel. Wesentlich hängt das Signal des Temperatursensors von dessen Position im Feuerraum einer Verbrennungsvorrichtung ab. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Temperatursignal eine Funktion der Zufuhr des Brennstoff-Luft-Gemisches und damit von der Brennleistung abhängt. Zudem hängt das Temperatursignal auch vom Mischungsverhältnis zwischen Brennstoff und Luft und damit von der Luftzahl ab. Es ist kaum möglich, mit nur einem Temperatursensor eine eindeutige Zuordnung für einen gemessenen Temperaturwert zu genau einer Kombination von Brennleistung und Luftzahl zu erhalten. Deshalb benötigt man normalerweise ein zusätzliches Signal. Dieses Signal ist üblicherweise die Luftzufuhr als Repräsentant für eine Gemischzufuhr oder Brennleistung. Mit der gemessenen Temperatur in oder in der Nähe der Flamme kann dann als Funktion des Messwertes und der Luftzufuhr die Luftzahl anhand einer vorgegebenen Kennlinie ausgerechnet werden. So ein Verfahren ist in EP1902254B1 beschrieben, wobei in EP1902254B1 die gemessene Temperatur im Wertebereich als Funktion von Luftzahl und Brennleistung abgegeben ist. Alternativ kann man die Luftzahl als zusätzliches Signal heranziehen und anhand der Luftzahl und der gemessenen Temperatur die Gemischzufuhr, also die Brennleistung bestimmen. Auch die Aufzeichnung oder Bestimmung der Brennstoffzufuhr, insbesondere der Gaszufuhr, kann ein solches, zusätzliches Signal bereitstellen.

[0029] Entsprechend hinreichend genaue Sensoren zur Bestimmung von Luftzufuhr, Gemischzufuhr oder Brennstoffzufuhr sind aufwändig. Ein wenig aufwändiger Sensor erfasst keine Schwankungen der Umgebungsbedingungen wie Lufttemperatur, Luftdruck oder auch Schwankungen des Zuluftweges und/oder Abgasweges. Ein solcher wenig aufwändiger Sensor ist beispielsweise

die Gebläsedrehzahlerfassung des Gebläses. Mithin hat jener Sensor den Nachteil, dass er die Luftzufuhr nur unvollständig bestimmt.

[0030] Die vorliegende Offenbarung geht jene Schwierigkeiten an, indem mehr als ein Sensor im Feuerraum einer Verbrennungsvorrichtung angeordnet wird. Insbesondere kann mehr als ein Temperatursensor im Feuerraum der Verbrennungsvorrichtung angeordnet werden. Die Signale beider Sensoren, insbesondere beider Temperatursensoren, werden ausgelesen und je zu Werten einer Brennleistung verarbeitet. Die Signale beider Sensoren, insbesondere beider Temperatursensoren, können ebenfalls je zu einem Wert einer Luftzahl λ verarbeitet werden. Anschliessend kann auf Basis der ermittelten Brennleistung und/oder der ermittelten Luftzahl λ geregelt und/oder gesteuert werden.

[0031] Die Verarbeitung der einzelnen Messsignale für sich genommen zu einem Wert der Brennleistung oder der Luftzahl oder einer Kombination aus Brennleistung und Luftzahl ist häufig nicht eindeutig.

[0032] Für den Fall einer mehrdeutigen Zuordnung einzelner Signalen zu verschiedenen Brennleistungen werden mögliche Brennleistungen ermittelt, welche zu den einzelnen Signalen passen. Es werden Paare gebildet aus Brennleistungen, welche aus den Signalen des ersten genannten Sensors ermittelt wurden, und Brennleistungen, welche aus den Signalen des zweiten genannten Sensors ermittelt wurden. Ausgewählt wird dasjenige Paar mit der geringsten Differenz an Brennleistungen. Eine aktuelle Brennleistung der Verbrennungsvorrichtung wird auf Basis dieses Paares ermittelt.

[0033] Ferner können jene Mehrdeutigkeiten aufgelöst werden, indem ein weiterer Sensor, insbesondere ein weiterer Temperatursensor, im Feuerraum angeordnet wird. Ein Signal wird aus dem weiteren Sensor, insbesondere aus dem weiteren Temperatursensor, ausgelesen. Das ausgelesene Signal wird zu einem Wert einer Brennleistung drittverarbeitet und in die Bestimmung einer aktuellen Brennleistung der Verbrennungsvorrichtung mit einbezogen.

[0034] Eine weitere Möglichkeit zur Auflösung von Mehrdeutigkeiten besteht darin, ein Zufuhrsignal in die Auswertung mit einzubeziehen. Ein solches Zufuhrsignal kann beispielsweise eine Gebläsedrehzahl eines Gebläses in einem Luftzufuhrkanal sein. Ebenso kann ein solches Zufuhrkanal ein Signal eines Flusssensors im Luftzufuhrkanal oder im Brennstoffzufuhrkanal sein. Zudem kann ein Zufuhrsignal aus einer Luftklappenstellung und/oder aus einer Stellung eines Brennstofffaktors gewonnen werden. Die Verwendung eines Zufuhrsignales hat den Vorteil, dass die Zuordnung von Zufuhrsignal zu Brennleistung oft eindeutig ist.

[0035] Die beiden Kennlinien zur Ermittlung der Paare an Brennleistung sind für eine vorgegebene Luftzahl festgelegt. Bei entsprechender Positionierung der beiden Sensoren im Feuerraum gibt es genau ein Punktepaar der beiden Sensorwerte, bei dem beide Brennleistungen für alle möglichen Luftzahlwerte gleich sind

[0036] Mit dem vorgestellten Verfahren kann die Brennleistung im Wertebereich als Funktion des jeweiligen Messsignals bei einem vorgegebenen Sollwert der Luftzahl bestimmt werden. Die Bestimmung erfolgt für jeden im Feuerraum angeordneten Sensor. Damit können sowohl Luftzahl als auch Brennleistung auf vorgegebene Sollwerte ausgeregelt werden. Die Brennleistungen in Abhängigkeit des zugehörigen Sensorsignals können für beide Funktionen als Polynom hinterlegt sein. In einer bevorzugten Ausführung können die beiden Funktionen als Folge von Punkten hinterlegt sein, zwischen denen linear auf der minimalen Abstandsstrecke zwischen beiden Punkten interpoliert wird. Werden weitere Sensoren verwendet, so wird eine Funktion der Brennleistung im Wertebereich von drei oder mehr Sensoren hinterlegt. Ein weiterer Sensor kann beispielsweise ein dritter Sensor im Feuerraum oder ein Zufuhrsensor sein.

[0037] Die Regelung erfolgt beispielsweise, indem man zunächst den Luftfaktor oder alternativ den Brennstofffaktor so verstellt. Die Verststellung erfolgt solange, bis die aus beiden Temperaturwerten ermittelten Brennleistungen gleich sind oder nahe beieinander liegen. Danach wird die Brennleistung beispielsweise als Mittelwert beider ermittelten Brennleistungen errechnet. Daraufhin werden Luftfaktor und Brennstofffaktor so verstellt, dass bis die errechnete Brennleistung auf ihrem Sollwert liegt, beispielsweise über einen Regelkreis. Eine daraus folgende eventuelle Abweichung der Luftzahl vom Sollwert wird wieder über den Luftfaktor oder alternativ den Brennstofffaktor nachgeregelt. Als Ergebnis der Nachregelung sind die aus beiden Messsignalen errechneten Brennleistungen wieder gleich.

[0038] Alternativ können Luftzahl und Brennleistung über eine Mehrkreisregelung gemeinsam innerhalb eines Totbandes der Zielwerte eingestellt werden.

[0039] Über die Korrektur der Luftzahl können Änderungen durch äussere Einflüsse auf den Brennstoff korrigiert werden. Eine Änderung der Brennstoffzusammensetzung hat zunächst eine Auswirkung auf die Luftzahl. Durch das hier offenbarte Verfahren wird eine Abweichung der Luftzahl korrigiert. Ebenso kann eine Änderung des Brennstoffeingangsdrucks und/oder der Brennstofftemperatur und/oder des Luftdruckes und/oder der Lufttemperatur über die Luftzahlregelung korrigiert werden.

[0040] Äussere Einflüsse auf die Brennleistung können ebenfalls kompensiert werden, da die Brennleistung neu berechnet und auf einen vorgegebenen Sollwert ausgeregelt werden kann. Auch Änderungen im Zuluft-/Abgasweg können so hinsichtlich der Luftzahl als auch der Brennleistung korrigiert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0041] Verschiedene Merkmale werden dem Fachmann aus der folgenden detaillierten Beschreibung der offenbarten nicht einschränkenden Ausführungsformen ersichtlich. Die Zeichnungen, die der detaillierten Be-

schreibung beiliegen, können kurz wie folgt beschrieben werden:

FIG 1 zeigt eine Verbrennungsvorrichtung mit zwei Sensoren zur Flammenüberwachung im Feuerraum.

FIG 2 zeigt den Verlauf der Brennleistung über das Messsignal eines im Feuerraum angeordneten Sensors, wenn die Zuordnung eindeutig ist.

FIG 3 zeigt den Verlauf der Brennleistung über den Signalen zweier im Feuerraum angeordneter Sensoren, wenn die Zuordnung eines Sensors nicht eindeutig ist.

FIG 4 zeigt den Verlauf der Brennleistung über den Signalen zweier im Feuerraum angeordneter Sensoren, wenn sich die Signalverläufe kreuzen.

FIG 5 zeigt den Verlauf der Brennleistung über den Signalen zweier im Feuerraum angeordneter Sensoren und den abweichenden Verlauf beider Signale, wenn das Gemisch abgemagert worden ist.

FIG 6 zeigt den Verlauf der Brennleistung über den Signalen zweier im Feuerraum alternativ angeordneter Sensoren und den abweichenden Verlauf beider Signale, wenn das Gemisch abgemagert worden ist.

FIG 7 zeigt den Verlauf der Luftzufuhr über dem Luftzufuhrsignal für zwei verschiedene Zuluft-Abgaswege.

FIG 8 zeigt den Verlauf zweier vorgegebener Stellkurven für das Brenngasventil und die berechnete Stellkurve für die aktuellen Brennstoffparameter und/oder Gasparameter.

Detaillierte Beschreibung

[0042] FIG 1 zeigt eine Verbrennungsvorrichtung 1 wie beispielsweise einen wandhängenden Gasbrenner und/oder einen bodenstehenden Gasbrenner. 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 Ausführungs-

form 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 10 werden aus dem Feuerraum 2 beispielsweise über einen Schornstein abgeführt.

[0043] Die Luftzufuhr 5 für den Verbrennungsprozess wird über ein (motorisch) angetriebenes Gebläse zugeführt. Über die Signalleitung 14 gibt eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 dem Gebläse die Luftzufuhr V_L vor, die es fördern soll. Damit wird die Gebläsedrehzahl des Gebläsedrehzahlsensors 12 ein Mass für die Luftzufuhr 5.

[0044] Gemäss einer Ausführungsform wird die vom Sensor 12 ermittelte Gebläsedrehzahl der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 vom Gebläse und/oder Antrieb 4 und/oder Luftaktor 4 zurückgemeldet. Beispielsweise ermittelt die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 die Drehzahl des Gebläses über die Signalleitung 15.

[0045] Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 umfasst vorzugsweise einen Microcontroller. Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 umfasst idealerweise einen Microprozessor. Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 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.

[0046] Ferner kann die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 eine im Feld programmierbare (Logik-) Gatter-Anordnung umfassen. Ausserdem kann die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung umfassen.

[0047] In einer Ausführungsform umfasst die Signalleitung 14 oder 15 einen Lichtwellenleiter. In einer speziellen Ausführungsform ist die Signalleitung 14 oder 15 als Lichtwellenleiter ausgeführt. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

[0048] 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 12 und/oder Massenstromsensors 12 und/oder Volumenstromsensors 12 abgeleiteter Messwert verwendet werden.

[0049] 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 somit in Kubikmeter Luft pro Stunde gemessen und/oder angegeben sein.

[0050] Die Brennstoffzufuhr V_B wird durch die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 mit Hilfe mindestens eines Brennstofffaktors 7 - 9 und/oder mindestens eines (mo-

torisch) einstellbaren Ventiles 7 - 9 eingestellt und/oder ausgeregelt. In der Ausführung in FIG 1 ist der Brennstoff 6 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 einer speziellen Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Gas oder die Gasmischung mehr als fünf Prozent, insbesondere mehr als fünf Prozent der Stoffmenge, an Wasserstoff umfasst. In einer weiteren speziellen Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Gas oder die Gasmischung nur oder im Wesentlichen nur Wasserstoffgas umfasst. In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, dass der Brennstoff und/oder das Gas und/oder die Gasmischung variabel null bis dreissig Prozent der Stoffmenge an Wasserstoffgas umfasst. In FIG 1 wird die Menge an Brenngas durch mindestens ein (motorisch) einstellbares Brennstoffventil 7 - 9 von der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 eingestellt. Der Ansteuerwert, beispielsweise ein pulsweitenmoduliertes Signal, des Gasventiles 7 - 9 ist dabei ein Mass für die Menge an Brenngas. Er ist auch ein Wert für die Brennstoffzufuhr V_B .

[0051] Wird als Brennstofffaktor 7 - 9 eine Gasklappe verwendet, so kann als Mass für die Menge an Brenngas die Position einer Klappe verwendet werden. Gemäss einer speziellen Ausführungsform werden ein Brennstofffaktor 7 - 9 und/oder Brennstoffventil 7 - 9 anhand eines Schrittmotors eingestellt. In jenem Fall ist die Schrittstellung des Schrittmotors ein Mass für die Menge an Brenngas. Das Brennstoffventil und/oder die Brennstoffklappe kann auch in einer Einheit mit zumindest einem oder mehreren Sicherheitsabsperrventilen 7, 8 integriert sein. Eine Signalleitung 16 verbindet den Brennstofffaktor 7 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13. Eine weitere Signalleitung 17 verbindet den Brennstofffaktor 8 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13. Wiederum eine weitere Signalleitung 18 verbindet den Brennstofffaktor 9 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13. In einer speziellen Ausführungsform umfassen die Signalleitungen 16 - 18 jeweils einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

[0052] Weiterhin kann mindestens eines der Brennstoffventile 7 - 9 ein intern über einen Strömungs- und/oder Drucksensor geregeltes Ventil sein, das einen Sollwert erhält und den Istwert des Strömungs- und/oder Drucksensors auf den Sollwert regelt. Der Strömungs- und/oder Drucksensor kann dabei als Volumenstromsensor beispielsweise als Turbinenradradzähler und/oder als Balgenzähler und/oder als Differenzdrucksensor realisiert sein. Der Strömungs- und/oder Drucksensor kann auch als Massenstromsensor, beispielsweise als thermischer Massenstromsensor, ausgeführt sein.

[0053] FIG 1 zeigt ebenfalls eine Verbrennungsvorrichtung 1 mit einem ersten Sensor 19. Der Sensor 19 ist vorzugsweise im Feuerraum 2 angeordnet. Der erste Sensor 19 umfasst vorteilhaft einen ersten Temperatursensor 19. Idealerweise ist der erste Sensor 19 ein erster Temperatursensor 19.

[0054] Eine Signalleitung 21 verbindet den Temperatursensor 19 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 21 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

[0055] FIG 1 zeigt ebenfalls eine Verbrennungsvorrichtung 1 mit einem zweiten Sensor 20. Der Sensor 20 ist vorzugsweise im Feuerraum 2 angeordnet. Der zweite Sensor 20 umfasst vorteilhaft einen zweiten Temperatursensor 20. Idealerweise ist der zweite Sensor 20 ein zweiter Temperatursensor 20.

[0056] Eine Signalleitung 22 verbindet den Temperatursensor 20 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13. In einer speziellen Ausführungsform umfasst die Signalleitung 22 einen Lichtwellenleiter. Lichtwellenleiter verschaffen Vorteile im Hinblick auf galvanische Trennung und Schutz vor Explosionen.

[0057] FIG 2 zeigt den Signalverlauf 24 der Brennleistung 23 über dem Sensorsignal des ersten Sensors 19 für ein festes Brenngas bei einem vorgegebenen, konstanten Mischungsverhältnis. In FIG 2 ist der Sensor 19 so angeordnet, dass dem Sensorsignal eindeutig die Brennleistung 23 zugeordnet werden kann. Einen solchen Signalverlauf 24 erhält man beispielsweise, wenn ein Temperatursensor 19 nahe am Brenner 3 angebracht ist. Die Kennlinie 24 unterscheidet sich von der in EP1902254B1 genannten Kennlinie dadurch, dass die Kennlinie 24 entlang der Ordinate die Brennleistung 23 und nicht das Temperatursignal hat. Mithin kann also über die in FIG 2 dargestellten Kennlinie 24 aus dem Signal die Brennleistung 23 ermittelt werden. Hierfür ist die Luftzahl λ für jede Brennleistung 23 eingestellt. Die Kennlinie 24 ist in einer bevorzugten Ausführung in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 hinterlegt. Die Zuordnung erfolgt auch dort. Alternativ kann die Kennlinie 24 in einer elektronischen Schaltung am ersten Temperatursensor 19 oder in einer beliebigen anderen Einheit hinterlegt sein. Dort erfolgt auch die Auswertung.

[0058] Mit der Kennlinie 24 kann die Brennleistung 23 direkt ermittelt werden, so dass ein Luftzufuhrsensor 12 nicht benötigt wird. Ist die Brenngasdosierung der Luftzufuhr 5 direkt zugeordnet, so sind Brennleistung 23 und Luftzufuhr 5 ebenfalls direkt einander zugeordnet. Damit kann die Luftzufuhr 5 über die genannte Zuordnung zwischen Brennleistung 23 und Luftzufuhr 5 und über das Stellsignal gemäss Leitung 14 eingestellt werden. Als Alternative kann die Luftzufuhr 5 auf diese Weise über einen geschlossenen Regelkreis eingeregelt werden. In einer bevorzugten Ausführung ist das Luftzufuhrsignal vorhanden, die Zuordnung zwischen Luftzufuhr 5 und dem Signal unterliegt aber äusseren Einflüssen. Dies

können Änderungen beispielsweise der Lufttemperatur und/oder des Umgebungsdruckes und/oder des Zu-/Abgasweges sein. Typischerweise ist ein Signal, bei dem solche Änderungen nicht kompensiert werden, das Gebläsedrehzahlsignal des Gebläses 4 oder die Positionsrückmeldung einer Luftklappe. Die Zuordnung zwischen Luftzufuhr 5 und dem Sensorsignal an Leitung 12 gegenüber Referenzbedingungen kann im Betrieb regelmässig nachkalibriert werden. Die Nachkalibrierung erfolgt mit Hilfe des Sensorsignales und der über die Kennlinie 24 ermittelten Brennleistung 23 sowie mit Hilfe der Zuordnung zwischen Brennleistung 23 und der Luftzufuhr 5. Dieser Vorgang hat den Vorteil, dass mit dem Sensorsignal an Leitung 12 die Luftzufuhr 5 und damit die Brennleistung 23 schnell verändert werden können. Demgegenüber erfolgt die Korrektur über die Kennlinie 24 viel langsamer. Ebenso kann die Kennlinie eines Gaszufuhrsensors korrigiert werden, etwa die Brennstoffzufuhr anhand der Position einer Gasklappenstellung. Dabei werden das Luftstellsignal an Leitung 14 und damit die Luftzufuhr 5 direkt der Brennstoffdosierung zugeordnet.

[0059] Der Verlauf der Kennlinie 24 hängt stark von der Position des Sensors im Feuerraum 2 ab. Eine Sensorposition nahe oder direkt am Brenner 3 hat den Nachteil, dass die Dynamik des Sensorsignales durch die Wärmekapazität des Brenners 3 beeinträchtigt wird. Damit wird die Regelung träge. Ausserdem möchte man den ersten Sensor 19 auch gleichzeitig zur Flammenüberwachung nutzen. Damit die Flamme überwacht werden kann, muss der Sensor 19 in einer Position im Flammenbereich oder nahe ihm angeordnet sein. Zur Flammenüberwachung sollte Sensor 19 auch ausreichend schnell reagieren, also eine ausreichend kleine Zeitkonstante haben. FIG 3 zeigt den Verlauf einer Kennlinie 24 der Brennleistung 23 in Abhängigkeit vom Sensorsignal aus Leitung 21, wenn der Sensor 19 im Feuerraum 2 in oder nahe der Flamme angeordnet ist.

[0060] Wie man in FIG 3 sieht, kann dem Sensorsignal aus Leitung 21 nicht mehr eindeutig über die Kennlinie 24 die Brennleistung 23 zugeordnet werden. Daher wird im Feuerraum 2 ein zweiter Sensor 20 angebracht, der über eine von Kennlinie 24 abweichende Kennlinie 25 das Sensorsignal aus Leitung 22 der Brennleistung 23 zuordnet. Damit über die beiden Kennlinien 24 und 25 eine eindeutige Zuordnung der beiden Sensorwerte zur Brennleistung 23 als Funktion zweier Variablen möglich ist, darf für alle Werte der Brennleistung 23 im Wertebereich der möglichen Brennleistungen 23 das Punktepaar mit den Signalen an den Leitungen 21 und 22, das über die Kennlinien 24 und 25 dem jeweiligen Wert der Brennleistung 23 zugeordnet wird, nur einmal vorkommen.

[0061] In der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 können beispielsweise die beiden Kennlinien 24 und 25 als Polynom hinterlegt sein. Die Zuordnung erfolgt dann mittels einer Vorschrift, mit der die verschiedenen Brenngasleistungen für die aktuell aufgezeichneten Signale 21 und 22 mittels der Kennlinien 24 und 25 berechnet wer-

den. In einer bevorzugten Ausführung sind die Kennlinien 24 als Folge von Wertepaaren (21/23) und (22/23) hinterlegt. Die Signale aus den Leitungen 21 und 22 können zwischen den entsprechenden, hinterlegten Wertepaaren (21/23) und (22/23) liegen. Es werden dann zu den Signalen aus den Leitungen 21 und 22 entsprechende, benachbarte Wertepaare (21/23) und (22/23) ermittelt. Zur Ermittlung der Brennleistung 23 wird linear interpoliert.

[0062] Daraufhin werden die Abweichungen der Brennleistungen 23 für die Signale aus den Leitungen 21 und 22 ermittelt. Dazu wird der Betrag der Differenz zwischen allen berechneten Brennleistungen 23 aus Kennlinie 24 und allen berechneten Werten aus Kennlinie gebildet. Von den beiden Brennleistungen 23 mit der geringsten Differenz wird beispielsweise der Mittelwert oder einer der beiden berechneten Werte als zugeordneter Wert genommen. Existieren für die Signale aus den Leitungen 21, 22 in den Kennlinien 24, 25 nur genau eine Brennleistung 23 für zumindest einen der beiden Kennlinien 24, 25, so wird dieser als Ergebnis genommen.

[0063] FIG 4 zeigt, dass die beiden Kennlinien sich auch schneiden können. Solange die oben genannte Bedingung für die eindeutige Zuordnung erfüllt ist, können auch mit solchen Kennlinien die Brennleistung 23 und damit die Luftzufuhr 5 bestimmt werden.

[0064] Ist die Bedingung für die eindeutige Zuordnung nicht immer erfüllt, so kann mit Hilfe eines weiteren Signales die Zuordnung eindeutig gemacht werden. Dieses weitere Signal kann von einem weiteren Sensor im Feuerraum 2 stammen, der bei den jeweiligen Signalen mit nicht eindeutiger Zuordnung diese Zuordnung klarstellt. Mit diesem weiteren Sensor im Feuerraum 2 wird eine weitere Kennlinie hinterlegt mit der wie oben beschrieben die Brennleistung 23 eindeutig bestimmt werden kann.

[0065] Besonders bevorzugt als dritter Sensor ist ein Luftzufuhrsensor 12 und/oder ein Brennstoffzufuhrsensor. Wird als Luftzufuhrsensor 12 die Gebläsedrehzahl oder die Position einer Luftklappe verwendet, so kann das rückgemeldete Signal an Leitung 15 trotz seiner oben beschriebenen Ungenauigkeiten zur Klarstellung der eindeutigen Zuordnung verwendet werden. Eine solche Klärung kann insbesondere dann erfolgen, wenn die Brenngaswerte mit gleichem oder ähnlichem Wertepaar weit auseinander liegen. Vorteilhaft liegen die Brenngaswerte mit gleichem oder ähnlichem Messwertepaar an den Leitungen 21, 22 dabei nicht im Fehlerbereich der genannten äusseren Einflüsse.

[0066] Mit dem vorgestellten Verfahren und der vorgestellten Anordnung kann aber nicht nur aus den Signalen an den Leitungen 21, 22 der Sensoren 19, 20 im Feuerraum 2 die Brennleistung 23 und daraus die Luftzufuhr 5 ermittelt. Ebenso kann mit dem vorgestellten Verfahren und der vorgestellten Anordnung nicht nur die Brennstoffzufuhr 6 für eine fest vorgegebene Mischung eines Brenngases ermittelt werden. Mit den vorgestellten Mitteln kann auch der Brennstoff, insbesondere das Brenngas, im richtigen Verhältnis zu Luftzufuhr 5 dosiert wer-

den. Voraussetzung dafür ist, dass Luftzufuhr 5 und Brennstoffzufuhr 6 frei über die jeweiligen Aktoren 4, 9 für Luft und für Brennstoff einstellbar sind. FIG 5 zeigt das Verhalten der Signale den Leitungen 21 und 22 über der Brennleistung 23. FIG 5 betrifft den Fall, dass im Verhältnis zur eingestellten Luftzahl λ das Gemisch zu mager wird, also zu wenig Brenngas gegenüber dem Sollwert vorhanden ist. Die Kennlinien 24 und 25 entsprechen den Sensorsignalen an den Leitungen 21 und 22 für verschiedene Brennleistungen 23, wenn das Gemisch so eingestellt ist, dass die Sollluftzahl λ_{soll} erreicht wird. Wird das Gemisch magerer, so ergeben sich die Kennlinie 26 für Sensor 19 und Kennlinie 27 für Sensor 20. Normalerweise verschiebt sich durch die Abmagerung die Kennlinie 24 zur Kennlinie 25 um einen anderen Betrag als Kennlinie 26 zur Kennlinie 27.

[0067] Grundsätzlich können zur angestrebten Korrektur der Luftzahl λ anstatt der Kennlinien 24 und 25 zwei Kennflächen als Funktion der Brennleistung 23 über den jeweiligen Temperaturwerten aus den Leitungen 21 und 22 und jeweils der Luftzahl λ hinterlegt sein. Man kann dann die Brennleistung 23 und die Luftzahl λ eindeutig bestimmen. Voraussetzung dafür ist, dass für jeden Punkt der Brennleistung 23 und der Luftzahl λ über alle sich ergebende Punktpaare das Paar an Signalwerten aus den Leitungen 21, 22 in beiden Flächen nur einmal vorkommt. Ist das Punktpaar bestimmt, so können direkt die aktuelle Brennleistung 23 und die aktuelle Luftzahl λ dem Punktpaar zugeordnet werden. Die beiden Aktoren 4 und 9 können daraufhin auf den Sollwert korrigiert werden.

[0068] Die für die Korrektur genannte Bedingung der eindeutigen Bestimmbarkeit ist für die beiden Flächen nicht immer einzuhalten. Daher ist häufig ein drittes Signal notwendig, um Brennleistung 23 und die Luftzahl λ eindeutig zu bestimmen. Dieses dritte Signal kann von einem weiteren Sensor im Feuerraum stammen. Bevorzugt handelt sich aber um das Luftzufuhrsignal aus Leitung 14 oder 15. Beispielsweise kann das dritte Signal aus der Gebläsedrehzahlrückmeldung eines Gebläsedrehzahlsensors 12 im Gebläse oder der Position einer Luftklappe stammen. Ebenso kann das dritte Signal aus der Stellung eines Brennstoffaktors, insbesondere aus einer Position einer Gasklappe 9, stammen. Eine Positionierung der Sensoren im Feuerraum zur Erfüllung der Anforderungen für eine eindeutige Zuordnung der Signale zu Brennleistung 23 und/oder Luftzahl λ im Wertebereich ist mit Hilfe des zusätzlichen, dritten Sensorwertes deutlich einfacher zu bewerkstelligen.

[0069] Entsprechend erfolgt die Korrektur von Brennleistung 23 und/oder Luftzahl λ , wenn das Gemisch gegenüber der Sollluftzahl λ_{soll} fetter ist. Dann befindet sich die entsprechende Kennlinie für fetteres Gemisch auf der anderen Seite der jeweiligen Kennlinie 24 oder 25.

[0070] Das Hinterlegen zweier Flächen in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 ist aufwändig. Daher sind in einem bevorzugten Vorgehen nur zwei Funktionen 24, 25 der Brennleistung 23 in Abhängigkeit beider Sensor-

signale 21, 22 der Sensoren 19, 20 hinterlegt. Die Kennlinien 24, 25 können jeweils als Polynom in Abhängigkeit von mehreren Messsignalen hinterlegt sein. Die Kennlinien 24, 25 können auch als Folge von Punkten in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 hinterlegt. Zwischen den Punkten wird vorzugsweise linear interpoliert. Eventuell kommen Signale von weiteren Sensoren am Feuerraum 2 und/oder in der Luftzufuhr 5 und/oder in der Brennstoffzufuhr 6 wie etwa ein Gebläsedrehzahlsensor 12 hinzu.

[0071] In einer ersten Variante erfolgt die Regelung, indem die Luftzufuhr 5 über den Luftfaktor 4 konstant oder nahezu konstant gehalten wird. Die Brennstoffzufuhr 6 wird durch den Brennstofffaktor 9 verändert, bis eine Differenz der ermittelten Werte der Brennleistungen 23 aus beiden Kennlinien 24, 25 innerhalb eines definierten Schwellwertes liegt.

[0072] In einer zweiten Variante wird die Brennstoffzufuhr 6 über den Brennstofffaktor 9 konstant oder nahezu konstant gehalten. Die Luftzufuhr 5 wird über den Luftfaktor 4 verändert, bis eine Differenz der ermittelten Werte der Brennleistungen 23 aus beiden Kennlinien 24, 25 innerhalb eines definierten Schwellwertes liegt.

[0073] Die Stellrichtung wird über den Differenzbetrag der beiden ermittelten Brennleistungen 23 ermittelt, beispielsweise indem detektiert wird, dass sich der Differenzbetrag verkleinert. Kommen weitere Sensormesswerte hinzu, wird beispielsweise die Summe der quadrierten errechneten Differenzwerte mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen. Mit diesem Vorgehen ist sichergestellt, dass die Ist-Luftzahl λ_{ist} auf der gemäss den Kennlinien 24, 25 vorgegebenen Sollluftzahl λ_{soll} liegt. Im nächsten Schritt wird die Brennleistung P_{ist} bestimmt, indem beispielsweise der arithmetische Mittelwert aus beiden mit Hilfe der Kennlinien 24 und 25 bestimmten Brennleistungen 23 errechnet wird. Danach werden der Luftfaktor 4 und mindestens ein Brennstofffaktor 7-9 gemeinsam verstellt, bis die vorgegebene Brennleistung P_{soll} erreicht ist. Die Luftzahl λ kann bedingt durch die Brennleistungsverstellung etwas abweichen. In diesem Fall kann die Luftzahl λ , wie beschrieben, über ein Verstellen mindestens eines Brennstofffaktors 7 - 9 oder des Luftfaktors 4 bei der Soll-Brennleistung P_{soll} nachgeregelt werden.

[0074] In einer dritten Variante werden Brennleistung 23 und Luftzahl λ direkt ausgeregelt, indem beide Aktoren 4, 7 - 9 verstellt werden. Das Erreichen des jeweiligen Schwellwerts für die Differenz der Brennleistungen 23 ist wie in der ersten und zweiten Variante als Kriterium in der Mehrkreisregelung hinterlegt.

[0075] Nahezu konstant bedeutet in den oben genannten Varianten, dass der erste Akteur langsamer als der zweite Akteur verstellt wird. Mithin können die Sollwerte für Luftzahl λ_{soll} und Brennleistung P_{soll} immer erreicht werden. In der zweiten Variante wird mindestens ein Brennstofffaktor 7 - 9 langsamer verstellt als der Luftfaktor 4. In der ersten Variante wird Luftfaktor 4 langsamer verstellt als der mindestens eine Brennstofffaktor 7 - 9. Be-

vorzugt wird ein Ablauf gewählt, bei dem die vorgegebene, unterschiedliche Geschwindigkeit der Aktoren 4 und 7 - 9 ausgenutzt wird. Der mindestens eine Brennstoffaktor 7 - 9 mit einem Schrittmotorantrieb ist schneller als der Luftfaktor 4 mit einem motorisch verstellbaren Lüfterrad und entsprechendem Trägheitsmoment. Häufig wird daher Variante eins gewählt.

[0076] Mit der vorgestellten Vorgehensweise ist sichergestellt, dass während einer Brennleistungsänderung zunächst die Luftzahl λ und erst dann die Brennleistung 23 korrigiert wird. So wird auch während der Brennleistungsänderung die Verbrennungsvorrichtung 1 immer mit der korrekten Luftzahl λ_{soll} betrieben. Aus diesem Grund entsprechen die Kennlinien 24, 25 auch Kennlinien der Brennleistung 23 für die jeweiligen Sensoren 19, 20 bei einer vorgegebenen Luftzahl λ_{soll} . Die Sollluftzahl λ_{soll} hat über der Brennleistung 23 einen über den Kennlinien 24, 25 definierten, in weitem Bereich beliebigen, Verlauf. So kann die Sollluftzahl λ_{soll} mit der Brennleistung 23 beispielsweise einen aufsteigenden oder absteigenden Verlauf haben. In einer speziellen Ausführung ist der Verlauf der Sollluftzahl λ_{soll} über der Brennleistung 23 konstant.

[0077] In FIG 6 ist die Kennlinie 24 des ersten Sensors 19 beim Luftzahlsollwert λ_{soll} und beim abgemagerten Luftzahlwert 26 dargestellt. Weiterhin ist die Kennlinie 25 des zweiten Sensors 20 beim Luftzahlsollwert λ_{soll} und beim abgemagerten Luftzahlwert 27 dargestellt. Insbesondere mit einem dritten Sensorsignal kann bei einem solchen Verlauf sicher eine eindeutige Zuordnung der Sensorsignale an den Leitungen 21 und 22 zur Luftzahl λ erreicht werden. Ebenso kann eine eindeutige Zuordnung zur Brennleistung 23 erreicht werden. Das dritte Sensorsignal kann beispielsweise eine Gebläsedrehzahlrückmeldung des Gebläses 4 durch die Leitung 15 sein.

[0078] Während einer Verstellung der Brennleistung 23 aufgrund einer geänderten Brennleistungsanforderung kann der Luftfaktor 4 auf einer vorgegebenen Kennlinie eines Luftzufuhrsensors 12 verfahren. Die vorgegebene Kennlinie kann beispielsweise auf einer Rückmeldung einer Gebläsedrehzahl beruhen oder aber eine Kennlinie einer Positionsrückmeldung einer Luftklappe sein. In FIG 7 ist eine solche, in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 hinterlegte Kennlinie 28 über der Gebläsedrehzahlrückmeldung 15 eines Gebläsedrehzahlsensors 12 als Referenzkennlinie dargestellt. Die Kennlinie 28 bezieht sich auf eine bestimmte und/oder wohldefinierte Umgebungsbedingung.

[0079] Für ein Stellsignal entlang Leitung 14 des Gebläsemotors oder eine Luftklappenstellung wie für auch ein rückgemeldetes Positionssignal entlang Leitung 15 gilt ein ähnliches Signal für eine Referenzbedingung. Dabei wurde das Signal über eine in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 hinterlegte Kennlinie vom Ansteuersignal oder einem rückgemeldeten Positionssignal zur Luftzufuhr 5 vorab linearisiert.

[0080] Wurde nach der Korrektur der Luftzahl λ die ak-

tuelle Brennleistung 23 bestimmt, kann die Kennlinie 28 an die aktuellen Umgebungsbedingungen angepasst werden. Solche Umgebungsbedingungen sind beispielsweise Lufttemperatur und/oder Luftdruck und/oder Änderung des Zuluft-/Abgasweges. Für die aktuell gemessene Gebläsedrehzahl oder Referenzansteuerung ist die Luftzufuhr 5 als direkte Funktion der Brennleistung 23 bekannt. Dabei bedeutet eine direkte Funktion, dass die Luftzufuhr 5 von keinen andere Argumenten der Funktion als von der Brennleistung 23 abhängt. Die aus Kennlinie 28 ermittelte Zufuhr ist ebenfalls bekannt. Der Korrekturfaktor kann somit für die aktuelle Luftzufuhr 5 als Verhältnis zwischen beiden Signalen ermittelt werden. Da die Kennlinien der Referenz-Luftzufuhr-Signale oder der Gebläsedrehzahlrückmeldung über der Luftzufuhr 5 durch den Nullpunkt gehen, kann Kennlinie 28 zur Kennlinie 29 korrigiert werden. Dabei wird jeder Kennlinienwert mit dem ermittelten Korrekturfaktor multipliziert wird. Mit Hilfe dieses Verfahrens können schnell die Brennleistung 23 und die Luftzufuhr 5 über die korrigierte Kennlinie 29 verstellt werden. Währenddessen kann die Korrektur der Luftzufuhr 5 über die Kennlinien 24, 25 langsam erfolgen. So werden beide Vorgänge voneinander entkoppelt. Über ein Mittelwertfilter können Fluktuationen der Messwerte der Brennleistung 23 auch herausgemittelt werden und so die Brennleistung 23 stabil bestimmt werden. Die Brennleistung 23 kann so auch korrigiert werden. Die Geschwindigkeit einer Brennleistungsänderung wird dabei nicht beeinträchtigt.

[0081] Die Kennlinie, auf welcher der Brennstofffaktor 9 verfährt, ist in FIG 8 dargestellt. Zwei Referenzkennlinien 30, 31, die für unterschiedliche Drücke und/oder unterschiedliche Brenngaszusammensetzungen ermittelt wurden, sind in der Steuer- und/oder Regeleinrichtung 13 hinterlegt. Die Kennlinien 30, 31 beschreiben das Gasdosierungssignal über der Luftzufuhr 5, repräsentiert durch den korrigierten Signalwert der Luftzufuhr 5 oder der Brennleistung 23. Das Gasdosierungssignal repräsentiert dabei die Brennstoffzufuhr und/oder Gaszufuhr. Die beiden Kennlinien 30, 31 wurden unter Referenzbedingungen, das heisst für bestimmte Eingangsdrücke und/oder Brenngaszusammensetzungen ermittelt. Die Kennlinie 30 wurde mit einem hochkalorischen Brennstoff oder Brenngas und/oder mit einem hohen Eingangsdruck ermittelt. Die Kennlinie 31 wurde mit einem niederkalorischen Brennstoff oder Brenngas und/oder mit einem tiefen Eingangsdruck ermittelt. Im Betrieb wird bestimmt, wie das aktuelle Verhältnis zwischen Brenngas und Luft ist, indem wie oben beschrieben, die Signale aus den Sensoren 19, 20 im Feuerraum 2 verschoben werden. Die Signale werden auf ein eindeutiges Wertepaar auf beiden Kennlinien 24 und 25 verschoben, indem der Brennstofffaktor 9 bis zu diesem Ziel verändert wird.

[0082] Mit der aktuellen, korrigierten Brennstoffzufuhr 6 bei der zugeordneten Luftzufuhr 5 kann über den gewichteten Mittelwert ein Verhältnis ermittelt werden. In diesem Verhältnis befindet sich das Brennstoffdosiersignal und/oder das Gasdosiersignal. Das Verhältnis re-

präsentiert die aktuellen Brennstoffparameter und/oder Gasparameter, wie Brenngaszusammensetzung und/oder Eingangsdruck und/oder Brenngastemperatur. Weil für alle Brennleistungssignale bei gleichen Brennstoffparametern und/oder Gasparametern das gleiche Verhältnis gilt, kann die Kennlinie 32 berechnet werden. Auf der Kennlinie 32 kann entsprechend den aktuellen Brennstoffparametern und/oder Gasparametern der Brennstofffaktor 9 seine Brennleistung 23 schnell verändern. Insbesondere kann anhand der Kennlinie 32 entsprechend den aktuellen Brennstoffparametern und/oder Gasparametern der Brennstofffaktor 9 seine Stellung schnell verändern.

[0083] Wenn sich zumindest ein Brennstoffparameter und/oder Gasparameter ändert, wird dies anhand der Korrektur des Gewichtungungsverhältnisses über die Anpassung der Sensorsignale an den Leitungen 21 und 22 an die Kennlinien 24, 25 wie oben beschrieben erreicht. Die neue Kennlinie kann mit dem neuen Gewichtungsparameter berechnet werden. Das Verfahren zur Berechnung der korrigierten Kennlinie 32 zur Ansteuerung des Brennstofffaktors 9 bei unterschiedlichen Brennstoffparametern und/oder Gasparametern entspricht dem Verfahren wie in EP1154202B2 beschrieben. Mit dem beschriebenen Verfahren kann auch eine Änderung der Brennstoffzusammensetzung oder des Gaseingangsdruckes korrigiert werden, weil diese Parameter sich auf die Luftzahl λ auswirken. Die Luftzahl λ wird mittels Anpassung an die Kennlinien 24, 25 wie oben beschrieben ausgeregelt.

[0084] Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass mit den beiden Sensoren 19, 20 die Flamme überwacht werden kann, um beispielsweise einen Flammenabriss zu detektieren. Hierzu werden die beiden von den Sensoren 19, 20 erzeugten Signale 21, 22 neben der Regelung auf die Luftzahl λ und der Brennleistung 23 auch zur Detektion des Vorhandenseins einer Flamme verwendet.

[0085] So kann zumindest ein Signal 21 oder 22 auf das Unterschreiten eines Schwellwerts ausgewertet werden. Die Schwellwerte können für Sensorsignal 21 anders als für Sensorsignal 22 gewählt werden. Wird der jeweilige Schwellwert unterschritten, so ist beispielsweise die Temperatur so gering, dass keine Flamme mehr brennen kann. Es wird ein Signal erzeugt, mit dem die Sicherheitsabsperrventile 8,9 über die Leitungen 16, 17 geschlossen werden, damit kein zündbarer Brennstoff unverbrannt austreten kann. In einer weiteren Variante wird die Differenz beider Signale 21 und 22 gebildet, wobei darauf geachtet werden muss, dass beide Signale während des Betriebs nicht den gleichen Temperaturwert haben. Erlischt nun die Flamme, so gleichen sich beide Temperaturen schnell an. Sinkt also die Differenz beider Signale unter einen vorgegebenen Schwellwert, so wird dies als Flammenverlust detektiert. Es wird sichergestellt, dass die Sicherheitsabsperrventile 8, 9 geschlossen werden.

[0086] Mit anderen Worten, die vorliegende Offenba-

nung lehrt ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
 Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Ermitteln mindestens einer ersten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt;
 Ermitteln mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;
 Ermitteln einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23); und
 Regeln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf eine Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0087] Indem der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), handelt es sich bei den Temperatursensoren (19, 20) nicht um ein und denselben Sensor.

[0088] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als arithmetisches Mittel der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0089] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als geometrisches Mittel der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0090] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Ver-

brennungsvorrichtung (1) als arithmetisches Mittel der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) oder

ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als geometrisches Mittel der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0091] Die erste Kennlinie (24) ist vorzugsweise verschieden von der zweiten Kennlinie (25). Indem die erste Kennlinie (24) verschieden ist von der zweiten Kennlinie (25), handelt es sich bei den Kennlinien (24, 25) nicht um ein und dieselbe Kennlinie.

[0092] In einer Ausführungsform ordnet die erste Kennlinie (24) dem ersten Signal mindestens zwei verschiedene Brennleistungen (23) zu. Das heisst, dass die Zuordnung eines ersten Signales zu einer Brennleistung (23) anhand der ersten Kennlinie (24) nicht eindeutig ist. Die Zuordnung anhand der ersten Kennlinie (24) ist nicht injektiv. In einer Ausführungsform ordnet die zweite Kennlinie (25) dem zweiten Signal mindestens zwei verschiedene Brennleistungen (23) zu. Das heisst, dass die Zuordnung eines zweiten Signales zu einer Brennleistung (23) anhand der zweiten Kennlinie (25) nicht eindeutig ist. Die Zuordnung anhand der zweiten Kennlinie (25) ist nicht injektiv.

[0093] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);

Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);

Schätzen mindestens einer ersten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt;

Schätzen mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;

Ermitteln einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23); und

Regeln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf eine Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0094] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
 Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Schätzen mindestens einer ersten Luftzahl λ in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie, welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Luftzahl λ über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt;
 Schätzen mindestens einer zweiten Luftzahl λ in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie, welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Luftzahl λ über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;
 Ermitteln einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Luftzahl λ und der mindestens einen zweiten Luftzahl λ ; und
 Regeln der aktuellen Luftzahl λ der Verbrennungsvorrichtung (1) auf einen Sollwert der Luftzahl λ_{soll} .

[0095] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), das Regeln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf eine Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend die Schritte:

Bilden einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Erzeugen eines Aktorsignales aus der Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1); und
 Senden des Aktorsignales an den mindestens einen Aktor.

[0096] Die Verbrennungsvorrichtung (1) weist vorzugsweise einen Luftzufuhrkanal auf, welcher in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2) ist. Der Luftfaktor (4)

wirkt auf den Luftzufuhrkanal. Die Verbrennungsvorrichtung (1) weist vorzugsweise einen Brennstoffzufuhrkanal auf, welcher in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2) ist. Der Brennstofffaktor (7 - 9) wirkt auf den Brennstoffzufuhrkanal.

[0097] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend die Schritte:

Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24), wobei die erste Kennlinie (24) dem ersten Signal mindestens zwei verschiedene Brennleistungen (23) zuordnet, sodass die mindestens eine dritte Brennleistung (23) verschieden ist von der mindestens einen ersten Brennleistung (23);
 Bilden einer ersten Differenz zwischen der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23);
 Bilden einer zweiten Differenz zwischen der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23);
 Vergleichen der ersten Differenz mit der zweiten Differenz;
 Auswählen der mindestens einen ersten Brennleistung (23), falls die erste Differenz kleiner ist als die zweite Differenz;
 Auswählen der mindestens einen dritten Brennleistung (23), falls die zweite Differenz kleiner ist als die erste Differenz; und
 Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der ausgewählten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0098] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer ausgewählten Brennleistung (23), das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als arithmetisches Mittel der ausgewählten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0099] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer ausgewählten Brennleistung (23), das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als geometrisches Mittel der ausgewählten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0100] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer ausgewählten Brennleistung (23), das Verfahren umfassend den Schritt:

Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als arithmetisches Mittel der aus-

gewählten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) oder als geometrisches Mittel der ausgewählten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0101] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend einen weiteren Sensor im Feuerraum (2), wobei der weitere Sensor im Feuerraum (2) verschieden ist vom ersten Temperatursensor (19) und vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines weiteren Verbrennungssignales vom weiteren Sensor;
Ermitteln mindestens einer weiteren Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren Verbrennungssignal unter Verwendung einer weiteren Kennlinie, welche für den weiteren Sensor einen weiteren Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem weiteren Verbrennungssignal vom weiteren Sensor angibt; und
Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) und der mindestens einen weiteren Brennleistung (23).

[0102] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend einen weiteren Sensor im Feuerraum (2), wobei der weitere Sensor im Feuerraum (2) verschieden ist vom ersten Temperatursensor (19) und vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines weiteren Verbrennungssignales vom weiteren Sensor;
Schätzen mindestens einer weiteren Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren Verbrennungssignal unter Verwendung einer weiteren Kennlinie, welche für den weiteren Temperatursensor einen weiteren Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem weiteren Verbrennungssignal vom weiteren Sensor angibt; und
Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) und der mindestens einen weiteren Brennleistung (23).

[0103] In einer Ausführungsform umfasst der weitere Sensor im Feuerraum (2) einen weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2). In einer speziellen Ausführungsform ist der weitere Sensor im Feuerraum (2) ein weiterer Temperatursensor im Feuerraum (2). In einer Ausführungsform umfasst der weitere Sensor im Feuerraum (2) eine Ionisationselektrode im Feuerraum (2). In einer speziellen Ausführungsform ist der weitere Sensor

im Feuerraum (2) eine Ionisationselektrode im Feuerraum (2).

[0104] In einer Ausführungsform ordnet die weitere Kennlinie dem weiteren Signal mindestens zwei verschiedene Brennleistungen (23) zu. Das heisst, dass die Zuordnung eines weiteren Signales zu einer Brennleistung (23) anhand der weiteren Kennlinie nicht eindeutig ist. Die Zuordnung anhand der weiteren Kennlinie ist nicht injektiv.

[0105] Die erste Kennlinie (24), die zweite Kennlinie (25) und die weitere Kennlinie sind vorzugsweise paarweise verschieden. Indem die erste (24), die zweite (25) und die weitere Kennlinie paarweise verschieden sind, handelt es sich nicht um die gleichen Kennlinien. Indem die erste (24), die zweite (25) und die weitere Kennlinie paarweise verschieden sind, handelt es sich nicht um identische Kennlinien.

[0106] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), eine Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) in Wirkverbindung mit einem Fluid im mindestens einen Zufuhrkanal, wobei die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ausserhalb des Feuerraumes (2) angeordnet ist, das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines Zufuhrsignales von der Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12);
Ermitteln einer zufuhrbasierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom Zufuhrsignal unter Verwendung einer zufuhrbasierten Kennlinie, welche für die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) einen Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem Zufuhrsignal von der Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) angibt; und
Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) und der zufuhrbasierten Brennleistung (23).

[0107] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), eine Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) in Wirkverbindung mit einem Fluid im mindestens einen Zufuhrkanal, wobei die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ausserhalb des Feuerraumes (2) angeordnet ist, das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines Zufuhrsignales von der Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12);
Schätzen einer zufuhrbasierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom Zufuhrsignal unter Verwendung einer zufuhrbasierten Kennlinie, welche für die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) einen Verlauf der

Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem Zufuhrsignal von der Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) angibt; und
Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) und der zufuhrbasierten Brennleistung (23).

[0108] In einer Ausführungsform ordnet die zufuhrbasierte Kennlinie dem Zufuhrsignal genau eine Brennleistung (23) zu. Das heisst, dass die Zuordnung eines Zufuhrsignales zu einer Brennleistung (23) anhand der zufuhrbasierten Kennlinie eindeutig ist. Die Zuordnung anhand der zufuhrbasierten Kennlinie ist injektiv. In einem Spezialfall ist die Zuordnung anhand der zufuhrbasierten Kennlinie auch surjektiv.

[0109] Es ist vorgesehen, dass der mindestens eine Zufuhrkanal mindestens einen Zufuhrkanal ausgewählt aus

- einem Luftzufuhrkanal und
- einem Brennstoffzufuhrkanal, insbesondere einem Brennstoffzufuhrkanal,

umfasst. Es ist ferner vorgesehen, dass der mindestens eine Zufuhrkanal genau ein Zufuhrkanal ausgewählt aus

- einem Luftzufuhrkanal und
- einem Brennstoffzufuhrkanal, insbesondere einem Brennstoffzufuhrkanal, ist.

[0110] Die erste Kennlinie (24), die zweite Kennlinie (25) und die zufuhrbasierte Kennlinie sind vorzugsweise paarweise verschieden. Indem die erste (24), die zweite (25) und die zufuhrbasierte Kennlinie paarweise verschieden sind, handelt es sich nicht um die gleichen Kennlinien. Indem die erste (24), die zweite (25) und die zufuhrbasierte Kennlinie paarweise verschieden sind, handelt es sich nicht um identische Kennlinien.

[0111] Gemäss einer Ausführungsform ist die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ein Luftzufuhrsensor (12) in oder an einem Luftzufuhrkanal. Der Luftzufuhrsensor (12) kann beispielsweise einen Turbinenradradzähler und/oder einen Balgenzähler und/oder einen Differenzdrucksensor und/oder einen Massenstromsensor umfassen. In einer speziellen Ausführungsform ist der Luftzufuhrsensor (12) ein Turbinenradradzähler und/oder ein Balgenzähler und/oder ein Massenstromsensor. Der Luftzufuhrsensor (12) ist in diesem Fall in Fluidverbindung mit einem Fluid, insbesondere mit Luft, im Luftzufuhrkanal. Der Luftzufuhrsensor (12) ist ebenfalls in Wirkverbindung mit dem Fluid, insbesondere mit Luft, im Luftzufuhrkanal, weil das Fluid auf den Luftzufuhrsensor (12) wirkt. Gemäss einer Ausführungsform umfasst die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ein Gebläse (4), welches auf den Luftzufuhrkanal wirkt. Das Gebläse (4) kann insbesondere ein motorisch angetriebenes Gebläse (4)

sein. Das Gebläse (4) ist ausgebildet, seine Gebläsedrehzahl zu signalisieren, insbesondere zu kommunizieren. Die Gebläsedrehzahl des Gebläses (4) ist ein Mass für die Luftzufuhr (5). Gemäss wiederum einer anderen Ausführungsform umfasst die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) mindestens einen Luftaktor (4), welcher oder welches auf den Luftzufuhrkanal wirkt. Der mindestens eine Luftaktor (4) kann insbesondere mindestens eine Luftklappe (4) sein. Der mindestens eine Luftaktor (4) ist ausgebildet, seine Stellung zu signalisieren, insbesondere zu kommunizieren. Die Stellung des mindestens einen Luftaktors (4) ist ein Mass für die Luftzufuhr (6).

[0112] Gemäss noch einer Ausführungsform ist die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ein Brennstoffzufuhrsensor in oder an einem Brennstoffzufuhrkanal. Der Brennstoffzufuhrsensor kann beispielsweise einen Turbinenradradzähler und/oder einen Balgenzähler und/oder einen Differenzdrucksensor und/oder einen Massenstromsensor umfassen. In einer speziellen Ausführungsform ist der Brennstoffzufuhrsensor ein Turbinenradradzähler und/oder ein Balgenzähler und/oder ein Massenstromsensor. Der Brennstoffzufuhrsensor ist in diesem Fall in Fluidverbindung mit einem Fluid, insbesondere mit einem Brennstoff und/oder mit einem Brenngas, im Brennstoffzufuhrkanal. Der Brennstoffzufuhrsensor ist ebenfalls in Wirkverbindung mit dem Fluid, insbesondere mit einem Brennstoff und/oder einem Brenngas, im Brennstoffzufuhrkanal, weil das Fluid auf den Brennstoffzufuhrsensor wirkt. Gemäss wiederum einer weiteren Ausführungsform umfasst die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) mindestens einen Brennstoffaktor (7 - 9) und/oder mindestens ein Ventil (7 - 9), welcher oder welches auf den Brennstoffzufuhrkanal wirkt. Der mindestens eine Brennstoffaktor (7 - 9) und/oder das mindestens eine Ventil (7 - 9) kann insbesondere mindestens ein Brennstoffventil (7 - 9) und/oder mindestens ein Brenngasventil (7 - 9) sein. Der mindestens eine Brennstoffaktor (7 - 9) und/oder das mindestens eine Ventil (7 - 9) ist ausgebildet, seine Stellung zu signalisieren, insbesondere zu kommunizieren. Die Stellung des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) und/oder des mindestens einen Ventiles (7 - 9) ist ein Mass für die Brennstoffzufuhr (6).

[0113] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Akteur ausgewählt aus mindestens einem Brennstoffaktor (7 - 9) und aus einem Luftaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Senden eines Änderungssignales an den mindestens einen Akteur;
nach dem Senden des Änderungssignales an den mindestens einen Akteur:

Aufzeichnen eines dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
Aufzeichnen eines vierten Signales vom zwei-

ten Temperatursensor (20);
 Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
 Ermitteln mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25); und
 Ermitteln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der
 mindestens einen ersten Brennleistung (23), der
 mindestens einen zweiten Brennleistung (23),
 der mindestens einen dritten Brennleistung (23)
 und der mindestens einen vierten Brennleistung
 (23).

[0114] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Akteur ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Senden eines Änderungssignales an den mindestens einen Akteur;
 nach dem Senden des Änderungssignales an den mindestens einen Akteur:

Aufzeichnen eines dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
 Aufzeichnen eines vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Schätzen mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
 Schätzen mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25);
 Ermitteln einer weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Funktion der mindestens einen ersten Brennleistung (23), der mindestens einen zweiten Brennleistung (23), der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23); und
 Regeln der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf die Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0115] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Akteur ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Senden eines Änderungssignales an den mindestens einen Akteur;
 nach dem Senden des Änderungssignales an den

mindestens einen Akteur:

Aufzeichnen eines dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
 Aufzeichnen eines vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
 Ermitteln mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25);
 Ermitteln einer weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) ausschliesslich als Funktion der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23); und
 Regeln der weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf die Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0116] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Akteur ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Senden eines Änderungssignales an den mindestens einen Akteur;
 nach dem Senden des Änderungssignales an den mindestens einen Akteur:

Aufzeichnen eines dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
 Aufzeichnen eines vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Schätzen mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
 Schätzen mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25);
 Ermitteln einer weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) ausschliesslich als Funktion der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23); und
 Regeln der weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf die Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0117] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer weiteren, aktuellen Brennleistung (23), die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens einen Akteur ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), das Regeln

der weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf die Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend die Schritte:

Bilden einer Differenz zwischen der weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);

Erzeugen eines Aktorsignales aus der Differenz zwischen der weiteren, aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1); und

Senden des Aktorsignales an den mindestens einen Aktor.

[0118] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Änderungssignales, das Verfahren umfassend den Schritt: nach dem Senden des Änderungssignales an den mindestens einen Aktor:

Ändern einer Stellung des mindestens einen Aktors.

[0119] Die vorliegende Offenbarung lehrt darüber hinaus eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Änderungssignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

nach dem Senden des Änderungssignales an den mindestens einen Aktor:

Ändern einer Gebläsedrehzahl des mindestens einen Aktors.

[0120] Die Verbrennungsvorrichtung (1) weist vorzugsweise einen Luftzufuhrkanal auf, welcher in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2) ist. Der Luftfaktor (4) wirkt auf den Luftzufuhrkanal. Die Verbrennungsvorrichtung (1) weist vorzugsweise einen Brennstoffzufuhrkanal auf, welcher in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2) ist. Der Brennstofffaktor (7 - 9) wirkt auf den Brennstoffzufuhrkanal.

[0121] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eine Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), mindestens einen Aktor ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), wobei der mindestens eine Aktor auf den mindestens einen Zufuhrkanal wirkt, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) in kommunikativer Verbindung mit dem ersten Temperatursensor (19), dem zweiten Temperatursensor (20) und dem mindestens einen Aktor, wobei die Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) ausgebildet ist zur Ausführung eines der vorgenannten Verfahren.

[0122] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eine Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im

Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2) und einen weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (20), der zweite Temperatursensor (19) und der weitere Temperatursensor paarweise verschieden sind, mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), mindestens einen Aktor ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), wobei der mindestens eine Aktor auf den mindestens einen Zufuhrkanal wirkt, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) in kommunikativer Verbindung mit dem ersten Temperatursensor (19), dem zweiten Temperatursensor (20), dem weiteren Temperatursensor und dem mindestens einen Aktor, wobei die Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) ausgebildet ist zur Ausführung eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines weiteren Temperatursensors im Feuerraum (2).

[0123] Indem der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20) und verschieden ist vom weiteren Temperatursensor, handelt es sich bei den Temperatursensoren nicht um ein und denselben Sensor.

[0124] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eine Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), eine Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) in Wirkverbindung mit einem Fluid im mindestens einen Zufuhrkanal, wobei die Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) ausserhalb des Feuerraumes (2) angeordnet ist, mindestens einen Aktor ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftfaktor (4), wobei der mindestens eine Aktor auf den mindestens einen Zufuhrkanal wirkt, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) in kommunikativer Verbindung mit dem ersten Temperatursensor (19), dem zweiten Temperatursensor (20), der Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12) und dem mindestens einen Aktor, wobei die Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) ausgebildet ist zur Ausführung eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer Zufuhrsignaleinrichtung (4, 7 - 9, 12).

[0125] Gemäss den vorgenannten Offenbarungen wird die Luftzahl λ der Verbrennungsvorrichtung (1) gemäss einer für die Kennlinien (24, 25) eingestellten Luftzahl λ geregelt und/oder ausgeregelt.

[0126] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei eine Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) aus dem Mittelwert der beiden Brennleistungen (23), die anhand der Kennlinien (24, 25) bestimmt worden sind, berechnet wird.

[0127] Gemäss der vorgenannten Offenbarung wird die aktuelle Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrich-

tung (1) auf den vorgegebenen Sollwert geregelt und/oder ausgeregelt.

[0128] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6) und einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5), das Verfahren umfassend die Schritte:

Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4);

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);

Ermitteln mindestens einer ersten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt;

Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);

Ermitteln mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;

Bestimmen eines Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23); und

Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert.

[0129] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6) und einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);

Ermitteln mindestens einer ersten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Ver-

wendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt;

Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);

Ermitteln mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;

Bestimmen eines Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23);

Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4) als Funktion des bestimmten Vergleichswertes; und

Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert.

[0130] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6) und einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5), die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend einen weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2), wobei der weitere Temperatursensor verschieden ist vom ersten Temperatursensor (19) und verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4);

Aufzeichnen eines weiteren Signales vom weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2) zusätzlich zur Aufzeichnung der Signale vom ersten und vom zweiten Temperatursensor (19, 20);

Ermitteln mindestens einer weiteren Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren Signal unter Verwendung einer weiteren Kennlinie, welche für den weiteren Temperatursensor einen weiteren Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem weiteren Signal vom weiteren Temperatursensor angibt;

Bestimmen des Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brenn-

leistung (23) und aus der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23); und
Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert.

[0131] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner ein Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6) und einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5), die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend einen weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2), wobei der weitere Temperatursensor verschieden ist vom ersten Temperatursensor (19) und verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines weiteren Signales vom weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2) zusätzlich zur Aufzeichnung der Signale vom ersten und vom zweiten Temperatursensor (19, 20);

Ermitteln mindestens einer weiteren Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren Signal unter Verwendung einer weiteren Kennlinie, welche für den weiteren Temperatursensor einen weiteren Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem weiteren Signal vom weiteren Temperatursensor angibt;

Bestimmen eines Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23);

Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4) als Funktion des bestimmten Vergleichswertes; und

Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert.

[0132] Vorzugsweise ist das weitere Signal ein weiteres Temperatursignal.

[0133] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen einer Differenz zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23); und

Bestimmen des Vergleichswertes als Betrag der Differenz zwischen der mindestens einen ersten und

der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23).

[0134] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes und mindestens einer weiteren ermittelten Brennleistung (23), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen einer Differenz zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23); und

Bestimmen des Vergleichswertes als Betrag der Differenz zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23).

[0135] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes und mindestens einer weiteren ermittelten Brennleistung (23), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen einer Differenz zwischen der mindestens einen zweiten und der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23); und

Bestimmen des Vergleichswertes als Betrag der Differenz zwischen der mindestens einen zweiten und der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23).

[0136] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, wobei der Vergleichswert als Betrag der Differenz beider ermittelten Brennleistungen (23) berechnet wird.

[0137] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, das Verfahren umfassend die Schritte:

Bilden von Paaren aus allen ermittelten Brennleistungen (23);

Bestimmen von Differenzen zu allen gebildeten Paaren zwischen den jeweils ermittelten Brennleistungen (23);

Quadrieren aller bestimmten Differenzen; und

Bestimmen des Vergleichswertes als Summe aller quadrierten Differenzen.

[0138] Die vorliegende Offenbarung lehrt insbesondere eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, das Verfahren umfassend die Schritte:

Bilden eines vollständigen Satzes von Paaren aus allen ermittelten Brennleistungen (23);
Bestimmen von Differenzen zu allen Paaren zwischen den jeweils ermittelten Brennleistungen (23);
Quadrieren aller bestimmten Differenzen; und
Bestimmen des Vergleichswertes als Summe aller quadrierten Differenzen.

[0139] Bei zwei ermittelten Brennleistungen (23) umfasst der vollständige Satz von Paaren ein Paar. Bei drei ermittelten Brennleistungen (23) umfasst der vollständige Satz von Paaren drei Paare. Bei vier ermittelten Brennleistungen (23) umfasst der vollständige Satz von Paaren sechs Paare. Allgemein umfasst der vollständige Satz von Paaren bei N ermittelten Brennleistungen (23) $N(N-1)/2$ Paare.

[0140] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, wobei der Vergleichswert als Summe der quadrierten Differenzen aus allen ermittelten Brennleistungen (23) errechnet wird.

[0141] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1) unter Einbezug eines Vergleichswertes, wobei der Vergleichswert als Betrag der Differenz beider ermittelten Brennleistungen (23) berechnet wird oder als Summe der quadrierten Differenzen aus allen ermittelten Brennleistungen (23) errechnet wird.

[0142] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Vergleichswertes, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen eines ersten Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23);
Erzeugen eines korrigierenden Aktorsignales aus dem ersten Vergleichswert;

Senden des aus dem ersten Vergleichswert erzeugten, korrigierenden Aktorsignales an den mindestens einen Aktor;

nach dem Senden des korrigierenden Aktorsignales:

Aufzeichnen eines weiteren, dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
Aufzeichnen eines weiteren, vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren, dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
Ermitteln mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren, vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25); und

Bestimmen eines zweiten Vergleichswertes aus der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23).

[0143] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Vergleichswertes, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen eines ersten Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23);
Erzeugen eines korrigierenden Aktorsignales aus dem ersten Vergleichswert;
Senden des aus dem ersten Vergleichswert erzeugten, korrigierenden Aktorsignales an den mindestens einen Aktor zur Annäherung der ermittelten Brennleistungen (23);
nach dem Senden des korrigierenden Aktorsignales:

Aufzeichnen eines weiteren, dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);

Aufzeichnen eines weiteren, vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);

Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren, dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);

Ermitteln mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren, vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25); und

Bestimmen eines zweiten Vergleichswertes aus der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23), wobei der zweite Vergleichswert infolge der Annäherung der ermittelten Brennleistungen (23) kleiner ist als der erste Vergleichswert.

[0144] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bilden eines zweiten Vergleichswertes aus der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23), wobei der zweite Vergleichswert infolge des korrigierenden Aktorsignales kleiner ist als der erste Vergleichswert.

[0145] Vorzugsweise ist der erste Vergleichswert der Vergleichswert und der zweite Vergleichswert ist ein weiterer Vergleichswert. Der weitere Vergleichswert ist verschieden vom ersten Vergleichswert.

[0146] In einer Ausführungsform umfasst das korrigierende Aktorsignal ein Fehlersignal. In einer speziellen Ausführungsform ist das korrigierende Aktorsignal ein

Fehlersignal. In einer weiteren Ausführungsform umfasst das korrigierende Aktorsignal ein Korrektursignal. In einer speziellen Ausführungsform ist das korrigierende Aktorsignal ein Korrektursignal.

[0147] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), wobei sich eine Stellung des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) und/oder des Luftaktors (4) dadurch ergibt, dass sich der bestimmte Vergleichswert beim Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) und/oder des Luftaktors (4) verringert.

[0148] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1)
entweder als Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23)
oder als Mittelwert der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23).

[0149] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten, das Verfahren umfassend den Schritt: Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0150] Die vorliegende Offenbarung lehrt insbesondere eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1)
entweder als arithmetischer Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23)
oder als arithmetischer Mittelwert der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23).

[0151] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten, das Verfahren umfassend den Schritt: Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als arithmetischer Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0152] Die vorliegende Offenbarung lehrt des Weiteren eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der

Verbrennungsvorrichtung (1)

entweder als geometrischer Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23)

oder als geometrischer Mittelwert der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23).

[0153] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten, das Verfahren umfassend den Schritt: Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als geometrischer Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0154] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1)
entweder als ein erster Leistungswert selektiv ausgewählt aus

- der mindestens einen ersten Brennleistung (23),
- der mindestens einen zweiten Brennleistung (23)

oder als ein zweiter Leistungswert selektiv ausgewählt aus

- der mindestens einen dritten Brennleistung (23),
- der mindestens einen vierten Brennleistung (23).

[0155] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1)
als ein erster Leistungswert selektiv ausgewählt aus

- der mindestens einen ersten Brennleistung (23),
- der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

[0156] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen des ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
Ermitteln mindestens zweier Brennleistungen (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwen-

dung der ersten Kennlinie (24);
 Bestimmen der mindestens einen ersten Brennleistung (23) als Mittelwert der mindestens zwei Brennleistungen (23), welche in Abhängigkeit vom ersten Signal ermittelt worden sind;
 Aufzeichnen des zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
 Ermitteln mindestens zweier Brennleistungen (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25); und
 Bestimmen der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) als Mittelwert der mindestens zwei Brennleistungen (23), welche in Abhängigkeit vom zweiten Signal ermittelt worden sind.

[0157] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei die Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) aus dem Mittelwert von zumindest zwei aus jeder Kennlinie (24, 25) bestimmten Brennleistungen (23) berechnet wird.

[0158] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug mindestens einer ersten Brennleistung (23) und mindestens einer zweiten Brennleistung (23) und eines Vergleichswertes, das Verfahren umfassend den Schritt:

Auswählen der mindestens einen ersten Brennleistung (23) oder der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) als aktuelle Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1).

[0159] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei eine der bestimmten Brennleistungen (23) als die aktuelle Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) ausgewählt wird.

[0160] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend die Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1); und
 Berechnen eines Betrages der berechneten Differenz.

[0161] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei der Betrag der Differenz zwischen der berechneten Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einem vorgegebenen Sollwert berechnet wird.

[0162] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren, das Verfahren umfassend ein Wiederholen der Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Berechnen eines Betrages der Differenz zwischen

der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1); und
 Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) und/oder des Luftaktors (4), bis der berechnete Betrag kleiner ist als ein weiterer, vorgegebener Schwellwert.

[0163] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer aktuellen Brennleistung (23), das Verfahren umfassend ein Wiederholen der Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);

Berechnen eines Betrages der Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1); und

Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) und/oder des Luftaktors (4) als Funktion des berechneten Betrages,

bis der berechnete Betrag kleiner ist als ein weiterer, vorgegebener Schwellwert.

[0164] Die vorliegende Offenbarung lehrt darüber hinaus eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer aktuellen Brennleistung (23), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstoffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);

Berechnen eines Betrages der berechneten Differenz;

Erzeugen eines Aktorsignales aus dem berechneten Betrag; und

Senden des Aktorsignales an den mindestens einen Aktor.

[0165] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Vergleichswertes, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstoffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Auswählen der mindestens einen ersten Brennleistung (23) oder der mindestens einen zweiten Brennleistung (23) als aktuelle Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen

Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Berechnen eines Betrages der berechneten Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Erzeugen eines Aktorsignales aus dem berechneten Betrag; und
 Senden des Aktorsignales an den mindestens einen Aktor.

[0166] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer aktuellen Brennleistung (23), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
 Erzeugen eines Aktorsignales aus der berechneten Differenz; und
 Senden des Aktorsignales an den mindestens einen Aktor.

[0167] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei der mindestens eine Brennstofffaktor (7 - 9) und der Luftfaktor (4) so verstellt werden, dass der Betrag der Differenz aus berechneter Brennleistung (23) und vorgegebener Brennleistung (23) einen weiteren, definierten Schwellwert unterschreitet.

[0168] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer aktuellen Brennleistung (23), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12), wobei für den zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) eine Funktion hinterlegt ist, welche eine Luftzufuhr (5) auf eine angeforderte Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) abbildet, das Verfahren umfassend den Schritt:

Korrigieren der hinterlegten Funktion anhand der aktuellen Brennleistung (23).

[0169] Die vorliegende Offenbarung lehrt insbesondere eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer aktuellen Brennleistung (23), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12), wobei für den zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) eine umkehrbar eindeutige Funktion hinterlegt ist, welche eine Luftzufuhr (5) auf eine angeforderte Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) abbildet, das Verfahren umfassend den Schritt:

Korrigieren der hinterlegten Funktion anhand der aktuellen Brennleistung (23).

[0170] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines zu-

sätzlichen Luftzufuhrsensors (12), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines Signales vom zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12);
 Verarbeiten des vom zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) aufgezeichneten Signales zu einem Messwert der Luftzufuhr (5);
 Berechnen eines Funktionswertes in Abhängigkeit vom Messwert der Luftzufuhr (5) anhand der hinterlegten Funktion; und
 Bestimmen eines multiplikativen Faktors aus dem Quotienten der aktuellen Brennleistung (23) und des berechneten Funktionswertes.

[0171] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines zusätzlichen Luftzufuhrsensors (12) und eines berechneten Funktionswertes, wobei die hinterlegte Funktion mindestens einen hinterlegten Wert umfasst, das Verfahren umfassend den Schritt:

Korrigieren der hinterlegten Funktion durch den multiplikativen Faktor, indem der multiplikative Faktor auf den mindestens einen hinterlegten Wert der hinterlegten Funktion angewandt wird.

[0172] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines zusätzlichen Luftzufuhrsensors (12) und eines berechneten Funktionswertes, wobei die hinterlegte Funktion mehrere hinterlegte Werte umfasst, das Verfahren umfassend den Schritt:

Korrigieren der hinterlegten Funktion durch den multiplikativen Faktor, indem der multiplikative Faktor auf alle hinterlegten Werte der hinterlegten Funktion angewandt wird.

[0173] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines zusätzlichen Luftzufuhrsensors (12),

wobei ein Signal vom zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) aufgezeichnet wird;
 wobei die Korrektur der Funktion durch einen multiplikativen Faktor erfolgt, der auf jeden Wert der hinterlegten Funktion angewandt wird; und
 wobei der multiplikative Faktor aus dem Quotienten der bestimmten Brennleistung (23) und dem aus dem aufgezeichneten Messwert berechneten Funktionswert bestimmt wird.

[0174] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer korrigierten, hinterlegten Funktion, das Verfahren umfassend den Schritt:

Verstellen des Luftfaktors (4) anhand der angeforderten Brennleistung (23) und anhand der korrigierten, hinterlegten Funktion.

[0175] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer

korrigierten, hinterlegten Funktion, das Verfahren umfassend den Schritt:

schnelles Verstellen des Luftaktors (4) anhand der angeforderten Brennstoffleistung (23) und anhand der korrigierten, hinterlegten Funktion.

[0176] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Vergleichswertes, wobei für zwei Brennstoffe mit verschiedenen Brennstoffparametern jeweils eine Kennlinie (30, 31) eines Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) in Abhängigkeit von einer angeforderten Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) hinterlegt ist, das Verfahren umfassend die Schritte:

Erzeugen eines Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) aus dem bestimmten Vergleichswert;

Berechnen eines Gewichtungsfaktors aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31) und aus dem Aktorsignal für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9); und

Bestimmen einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) in Abhängigkeit einer angeforderten Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) aus dem Gewichtungsfaktor und aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31).

[0177] Indem die Brennstoffparameter der zwei Brennstoffe verschieden sind, handelt es sich nicht um die gleichen Brennstoffparameter. Indem die Brennstoffparameter der zwei Brennstoffe verschieden sind, handelt es sich nicht um identische Brennstoffparameter.

[0178] Das Aktorsignal für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) ergibt sich vorzugsweise aus der vorgenannten Regelung der aktuellen Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) auf eine Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1). Das heisst, dass das Verfahren unter Einbezug eines Gewichtungsfaktors die Schritte umfasst:

Bilden einer Differenz zwischen der aktuellen Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);

Erzeugen eines Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) aus der Differenz zwischen der aktuellen Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und der Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);

Berechnen eines Gewichtungsfaktors aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31) und aus dem Aktorsignal für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9); und

Bestimmen einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) in Abhängigkeit einer angeforderten Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) aus dem Gewichtungsfaktor und aus den für die zwei Brennstoffe hin-

terlegten Kennlinien (30, 31).

[0179] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9), das Verfahren umfassend den Schritt: Berechnen der Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) als gewichteter, arithmetischer Mittelwert aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31), wobei die Gewichtung des arithmetischen Mittelwertes als Funktion des Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) erfolgt.

[0180] Die vorliegende Offenbarung lehrt insbesondere eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Gewichtungsfaktors, das Verfahren umfassend den Schritt:

Berechnen der Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) als gewichteter, arithmetischer Mittelwert aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31), wobei die Gewichtung des arithmetischen Mittelwertes als Funktion des Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) erfolgt.

[0181] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9), das Verfahren umfassend den Schritt:

Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) anhand der angeforderten Brennstoffleistung (23) und anhand der Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9).

[0182] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9), das Verfahren umfassend den Schritt:

schnelles Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) anhand der angeforderten Brennstoffleistung (23) und anhand der Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9).

[0183] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei bei für schnelle Änderungen der Brennstoffleistung (23) für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) die berechnete Kennlinie in Abhängigkeit der Brennstoffleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) verwendet wird.

[0184] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug zweier Brennstoffe mit verschiedenen Brennstoffparametern,

wobei der erste Brennstoffparameter des ersten Brennstoffes eine erste Brennstoffzusammensetzung oder eine erste Brenngaszusammensetzung oder eine erste Brennstoffmischung oder eine erste Brenngasmischung ist; und

wobei der zweite Brennstoffparameter des zweiten

Brennstoffes eine von der ersten Brennstoffzusammensetzung verschiedene, zweite Brennstoffzusammensetzung oder eine von der ersten Brenngaszusammensetzung verschiedene, zweite Brenngaszusammensetzung oder eine von der ersten Brennstoffmischung verschiedene, zweite Brennstoffmischung oder eine von der ersten Brenngasmischung verschiedene, zweite Brenngasmischung ist.

[0185] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug zweier Brennstoffe mit verschiedenen Brennstoffparametern,

wobei der erste Brennstoffparameter des ersten Brennstoffes ein erster Brennstoffeingangsdruck oder ein erster Brenngaseingangsdruck ist; und wobei der zweite Brennstoffparameter des zweiten Brennstoffes ein vom ersten Brennstoffeingangsdruck verschiedener, zweiter Brennstoffeingangsdruck oder ein vom ersten Brenngaseingangsdruck verschiedener, zweiter Brenngaseingangsdruck ist.

[0186] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren unter Einbezug eines Brennstoffparameters, wobei als zwei verschiedene Brennstoffparameter zwei unterschiedliche Eingangsdrücke eines Brennstoffes und/oder Brenngases verwendet werden oder eine unterschiedliche Zusammensetzung von zwei Brennstoffen und/oder Brenngasen verwendet werden.

[0187] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren zweier Brennstoffparameter, wobei als zwei verschiedene Brennstoffparameter zwei unterschiedliche Eingangsdrücke eines Brennstoffes und/oder Brenngases verwendet werden.

[0188] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens zwei Sicherheitsabsperrventile (7, 8) zur Unterbrechung der Brennstoffzufuhr (6) zum Feuerraum (2), das Verfahren umfassend die Schritte:

Erkennen eines Flammenabrisses, wenn das erste Signal kleiner ist als ein dem ersten Temperatursensor (19) zugehöriges, vorgegebenes Signal oder wenn das zweite Signal kleiner ist als ein dem zweiten Temperatursensor (20) zugehöriges, vorgegebenes Signal; und infolge des Erkennens des Flammenabrisses, Schliessen zumindest eines der Sicherheitsabsperrventile (7, 8), so dass die Brennstoffzufuhr (6) unterbrochen wird.

[0189] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens zwei Sicherheitsabsperrventile (7, 8) zur Unterbrechung der Brennstoffzufuhr (6) zum Feuerraum (2),

wobei zumindest zwei der Temperatursensoren (19, 20) zur Überwachung einer Flamme im Feuerraum (2) verwendet werden; wobei bei Unterschreiten eines dem Temperatursensor (19, 20) zugehörigen, vorgegebenen Signales ein Flammenabriss erkannt wird; und daraufhin zumindest eines der Sicherheitsabsperrventile (7, 8) geschlossen wird, so dass die Brennstoffzufuhr (6) unterbrochen wird.

[0190] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens zwei Sicherheitsabsperrventile (7, 8) zur Unterbrechung der Brennstoffzufuhr (6) zum Feuerraum (2), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bilden einer Differenz zwischen dem ersten Signal und dem zweiten Signal;
Erkennen eines Flammenabrisses, wenn die Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Signal kleiner ist als ein Schwellwert für einen Flammenabriss; und infolge des Erkennens des Flammenabrisses, Schliessen zumindest eines der Sicherheitsabsperrventile (7, 8), so dass die Brennstoffzufuhr (6) unterbrochen wird.

[0191] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem eines der vorgenannten Verfahren, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens zwei Sicherheitsabsperrventile (7, 8) zur Unterbrechung der Brennstoffzufuhr (6) zum Feuerraum (2),

wobei zumindest zwei der Temperatursensoren (19, 20) zur Überwachung einer Flamme im Feuerraum (2) verwendet werden; wobei anhand von zumindest zwei Temperatursensoren (19, 20) ein Betrag einer Differenz der Signale der Temperatursensoren (19, 20) gebildet wird; wobei bei Unterschreiten des Betrages der Differenz der Temperaturwerte unter einen Schwellwert ein Flammenabriss erkannt wird; und daraufhin zumindest eines der Sicherheitsabsperrventile (7, 8) geschlossen wird, so dass die Brennstoffzufuhr (6) unterbrochen wird.

[0192] Die vorliegende Offenbarung lehrt darüber hinaus eines der vorgenannten Verfahren und Einbezug eines korrigierenden Aktorsignales, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend mindestens zwei Sicherheitsabsperrventile (7, 8) zur Unterbrechung der Brennstoffzufuhr (6) zum Feuerraum (2),

Bilden einer Leistungsdifferenz zwischen der mindestens einen ersten Brennstoffleistung (23) und der mindestens einen dritten Brennstoffleistung (23);
Vergleichen der Leistungsdifferenz mit einem

Schwellwert; und
Schliessen zumindest eines der Sicherheitsabsperrentile (7, 8), falls die Leistungsdifferenz grösser ist als der Schwellwert.

[0193] Die vorliegende Offenbarung lehrt eines der vorgenannten Verfahren, wobei als Brennstoff reiner Wasserstoff oder eine Mischung aus einem kohlenwasserstoffhaltigen Brenngas mit Wasserstoff verwendet wird.

[0194] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem ein Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass die Verbrennungsvorrichtung (1) die Verfahrensschritte eines der vorgenannten Verfahren ausführt.

[0195] Die vorliegende Offenbarung lehrt weiterhin ein Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) einer der vorgenannten Verbrennungsvorrichtungen (1) die Verfahrensschritte eines der vorgenannten Verfahren ausführt.

[0196] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem ein Computerprogramm umfassend Befehle, die bewirken, dass eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) einer der vorgenannten Verbrennungsvorrichtungen (1) die Verfahrensschritte eines der vorgenannten Verfahren ausführt.

[0197] Die vorliegende Offenbarung lehrt ferner ein Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass eine der vorgenannten Verbrennungsvorrichtungen (1) die Verfahrensschritte eines der vorgenannten Verfahren ausführt.

[0198] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem ein Computerprogramm umfassend Befehle, die bewirken, dass eine der vorgenannten Verbrennungsvorrichtungen (1) die Verfahrensschritte eines der vorgenannten Verfahren ausführt.

[0199] Die vorliegende Offenbarung lehrt zudem ein computerlesbares Medium, auf dem eines der vorgenannten Computerprogramme gespeichert ist.

[0200] Die vorliegende Offenbarung lehrt ausserdem ein computerlesbares Medium, auf dem eines der vorgenannten Computerprogrammprodukte gespeichert ist.

[0201] Die vorgenannten computerlesbaren Medien sind vorzugsweise tangibel. Idealerweise sind die computerlesbaren Medien nicht-flüchtig.

[0202] 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.

Bezugszeichen

[0203]

- | | |
|----|---|
| 5 | 1: Verbrennungsvorrichtung |
| | 2: Feuerraum |
| | 3: Brenner |
| | 4: Gebläse |
| | 5: Luftzufuhr |
| 10 | 6: Brennstoffzufuhr |
| | 7: Sicherheitsabsperrentil |
| | 8: Sicherheitsabsperrentil |
| | 9: Brennstoffdosierventil, insbesondere Brenngasdosierventil |
| 15 | 10: Abgaskanal |
| | 11: Luftzufuhrsignal |
| | 12: Luftzufuhrsensor, beispielsweise Gebläsedrehzahlsensor |
| | 13: Regel- und/oder Steuereinrichtung |
| 20 | 14: Leitung für das Gebläseansteuersignal |
| | 15: Leitung für die Rückmeldung der Luftzufuhr, beispielsweise Gebläsedrehzahlrückmeldung |
| | 16: Leitung für das Ansteuersignal für ein Sicherheitsabsperrentil |
| 25 | 17: Leitung für das Ansteuersignal für ein Sicherheitsabsperrentil |
| | 18: Leitung für das Ansteuersignal für ein Brennstoffdosierventil |
| | 19: erster Sensor im Feuerraum |
| 30 | 20: erster Sensor im Feuerraum |
| | 21: Leitung für das Messsignal vom ersten Sensor im Feuerraum und Signal aus dieser Leitung |
| | 22: Leitung für das Messsignal vom zweiten Sensor im Feuerraum und Signal aus dieser Leitung |
| 35 | 23: Brennleistung |
| | 24: Kennlinie der Brennleistung über dem gemessenen Messsignal des ersten Sensors im Feuerraum |
| | 25: Kennlinie der Brennleistung über dem gemessenen Messsignal des zweiten Sensors im Feuerraum |
| 40 | 26: Kennlinie der Brennleistung über dem gemessenen Messsignal des ersten Sensors im Feuerraum bei abgemagertem Gemisch |
| | 27: Kennlinie der Brennleistung über dem gemessenen Messsignal des zweiten Sensors im Feuerraum bei abgemagertem Gemisch |
| 45 | 28: Kennlinie des Luftsensorsignales vor Änderung des Abgasweges zur Modulation |
| | 29: Kennlinie des Luftsensorsignales nach Änderung des Abgasweges zur Modulation |
| 50 | 30: Stellkennlinie Brennstoffzufuhr über Brennstoffansteuerung für einen hochkalorischen Brennstoff, insbesondere ein hochkalorisches Brenngas, und/oder einen hohen Eingangsdruck |
| | 31: Stellkennlinie Brennstoffzufuhr über Brennstoffansteuerung für einen niederkalorischen Brennstoff, insbesondere ein niederkalorisches Brenngas, und/oder einen tiefen Eingangsdruck |
| 55 | 32: von der Verbrennungsvorrichtung ermittelte |

Kennlinie passend zu den aktuellen Brennstoffparametern und/oder Brenngasparametern zur Modulation

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Verbrennungsvorrichtung (1), die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) zum Erzeugen einer Brennstoffzufuhr (6) und einen Luftfaktor (4) zum Erzeugen einer Luftzufuhr (5), das Verfahren umfassend die Schritte:

Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) und/oder des Luftfaktors (4);

Aufzeichnen eines ersten Signales vom ersten Temperatursensor (19);

Ermitteln mindestens einer ersten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom ersten Signal unter Verwendung einer ersten Kennlinie (24), welche für den ersten Temperatursensor (19) einen ersten Verlauf einer Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem ersten Signal vom ersten Temperatursensor (19) angibt; Aufzeichnen eines zweiten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);

Ermitteln mindestens einer zweiten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom zweiten Signal unter Verwendung einer zweiten Kennlinie (25), welche für den zweiten Temperatursensor (20) einen zweiten Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem zweiten Signal vom zweiten Temperatursensor (20) angibt;

Bestimmen eines Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23); und

Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als ein vorgegebener Schwellwert.

2. Das Verfahren gemäss Anspruch 1, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend einen weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2), wobei der weitere Temperatursensor verschieden ist vom ersten Temperatursensor (19) und verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines weiteren Signales vom weiteren Temperatursensor im Feuerraum (2) zu-

sätzlich zur Aufzeichnung der Signale vom ersten und vom zweiten Temperatursensor (19, 20);

Ermitteln mindestens einer weiteren Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom weiteren Signal unter Verwendung einer weiteren Kennlinie, welche für den weiteren Temperatursensor einen weiteren Verlauf der Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) über dem weiteren Signal vom weiteren Temperatursensor angibt;

Bestimmen des Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen zweiten ermittelten Brennleistung (23) und aus der mindestens einen weiteren ermittelten Brennleistung (23); und

Wiederholen der vorgenannten Schritte, bis der bestimmte Vergleichswert kleiner ist als der vorgegebener Schwellwert.

3. Das Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 2, das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen einer Differenz zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23); und

Bestimmen des Vergleichswertes als Betrag der Differenz zwischen der mindestens einen ersten und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

4. Das Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, das Verfahren umfassend die Schritte:

Bilden von Paaren aus allen ermittelten Brennleistungen (23);

Bestimmen von Differenzen zu allen gebildeten Paaren zwischen den jeweils ermittelten Brennleistungen (23);

Quadrieren aller bestimmten Differenzen; und Bestimmen des Vergleichswertes als Summe aller quadrierten Differenzen.

5. Das Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Bestimmen eines ersten Vergleichswertes aus der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23);

Erzeugen eines korrigierenden Aktorsignales aus dem ersten Vergleichswert;

Senden des aus dem ersten Vergleichswert erzeugten, korrigierenden Aktorsignales an den

mindestens einen Aktor zur Annäherung der ermittelten Brennleistungen (23);
nach dem Senden des korrigierenden Aktorsignales:

Aufzeichnen eines dritten Signales vom ersten Temperatursensor (19);
Aufzeichnen eines vierten Signales vom zweiten Temperatursensor (20);
Ermitteln mindestens einer dritten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom dritten Signal unter Verwendung der ersten Kennlinie (24);
Ermitteln mindestens einer vierten Brennleistung (23) in Abhängigkeit vom vierten Signal unter Verwendung der zweiten Kennlinie (25); und
Bestimmen eines zweiten Vergleichswertes aus der mindestens einen dritten Brennleistung (23) und der mindestens einen vierten Brennleistung (23), wobei der zweite Vergleichswert infolge der Annäherung der ermittelten Brennleistungen (23) kleiner ist als der erste Vergleichswert.

6. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, das Verfahren umfassend den Schritt:

Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als Mittelwert der mindestens einen ersten Brennleistung (23) und der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

7. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, das Verfahren umfassend den Schritt:
Bestimmen einer aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) als ein erster Leistungswert selektiv ausgewählt aus

- der mindestens einen ersten Brennleistung (23),
- der mindestens einen zweiten Brennleistung (23).

8. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 7, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend mindestens einen Aktor ausgewählt aus dem mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) und aus dem Luftfaktor (4), das Verfahren umfassend die Schritte:

Berechnen einer Differenz zwischen der aktuellen Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) und einer Sollleistung der Verbrennungsvorrichtung (1);
Erzeugen eines Aktorsignales aus der berechneten Differenz; und
Senden des Aktorsignales an den mindestens

einen Aktor.

9. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 8, die Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12), wobei für den zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) eine Funktion hinterlegt ist, welche eine Luftzufuhr (5) auf eine angeforderte Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) abbildet, das Verfahren umfassend den Schritt:
Korrigieren der hinterlegten Funktion anhand der aktuellen Brennleistung (23).

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei die hinterlegte Funktion mindestens einen hinterlegten Wert umfasst, das Verfahren umfassend die Schritte:

Aufzeichnen eines Signales vom zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12);
Verarbeiten des vom zusätzlichen Luftzufuhrsensor (12) aufgezeichneten Signales zu einem Messwert der Luftzufuhr (5);
Berechnen eines Funktionswertes in Abhängigkeit vom Messwert der Luftzufuhr (5) anhand der hinterlegten Funktion;
Bestimmen eines multiplikativen Faktors aus dem Quotienten der aktuellen Brennleistung (23) und des berechneten Funktionswertes; und
Korrigieren der hinterlegten Funktion durch den multiplikativen Faktor, indem der multiplikative Faktor auf den mindestens einen hinterlegten Wert der hinterlegten Funktion angewandt wird.

11. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei für zwei Brennstoffe mit verschiedenen Brennstoffparametern jeweils eine Kennlinie (30, 31) eines Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) in Abhängigkeit von einer angeforderten Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) hinterlegt ist, das Verfahren umfassend die Schritte:

Erzeugen eines Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) aus dem bestimmten Vergleichswert;
Berechnen eines Gewichtungsfaktors aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31) und aus dem Aktorsignal für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9); und
Bestimmen einer Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstofffaktors (7 - 9) in Abhängigkeit einer angeforderten Brennleistung (23) der Verbrennungsvorrichtung (1) aus dem Gewichtungsfaktor und aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31).

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 11, das Verfahren

umfassend den Schritt:

Berechnen der Kennlinie (32) zum Verstellen des mindestens einen Brennstoffaktors (7 - 9) als gewichteter, arithmetischer Mittelwert aus den für die zwei Brennstoffe hinterlegten Kennlinien (30, 31), wobei die Gewichtung des arithmetischen Mittelwertes als Funktion des Aktorsignales für den mindestens einen Brennstofffaktor (7 - 9) erfolgt.

13. Verbrennungsvorrichtung (1) umfassend einen Feuerraum (2) und einen ersten Temperatursensor (19) im Feuerraum (2) und einen zweiten Temperatursensor (20) im Feuerraum (2), wobei der erste Temperatursensor (19) verschieden ist vom zweiten Temperatursensor (20), mindestens einen Zufuhrkanal in Fluidverbindung mit dem Feuerraum (2), mindestens einen Aktor ausgewählt aus mindestens einem Brennstofffaktor (7 - 9) und aus einem Luftaktor (4), wobei der mindestens eine Aktor auf den mindestens einen Zufuhrkanal wirkt, die Verbrennungsvorrichtung (1) zusätzlich umfassend eine Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) in kommunikativer Verbindung mit dem ersten Temperatursensor (19), dem zweiten Temperatursensor (20) und dem mindestens einen Aktor, wobei die Regel- und/oder Steuereinrichtung (13) ausgebildet ist zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12.
14. Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass die Verbrennungsvorrichtung (1) des Anspruches 13 die Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausführt.
15. Computerlesbares Medium, auf dem das Computerprogrammprodukt nach Anspruch 14 gespeichert ist.

40

45

50

55

FIG 1

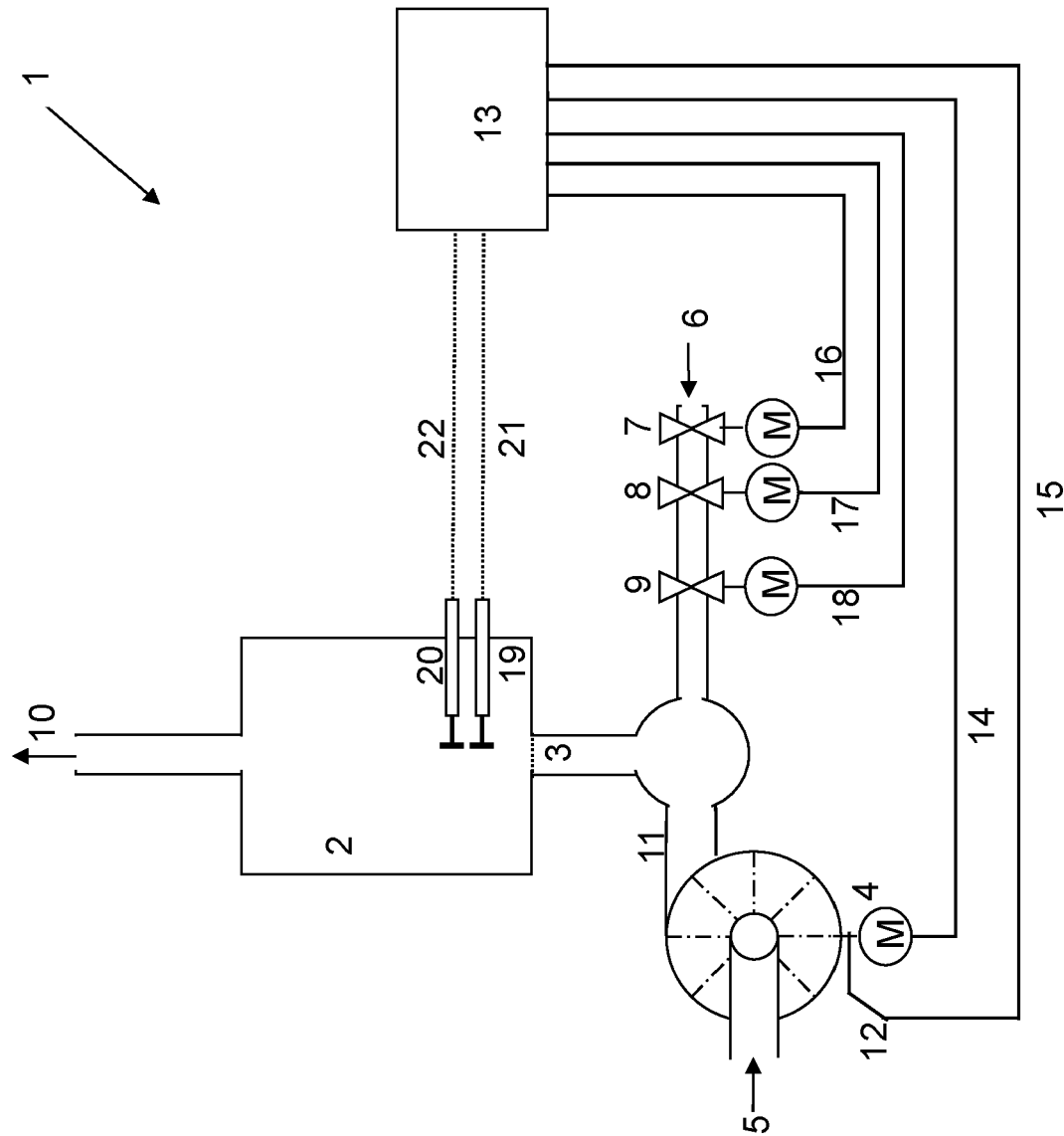


FIG 2

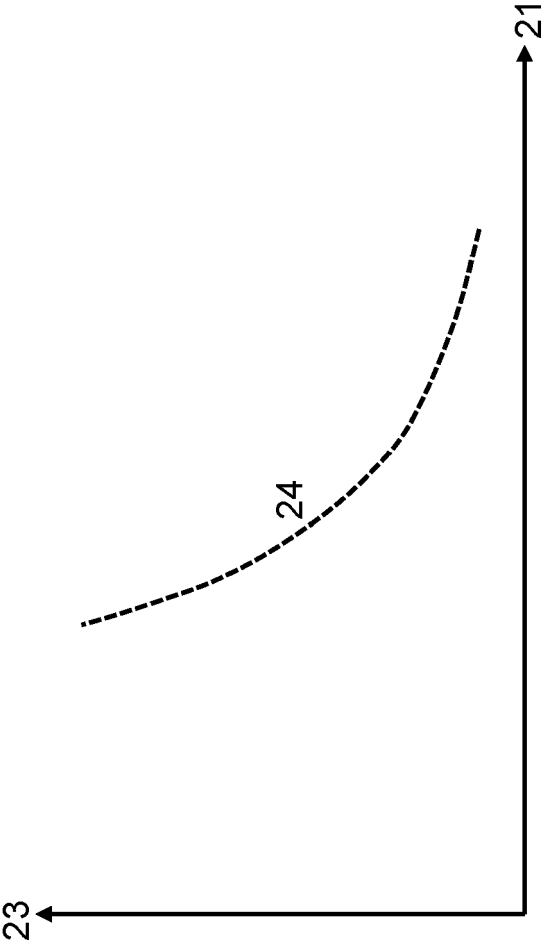


FIG 3

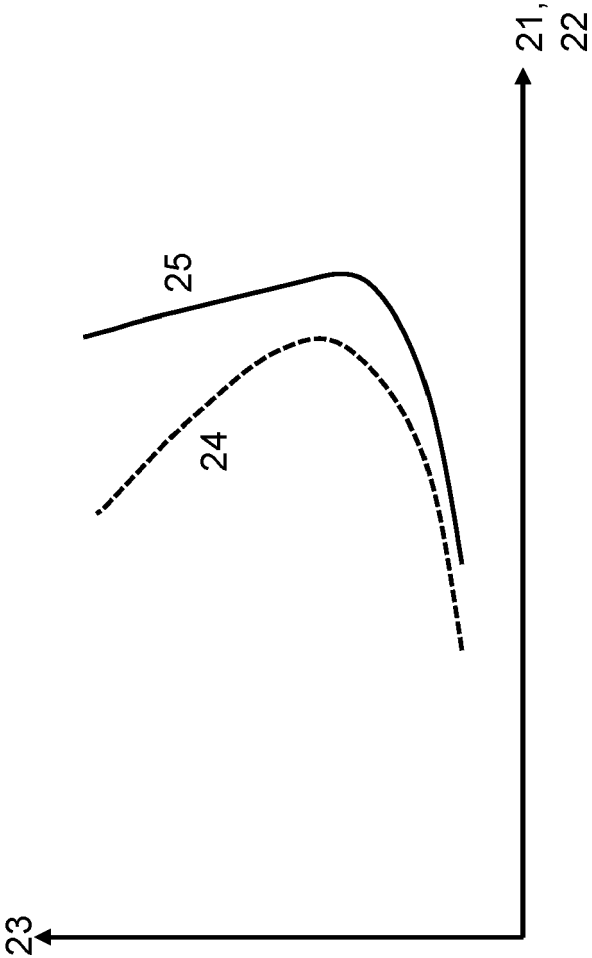


FIG 4

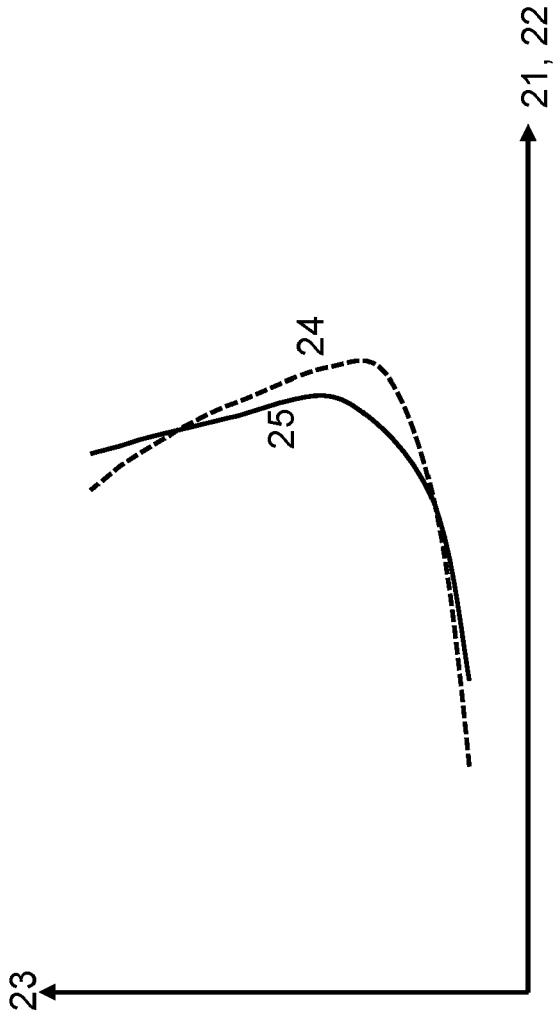


FIG 5

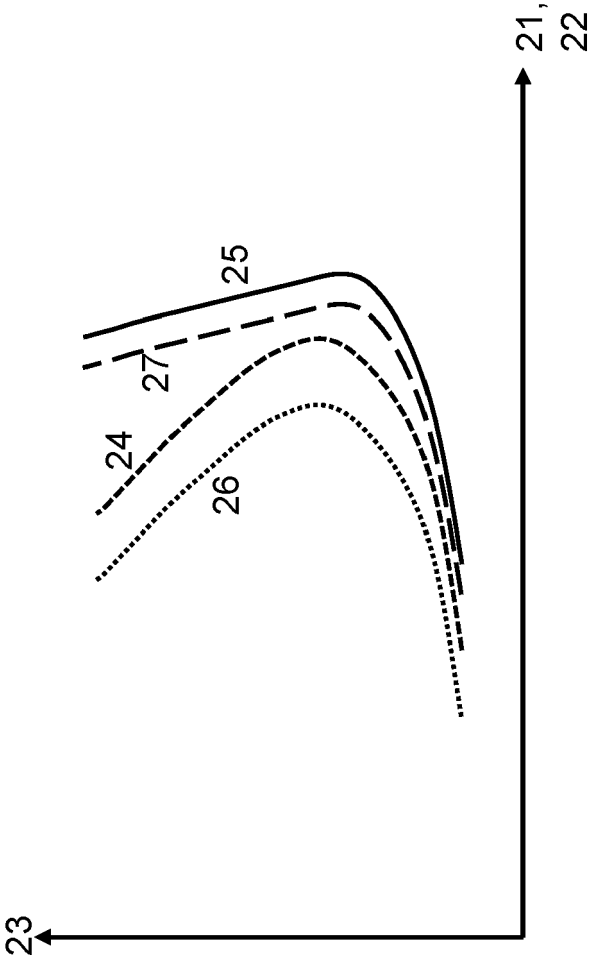


FIG 6

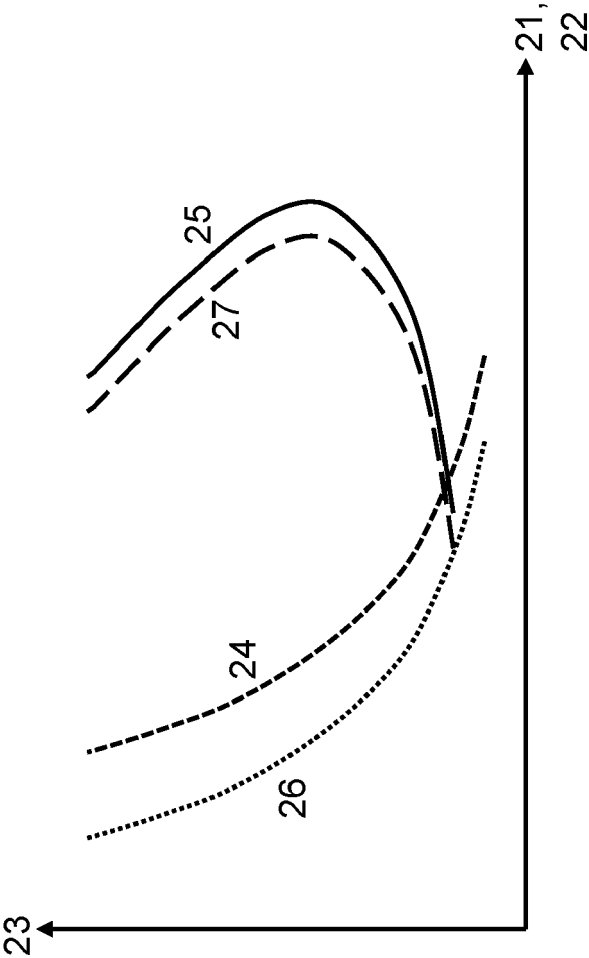


FIG 7

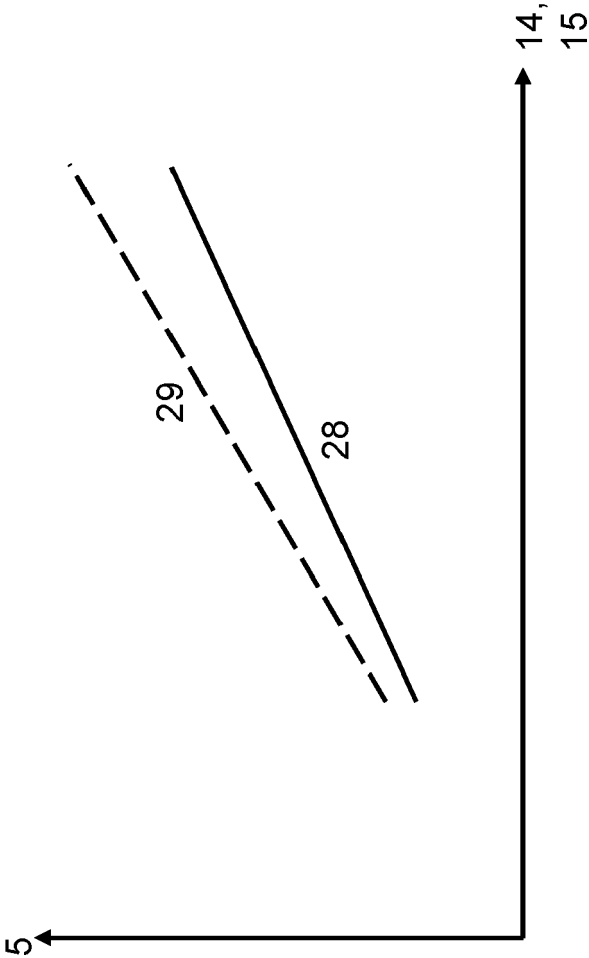
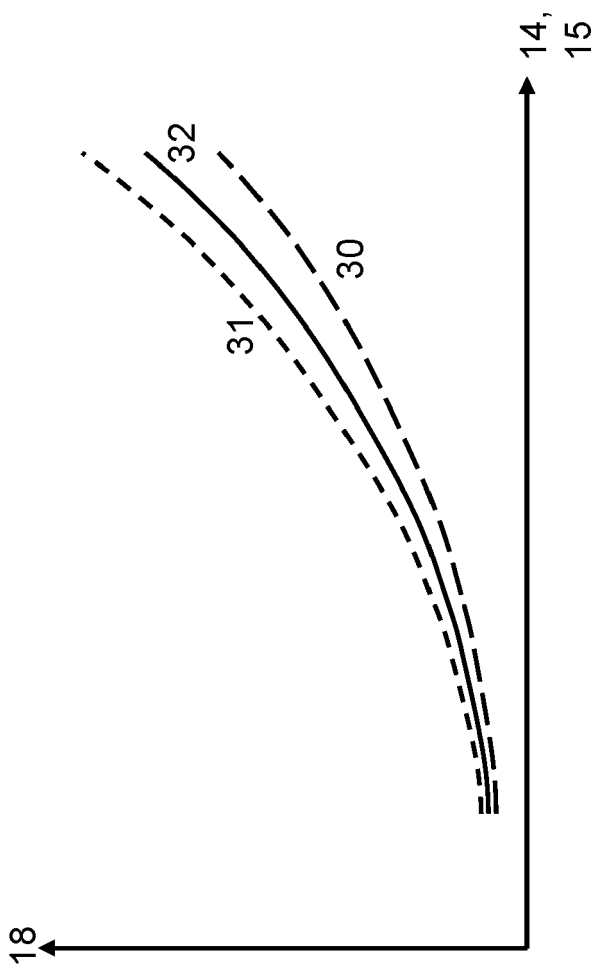


FIG 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 18 6229

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 100 45 272 A1 (HEATEC THERMOTECHNIK GMBH [DE]) 28. März 2002 (2002-03-28) * Absatz [0007] - Absatz [0040]; Abbildungen 1-7 *	1, 13	INV. F23N1/02
A	WO 2004/015333 A2 (MERLONI TERMOSANITARI SPA [IT]; VENANZONI MARCELLO [IT] ET AL.) 19. Februar 2004 (2004-02-19) * Seite 7, Zeile 27 - Seite 30, Zeile 17; Abbildungen 1-16 *	1, 13	
A	DE 197 34 574 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. Februar 1999 (1999-02-11) * Absatz [0003] - Absatz [0019]; Abbildungen 1-4 *	1, 13	
A	DE 296 12 014 U1 (BUDERUS HEIZTECHNIK GMBH [DE]) 5. September 1996 (1996-09-05) * das ganze Dokument *	1, 13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 9. Januar 2022	Prüfer Theis, Gilbert
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 21 18 6229

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

09-01-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10045272 A1	28-03-2002	KEINE	
WO 2004015333 A2	19-02-2004	AU 2003247123 A1	25-02-2004
		CN 1675503 A	28-09-2005
		EP 1527303 A2	04-05-2005
		WO 2004015333 A2	19-02-2004
DE 19734574 A1	11-02-1999	DE 19734574 A1	11-02-1999
		EP 0898118 A2	24-02-1999
DE 29612014 U1	05-09-1996	KEINE	

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 1154202 A2 [0008]
- EP 1154202 B1 [0008]
- EP 1154202 B2 [0008] [0009] [0010] [0083]
- DE 102004030300 A1 [0011] [0012]
- DE 102004055716 A1 [0013] [0014] [0015]
- WO 2006000367 A1 [0016] [0017]
- WO 2015113638 A1 [0018] [0019]
- JP 2017040451 A [0020] [0021]
- EP 1902254 B1 [0028] [0057]