

(19)



(11)

EP 3 156 729 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.04.2017 Patentblatt 2017/16

(51) Int Cl.:
F23N 1/00 (2006.01) F23N 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16193405.4**

(22) Anmeldetag: **12.10.2016**

(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:
MA MD

(71) Anmelder: **MHG Heiztechnik GmbH**
21244 Buchholz in der Nordheide (DE)

(72) Erfinder: **SCHULZ, Dirk**
21629 Neu Wulmstorf (DE)

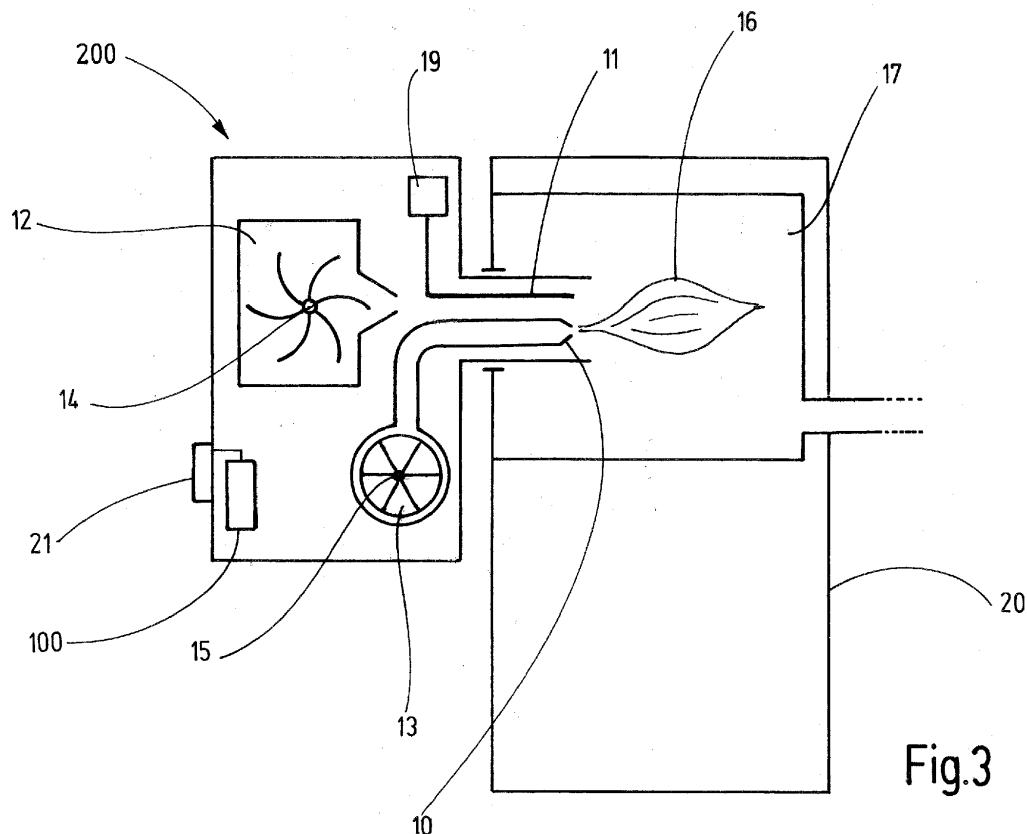
(74) Vertreter: **RGTH**
Patentanwälte PartGmbH
Neuer Wall 10
20354 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **12.10.2015 DE 102015117339**

(54) **VERFAHREN ZUR NACHKALIBRIERUNG EINER BRENNERVORRICHTUNG FÜR FLÜSSIGBRENNSTOFFE**

(57) Um ein Verfahren zur Kalibrierung einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe möglichst zuverlässig, einfach und automatisiert auszugestalten, wird vorgeschlagen, dass mindestens zwei Leistungsstufen nacheinander angesteuert werden, für jede Leistungs-

stufe ein tatsächlicher Überwachungswert ermittelt wird und der jeweilig ermittelte Überwachungswert als neuer erster Überwachungswert der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnet wird.

**Fig.3****EP 3 156 729 A2**

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kalibrierung einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung eines Startvorgangs einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe. Ferner betrifft die Erfindung eine Steuervorrichtung zur Ansteuerung einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe, wobei die Steuervorrichtung eine Kalibrierungsfunktion zur Kalibrierung der Brennvorrichtung aufweist. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe, wobei die Brennvorrichtung eine Düse, eine Elektrode, ein Gebläse zur Zuführung von Verbrennungsluft in den Bereich der Düse, eine Brennstoffpumpe zur Zuführung von flüssigem Brennstoff zur Düse und eine Steuervorrichtung zur Ansteuerung des Gebläses und der Brennstoffpumpe aufweist.

Stand der Technik

[0002] In der DE 7910213 U1 wird ein Ölbrenner mit einem an ein Gebläse für die Verbrennungsluft angeschlossenen Flammrohr und einem im Flammrohr liegenden Zerstäuber, der an eine Ölzuleitung und eine Druckluftleitung angeschlossen ist, beschrieben. Eine auf der gleichen Antriebswelle wie das Gebläse sitzende Ölpumpe, die als Zahnradpumpe ausgebildet ist, saugt das zu verfeuernde Öl über einen Ölfilter an und pumpt es dem Zerstäuber zu.

[0003] Beim erstmaligen Aufstellen bzw. Installieren einer Brennvorrichtung sowie auch beim Verändern einer Brennvorrichtung, beispielsweise nach Düsen austausch, Pumpentausch oder Umbau der Brennvorrichtung, ist es notwendig, die Brennvorrichtung zu kalibrieren. Hierbei handelt es sich um einen Vorgang, welcher üblicherweise manuell von einem Monteur durchgeführt werden muss und in der Regel recht aufwändig ist.

[0004] Auch bei bereits kalibrierten Brennvorrichtungen kann es im laufenden Betrieb aufgrund von veränderten Anlagebedingungen dazu führen, dass eine Überwachung des ordnungsgemäßen Betriebs der Brennvorrichtungen einen anscheinenden Fehlbetrieb der Brennvorrichtungen detektiert.

Darstellung der Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Nachkalibrierung einer Brennvorrichtung möglichst zuverlässig, einfach und automatisch durchführbar auszugestalten.

[0006] Erfindungsgemäß wird hierfür ein Verfahren zur Kalibrierung einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe vorgeschlagen. Das Kalibrierverfahren ist für eine

Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe, insbesondere Heizöl, Benzin, Diesel und flüssige Biokraftstoffe vorgesehen. Die Brennvorrichtung weist ein Gebläse zur Förderung von Verbrennungsluft, eine Brennstoffpumpe, z. B. eine Ölpumpe, zur Förderung von flüssigem Brennstoff, z. B. Öl, eine Düse sowie zumindest eine Elektrode auf. Mit der Düse und der mindestens einen Elektrode ragt die Brennvorrichtung in einen Brennraum eines Kessels hinein. Im Bereich der Düsenöffnung bildet sich bei Betrieb eine Flamme. Die Brennvorrichtung wird mittels einer Steuervorrichtung gesteuert. Des Weiteren weist die Steuervorrichtung eine Kalibrierfunktion auf, mit welcher das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann.

[0007] Das erfindungsgemäße Kalibrierverfahren ist vorzugsweise als Verfahren für eine Nachkalibrierung der Brennvorrichtung ausgebildet. Hierunter ist zu verstehen, dass die Brennvorrichtung mindestens bereits einmal, beispielsweise mittels einer Startkalibrierung, kalibriert wurde. Die Startkalibrierung kann auch als Vorstufe des Kalibrierverfahrens verstanden werden.

[0008] Zu mehreren Leistungsstufen weist die Brennvorrichtung jeweils einen vorgegebenen Überwachungssollwert und/oder einen vorgegebenen Überwachungssollwertebereich auf. Diese Parameter können beispielsweise in einem Speicher der Steuervorrichtung abgelegt sein. Der ordnungsgemäße Betrieb der Brennvorrichtung kann anhand dieser Sollwerte bzw. Sollwertbereiche regelmäßig überprüft werden. Es kann somit jederzeit erkannt werden, falls die Brennvorrichtung in einer vorgegebenen Leistungsstufe nicht ordnungsgemäß arbeitet bzw. nicht im vorgesehenen Parameterbereich operiert. Dies kann beispielsweise bei einer Umpositionierung der Anlage und einer Änderung der Erdung, bei Oxidation der Elektroden oder beim Ausbrennen von Ruß auftreten.

[0009] Erfindungsgemäß sieht das Verfahren zur Kalibrierung der Brennvorrichtung zumindest die folgenden Schritte vor:

- a.) Ansteuern der Brennvorrichtung mit einer ersten Leistungsstufe, wobei der ersten Leistungsstufe ein erster Überwachungssollwert und/oder ein erster Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung für die erste Leistungsstufe definiert wird; und
- b.) Ermitteln eines ersten Überwachungswertes bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung in dieser ersten Leistungsstufe; und
- c.) Zuordnen des ersten Überwachungswertes als neuer erster Überwachungssollwert zur ersten Leistungsstufe und/oder Zuordnen eines neuen ersten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem ersten Überwachungssollwert zur ersten Leistungsstufe; und
- d.) Ansteuern der Brennvorrichtung mit einer zweiten Leistungsstufe, wobei der zweiten Leistungsstufe

fe ein zweiter Überwachungssollwert und/oder ein zweiter Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung für die zweite Leistungsstufe definiert wird; und

e.) Ermitteln eines zweiten Überwachungswertes bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtungen in der zweiten Leistungsstufe; und
f.) Zuordnen des zweiten Überwachungswertes als neuer zweiter Überwachungssollwert zur zweiten Leistungsstufe und/oder Zuordnen eines neuen zweiten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem zweiten Überwachungssollwert zur zweiten Leistungsstufe.

[0010] Unter Zuordnen eines Überwachungswertes als neuer Überwachungssollwert bzw. unter Zuordnen eines neuen Überwachungssollwertebereichs ist im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Aktualisieren der Überwachungssollwerte bzw. der Überwachungssollwertebereiche zu verstehen. Hierfür können die vorgegebenen Überwachungssollwerte bzw. Überwachungssollwertebereiche für die einzelnen Leistungsstufen beispielsweise überschrieben werden.

[0011] Unter Ermitteln eines Überwachungswertes bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung in einer Leistungsstufe ist zu verstehen, dass in einer Leistungsstufe (beispielsweise der ersten Leistungsstufe oder der zweiten Leistungsstufe) ein Überwachungswert gemessen wird oder ein mit dem Überwachungswert korrespondierender Wert gemessen und der Überwachungswert selbst daraus berechnet wird. Der Überwachungswert dient zur Flammüberwachung der Brennvorrichtung.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Kalibrierung der Brennvorrichtung sieht somit vor, dass zumindest zwei Leistungsstufen (eine erste Leistungsstufe und eine zweite Leistungsstufe) angesteuert werden und die diesen Leistungsstufen ursprünglich vorgegebenen Überwachungssollwerte bzw. Überwachungssollwertebereiche aktualisiert werden. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Verfahren in der Reihenfolge der Verfahrensschritte a.) bis f.) durchgeführt wird.

[0013] Bevorzugterweise ist vorgesehen, dass mindestens eine weitere Leistungsstufe, d. h. eine dritte Leistungsstufe, angesteuert wird und der der dritten Leistungsstufe ursprünglich zugeordnete Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich aktualisiert wird. Hierfür sind zumindest die folgenden weiteren Schritte in der vorgegebenen Reihenfolge vorgesehen:

g.) Ansteuern der Brennvorrichtung mit einer dritten Leistungsstufe, wobei der dritten Leistungsstufe ein dritter Überwachungssollwert und/oder ein dritter Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung für die dritte Leistungsstufe definiert wird; und

h.) Ermitteln eines dritten Überwachungswertes bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung in der dritten Leistungsstufe; und

i.) Zuordnen des dritten Überwachungswertes als neuer dritter Überwachungssollwert zur dritten Leistungsstufe und/oder zur Zuordnen eines neuen dritten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem dritten Überwachungssollwert zur dritten Leistungsstufe.

[0014] Besonders bevorzugterweise können noch weitere, beispielsweise eine vierte und eine fünfte Leistungsstufe angesteuert werden.

[0015] Bevorzugterweise weist die Brennvorrichtung bzw. die Steuervorrichtung der Brennvorrichtung nicht nur für die einzelnen Leistungsstufen vorgegebene Überwachungssollwerte bzw. Überwachungssollwertebereiche auf, sondern der Brennvorrichtung sind zusätzlich auch Überwachungssollwerte bzw. Überwachungssollwertebereiche zwischen den einzelnen Leistungsstufen, beispielsweise mittels einer Überwachungssollwerte-Kennlinie, vorgegeben. Eine derartige Überwachungssollwerte-Kennlinie könnte beispielsweise durch Interpolation der Überwachungssollwerte für einzelne Leistungsstufen erstellt sein und in einem Speicher der Steuervorrichtung der Brennvorrichtung abgespeichert bzw. hinterlegt sein.

[0016] Vorteilhafterweise ist bei dem Verfahren zur Kalibrierung bzw. Nachkalibrierung vorgesehen, dass nachdem mindestens zwei, bevorzugterweise mindestens drei, Leistungsstufen angesteuert wurden und die entsprechenden Überwachungssollwerte bzw. Überwachungssollwertebereiche aktualisiert wurden, die Überwachungssollwerte-Kennlinie durch erneute Interpolation neu erstellt bzw. aktualisiert wird.

[0017] Ferner ist bevorzugterweise vorgesehen, dass vor Schritt a.) in einer vorgegebenen Leistungsstufe überprüft wird, ob die Brennvorrichtung in einem für die vorgegebene Leistungsstufe vorgesehenen Betrieb läuft. Für die Überprüfung im laufenden Betrieb kann beispielsweise ein Überwachungswert in regelmäßigen Zeitabständen in einer vorgegebenen Leistungsstufe (der momentanen Leistungsstufe der Brennvorrichtung) ermittelt und mit dem für diese Leistungsstufe zugeordneten Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich verglichen werden. Liegt der tatsächlich ermittelte Überwachungswert in der vorgegebenen Leistungsstufe außerhalb des für diese Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs, ist bevorzugterweise vorgesehen, dass das Verfahren zur Kalibrierung mit Schritt a) gestartet wird.

[0018] Bevorzugterweise kann vor und/oder nach der Kalibrierung die Brennvorrichtung mehrmals neu gestartet werden. Nach mindestens einem Neustart oder besonders bevorzugterweise nach mehreren, sowie ganz besonders bevorzugterweise nach sämtlichen, Neustarts, wird der tatsächliche Überwachungswert in einer neuen vorgegebenen Leistungsstufe, z. B. einer

Zündposition bzw. Startleistungsstufe, ermittelt und mit dem für diese neue vorgegebene Leistungsstufe zugeordneten Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich verglichen.

[0019] Des Weiteren ist bevorzugterweise vorgesehen, dass die Kalibrierung mit Schritt a) nur bis zu einer vorgegebenen maximalen Betriebsstundengrenze der Brennvorrichtung gestartet wird. Die maximale Betriebsstundengrenze kann vorzugsweise 72 Betriebsstunden, besonders bevorzugterweise 48 Betriebsstunden und ganz besonders bevorzugterweise 24 Betriebsstunden betragen. Vorzugsweise wird die Kalibrierung bis zu der vorgegebenen maximalen Betriebsstundengrenze gestartet, wenn der tatsächlich ermittelte Überwachungswert in der vorgegebenen Leistungsstufe außerhalb des für diese Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs liegt. Besonders bevorzugterweise wird die Brennvorrichtung nach Ablauf der vorgegebenen maximalen Betriebsstundengrenze neu gestartet, falls der tatsächlich ermittelte Überwachungswert in der vorgegebenen Leistungsstufe außerhalb des für diese Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs liegt. Besonders bevorzugterweise sind maximal zehn, sowie ganz besonders bevorzugterweise maximal fünf, Neustarts hintereinander vorgesehen, falls der tatsächliche Überwachungswert in der neuen vorgegebenen Leistungsstufe wiederholt außerhalb des für diese neu vorgegebene Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs liegt und die maximale Betriebsstundengrenze überschritten ist. Liegt der tatsächlich ermittelte Überwachungswert in der vorgegebenen Leistungsstufe auch nach mehrmaligen Neustarts weiterhin außerhalb des für diese Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs, kann die Brennvorrichtung abgeschaltet und verriegelt werden. Durch diese Störabschaltung kann ein weiterer Betrieb der Brennvorrichtung außerhalb des vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs vermieden werden. Es kann dann eine manuelle oder automatische Startkalibrierung durchgeführt werden.

[0020] Auch ist bevorzugterweise vorgesehen, dass für den Überwachungssollwertebereich einer höheren Leistungsstufe eine kleinere oder größere Toleranzspanne festgelegt wird als für den Überwachungssollwertebereich einer niedrigeren Leistungsstufe. Zum Beispiel könnte für die erste Leistungsstufe eine kleinere oder größere Toleranzspanne für den Überwachungssollwertebereich festgelegt werden als für die zweite und/oder dritte Leistungsstufe. Die Toleranzspanne eines Überwachungssollwertebereichs könnte besonders bevorzugterweise kontinuierlich mit Zunahme der Leistung kleiner oder größer festgelegt werden.

[0021] Grundsätzlich könnte die Kalibrierung mit jeder Leistungsstufe, beispielsweise mit der niedrigsten oder der höchsten Leistungsstufe, begonnen werden. Es ist aber bevorzugterweise vorgesehen, dass die erste Leistungsstufe einer maximalen Leistungsstufe der Brennvorrichtung entspricht und/oder dass die zweite oder drit-

te Leistungsstufe einer minimalen Leistungsstufe der Brennvorrichtung entspricht. Die Kalibrierung beginnt somit bevorzugterweise mit der maximalen Leistungsstufe bzw. bei Großlast und wird dann mit einer kleineren Leistungsstufe fortgeführt. Falls drei oder mehr Leistungsstufen im Kalibrierverfahren angefahren bzw. angesteuert werden, könnte die letzte Leistungsstufe die minimale bzw. kleinste Leistungsstufe sein und die Kleinlast darstellen.

[0022] Bevorzugterweise wird in Schritt b.) und/oder in Schritte e.) und/oder in Schritt h.) der jeweilige Überwachungswert zur Flammüberwachung direkt oder indirekt gemessen. Besonders bevorzugterweise wird hierfür ein Messwert im Elektrodenbereich und/oder Flambereich der Brennvorrichtung gemessen, welcher dem Überwachungswert entspricht. Hierunter ist zu verstehen, dass ein Messwert ermittelt wird, dessen Messgröße identisch zur Messgröße des der Steuervorrichtung der Brennvorrichtung vorgegebenem Überwachungssollwerts ist.

[0023] Des Weiteren ist bevorzugterweise vorgesehen, dass in Schritt b.) und/oder in Schritt e.) und/oder in Schritt h.) jeweils Werte über einen vorgegebenen Messzeitraum gemessen werden und daraus jeweils ein Überwachungswert errechnet wird. Hierfür werden mehrere Werte derselben Messgröße innerhalb des vorgegebenen Messzeitraums gemessen. Der vorgegebene Messzeitraum kann beispielsweise zwischen 30 Sekunden und 5 Minuten betragen. Der aus den mehreren gemessenen Messwerten ermittelte bzw. errechnete Überwachungswert kann beispielsweise einen Durchschnittswert oder einen Mittelwert dieser Werte entsprechen, oder einen anderweitig errechneten Wert darstellen, welcher den Zustandsverlauf der gemessenen Werte in dem Messzeitraum wiedergibt. Besonders bevorzugterweise ist vorgesehen, dass die Messungen im vorgegebenen Messzeitraum in regelmäßigen, ganz besonders bevorzugterweise gleichen, Zeitabständen durchgeführt werden. Beispielsweise könnten die Messungen in Millisekunden oder Sekundenabständen gemessen werden. Hierfür ist bevorzugterweise ein entsprechender Taktgeber vorgesehen.

[0024] Als Überwachungswert beziehungsweise Überwachungssollwert dient jeder Messwert einer Messgröße, welcher zur Flammüberwachung der Brennvorrichtung geeignet ist. Unter dem Überwachungswert beziehungsweise Überwachungssollwert ist somit ein Messwert zur Flammüberwachung zu verstehen. Hiermit kann ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung überwacht werden. Bevorzugterweise ist als Überwachungswert ein Flammwiderstandswert oder ein mit einem Flammwiderstandswert korrespondierender Wert, insbesondere eine Stromstärke beziehungsweise ein Flammensignalstrom, vorgesehen. Beispielsweise könnte in jeder Leistungsstufe direkt der Flammwiderstand oder ein damit korrespondierender Wert, zum Beispiel eine Stromstärke beziehungsweise ein Flammensignalstrom, gemessen werden. Ohne Flamme geht der

elektrische Widerstand zwischen Elektrode und Masse gegen unendlich beziehungsweise der Flammensignalstrom gegen Null, da Luft ein sehr schlechter elektrischer Leiter ist. Durch die ionisierende Wirkung einer Flamme nimmt der elektrische Widerstand (Flammwiderstand) üblicherweise einen Wert im Mega-Ohm Bereich ein. Je nach Flamme könnte der Flammwiderstand einen Wert zwischen 20 kOhm und 40 Mega-Ohm betragen.

[0025] Bevorzugterweise ist vorgesehen, dass die Überwachungssollwerte und/oder die Überwachungssollwertebereiche für die einzelnen Leistungsstufen vor Schritt a.) mittels einer Startkalibrierung ermittelt und den jeweiligen Leistungsstufen zugeordnet werden. Das Verfahren zur Kalibrierung der Brennvorrichtung kann somit besonders bevorzugterweise eine Startkalibrierfunktion aufweisen, welche zumindest einmalig beim Aufstellen bzw. Installieren der Brennvorrichtung durchlaufen wird. Dabei werden einzelne Leistungsstufen der Brennvorrichtung angesteuert, eine Gebläsedrehzahl oder Brennstoffpumpendrehzahl für jede einzelne angesteuerte Leistungsstufe eingestellt bzw. kalibriert und ein Überwachungssollwert und/oder Überwachungssollwertbereich gemessen und der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnet.

[0026] Bevorzugterweise weist das Kalibrierverfahren hierfür eine Startkalibrierfunktion mit zumindest den folgenden Schritten auf:

- i1) Ansteuern der Brennvorrichtung mit einer ersten Leistungsstufe, wobei der ersten Leistungsstufe eine erste Gebläsedrehzahl und eine erste Brennstoffpumpendrehzahl zugeordnet ist; und
 - i2) Messen eines ersten Messwerts mindestens einer Messgröße im Abgasbereich der Brennvorrichtung. Beispielsweise könnte ein CO₂-Wert und/oder ein CO-Wert und/oder ein O₂-Wert und/oder eine Russzahl und/oder ein Abgaswert und/oder eine Temperatur und/oder ein Stickoxid-Wert gemessen werden; und
 - i3) Überprüfen, ob der erste Messwert in einem vorgegebenen ersten Soll-Wertebereich für die erste Leistungsstufe liegt; und
 - i4) Verändern der ersten Gebläsedrehzahl durch manuelle Eingabe oder automatische Einstellung einer neuen ersten Gebläsedrehzahl oder eines mit einer neuen ersten Gebläsedrehzahl korrespondierenden Wertes, falls der erste Messwert außerhalb des vorgegebenen ersten Soll-Wertebereichs für die erste Leistungsstufe liegt; oder
- Verändern der ersten Brennstoffpumpendrehzahl durch manuelle Eingabe oder automatische Einstellung einer neuen ersten Brennstoffpumpendrehzahl oder eines mit einer neuen ersten Brennstoffpumpendrehzahl korrespondierenden Wertes, falls der erste Messwert außerhalb des vorgegebenen ersten Sollwertebereichs liegt. Je nachdem, ob die erste Gebläsedrehzahl oder die erste Brennstoffpumpendrehzahl verändert wird, kann entweder die ge-

wünschte neue erste Gebläsedrehzahl bzw. gewünschte neue erste Brennstoffpumpendrehzahl oder aber auch ein mit der jeweiligen Drehzahl korrespondierender Wert vorgegeben werden; und

i5) Zuordnen der neuen ersten Gebläsedrehzahl oder der neuen ersten Brennstoffpumpendrehzahl zur ersten Leistungsstufe, je nachdem, welche Drehzahl im Schritt d) verändert wurde.

[0027] Vorzugsweise ist ferner zumindest ein weiterer Kalibrierungsdurchlauf in einer zweiten Leistungsstufe vorgesehen. Hierfür werden die Schritte i1) bis i5) für die zweite Leistungsstufe wiederholt.

[0028] Vorteilhafterweise ist des Weiteren vorgesehen, dass jeder Leistungsstufe nicht nur Wertepaare, nämlich eine Gebläsedrehzahl und eine Brennstoffpumpendrehzahl, zugeordnet werden, sondern zusätzlich mindestens ein weiterer Wert, nämlich ein Überwachungssollwert. Für jede Leistungsstufe wird vorteilhafterweise ein Überwachungswert der Brennvorrichtung ermittelt und dieser der jeweiligen Leistungsstufe als Überwachungssollwert zugeordnet. Alternativerweise kann der jeweiligen Leistungsstufe ein Überwachungssollwertebereich basierend auf dem jeweils ermittelten Überwachungssollwert zugeordnet werden.

[0029] Somit ist vorzugsweise vorgesehen, dass bei der Startkalibrierung (Schritte i1 bis i5) in jeder einzelnen Leistungsstufe der Überwachungswert gemessen wird und dieser dann als neuer Sollwert oder ein hierauf basierender Überwachungssollwertebereich in der Brennvorrichtung zur jeweiligen Leistungsstufe abgespeichert wird. Der Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich dient im normalen Betrieb als Vergleichswert, womit kontinuierlich ermittelt werden kann, ob die Brennvorrichtung ordnungsgemäß betrieben wird oder eine Justierung oder Nachkalibrierung (Schritte a) bis f)) notwendig ist.

[0030] Unter Ermitteln des Überwachungswerts ist zu verstehen, dass entweder ein für die Überwachung der Brennvorrichtung geeigneter Wert direkt gemessen wird oder ein basierend auf mindestens einem Messwert geeigneter Wert berechnet wird. Zum Beispiel können über einen vorgegebenen Messwertzeitraum mehrere Werte gemessen werden und basierend darauf ein Überwachungssollwert, beispielsweise ein Durchschnittswert oder ein Mittelwert aus den gemessenen Werten, berechnet werden.

[0031] Vorteilhafterweise wird ferner eine Zündposition als Startleistungsstufe für den normalen bzw. ordentlichen Betrieb der Brennvorrichtung festgelegt. Für die Zündposition wird als Startleistungsstufe eine Position auf einer Betriebskennlinie bestimmt und abgespeichert.

[0032] Des Weiteren ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Schritte i2) bis i4) für jede Leistungsstufe so lange wiederholt werden, bis der jeweilige Messwert in dem jeweiligen vorgegebenen Soll-Wertebereich für die entsprechende Leistungsstufe liegt. Eine neue Gebläsedrehzahl oder Brennstoffpumpendrehzahl wird in

Schritt i5) erst dann der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnet, wenn durch Wiederholung der Schritte i2) bis i4) die jeweilige Drehzahl so verändert und eingestellt wurde, dass der entsprechende Messwert innerhalb des vorgesehenen Soll-Wertebereichs liegt. Insbesondere wird hierfür eine vorgegebene Wartezeit eingehalten, innerhalb welcher der Messwert kontinuierlich gemessen wird und überprüft wird, ob der Messwert dauerhaft im vorgegebenen Soll-Wertebereich verbleibt. Eine geeignete Wartezeit kann hierfür beispielsweise zwischen 30 Sekunden und 5 Minuten betragen.

[0033] Die der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnete Gebläsedrehzahl ist bevorzugterweise nicht veränderbar. Somit ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass in Schritt i4) nur die Brennstoffpumpendrehzahl für die jeweilige Leistungsstufe verändert wird, wobei in Schritt i5) nur die jeweilige neue Brennstoffpumpendrehzahl der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnet wird und die der jeweiligen Leistungsstufe zugeordnete Gebläsedrehzahl nicht verändert wird. Die Gebläsedrehzahl wird somit lediglich beim Wechsel von einer Leistungsstufe zur anderen verändert. Die einer Leistungsstufe zugeordnete Gebläsedrehzahl bleibt aber konstant und wird bevorzugterweise bei dem Kalibrierverfahren nicht verändert. Bei im Stand der Technik vorgesehenen Brennvorrichtungen und Steuerungsverfahren kann die Brennstoffpumpendrehzahl nicht ohne gleichzeitiges Verändern der Gebläsedrehzahl variiert werden. Im Gegensatz hierzu ist vorteilhafterweise nun vorgesehen, dass die Brennstoffpumpendrehzahl in jeder Leistungsstufe unabhängig von der Gebläsedrehzahl und insbesondere ohne Änderung der Gebläsedrehzahl eingestellt bzw. verändert werden kann.

[0034] Dadurch, dass bei der Kalibrierung in der jeweiligen Leistungsstufe nur die Brennstoffpumpendrehzahl und nicht die Gebläsedrehzahl verändert wird bzw. die Gebläsedrehzahl konstant gehalten wird, kann die Brennvorrichtung in besonders vorteilhafter und einfacher Weise kalibriert werden.

[0035] Erfindungsgemäß ist ferner eine Steuervorrichtung zur Ansteuerung einer Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe vorgesehen, wobei die Steuervorrichtung eine Kalibrierfunktion zur Kalibrierung der Brennvorrichtung gemäß einem vorbeschriebenen Kalibrierverfahren aufweist. Besonders bevorzugterweise weist die Steuervorrichtung mindestens zwei Kalibrierfunktionen, nämlich eine Startkalibrierung und eine Nachkalibrierung, auf.

[0036] Des Weiteren ist erfindungsgemäß eine Brennvorrichtung für Flüssigbrennstoffe vorgesehen, wobei die Brennvorrichtung eine Steuervorrichtung zur Ansteuerung des Gebläses und der Brennstoffpumpe aufweist. Die Steuervorrichtungen der erfindungsgemäßen Brennvorrichtung ist zur Kalibrierung der Brennvorrichtung mittels eines vorbeschriebenen Kalibrierverfahrens ausgebildet. Besonders bevorzugterweise weist die Steuervorrichtung zwei Kalibrierfunktionen, nämlich eine Startkalibrierung und eine Nachkalibrierung, auf.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0037] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand besonders bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1: Ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Kalibrierung einer Brennvorrichtung,
- Fig. 2: ein Kennliniendiagramm für einen Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich eines Flammwiderstandwertes in Abhängigkeit von der Leistung der Brennvorrichtung, und
- Fig. 3: eine Schnittdarstellung durch eine Brennvorrichtung.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

[0038] In Fig. 1 wird ein beispielhafter Ablauf eines Kalibrierverfahrens, insbesondere eine Nachkalibrierung, einer Brennvorrichtung 200 (in Fig. 1 nicht gezeigt) gezeigt. Dabei wird von einer bereits zumindest einmalig kalibrierten Brennvorrichtung 200 ausgegangen. Beispielsweise kann bei der erstmaligen Installation bzw. beim Aufstellen der Brennvorrichtung 200 mittels einer Startkalibrierfunktion die Brennvorrichtung 200 kalibriert worden sein. Dabei werden mehrere Leistungsstufen 210, 211, 212 mittels einer Steuervorrichtung 100 (nicht in Fig. 1 gezeigt) angesteuert, die Gebläsedrehzahl oder Brennstoffpumpendrehzahl (beispielsweise Drehzahl einer Ölpumpe der Brennvorrichtung 200) eingestellt bzw. kalibriert und ein Überwachungssollwert bzw. Überwachungssollwertebereich für einen Flammwiderstandswert 215 für die jeweilige Leistungsstufe 210, 211, 212 gemessen und der jeweiligen Leistungsstufe 210, 211, 212 zugeordnet bzw. zu der jeweiligen Leistungsstufe 210, 211, 212 in einem Speicher der Steuervorrichtung 100 abgelegt. Alternativerweise könnte der Überwachungssollwertebereich für eine Stromstärke beziehungsweise ein Flammensignalstrom gemessen und den Leistungsstufen zugeordnet werden.

[0039] Wird während des Betriebs der Brennvorrichtung 200 festgestellt, dass ein tatsächlicher Flammwiderstandswert 215 oder der Flammensignalstrom außerhalb eines für die jeweilige Leistungsstufe 210, 211, 212 vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs 217 liegt, kann die Nachkalibrierung in Schritt S1 gestartet werden. Nach Abschluss aller Kalibrierungsversuche kann die Brennvorrichtung mehrmals neu gestartet werden und nach jedem Neustart der tatsächliche Flammwiderstandswert 215 oder der Flammensignalstrom gemessen und mit dem für die aktuelle Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereich 217 verglichen werden. Liegt der tatsächlich gemessene Flammwiderstandswert 215 oder der Flammensignalstrom auch nach mehrmaligem Neustarten der Brennvorrichtung 200 außerhalb des für die entsprechende

Leistungsstufe vorgesehenen Überwachungssollwertebereichs 217 kann die Brennvorrichtung 200 ausgeschaltet und verriegelt werden.

[0040] In Schritt S1 wird die Leistungsstufe, anfangs die erste Leistungsstufe 210, ausgewählt und in Schritt S2 die Brennvorrichtung 200 mit dieser ersten Leistungsstufe 210 angesteuert. In Schritt S3 wird der Flammwiderstandswert 215 oder der Flammensignalstrom gemessen. In Schritt S4 wird der gemessene Flammwiderstandswert 215 oder der Flammensignalstrom als neuer Überwachungssollwert 216 der ersten Leistungsstufe 210 zugeordnet. Hierbei wird der ursprünglich (beispielsweise durch die Startkalibrierung) der ersten Leistungsstufe 210 zugeordnete Überwachungssollwert 216 aktualisiert bzw. im Speicher der Steuervorrichtung 100 überschrieben. Alternativweise oder zusätzlich kann zum Überwachungssollwert ein Überwachungssollwertebereich 217 für die erste Leistungsstufe 210 ermittelt und der ersten Leistungsstufe 210 zugeordnet werden.

[0041] In Schritt S5 wird abgefragt, ob bereits die vorgegebene Anzahl der Leistungsstufen durchlaufen wurde. Ist dies nicht der Fall, wird die Nachkalibrierung in Schritt S1 weitergeführt. Dabei wird in Schritt S1 die nächste Leistungsstufe, beispielsweise die zweite Leistungsstufe 211 ausgewählt. Die nächsten Schritte S2 bis S4 werden dann mit der zweiten Leistungsstufe 211 wiederholt. Das Nachkalibrierverfahren kann mit weiteren Leistungsstufen, beispielsweise der dritten Leistungsstufe 212 fortgesetzt werden.

[0042] In Fig. 2 ist ein Kennliniendiagramm für den Verlauf eines Überwachungssollwerts 216 bzw. eines Überwachungssollwertebereichs 217 eines Flammwiderstandswertes 215 in Abhängigkeit der Leistung 214 der Brennvorrichtung 200 (in Fig. 2 nicht gezeigt) gezeigt.

[0043] Während des Kalibrierverfahrens werden mehrere Leistungsstufen 210, 211, 212 der Brennvorrichtung 200 angesteuert, die Flammwiderstandswerte 215 gemessen und als neue Überwachungssollwerte 216 abgespeichert sowie für jeden Überwachungssollwert 216 ein Überwachungssollwertebereich 217 festgelegt und ebenfalls der jeweiligen Leistungsstufe 210, 211, 212 zugeordnet. Für die Ermittlung eines Überwachungssollwertebereichs 216 für eine Leistungsstufe 210, 211, 212 dient eine Toleranzspanne 218 um den jeweiligen Überwachungssollwert 216 herum.

[0044] Wie in Fig. 2 gezeigt, ist die Toleranzspanne 218 für größere Leistungen 214 kleiner als für kleinere Leistungen 214. Beispielsweise ist die Toleranzspanne 218 für die erste Leistungsstufe 210, die maximale Leistungsstufe, am kleinsten. Wird anstelle des Flammwiderstandswertes 215 der Flammensignalstrom verwendet, verhält sich die Toleranzspanne umgekehrt.

[0045] Nachdem das Kalibrierverfahren für beispielsweise drei Leistungsstufen 210, 211, 212 durchlaufen wurde und zu jeder Leistungsstufe ein Überwachungssollwert 216 und ein Überwachungssollwertebereich 217 festgelegt und der jeweilige Leistungsstufe 210, 211, 212

zugeordnet wurde, wird durch Interpolation der Überwachungssollwerte 216 sowie der Überwachungssollwertebereiche 217 eine durchgehende Kennlinie sowohl für den Überwachungssollwert-Verlauf sowie auch für den Verlauf des Überwachungssollwertebereichs 217 in Abhängigkeit von der Leistung 214 der Brennvorrichtung 200 festgelegt.

[0046] In Fig. 3 ist eine Schnittdarstellung durch eine Brennvorrichtung 200 mit einer Steuervorrichtung 100 gezeigt. Die Brennvorrichtung 200 weist eine Düse 10 und eine Elektrode 11 auf, welche in den Innenbereich einer Brennkammer 17 hineinreichen, wobei die Brennkammer 17 in einem Kessel 20 angeordnet ist.

[0047] Die Brennvorrichtung 200 weist ferner ein Gebläse 12 und eine Brennstoffpumpe 13 auf. Das Gebläse 12 ist auf einer ersten Welle 14 angeordnet bzw. wird von einer ersten Welle 14 angetrieben. Die Brennstoffpumpe 13 ist auf einer zweiten Welle 15 angeordnet bzw. wird von einer zweiten Welle 15 angetrieben. Somit sind das Gebläse 12 und die Brennstoffpumpe 13 auf voneinander getrennt und unterschiedlichen Wellen 14, 15 angeordnet. Die Drehzahlen, nämlich die Gebläsedrehzahl und die Brennstoffpumpendrehzahl, können somit von der Steuervorrichtung 100 getrennt angesteuert und eingestellt werden.

[0048] Über eine Messvorrichtung 19 wird der Flammwiderstandswert im Mega-Ohm Bereich gemessen. Hierfür kann die Stromstärke, welche über die durch die Flamme ionisierte Luft im Flammenbereich fließt, gemessen werden und daraus der Flammwiderstandswert errechnet werden.

Bezugszeichenliste

[0049]

100 Steuervorrichtung
200 Brennvorrichtung

10 Düse
11 Elektrode
12 Gebläse
13 Brennstoffpumpe
14 Erste Welle
15 Zweite Welle
16 Flamme
17 Brennkammer

19 Messvorrichtung
20 Kessel

210 Erste Leistungsstufe
211 Zweite Leistungsstufe
212 Dritte Leistungsstufe

214 Leistung
215 Flammwiderstandswert
216 Überwachungssollwert

217 Überwachungssollwertbereich
218 Toleranzspanne

S1 Auswahl der Leistungsstufe
S2 Ansteuern der Brennvorrichtung 5
S3 Ermitteln eines Überwachungswerts
S4 Zuordnen des Überwachungswerts als neuer Überwachungssollwert
S5 Abfrage ob vorgegebene Anzahl der Leistungsstufen durchlaufen 10
S6 Kalibrierung beenden

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung einer Brennvorrichtung (200) für Flüssigbrennstoffe, wobei das Verfahren zumindest die folgenden Schritte umfasst:

a) Ansteuern der Brennvorrichtung (200) mit einer ersten Leistungsstufe (210), wobei der ersten Leistungsstufe (210) ein erster Überwachungssollwert und/oder ein erster Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung (200) für die erste Leistungsstufe (210) definiert wird; und 20
b) Ermitteln eines ersten Überwachungswerts bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung (200) in der ersten Leistungsstufe (210); und 25
c) Zuordnen des ersten Überwachungswerts als neuer erster Überwachungssollwert zur ersten Leistungsstufe (210) und/oder Zuordnen eines neuen ersten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem ersten Überwachungssollwert zur ersten Leistungsstufe (211); und 30
d) Ansteuern der Brennvorrichtung (200) mit einer zweiten Leistungsstufe (211), wobei der zweiten Leistungsstufe (211) ein zweiter Überwachungssollwert und/oder ein zweiter Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung (200) für die zweite Leistungsstufe (211) definiert wird; und 35
e) Ermitteln eines zweiten Überwachungswerts bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung (200) in der zweiten Leistungsstufe (211); und 40
f) Zuordnen des zweiten Überwachungswerts als neuer zweiter Überwachungssollwert zur zweiten Leistungsstufe (211) und/oder Zuordnen eines neuen zweiten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem zweiten Überwachungssollwert zur zweiten Leistungsstufe (211). 45 50 55

2. Verfahren gemäß Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist:

g) Ansteuern der Brennvorrichtung (200) mit einer dritten Leistungsstufe (212), wobei der dritten Leistungsstufe (212) ein dritter Überwachungssollwert und/oder ein dritter Überwachungssollwertebereich zugeordnet ist, wodurch ein ordnungsgemäßer Betrieb der Brennvorrichtung (200) für die dritte Leistungsstufe (212) definiert wird; und
h) Ermitteln eines dritten Überwachungswerts bezüglich des tatsächlichen Betriebs der Brennvorrichtung (200) in der dritten Leistungsstufe (212); und
i) Zuordnen des dritten Überwachungswerts als neuer dritter Überwachungssollwert zur dritten Leistungsstufe (212) und/oder Zuordnen eines neuen dritten Überwachungssollwertebereichs basierend auf dem dritten Überwachungssollwert zur dritten Leistungsstufe (212).

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

dass eine Kennlinie für die Überwachungssollwerte durch Interpolation der neuen Überwachungssollwerte erstellt wird und/oder Kennlinien für den Überwachungssollwertebereich durch Interpolation der neuen Überwachungssollwertebereiche erstellt werden.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass für den Überwachungssollwertebereich einer höheren Leistungsstufe (210, 211, 212) eine kleinere oder größere Toleranzspanne festgelegt wird als für den Überwachungssollwertebereich einer niedrigeren Leistungsstufe (210, 211, 212).

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Leistungsstufe (211) einer maximalen Leistungsstufe der Brennvorrichtung (200) entspricht und/oder dass die zweite Leistungsstufe (212) einer minimalen Leistungsstufe der Brennvorrichtung (200) entspricht.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in Schritt b) und/oder in Schritt e) und/oder in Schritt h) der jeweilige Überwachungswert direkt oder indirekt gemessen wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in Schritt b) und/oder in Schritt e) und/oder in Schritt h) jeweils Werte über einen vorgegebenen Messzeitraum gemessen werden und daraus jeweils ein Überwachungswert errechnet wird.

5

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Überwachungswerte einem Flammensignalstrom und/oder einem Flammwiderstandswert entsprechen und/oder mit einem Flammwiderstandswert korrespondieren.

10

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Überwachungssollwerte und/oder die Überwachungssollwertbereiche für die einzelnen Leistungsstufen (210, 211, 212) vor Schritt a) mittels einer Startkalibrierung ermittelt und den jeweiligen Leistungsstufen (210, 211, 212) zugeordnet werden.

15

20

10. Steuervorrichtung (100) zur Ansteuerung einer Brennvorrichtung (200) für Flüssigbrennstoffe, wobei die Steuervorrichtung (100) eine Kalibrierfunktion zur Kalibrierung der Brennvorrichtung (200) aufweist,

25

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuervorrichtung (100) zur Kalibrierung der Brennvorrichtung (200) mittels der Kalibrierfunktion gemäß einem Verfahren der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

30

11. Brennvorrichtung (200) für Flüssigbrennstoffe, wobei die Brennvorrichtung (200) eine Steuervorrichtung (100) zur Ansteuerung des Gebläses (12) und der Brennstoffpumpe (13) aufweist,

35

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuervorrichtung (100) zur Kalibrierung der Brennvorrichtung (200) mittels einer Kalibrierfunktion gemäß einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

40

45

50

55

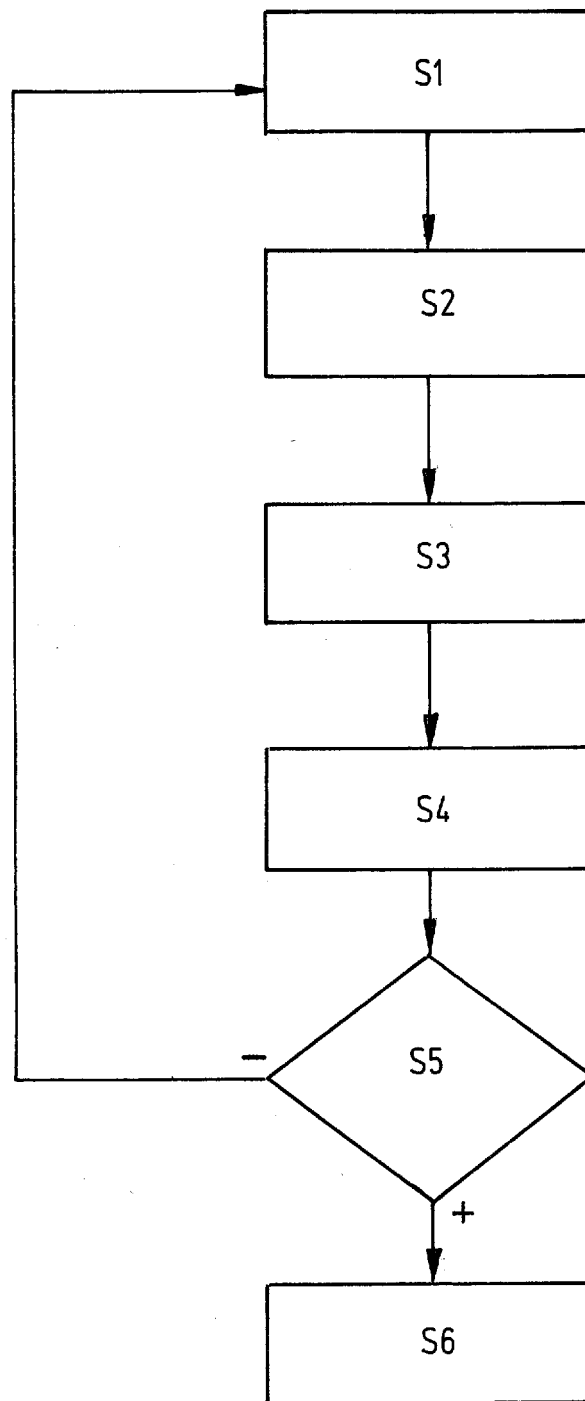
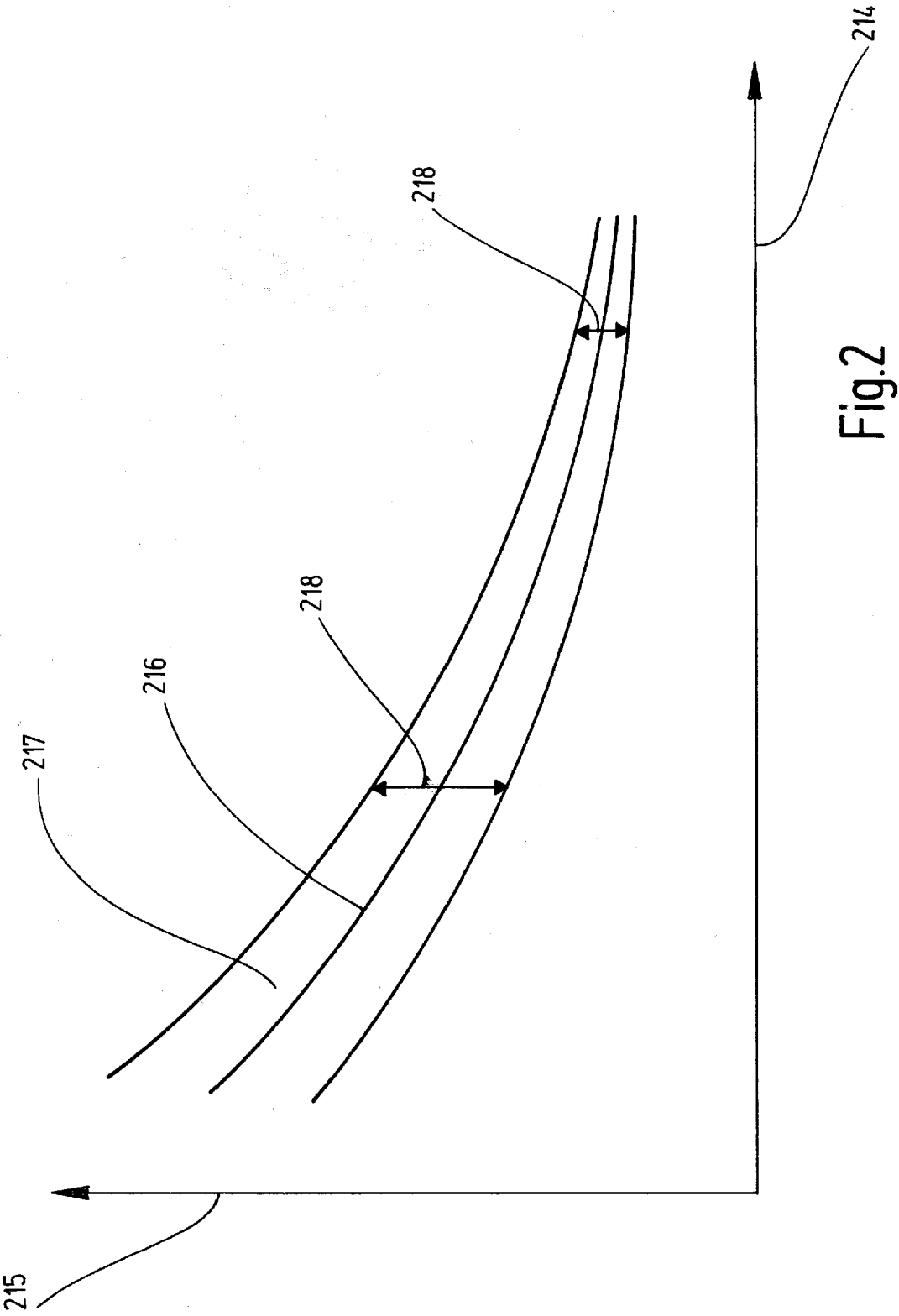


Fig.1



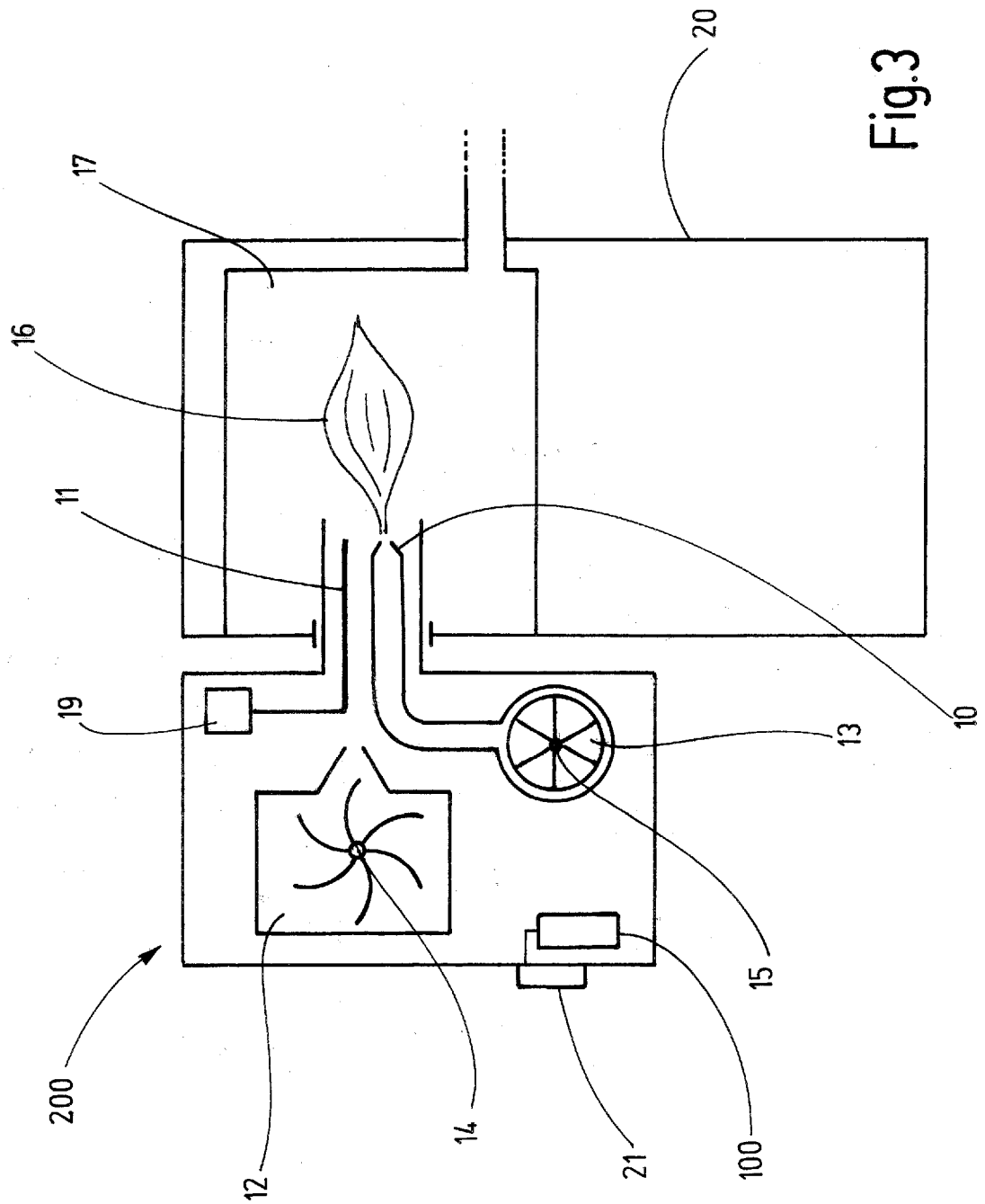


Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 7910213 U1 [0002]