

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F23N 5/102; F23N 1/002; F23N 5/143; F23N 5/203;
F23N 5/242; F23N 2227/04; F23N 2229/16

[illegible]

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft den sicheren Wiederstart (Warmstart) kurz nach Abschaltung eines Brenners, der mit einem Brenngas betrieben wird, welches einen sehr hohen Anteil an Wasserstoff, beispielsweise mehr als 95 Vol-% [Volumenprozent], insbesondere 98 bis 100 % enthält. Insbesondere geht es um Heizgeräte oder Brennwert-Heizgeräte, beispielsweise für die Erwärmung von Brauchwasser und/oder die Beheizung von Gebäuden.

[0002] Um in Zukunft den Ausstoß an Kohlendioxid zu verringern, wird angestrebt, Versorgungsnetze für Brenngas mit dekarbonisierten Gasen zu betreiben, wobei eine Möglichkeit dazu die Verwendung von Wasserstoff als Hauptbestandteil ist. Bei der Verbrennung von hochwasserstoffhaltigen Gasen sind allerdings verschiedene Unterschiede gegenüber der Verbrennung von konventionellen Brenngasen, wie z. B. Erdgas, zu beachten.

[0003] Für einen sicheren Betrieb eines Brenners ist es z. B. erforderlich sicherzustellen, dass immer eine Flamme vorhanden ist, wenn dem Brenner Brenngas zugeführt wird. Erlischt die Flamme unbemerkt, so kann Brenngas in einen Verbrennungsraum und in die Umgebung entweichen und möglicherweise sogar ein explosives Gemisch bilden, was vermieden werden muss.

[0004] Bei Verwendung von aliphatischen Brenngasen (z. B. Methan, Propan, Butan) wird für die Überwachung des Vorhandenseins einer Flamme (Flammenwächter) und für die Regelung der Verbrennung meist ein sogenanntes Ionisationsmessgerät eingesetzt. Das Vorhandensein eines Ionisationssignals zeigt an, dass eine Flamme vorhanden ist, von dem Ionisationssignal abgeleitete Messwerte in Verbindung mit der Messung des Massenstromes an zugeführter Luft ermöglichen eine Regelung des Mischungsverhältnisses von Brenngas zu Luft (Lambda-Wert) durch Verstellung eines Brenngasventils.

[0005] Alle Vorgänge, bei denen ein Ionisationsstrom in der Flamme gemessen wird, funktionieren aber nicht bei der Verbrennung von Wasserstoff als Brenngas (auch nicht bei nur geringen Beimischungen aliphatischer Brennstoffe von wenigen Prozent). Außerdem ist die Flamme bei der Verbrennung von Wasserstoff für das menschliche Auge fast unsichtbar und auch nicht mit einfachen optischen Sensoren detektierbar. Eine Detektion im Ultraviolett-Bereich ist möglich, aber sehr aufwändig. Schließlich muss für einen sicheren Betrieb auch berücksichtigt werden, dass selbst ein Ausfall oder eine Fehlfunktion einzelner Teile, z. B. von Sensoren, nicht zu gefährlichen Situationen führen darf.

[0006] Es wurden aber bereits Verfahren zum Betrieb eines Brenners mit Luft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-%, insbesondere 98 bis 100%, Wasserstoff enthält, vorgeschlagen, die das Vorhandensein einer Flamme in einem Verbrennungsraum mittels mindestens eines Temperatursensors überwacht, dessen Messwert kontinuierlich oder quasikontinuierlich an eine Auswerte-

und Regeleinheit weitergeleitet wird, wobei die Auswerte- und Regeleinheit den Messwert und sein zeitliches Verhalten überwacht und mit vorgebbaren Sollbereichen vergleicht, und bei Abweichungen von einem der Sollbereiche die Brenngaszufuhr beendet.

[0007] Es können hierfür in der Auswerte- und Regeleinheit Kalibrierdaten oder Kennfelder gespeichert sein oder verfügbar gemacht werden, mit denen Messwerte und deren zeitliche Ableitungen verglichen werden können.

[0008] Zündet eine Flamme ordnungsgemäß, so wird von dem Temperatursensor ein Anstieg der Temperatur gemessen. Erlischt die Flamme, so wird ein Abfall der Temperatur gemessen. Überschreitet die Temperaturabsenkung pro Zeiteinheit einen vorher z. B. experimentell ermittelten Wert, so wird dies als Erlöschen der Flamme durch die Auswerte- und Regeleinheit interpretiert und das Brenngasventil geschlossen. Bei der Zündung des Brenners wird umgekehrt verfahren. Kommt es nach der Zündung zu keinem schnellen Temperaturanstieg an dem Temperatursensor, so kann auf eine Fehlzündung geschlossen werden. Steigt die Temperatur mit der erwarteten Geschwindigkeit, so wird der Zündvorgang als erfolgreich gewertet. Durch die Temperaturüberwachung kann sichergestellt werden, dass Wasserstoff verbrannt wird. Dies gilt insbesondere immer dann, wenn die Temperatur im Verbrennungsraum $> 833 \text{ K}$ [Kelvin] (Selbstzündungstemperatur von Wasserstoff in Luft) und das Luftverhältnis > 1 (Lambda-Wert > 1) ist. Das Verbrennungsluftverhältnis (Lambda) setzt die tatsächlich zur Verfügung stehende Luftmasse ins Verhältnis zur mindestens notwendigen Luftmasse, die für eine stöchiometrisch vollständige Verbrennung theoretisch benötigt wird. Durch die Temperaturüberwachung mit der Funktion eines Flammenwächters kann also sichergestellt werden, dass eine Verbrennung stattfindet bzw. eine Abschaltung erfolgt, falls die Flamme erlischt.

[0009] Aus Gründen der Redundanz und für einen höheren Sicherheitsstandard können zwei oder mehr Temperatursensoren vorhanden sein, wobei die Messwerte untereinander verglichen und bei Abweichungen oberhalb eines vorgebbaren Schwellwertes eine Störmeldung und/oder Abschaltung ausgelöst wird. Die Messsignale werden durch separate Signalleitungen an die Auswerte- und Regeleinheit übermittelt. In der Auswerte- und Regeleinheit werden die gemessenen Temperaturen verglichen. Übersteigt die Temperaturdifferenz zwischen den Temperatursensoren einen definierten Schwellwert, so ist dies ein Indiz dafür, dass mindestens einer der Temperatursensoren (oder deren Signalleitungen) defekt sind oder thermisch degradieren. Bevorzugt sind die Temperatursensoren baugleich und können beispielsweise als thermoelektrische Temperatursensoren (Thermoelemente) oder Widerstandsthermometer oder Gas- oder Flüssigkeitsthermometer ausgeführt sein. Auch Ausdehnungsthermometer können in Betracht kommen.

[0010] Auch eine entsprechende Vorrichtung zum Betrieb eines Brenners mit Verbrennungsluft und einem

Brenngas, das mehr als 95 Vol-% Wasserstoff enthält, wurde vorgeschlagen, welche in einem Verbrennungsraum mindestens einen Temperatursensor als Flammenwächter aufweist, der über eine Signalleitung mit einer Auswerte- und Regeleinheit verbunden ist.

[0011] Schon mit dieser Ausstattung lässt sich, wie oben beschrieben, eine Flammenüberwachung durchführen. Je nach Bauart und Anforderungen kann der Temperatursensor im Bereich einer Verbrennungsflamme oder mit Abstand dazu angeordnet sein.

[0012] Oft werden aus Sicherheitsgründen zwei oder mehr Temperatursensoren als Flammenwächter eingesetzt, die mittels Signalleitungen mit einer Auswerte- und Regeleinheit verbunden sind. So können Fehler in einem der Temperatursensoren oder deren Signalleitungen frühzeitig erkannt werden und eine Abschaltung der Brenngaszufuhr auslösen.

[0013] Das bisher beschriebene System kann seine Sicherheitsfunktion als Flammenwächter beim Start eines Brenners zuverlässig erfüllen, wenn es sich um einen sogenannten Kaltstart handelt, der Brenner und der Verbrennungsraum sich also auf einer relativ niedrigen Temperatur (entweder nahe der Umgebungstemperatur oder nahe an einer Temperatur eines angeschlossenen Heizkreislaufes) befindet. Etwas anders kann die Situation bei einem Wiederstart, einem sogenannten Warmstart, sein, wenn also der Brenner erst vor kurzer Zeit abgeschaltet wurde und sich noch auf erhöhter Temperatur befindet. Dann herrschen schwer definierbare Temperaturen und Temperaturgradienten im Verbrennungsraum und den umliegenden Bauteilen, so dass der oder die Temperatursensor(en) bei einem erneuten Start des Brenners nicht die beschriebenen typischen Temperaturverläufe messen und daher auch nicht die Funktion als Flammenwächter sicher erfüllen können.

[0014] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist daher, die mit Bezug auf den Stand der Technik geschilderten Probleme wenigstens teilweise zu lösen und insbesondere die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum sichern Betrieb auch bei einem Warmstart eines Brenners mit Luft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-%, insbesondere mehr als 98%, Wasserstoff enthält, sowie eines zugehörigen Computerprogrammproduktes für die Steuerung und Regelung beim Start des Brenners.

[0015] Zur Lösung dieser Aufgabe dienen ein Verfahren und eine Vorrichtung sowie ein Computerprogrammprodukt gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Die Beschreibung, insbesondere im Zusammenhang mit der Zeichnung, veranschaulicht die Erfindung und gibt bevorzugte Ausführungsbeispiele an.

[0016] Zur Lösung der Aufgabe trägt ein Verfahren bei zum Betrieb eines Brenners mit Luft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-% Wasserstoff enthält, wobei das Vorhandensein einer Flamme in einem Verbrennungsraum mittels mindestens eines Temperatursen-

sors überwacht wird, dessen Messwert kontinuierlich oder quasikontinuierlich an eine Auswerte- und Regeleinheit weitergeleitet wird, wobei die Auswerte- und Regeleinheit den Messwert und sein zeitliches Verhalten überwacht und mit vorgebbaren Sollbereichen vergleicht, und bei Abweichungen von einem der Sollbereiche das Brenngasventil schließt, wobei ferner bei einem Wiederstart des Brenners nach einer Abschaltung mindestens eine der folgenden Maßnahmen getroffen wird:

- a. der Wiederstart wird erst nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls erlaubt,
- b. es wird vor dem Wiederstart Luft durch den Verbrennungsraum geleitet,
- c. der Wiederstart erfolgt mit einer höheren Zufuhr an Luft und Brenngas als ein Start bei kaltem Brenner.

[0017] Hierbei kann auf einen einzelnen Temperatursensor oder mehrere Temperatursensoren bzw. die damit gewonnenen Messwerte zurückgegriffen werden. Das System aus Temperatursensor und Auswerte- und Regeleinheit ist dabei so eingerichtet, dass diese mittels einer kontinuierlichen oder quasikontinuierlich Datenverbindung ausgestattet sind. Die so abgefragten oder erzeugten Messwert-Daten, deren zeitlicher Verlauf und/oder deren Änderungsgrad kann in Echtzeit oder ggf. kumuliert/berechnet/etc. oder ggf. zeitlich versetzt mit vorgebbaren Sollbereichen verglichen werden. Diese Sollbereiche können von einem unteren und/oder oberen Schwellwert begrenzt sein. Ein solcher Sollbereich kann (starr) abgespeichert werden, es ist aber auch möglich, den Sollbereich ggf. an aktuelle Betriebsbedingungen anzupassen oder unteren Berücksichtigung zu berechnen. Bei Abweichungen von einem der Sollbereiche, ggf. auch mit einer vorgegebenen Anzahl an Über- oder Unterschreitungen und/oder ggf. einer vorgegebenen Toleranz kann das Brenngasventil automatisch geschlossen werden, was hier insbesondere als "Abschaltung" bezeichnet wird.

[0018] Alle drei Maßnahmen a., b. und/oder c. zum bzw. vor dem Wiederstart (erneuten Zünden) des Brenners können schon einzeln einen sicheren Wiederstart bewirken. Wartet man z. B. einfach so lange (Zeitintervall entspricht einem Erfahrungswert), bis die Temperatur sich auf einem Niveau befindet, das etwa dem bei einem Kaltstart entspricht, so kann jedes Risiko vermieden werden. Eine solche Sperrzeit kann aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein. Man kann beispielsweise auch einen Wiederstart beschleunigen, indem man (kalte) Luft, insbesondere mittels des Gebläses des Brenners durch den Verbrennungsraum leitet, wodurch sehr viel schneller die Bedingungen eines Kaltstartes wieder erreicht werden. Dadurch kann außerdem der Verbrennungsraum gespült und von eventuellen Brenngasresten befreit werden. Außerdem kann es möglich sein, den Brenner beim Wiederstart mit einer (gegenüber dem Erststart oder einem vorherigen Wiederstart) höheren

Leistung durch höhere Zufuhr an Luft und Brenngas zu starten, wodurch charakteristische Temperaturverläufe, die zur Flammenüberwachung genügen, erreicht werden können, auch wenn die Ausgangstemperatur noch nicht der bei einem Kaltstart entspricht. Natürlich ist eine Kombination der einzelnen Maßnahmen möglich und oft nützlich.

[0019] Es sei erwähnt, dass die Maßnahmen a., b- und/oder c. bevorzugt nur getroffen werden, wenn der Messwert des Temperatursensors für einen gewünschten Wiederstart oberhalb eines (Wiederstart-)Schwellwertes liegt. Ansonsten ist ein sicherer Start ohne weitere Maßnahmen möglich. Diese Vorgehensweise führt oft zu einem schnelleren Wiederstart als das Abwarten einer aus Sicherheitsgründen lang gewählten Sperrzeit.

[0020] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Art und/oder Dauer der Maßnahmen a., b. und/oder c. von dem Messwert des Temperatursensors (zum Zeitpunkt eines gewünschten Wiederstarts) abhängig gemacht werden. Je nach Temperatur im Verbrennungsraum können dann unterschiedliche Maßnahmen oder Kombinationen von Maßnahmen getroffen werden, wobei diese im Allgemeinen so gewählt werden, dass ein Wiederstart möglichst schnell zugelassen wird. Dieser kann auch dadurch beschleunigt werden, dass die Temperatur im Verbrennungsraum während der Maßnahmen (weiter) beobachtet wird, so dass bei Unterschreiten eines Schwellwertes direkt ein Wiederstart erfolgen kann.

[0021] Insbesondere auch durch die Möglichkeit eines Wiederstartes mit erhöhter Leistung entsteht ein erheblicher Spielraum zur Beschleunigung eines Wiederstartes des Brenners, der dynamisch von der gemessenen Temperatur und anderen einer Auswerte- und Regeleinheit vorgebbaren Faktoren abhängig gemacht werden kann.

[0022] Insbesondere kann so lange Luft (mit Umgebungstemperatur) durch den Verbrennungsraum geleitet werden, bis der Messwert der Temperatur im Verbrennungsraum einen (Wiederstart-)Schwellwert unterschreitet.

[0023] Aus Sicherheits- oder Redundanzgründen sind vorzugsweise mindestens zwei Temperatursensoren vorhanden, deren Messwerte untereinander verglichen werden, wobei bei Abweichungen oberhalb eines vorgebbaren Differenzwertes zumindest eine Störmeldung oder eine Abschaltung ausgelöst wird. Gerade bei einer solchen Ausstattung ist es sinnvoll, definierte Temperaturbedingungen für einen Wiederstart herbeizuführen, weil ansonsten Abweichungen als Fehler interpretiert werden könnten, die z. B. nur auf einer erhöhten Ausgangstemperatur eines der Sensoren beruhen.

[0024] Zur Lösung der Aufgabe dient auch eine Vorrichtung zum Betrieb eines Brenners mit Verbrennungsluft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-% Wasserstoff enthält, wobei in einem Verbrennungsraum mindestens ein Temperatursensor als Flammenwächter vorhanden ist, der über eine Signalleitung mit einer Auswerte- und Regeleinheit verbunden ist und wobei die Aus-

werte- und Regeleinheit eingerichtet ist, bei einem Wiederstart des Brenners nach einer Abschaltung in Abhängigkeit von einem Messwert des Temperatursensors mindestens eine der folgenden Maßnahmen durchzuführen:

- a. der Wiederstart wird erst nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls erlaubt,
- b. es wird vor dem Wiederstart Luft durch den Verbrennungsraum geleitet,
- c. der Wiederstart erfolgt mit einer höheren Zufuhr an Luft und Brenngas als ein Start bei kaltem Brenner.

[0025] Bevorzugt sind zwei oder mehr Temperatursensoren als Flammenwächter vorhanden und mittels getrennter Signalleitungen mit der Auswerte- und Regeleinheit verbunden.

[0026] Die hier vorgeschlagene Lösung betrifft auch ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bewirken, dass die beschriebene Vorrichtung das beschriebene Verfahren ausführt. Im Allgemeinen wird eine Auswerte- und Regeleinheit mindestens einen Mikroprozessor und Datenspeicher enthalten, um die beschriebenen Vorgänge auszuführen. Dazu wird ein geeignetes Programm benötigt, welches auch bei Bedarf aktualisiert werden kann, ebenso wie gespeicherte Kalibrierdaten.

[0027] Zur Charakterisierung der Vorrichtung kann vollumfänglich auf die Erläuterungen zum Verfahren Bezug genommen werden, und umgekehrt.

[0028] Ein schematisches Ausführungsbeispiel der Erfindung, auf das diese jedoch nicht beschränkt ist, und die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 schematisch den Aufbau eines Heizgerätes mit Sensorik und Auswerte- und Regeleinheit

[0029] Fig. 1 zeigt ein für den Betrieb mit Wasserstoff als Brenngas ausgelegtes Heizgerät 1 mit zugehöriger Sensorik 10, 11. Das Heizgerät 1 weist ein Gebläse 2 auf, welches einen Brenner 3 mit Luft von einer Luftzufuhr 4 versorgt. Über ein Brenngasventil 5 wird Brenngas (hier Wasserstoff oder ein vorwiegend aus Wasserstoff bestehendes Brenngasgemisch) aus einer Brenngasversorgung 6 der Luft beigemischt. Eine Auswerte- und Regeleinheit 7 steuert über Steuerleitungen 13 das Gebläse 2 und das Brenngasventil 5 so, dass ein für eine Zündung und/oder einen Dauerbetrieb geeignetes Gemisch entsteht. Bei der Verbrennung dieses Gemisches in einem Verbrennungsraum 15 entstehen Flammen 16, deren Vorhandensein anhand von mindestens einem Temperatursensor 10 beobachtet wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein weiterer Temperatursensor 11 vorhanden, wodurch die Genauigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit des Systems erhöht wird. Jeder Temperatursensor 10, 11 ist über eine Signalleitung 12 mit der Aus-

werte- und Regeleinheit 7 verbunden. Der Verbrennungsraum 15 ist von einem Gehäuse 8 umgeben, in dem sich hier nur angedeutete Wärmetauscherflächen befinden. Entstehende Verbrennungsgase werden über eine Abgasanlage 9 an die Umgebung abgeleitet. Zum Zünden der Verbrennung ist eine Zündeinrichtung 17 vorhanden, die mittels einer Zündleitung 14 mit der Auswerte- und Regeleinheit 7 verbunden ist. War der Brenner 3 eine Zeit lang in Betrieb und wurde dann abgeschaltet, so herrschen innerhalb des Gehäuses 8, insbesondere im Verbrennungsraum 15 höhere Temperaturen als bei einem Kaltstart nach langer Abschaltung des Brenners. Die von den Temperatursensoren 10, 11 gemessenen Temperaturen sind wegen deren Wärmespeicherfähigkeit und der umliegenden Bauteile nicht so genau definiert, dass man sie direkt sicher als Flammenwächter für einen Wiederstart (Warmstart) einsetzen könnte. Zeigen die Temperatursensoren 10, 11 eine oberhalb eines Schwellwertes liegende Temperatur an, so müssen daher Maßnahmen wie oben beschrieben zur Reduzierung der Temperatur oder Änderung der Leistung des Heizgerätes 1 beim Wiederstart getroffen werden. Warten für eine Sperrzeit und/oder Spülen des Verbrennungsraumes 15 mit Luft sind geeignet, wobei es am günstigsten ist, die Wirkung dieser Maßnahmen auf die Temperatur zu beobachten und bei Unterschreitung des Schwellwertes einen Wiederstart auszulösen. Dies kann von der Auswerte- und Regeleinheit 7 übernommen werden, die dazu von einem geeigneten Algorithmus gesteuert wird. Kombinationen der beschriebenen Maßnahmen, insbesondere mit einer Erhöhung der Leistung bei einem Wiederstart sind möglich.

[0030] Die vorliegende Erfindung erlaubt es, bei Heizgeräten, die mit Wasserstoff als Brenngas betrieben werden, einen sicheren Wiederstart nach einer verkürzten Sperrzeit durchzuführen, ohne die wichtige Sicherheitsfunktion von mindestens einem Temperaturfühler als Flammenwächter zu beeinträchtigen.

Bezugszeichenliste

[0031]

- | | | |
|----|----------------------------|--|
| 1 | Heizgerät | |
| 2 | Gebläse | |
| 3 | Brenner | |
| 4 | Luftzufuhr | |
| 5 | Brenngasventil | |
| 6 | Brenngasversorgung | |
| 7 | Auswerte- und Regeleinheit | |
| 8 | Gehäuse | |
| 9 | Abgasanlage | |
| 10 | Temperatursensor | |
| 11 | Weiterer Temperatursensor | |
| 12 | Signalleitungen | |
| 13 | Steuerleitungen | |
| 14 | Zündleitung | |
| 15 | Verbrennungsraum | |

- | | | |
|----|-----------------|--|
| 16 | Flamme | |
| 17 | Zündeinrichtung | |

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Brenners (3) mit Luft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-% Wasserstoff enthält, wobei das Vorhandensein einer Flamme (16) in einem Verbrennungsraum (15) mittels mindestens eines Temperatursensors (10, 11) überwacht wird, dessen Messwert kontinuierlich oder quasikontinuierlich an eine Auswerte- und Regeleinheit (7) weitergeleitet wird, wobei die Auswerte- und Regeleinheit (7) den Messwert und sein zeitliches Verhalten überwacht und mit vorgebbaren Sollbereichen vergleicht, und bei Abweichungen von einem der Sollbereiche das Brenngasventil (5) schließt, wobei ferner bei einem Wiederstart des Brenners (3) nach einer Abschaltung mindestens eine der folgenden Maßnahmen getroffen wird:

- a. der Wiederstart wird erst nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls erlaubt,
- b. es wird vor dem Wiederstart Luft durch den Verbrennungsraum (15) geleitet,
- c. der Wiederstart erfolgt mit einer höheren Zufuhr an Luft und Brenngas als ein Start bei kaltem Brenner (3).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Maßnahmen nur getroffen werden, wenn der Messwert des Temperatursensors (10, 11) oberhalb eines Schwellwertes liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest die Art oder Dauer der Maßnahmen von dem Messwert des Temperatursensors (10, 11) abhängig gemacht werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei so lange Luft durch den Verbrennungsraum (15) geleitet wird, bis der Messwert der Temperatur einen Schwellwert unterschreitet.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei Temperatursensoren (10, 11) vorhanden sind, deren Messwerte untereinander verglichen und bei Abweichungen oberhalb eines vorgebbaren Differenzwertes zumindest eine Störmeldung oder eine Abschaltung ausgelöst wird.
6. Vorrichtung zum Betrieb eines Brenners (3) mit Verbrennungsluft und einem Brenngas, das mehr als 95 Vol-% Wasserstoff enthält, wobei in einem Verbrennungsraum (15) mindestens ein Temperatursensor (10, 11) als Flammenwächter vorhanden ist, der über eine Signalleitung (12) mit einer Auswerte- und Re-

geleinheit (7) verbunden ist und wobei die Auswerte- und Regeleinheit (7) eingerichtet ist, bei einem Wiederstart des Brenners (3) nach einer Abschaltung in Abhängigkeit von einem Messwert des Temperatursensors (10, 11) mindestens eine der folgenden Maßnahmen durchzuführen: 5

- a. der Wiederstart wird erst nach Ablauf eines vorgebbaren Zeitintervalls erlaubt,
- b. es wird vor dem Wiederstart Luft durch den Verbrennungsraum (15) geleitet, 10
- c. der Wiederstart erfolgt mit einer höheren Zufuhr an Luft und Brenngas als ein Start bei kaltem Brenner.

15

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei zwei oder mehr Temperatursensoren (10, 11) als Flammenwächter vorhanden und mittels getrennter Signalleitungen (12) mit der Auswerte- und Regeleinheit (7) verbunden sind. 20

8. Computerprogrammprodukt umfassend Befehle, die bewirken, dass die Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7 das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausführt. 25

30

35

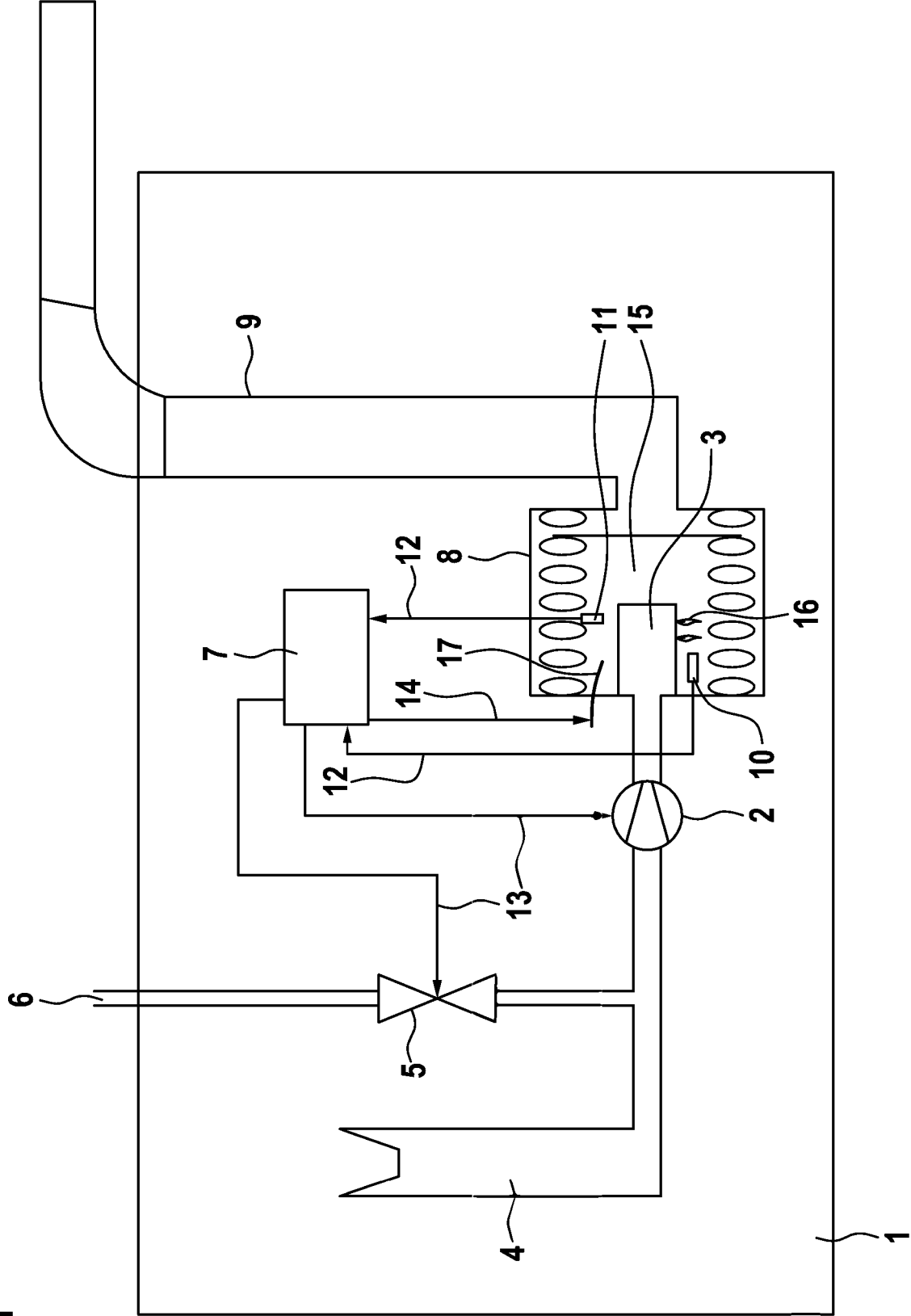
40

45

50

55

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 8448

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)
Y	DE 101 53 643 A1 (ESCUBE SPACE SENSOR SYSTEMS GM [DE] ET AL.) 15. Mai 2003 (2003-05-15) * Spalte 1, Absatz 6 - Spalte 2, Absatz 12 * * Spalte 3, Absatz 24 - Spalte 7, Absatz 34 * * Abbildungen 1-4 *	1-8	INV. F23N5/10 F23N5/14 F23N5/20 F23N5/24 F23N1/00
Y	US 2009/181334 A1 (MOORE DEREK [US]) 16. Juli 2009 (2009-07-16) * Seite 1, Absatz 13 - Seite 4, Absatz 37 * * Abbildungen 1, 2 *	1-8	
A	DE 10 2008 008895 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 20. August 2009 (2009-08-20) * Seite 1, Absatz 4-5 * * Seite 4, Absatz 16 - Seite 7, Absatz 34 * * Abbildungen 1-4 *	1-8	
A	JP 2006 002991 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5. Januar 2006 (2006-01-05) * Abbildungen 1, 2 und dazugehörige Beschreibung *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 6. Oktober 2022	Prüfer Rudolf, Andreas
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 22 16 8448

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.

06-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10153643 A1	15-05-2003	KEINE	
US 2009181334 A1	16-07-2009	KEINE	
DE 102008008895 A1	20-08-2009	KEINE	
JP 2006002991 A	05-01-2006	JP 4367255 B2	18-11-2009
		JP 2006002991 A	05-01-2006

EPO FORM P0461

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