



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**13.04.2022 Patentblatt 2022/15**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F23N 5/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **21194515.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F23N 5/003; F23C 2900/9901; F23N 2231/06; F23N 2900/05005**

(22) Anmeldetag: **02.09.2021**

(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**

(72) Erfinder:  
• **Hermann, Jens**  
**84034 Landshut (DE)**  
• **Michael, Stephan**  
**01307 Dresden (DE)**

(74) Vertreter: **Staeger & Sperling**  
**Partnerschaftsgesellschaft mbB**  
**Sonnenstraße 19**  
**80331 München (DE)**

(30) Priorität: **12.10.2020 DE 102020126642**

(71) Anmelder: **ebm-papst Landshut GmbH**  
**84030 Landshut (DE)**

(54) **VERFAHREN UND HEIZGERÄT ZUR FLAMMENÜBERWACHUNG BEI EINER GASVERBRENNUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung in einem Brennraum (10) eines mit gasförmigen Brennstoff und insbesondere mit einem Wasserstoff-Luft-Gemisch betriebenen Heizgeräts (1) mit einer Auswerteeinheit, einer bei der Verbrennung von Abgas durchströmten Entnahmeleitung (11) und einem in der Entnahmeleitung (11) angeordneten Sensor (12) zur Erfassung von thermischen Stoffeigenschaften eines die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases, wobei das die Entnahmeleitung (11) durchströmende Gas eine Umgebungsluft

(B) aus einer an das Heizgerät (1) angrenzenden Umgebung (2), ein unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch (C) bzw. insbesondere das Wasserstoff-Luft-Gemisch oder ein bei der Verbrennung erzeugtes Abgas (A) ist, und wobei der Sensor (12) einen erfassten Messwert an die Auswerteeinheit übermittelt und die Auswerteeinheit durch den Messwert bestimmt, ob die Entnahmeleitung (11) von Umgebungsluft (B), dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder Abgas (A) durchströmt wird und dadurch bestimmt, ob die Flamme brennt oder erloschen ist.

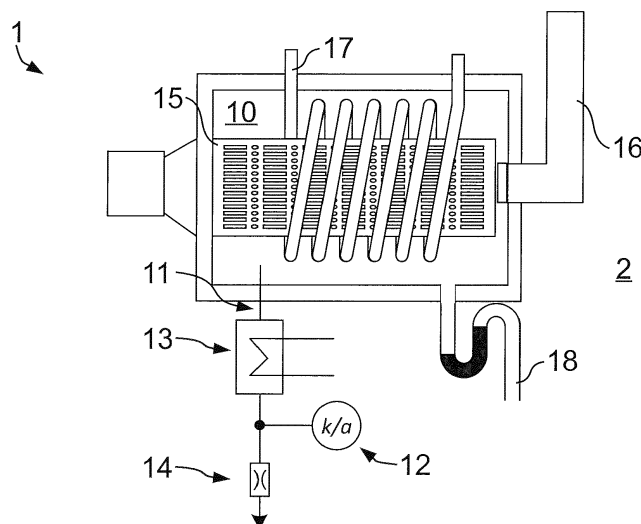


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung in einem Heizgerät sowie ein Heizgerät durch welches eine Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung ermöglicht wird, wobei insbesondere Wasserstoffgas verbrannt wird, so dass es sich bei der Flamme um eine Wasserstoff-Flamme handelt.

**[0002]** Heutige im Stand der Technik bekannte Heizgeräte und insbesondere Gasthermen verwenden beispielsweise Erdgas oder längerkettige Kohlenwasserstoffe als Brennstoff. Für den sicheren Betrieb solcher Heizgeräte ist eine Flammenüberwachung nötig, durch welche sichergestellt werden soll, dass die Brennstoffzufuhr im Falle eines Erlöschens der Flamme zeitnah gestoppt wird.

**[0003]** Würde die Brennstoffzufuhr nicht gestoppt werden, könnte sich Brennstoff beispielsweise im Brennraum sammeln, so dass es durch eine erneute Zündung oder allgemein durch einen Funken zu einer plötzlichen Verpuffung käme.

**[0004]** Entsprechend soll das Heizgerät, der Betreiber und die Umwelt durch die Flammenüberwachung vor großen Schäden bewahrt werden.

**[0005]** Insbesondere im Haushaltsbereich erfolgt die Flammenüberwachung in der Mehrzahl der Anlagen mittels Ionisationsstromverfahrens. Durch den im Brennstoff enthaltenen Kohlenstoff entstehen während der Verbrennung Ladungsträger, die beim Anlegen einer Spannung als sogenannter Ionisationsstrom messbar sind. Sinkt dieser Ionisationsstrom unter einen vorgegebenen Schwellwert, wird von einem Erlöschen der Flamme ausgegangen und die Brennstoffzufuhr unterbunden.

**[0006]** Zukünftig sollen jedoch gasbefeuerte Heizgeräte und insbesondere Gasthermen vermehrt mit Wasserstoff und vorzugsweise mit reinem Wasserstoff betrieben werden.

**[0007]** Dieser gasförmige Brennstoff besitzt keinen Kohlenstoffanteil. Bei der Verbrennung von im Wesentlichen reinem Wasserstoff ist daher kein Ionisationsstrom messbar. Damit ist eine der heutigen meistverbreiteten Formen der Flammenüberwachung nicht mehr möglich.

**[0008]** Neben der Ionisationsstromüberwachung sind im Stand der Technik auch noch weitere Verfahren bekannt, bei welchen die Flamme beispielsweise durch Infrarot- oder Ultraviolett-Sensoren unmittelbar überwacht werden.

**[0009]** Diese haben jedoch den Nachteil, dass die Sensoren auf einen Sichtkontakt zu der Flamme angewiesen sind und verschmutzen können, was neben einem erhöhten konstruktiven Aufwand auch zu erhöhten Produktions- und Wartungskosten führt.

**[0010]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und ein Verfahren bzw. ein Heizgerät bereitzustellen, durch welches die zuverlässige Flammenüberwachung bei einer Gasverbrennung ermöglicht wird und welche insbe-

sondere auch für die Überwachung einer Wasserstoffflamme bzw. einer Wasserstoffverbrennung geeignet ist.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

5 **[0012]** Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung in einem Brennraum eines mit gasförmigen Brennstoff betriebenen Heizgeräts vorgeschlagen, wobei es sich bei dem Heizgerät insbesondere um eine Gastherme handelt. Das Heizgerät weist hierfür eine Auswerteeinheit, eine bei der Verbrennung von Abgas durchströmten Entnahmeleitung und einen in der Entnahmeleitung angeordneten Sensor zur Erfassung von thermischen Stoffeigenschaften eines die Entnahmeleitung durchströmenden Gases auf. Vorzugsweise handelt es sich um zumindest einen in der Entnahmeleitung angeordneten Sensor, wobei mehrere Sensoren vorgesehen sein können, welche weiter vorzugsweise gleiche oder jeweils verschiedene Stoffeigenschaften erfassen können. Hierbei wird als das die Entnahmeleitung durchströmende Gas jedes Gas oder Gasgemisch verstanden, welches die Entnahmeleitung (insbesondere bei bestimmungsgemäßer Verwendung des Heizgeräts) durchströmen kann. Dabei handelt es sich bei dem die Entnahmeleitung durchströmenden Gas zumindest um eine Umgebungsluft aus einer an das Heizgerät angrenzenden Umgebung, um ein unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch oder um ein bei der Verbrennung erzeugtes Abgas. Die Entnahmeleitung verbindet dabei vorzugsweise den Brennraum mit der Umgebung. Der Sensor übermittelt einen erfassten Messwert an die Auswerteeinheit, wobei der Messwert kontinuierlich oder diskret erfasst und kontinuierlich oder in vorbestimmten Zeitintervallen an die Auswerteeinheit übermittelt werden kann. Die Auswerteeinheit bestimmt durch den Messwert bzw. die durch den Messwert repräsentierten Stoffeigenschaften des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases, ob die Entnahmeleitung von Umgebungsluft, dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch oder Abgas durchströmt wird. Abhängig davon, welches Gas die Entnahmeleitung durchströmt, wird von der Auswerteeinheit ferner bestimmt, ob die Flamme brennt oder erloschen ist. Dies ist möglich, da dass die Entnahmeleitung durchströmende Gas in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Vorhandensein der Flamme steht.

45 **[0013]** Ist die Brennstoffzufuhr unterbunden und hat noch keine Verbrennung stattgefunden, wird die Entnahmeleitung von Umgebungsluft durchströmt bzw. ist Umgebungsluft in der Entnahmeleitung vorhanden. Findet eine Brennstoffzufuhr statt und ist die Flamme erloschen, wird die Entnahmeleitung von dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch durchströmt. Ist die Flamme vorhanden, was die Brennstoffzufuhr voraussetzt, wird die Entnahmeleitung von Abgas durchströmt.

55 **[0014]** Der Grundgedanke der Erfindung ist es, sich die unterschiedlichen thermischen Stoffeigenschaften von Umgebungsluft, dem unverbrannten Wasserstoff- bzw. Brennstoff-Luft-Gemisch und dem Abgas der Gas-

verbrennung und insbesondere der Wasserstoffverbrennung zu Nutze zu machen.

**[0015]** Als messbare Stoffeigenschaften sind beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit  $k$  oder die Temperaturleitfähigkeit  $a$  geeignet. Die thermischen Stoffeigenschaften des unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisches unterscheiden sich stark von den sonst am Sensor vorkommenden Gasgemischen. Die Stoffeigenschaften des Gasgemischs, welches durch die Entnahmeleitung aus dem Brennraum strömt, werden durch den Sensor detektiert und das Gas bzw. Gasgemisch durch die erfassten Stoffeigenschaften mittels der Auswerteeinheit einer der Klassen Umgebungsluft, unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch oder verbranntes Abgas zugeordnet.

**[0016]** Wird ein unverbranntes Gemisch detektiert, obwohl der Prozess verbranntes Abgas erfassen müsste, wird die Gaszufuhr gestoppt. Dementsprechend kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit den Status der Flamme (brennend oder erloschen) an ein Steuergerät des Heizgeräts weitergibt oder die Auswerteeinheit in ein solches Steuergerät integriert ist, so dass das erkannte Gas und/oder der ermittelte Status der Flamme (Ist-Status) mit dem von dem Steuergerät angenommen bzw. vorgegebenen Status (Soll-Status) verglichen werden kann.

**[0017]** Da die Flamme nicht unmittelbar gemessen oder beobachtet wird, handelt es sich um ein indirektes Verfahren zur Flammenüberwachung.

**[0018]** Entsprechend sieht eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens vor, dass das Heizgerät ein Ventil zur Steuerung der Brennstoffzufuhr aufweist, welches geschlossen wird, so dass keine Brennstoffzufuhr mehr erfolgt, wenn von dem Sensor bzw. der Auswerteeinheit ein unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch erfasst, jedoch ein Abgas erwartet wird. Hierfür ist ein Vergleich eines Ist- und Soll-Status nicht zwingend erforderlich, da es aufgrund der damit verbundenen Gefahren meist nicht gewünscht ist, dass ein unverbranntes Gemisch ausströmt.

**[0019]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Brennkammer nach der Detektion des Erlöschens der Flamme mit Umgebungsluft gespült wird, um eine Ansammlung unverbrannten Gemisches (Brennstoff-Luft-Gemisch) aus dem Brennraum zu verdrängen und dadurch eine Verpuffung bei erneuter Zündung der Flamme im Brennraum zu vermeiden. Das erfolgreiche Spülen mit Umgebungsluft kann wiederum mittels des Sensors bzw. mittels des Verfahrens überwacht werden.

**[0020]** Der Luft- / Gas- bzw. allgemein Druck im Bereich des Sensors sowie die Temperatur des an dem Sensor vorbei strömenden Gases ist vorzugsweise konstant, wobei ferner Zusatzsensoren zur Erfassung von in der Entnahmeleitung herrschenden Randbedingungen, wie insbesondere der Temperatur und/oder des Drucks, vorgesehen sein können, durch welche die Randbedingungen in der Entnahmeleitung in der Auswerteeinheit überprüft und berücksichtigt werden können. Schwanken beispielsweise Temperatur und/oder

Druck, können diese verwendet werden, um die erfassten Stoffeigenschaften des Gases anhand in der Auswerteeinheit hinterlegter Umrechnungsmethoden oder Umrechnungsfaktoren auf eine vergleichbare Basis zu normalisieren. Dabei übermitteln entsprechend die Zusatzsensoren die erfassten Randbedingungen als Messwerte an die Auswerteeinheit, welche die von den Sensoren erfassten thermischen Stoffeigenschaften mittels der Randbedingungen normalisiert bzw. auf vorbestimmte vergleichbare Größen bringt, also normiert.

**[0021]** Vorzugsweise herrscht in der Brennkammer ein höherer Druck als in der an das Heizgerät angrenzenden Umgebung, so dass der Abgasstrom bzw. die Strömung durch die Entnahmeleitung von dem Druckunterschied angetrieben wird.

**[0022]** Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht zudem vor, dass das Heizgerät mehrere Sensoren zur Erfassung von thermischen Stoffeigenschaften des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases aufweist. Diese sind jeweils in der Entnahmeleitung angeordnet. Die Sensoren können jeweils gleiche oder jeweils verschiedene Stoffeigenschaften erfassen, so dass dadurch ein Messwert verifiziert oder der Zustand der Flamme auf Basis verschiedener Werte bestimmt werden kann.

**[0023]** Neben den vorgenannten Stoffeigenschaften, kann der einzelne Sensor oder können die Sensoren ausgebildet sein, eine Dichte oder eine Schallgeschwindigkeit als Stoffeigenschaft des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases zu erfassen, so dass die Auswerteeinheit durch die Übermittlung der jeweiligen durch den Sensor oder die Sensoren erfassten Messwerte das Vorhandensein der Flamme aus der jeweiligen Stoffeigenschaft bestimmen kann.

**[0024]** Wie bereits zuvor erwähnt sieht eine vorteilhafte Weiterbildung vor, dass der Brennstoff ein Wasserstoffgasgemisch oder vorzugsweise ein reines Wasserstoffgas ist, wobei unter reinem Wasserstoffgas auch ein im Wesentlichen reines Wasserstoffgas verstanden wird, welches nur unwesentlich verunreinigt ist. Als Wasserstoffgasgemisch kommt beispielsweise ein Wasserstoff-CH<sub>4</sub>-Gemisch in Frage.

**[0025]** Neben der Überwachung einer Gasverbrennung von insbesondere reinem Wasserstoffgas oder Wasserstoffgasgemischen, kommen als gasförmige Brennstoffe, welche bei dem Verfahren verwendet werden können, auch weitere gasförmige Brennstoffe bzw. Gase in Betracht. Dabei ist jeweils wesentlich, dass sich die thermischen Stoffeigenschaften zwischen Umgebungsluft, Abgas und gasförmigen Brennstoff hinreichend unterscheiden, um von einem entsprechenden Sensor sicher erfasst und anhand der jeweiligen Messwerte in der Auswerteeinheit unterschieden werden zu können. Als gasförmiger Brennstoff zur Verwendung bei dem vorgeschlagenen Verfahren kann dadurch insbesondere Erdgas verwendet werden. Bei den meisten Flüssiggasen können Abgas und Brennstoff-Luft-Gemisch aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit gegenüber der Umgebungsluft nicht eindeutig unterschieden

werden.

**[0026]** Daraus ergibt sich, dass das Verfahren insbesondere zur Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung geeignet ist, welche einen gasförmigen Brennstoff nutzt, dessen Hauptbestandteil Wasserstoff ist oder welcher ein Gemisch aus Wasserstoff und einem Gas der zweiten Gasfamilie (Erdgas) ist oder welcher ein Gas der zweiten Gasfamilie (Erdgas) mit einer Beimischung von Luft und Propan ist, wobei die Beimischung von Luft und Propan zusammen einen Volumenanteil von weniger als 40% aufweist.

**[0027]** Besonders vorteilhaft ist eine Variante, bei welcher der Sensor ausgebildet ist, eine Wärmeleitfähigkeit  $k$  und/oder eine Temperaturleitfähigkeit  $a$  des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases zu erfassen, da sich die Wärmeleitfähigkeit und die Temperaturleitfähigkeit bei den verschiedenen die Entnahmeleitung durchströmenden Gasen besonders stark unterscheiden und eine Änderung somit sehr gut erfassbar ist.

**[0028]** Der Sensor kann abhängig von den Betriebsparametern des konkret verwendeten Sensors einen bestimmten zulässigen Temperaturbereich aufweisen, in welchem er betrieben werden kann. Ferner ist es vorteilhaft die Messung der Stoffeigenschaften immer bei einer vorbestimmten oder zumindest konstanten Temperatur vorzunehmen. Ist der Abgasstrom bzw. allgemein das die Entnahmeleitung durchströmende Gas zu heiß, kann bei einer vorteilhaften Weiterbildung daher vorgesehen sein, dass das die Entnahmeleitung durchströmende Gas durch eine Kühlvorrichtung abgekühlt wird, welche entlang des Strömungsweges von dem Brennraum durch die Entnahmeleitung zu dem Sensor vor dem Sensor angeordnet ist. Dabei kann die Kühlvorrichtung ausgebildet sein, das Gas auf eine bestimmte Temperatur oder um eine vorbestimmte Temperaturdifferenz abzukühlen, so dass die Temperatur des den Sensor passierende Gases vorzugsweise innerhalb eines für den Sensor oder eines für die Messung der Stoffeigenschaften zulässigen Temperaturbereichs ist.

**[0029]** Vorteilhaft ist ferner, dass ein Volumenstrom des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases bzw. allgemein die Strömung oder die Gasmenge des die Entnahmeleitung durchströmenden Gases durch ein Drosselement gesteuert werden kann. Hierfür umfasst das Heizgerät vorzugsweise ein Drosselement, das entlang des Strömungsweges von dem Brennraum durch die Entnahmeleitung zu dem Sensor nach oder vor dem Sensor angeordnet ist.

**[0030]** Vorzugsweise führt die Entnahmeleitung von dem Brennraum über den Sensor zu der an das Heizgerät angrenzenden Umgebung, wobei die Entnahmeleitung zu der Umgebung hin einen Auslass aufweist. Dabei ist entsprechend das Drosselement entlang des Strömungspfades des Gases nach oder vor dem Sensor sowie vor dem Auslass angeordnet.

**[0031]** Um tatsächlich das bei der Verbrennung entstehende Abgas zu erfassen bzw. in die Entnahmeleitung zu leiten, ist ferner vorzugsweise vorgesehen, dass

die Entnahmeleitung in dem Brennraum einen Einlass und vorzugsweise genau einen Einlass aufweist, welcher in einem unmittelbaren Umfeld der Flamme oder eines die Flamme erzeugenden Brenners angeordnet ist, so dass das bei der Verbrennung entstehende Abgas unmittelbar durch den Einlass in die Entnahmeleitung einströmt und durch die Entnahmeleitung zu dem Sensor geführt wird.

**[0032]** Weiter sieht eine besonders vorteilhafte Weiterbildung vor, dass das Heizgerät eine Hauptabgasleitung, wie beispielsweise einen Kamin, aufweist. Die Entnahmeleitung wird bei der Verbrennung von einem ersten Teilstrom und die Hauptabgasleitung bei der Verbrennung von einem zweiten Teilstrom des bei der Verbrennung erzeugten Abgases durchströmt. Insbesondere in Kombination mit einem Drosselement in der Entnahmeleitung können die Teilstromverhältnisse gesteuert werden. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Teilstrom durch die Entnahmeleitung, welche im Wesentlichen lediglich zur Leitung eines für die Flammenüberwachung bestimmten Abgasstroms dient.

**[0033]** Alternativ kann die Entnahmeleitung integral als Hauptabgasleitung bzw. Kamin fungieren, so dass das Heizgerät also keine zwei separaten Leitungen, sondern lediglich eine als Kamin fungierende Entnahmeleitung aufweist.

**[0034]** Bei einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens werden der Brennraum und die Entnahmeleitung vor einem Beginn der Verbrennung mit Umgebungsluft gespült. Dabei werden die Stoffeigenschaften der Umgebungsluft von dem Sensor gemessen, welche dann als Referenzwert verwendbar sind und beispielsweise vor jeder die Verbrennung startenden Zündung in der Auswerteeinheit hinterlegt werden.

**[0035]** Die thermischen Eigenschaften bzw. beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit  $k$  oder die Temperaturleitfähigkeit  $a$  des Wasserdampf-Stickstoff-Sauerstoff-Gemisches (Abgas) sind bei gleicher Temperatur geringer als die der Umgebungsluft. Tritt während des Betriebs ein Flammenausfall auf, passiert das unverbrannte Brennstoff-Luft-Gemisch den Sensor. Dessen thermische Eigenschaften bzw. insbesondere dessen Wärmeleitfähigkeit  $k$  oder dessen Temperaturleitfähigkeit  $a$  ist weit höher als die dazu korrespondierenden Eigenschaften von Abgas oder Umgebungsluft.

**[0036]** Um die Flammenüberwachung anhand der erfassten thermischen Stoffeigenschaften zu ermöglichen, kommen grundsätzlich zwei Varianten in Frage, welche für eine zusätzliche Sicherheit jedoch auch kombiniert werden können.

**[0037]** Dabei vergleicht bei der ersten Variante die Auswerteeinheit den Messwert bzw. die von dem Sensor übermittelten Messwerte vorzugsweise während des gesamten Betriebs kontinuierlich oder in vorbestimmten Intervallen mit zumindest einem vorbestimmten Schwellwert oder zumindest einem Wertebereich und bestimmt aus dem Vergleich des Messwerts bzw. der Messwerte,

ob die Entnahmeleitung von Umgebungsluft, dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch oder Abgas durchströmt wird.

**[0038]** Die starken Unterschiede der erfassten thermischen Stoffeigenschaften der verschiedenen Gase können in den Schwellwerten oder Wertebereichen abgebildet werden, so dass bei Unter- oder Überschreiten der Werte zugeordnet werden kann, welches Gas bzw. Gas-Gemisch am Sensor entlang strömt und entsprechend ob die Flamme brennt oder erloschen ist.

**[0039]** Die zweite Variante sieht vor, dass die Auswerteeinheit aus zwei oder mehreren zeitlich aufeinanderfolgend ermittelten Messwerten eine Änderungsrate des Messwerts bestimmt. Dadurch, dass die Änderungsrate während eines stabilen Betriebs im Wesentlichen "0" sein sollte, kann aus einer Änderung der Rate, der Höhe der Änderungsrate oder auch allein aus dem Vorzeichen der Änderungsrate bestimmt werden, ob eine Änderung an der Flamme vorliegt. Wird entsprechend die Änderungsrate von Beginn der Verbrennung an bestimmt bzw. verfolgt, kann daraus ermittelt werden, ob die Flamme erloschen ist oder brennt. Entsprechend wird bei dieser Variante aus der Änderungsrate bestimmt, ob die Entnahmeleitung von Umgebungsluft, dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch oder Abgas durchströmt wird. Erfolgt die Überwachung anhand der Änderungsrate kann ein Toleranzbereich vorgesehen sein, so dass kleinere Schwankungen nicht zu einem nicht gewollten Unterbinden der Brennstoffzufuhr führen. Die Änderungsrate kann auch ermittelt und über die Zeit des Betriebs summiert werden, wobei das Erlöschen der Flamme beim Überschreiten der Änderungsrate über einen vorbestimmten Grenz- bzw. Schwellwert angenommen werden kann.

**[0040]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Heizgerät mit einem Brennraum, einer Auswerteeinheit, einer Entnahmeleitung, die von einem bei einer Verbrennung in dem Brennraum entstehenden Abgas durchströmbare ist, und einem in der Entnahmeleitung angeordneten Sensor, der ausgebildet ist, eine thermische Stoffeigenschaft eines die Entnahmeleitung durchströmenden Gases durch Erfassung eines Messwerts zu erfassen. Dabei ist der Sensor zur Übermittlung des Messwertes bzw. der über die Zeit von dem Sensor ermittelten Messwerte mit der Auswerteeinheit verbunden. Zudem ist die Auswerteeinheit ausgebildet, aus dem Messwert bzw. aus den Messwerten zu bestimmen, ob die Entnahmeleitung von Umgebungsluft, einem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch oder Abgas durchströmt wird und dadurch zu bestimmen, ob eine Flamme in dem Brennraum brennt oder erloschen ist.

**[0041]** Vorzugsweise ist das Heizgerät zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet.

**[0042]** Die vorstehend offenbarten Merkmale sind beliebig kombinierbar, soweit dies technisch möglich ist und diese nicht im Widerspruch zueinander stehen.

**[0043]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw.

werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

5 Fig. 1 eine erste Variante eines Heizgeräts;

Fig. 2 eine zweite Variante eines Heizgeräts;

Fig. 3 eine dritte Variante eines Heizgeräts;

10

Fig. 4 thermische Stoffeigenschaften verschiedener Gase.

**[0044]** Die Figuren sind beispielhaft schematisch. Gleiche Bezugszeichen in den Figuren weisen auf gleiche funktionale und/oder strukturelle Merkmale hin.

15

**[0045]** In Figur 1 ist eine erste Variante eines erfindungsgemäßen Heizgeräts 1 gezeigt, mit welchem das erfindungsgemäße Verfahren durchführbar ist.

20

**[0046]** Der Sensor 12 misst die thermischen Stoffeigenschaften des bei der Verbrennung in dem Brennraum 10 entstehenden Abgases, welches durch eine Entnahmeleitung 11 aus dem Brennraum 10 an die Umgebung 2 geleitet wird. Dabei handelt es sich bei der Strömung durch die Entnahmeleitung 11 um eine Teilströmung, da ein Kamin als Hauptabgasleitung 16 vorgesehen ist, über welchen bei der Verbrennung ebenfalls Abgas aus dem Brennraum 10 in die Umgebung 2 strömt. Der Sensor 12 wird mit dem der Brennkammer 10 entnommenen Abgasteilstrom beaufschlagt, so dass durch ihn die thermischen Stoffeigenschaften des Gases bzw. Gasgemisches erfassbar sind, welches an ihm vorbei strömt.

25

**[0047]** Die Abgasentnahme erfolgt im direkten Umfeld des Brenners 15, so dass in die Entnahmeleitung 11, welche auch als Entnahmeleitung bezeichnet werden kann, unmittelbar die bei der Verbrennung erzeugten Abgase einströmen.

35

**[0048]** Dabei herrscht im Inneren der Brennkammer 10 ein höherer Druck als in der Umgebung 2, so dass die Abgase durch den Druckunterschied aus der Brennkammer 10 gefördert werden.

40

**[0049]** Ferner ist ein Drossелеlement 14 vorgesehen, durch welches der Abgasstrom bzw. der Abgasteilstrom durch die Entnahmeleitung 11 reguliert und gesteuert werden kann.

45

**[0050]** Bei der in Figur 1 dargestellten Variante ist ferner eine optionale Kühlvorrichtung 13 vorgesehen, durch welche das die Entnahmeleitung 11 durchströmende Gas abgekühlt werden kann, bevor dieses auf den Sensor 12 trifft. Durch die Kühlung des Gases wird erreicht, dass das auf den Sensor 12 treffende Gas eine vorzugsweise konstante Temperatur hat, so dass die an den verschiedenen Gasen gemessenen thermischen Stoffeigenschaften vergleichbar sind.

50

55

**[0051]** In der Ausführungsform gemäß Figur 1 weist das Heizgerät ferner einen Wärmeübertrager 17 auf, durch welchen die bei der Verbrennung erzeugte Wärme von dem Brenner 15 bzw. aus dem Brennraum 10 abge-

führt werden kann und nutzbar gemacht wird.

**[0052]** Zudem ist vorliegend ein Kondensatablauf 18 vorgesehen, durch welchen ein in dem Brennraum 10 anfallendes Kondensat aus dem Brennraum 10 abgeführt werden kann.

**[0053]** Die in Figur 2 dargestellte Variante des vorzugsweise als Gastherme ausgebildeten Heizgeräts 1 weist neben den Komponenten, wie sie zu Figur 1 beschrieben wurden, zusätzlich zwei Sensoren 12', 12'' auf, welche ausgebildet sind, weitere Eigenschaften des die Abgasleitung 11 durchströmenden Gases zu ermitteln. Dabei handelt es sich um einen Temperatursensor 12' und um einen Drucksensor 12''. Die von den drei Sensoren 12, 12', 12'' ermittelten Messwerte werden bei der beispielhaft gezeigten Variante jeweils an die Auswerteeinheit übermittelt, welche auf Grundlage aller Messwerte bestimmt, ob die Flamme erloschen ist oder nicht. Hierfür können beispielsweise von dem Sensor 12 erfasste Werte basierend auf einer jeweils zu dem Wert gehörenden durch den Temperatursensor 12' ermittelten Temperatur und einem ebenfalls zugehörigen durch den Drucksensor 12'' erfassten Druck normalisiert werden, so dass die verschiedenen von dem Sensor 12 erfassten Werte vergleichbar sind und gegebenenfalls mit einer in der Auswerteeinheit hinterlegten Tabelle bzw. mit hinterlegten Kennwerten abgleichbar sind, so dass sich dadurch wiederum zuverlässig ermitteln lässt, ob es sich bei dem Gas in der Entnahmeleitung um Abgas, Umgebungsluft oder das unverbrannte Brennstoff-Luft-Gemisch handelt bzw. die Flamme erloschen oder vorhanden ist.

**[0054]** Sowohl bei der Variante, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, als auch bei der Variante, wie sie in Figur 2 dargestellt ist, kann das Drosselement 14 alternativ auch in Strömungsrichtung vor der optionalen Kühlvorrichtung 13 bzw. soweit keine Kühlvorrichtung 13 vorhanden ist vor dem Sensor 12 bzw. den Sensoren 12, 12', 12'' angeordnet sein.

**[0055]** Figur 3 zeigt eine Variante des Heizgeräts 1, bei welcher wie bei der Variante gemäß Figur 2 drei Sensoren 12, 12', 12'' entlang der Entnahmeleitung 11 vorgesehen sind, welche jedoch vorliegend in die Hauptabgasleitung 16 bzw. in den Kamin 16 integriert ist. Es existiert daher keine separate Entnahmeleitung 11 bzw. keine separate Hauptabgasleitung 16. Nichtsdestotrotz kann in der Hauptabgasleitung 16 ein abgetrennter Bereich vorgesehen sein, welcher nur von einem Teil des Gases durchströmt wird und in welchem die Sensoren 12, 12', 12'' angeordnet sind und eine Messung vornehmen. Ferner weist die Ausführungsform gemäß der Figur 3 keine Kühlvorrichtung 13 auf, wobei eine Temperaturschwankung der Gase durch eine Messung der Temperatur mittels des Temperatursensors 12' berücksichtigt werden kann.

**[0056]** In Figur 4 ist ein Vergleich der Wärmeleitfähigkeit  $k$  bzw. der Temperaturleitfähigkeit  $a$  der am Sensor 12 vorbeiströmenden Medien, also von Umgebungsluft B aus einer an das Heizgerät 1 angrenzenden Umgebung 2, ein unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch C

oder ein bei der Verbrennung erzeugtes Abgas A dargestellt, wodurch das Funktionsprinzip der Flammenüberwachung mittels der Auswerteeinheit verdeutlicht werden soll.

**[0057]** Durch den Auftrag der thermischen Stoffeigenschaften der verschiedenen Gase bei einer konstanten Temperatur in Figur 4 wird sichtbar, dass die thermischen Eigenschaften der im Wesentlichen drei unterschiedlichen Gase, welche an dem Sensor 12 vorbeiströmen können, bei gleicher Temperatur und vorzugsweise gleichem Druck bzw. Luftdruck deutlich voneinander abweichen, so dass die Gase anhand der erfassten Stoffeigenschaft voneinander unterscheidbar werden. Die thermischen Stoffeigenschaften des Abgases A sind geringer als die der Umgebungsluft B. Tritt während des Betriebs ein Flammenausfall, also ein Erlöschen der Flamme auf, passiert das unverbrannte Wasserstoff-Luft-Gemisch bzw. Brennstoff-Luft-Gemisch C den Sensor 12, so dass der beispielhaft dargestellte Schwellwert X überschritten wird. Beim Überschreiten des Messwertes über den Schwellwert X kann somit beispielsweise das Erlöschen der Flamme erkannt und die Brennstoffzufuhr gestoppt werden.

**[0058]** Neben den thermischen Stoffeigenschaften des Abgases A und des unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisches C sind ferner die Stoffeigenschaften der Umgebungsluft B eingezeichnet, welche beispielsweise bei einem Spülen der Entnahmeleitung 11 mit Umgebungsluft B vor der Zündung der Verbrennung als Referenzwert erfassbar sind. Zudem kann durch entsprechend gewählte Schwellwerte bestimmt werden, ob ein Spülen der Brennkammer vor dem Start der Verbrennung, also vor der Zündung, oder nach einem Erlöschen der Flamme erfolgreich war.

**[0059]** Werden entsprechend gewählte Grenz- bzw. Schwellwerte unter- oder überschritten kann das jeweilige Gas A, B oder C detektiert und Rückschlüsse auf das Vorhandensein der Flamme gezogen werden.

**[0060]** Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Flamme bei einer Gasverbrennung in einem Brennraum (10) eines mit gasförmigen Brennstoff betriebenen Heizgeräts (1) mit einer Auswerteeinheit, einer bei der Verbrennung von Abgas durchströmten Entnahmeleitung (11) und einem in der Entnahmeleitung (11) angeordneten Sensor (12) zur Erfassung von thermischen Stoffeigenschaften eines die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases,

wobei das die Entnahmeleitung (11) durchströmende Gas eine Umgebungsluft (B) aus einer an das Heizgerät (1) angrenzenden Umgebung (2), ein unverbranntes Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder ein bei der Verbrennung erzeugtes Abgas (A) ist, und wobei der Sensor (12) einen erfassten Messwert an die Auswerteeinheit übermittelt und die Auswerteeinheit durch den Messwert bestimmt, ob die Entnahmeleitung (11) von Umgebungsluft (B), dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder Abgas (A) durchströmt wird und dadurch bestimmt, ob die Flamme brennt oder erloschen ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

wobei ein Hauptbestandteil des Brennstoffs Wasserstoff ist und der Brennstoff insbesondere ein reines Wasserstoffgas ist oder wobei der Brennstoff ein Gemisch aus Wasserstoff und einem Gas der zweiten Gasfamilie sowie Luft und Propan ist, wobei der Anteil von Luft und Propan an dem Gemisch zusammen einen Volumenanteil von weniger als 40% beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

wobei der Sensor (12) ausgebildet ist, eine Wärmeleitfähigkeit  $k$  und/oder eine Temperaturleitfähigkeit  $a$  des die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases zu erfassen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Heizgerät (1) mehrere in der Entnahmeleitung (11) angeordnete Sensoren (12) zur Erfassung von thermischen Stoffeigenschaften des die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases aufweist, welche jeweils ausgebildet sind gleiche oder verschiedene thermische Stoffeigenschaften zu erfassen.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Heizgerät (1) zumindest einen in der Entnahmeleitung (11) angeordneten Zusatzsensor (12', 12'') zur Erfassung von in der Entnahmeleitung (11) herrschenden Randbedingungen aufweist, wobei der zumindest eine Zusatzsensor (12', 12'') die erfassten Randbedingungen als Messwerte an die Auswerteeinheit übermittelt und wobei die Auswerteeinheit den von dem Sensor (12) erfassten thermischen Stoffeigenschaften durch den von dem zumindest einen Zusatzsensor (12', 12'') erfassten Randbedin-

gungen normalisiert.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das die Entnahmeleitung (11) durchströmende Gas durch eine Kühlvorrichtung (13) abgekühlt wird, welche entlang des Strömungsweges von dem Brennraum (10) durch die Entnahmeleitung (11) zu dem Sensor (12) vor dem Sensor (12) angeordnet ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei ein Volumenstrom des die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases durch ein Drosselement (14) gesteuert wird, welches entlang des Strömungsweges von dem Brennraum (10) durch die Entnahmeleitung (11) zu dem Sensor (12) nach oder vor dem Sensor (12) angeordnet ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Entnahmeleitung (11) in dem Brennraum (10) einen Einlass aufweist, welcher in einem unmittelbaren Umfeld der Flamme oder eines die Flamme erzeugenden Brenners (15) angeordnet ist, so dass das bei der Verbrennung entstehende Abgas unmittelbar durch den Einlass in die Entnahmeleitung (11) einströmt und durch die Entnahmeleitung (11) zu dem Sensor (12) geführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei das Heizgerät (1) eine Hauptabgasleitung (16) aufweist und die Entnahmeleitung (11) bei der Verbrennung von einem ersten Teilstrom und die Hauptabgasleitung (16) bei der Verbrennung von einem zweiten Teilstrom des bei der Verbrennung erzeugten Abgases durchströmt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Brennraum (10) und die Entnahmeleitung (11) vor einem Beginn der Verbrennung mit Umgebungsluft gespült werden und die Stoffeigenschaften der Umgebungsluft bei dem Spülen von dem Sensor (12) gemessen werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die Auswerteeinheit den Messwert mit zumindest einem vorbestimmten Schwellwert (X) oder zumindest einem Wertebereich vergleicht und aus dem Vergleich des Messwerts bestimmt wird, ob die Ent-

nahmeleitung (11) von Umgebungsluft (B), dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder Abgas (A) durchströmt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5

wobei die Auswerteeinheit aus zwei oder mehreren aufeinanderfolgend ermittelten Messwerten eine Änderungsrate des Messwerts bestimmt 10

und wobei aus der Änderungsrate bestimmt wird, ob die Entnahmeleitung (11) von Umgebungsluft (B), dem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder Abgas (A) durchströmt wird. 15

13. Heizgerät (1) mit einem Brennraum (10), einer Auswerteeinheit, einer Entnahmeleitung (11), die von einem bei einer Gasverbrennung eines gasförmigen Brennstoffs in dem Brennraum (10) entstehenden Abgas durchströmbare ist, und einem in der Entnahmeleitung (11) angeordneten Sensor (12), der ausgebildet ist, eine thermische Stoffeigenschaft eines die Entnahmeleitung (11) durchströmenden Gases durch Erfassung eines Messwerts zu erfassen, wobei der Sensor (12) zur Übermittlung des Messwertes mit der Auswerteeinheit verbunden ist und die Auswerteeinheit ausgebildet ist, aus dem Messwert zu bestimmen, ob die Entnahmeleitung (11) von Umgebungsluft (B), einem unverbrannten Brennstoff-Luft-Gemisch (C) oder Abgas (A) durchströmt wird und dadurch zu bestimmen, ob eine Flamme in dem Brennraum (10) brennt oder erloschen ist. 20 25 30 35

14. Heizgerät nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Heizgerät (1) zur Durchführung des Verfahrens nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist. 40

45

50

55



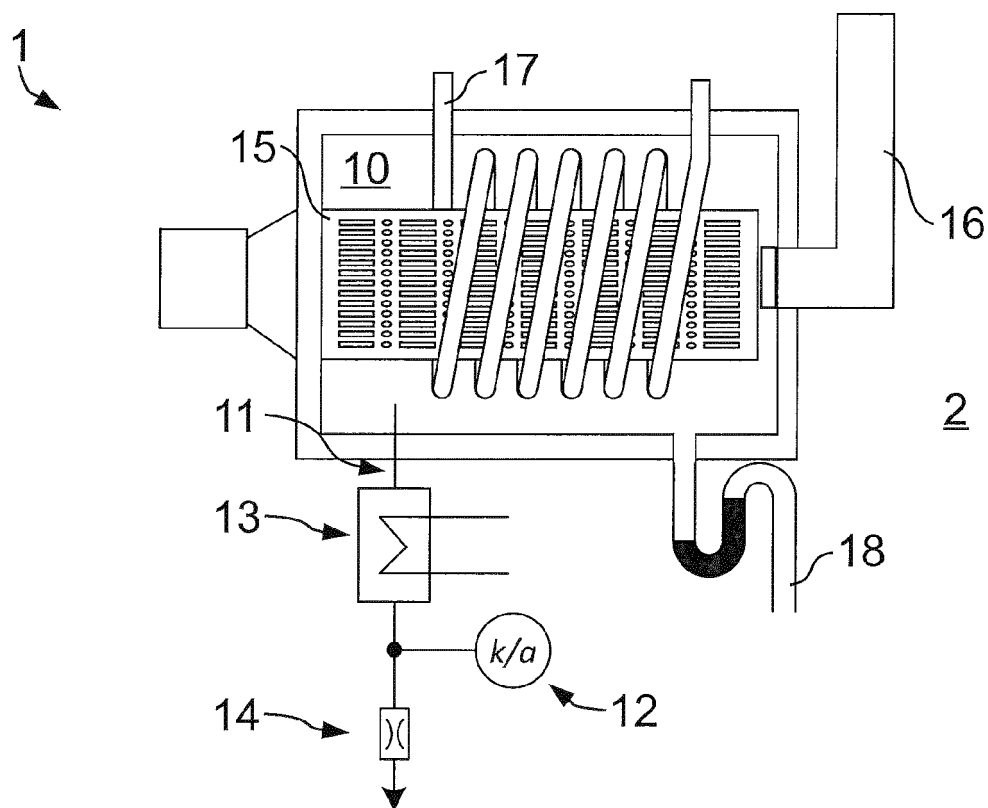


Fig. 1

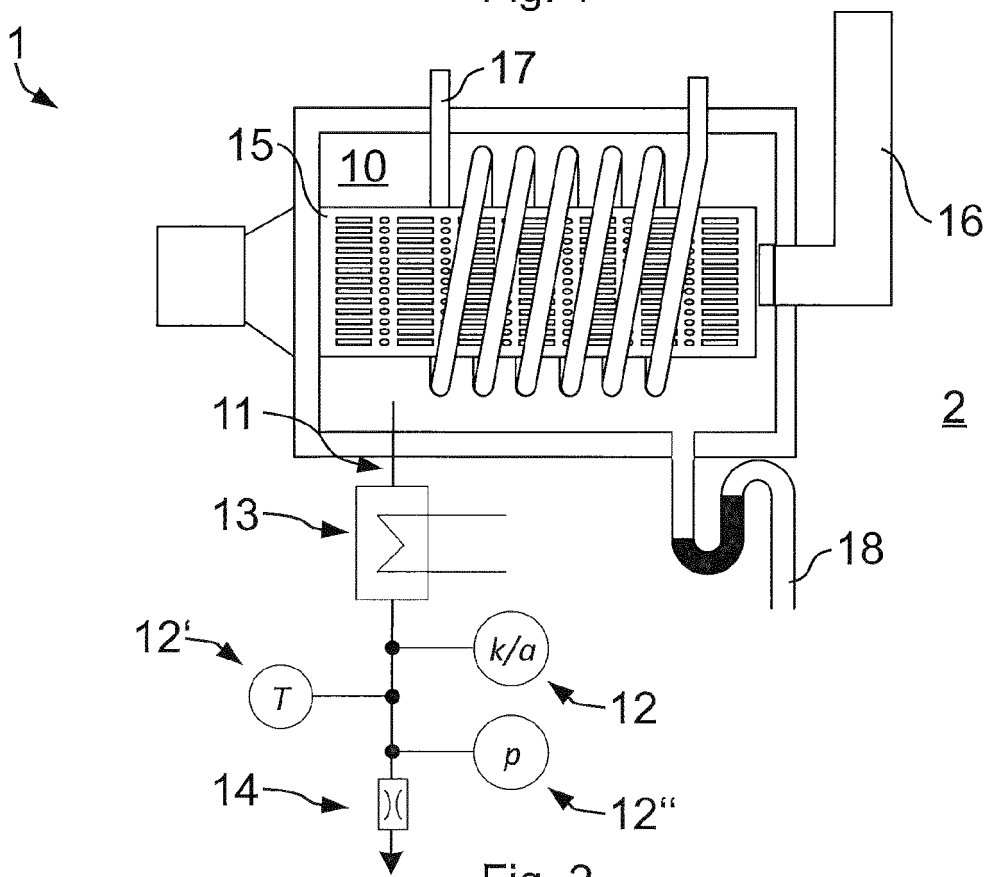


Fig. 2

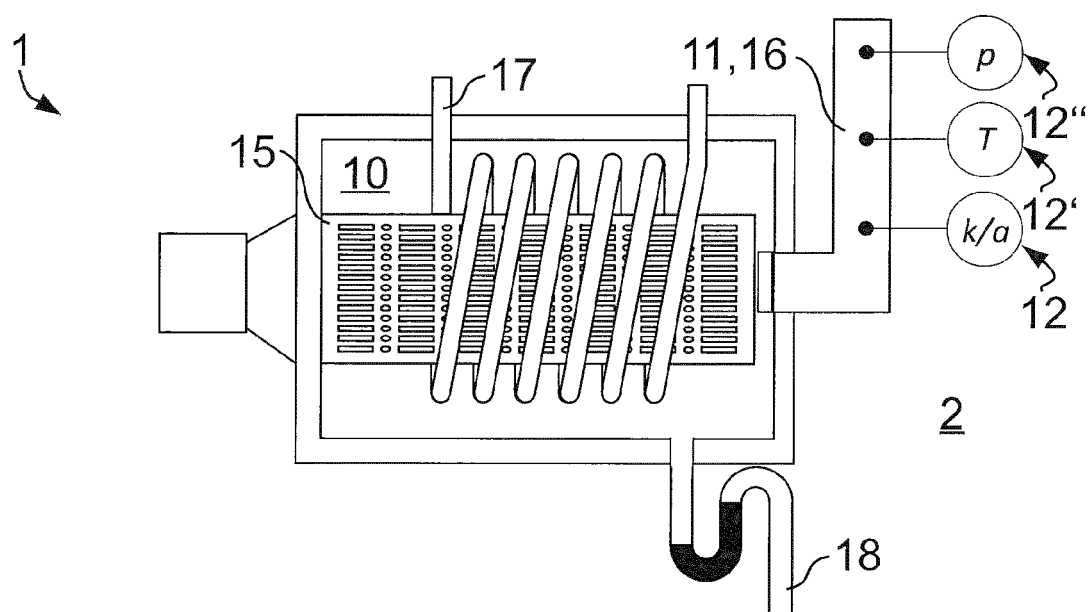


Fig. 3

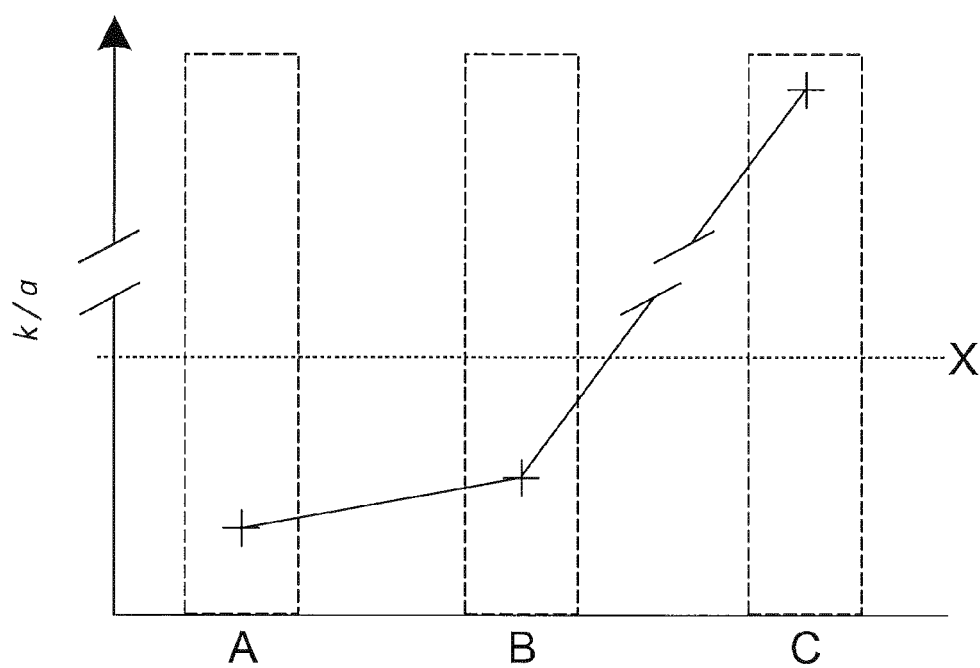


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 4515

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)                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 12 53 205 B (BBC BROWN BOVERI & CIE)<br>2. November 1967 (1967-11-02)                                                                                                                 | 13                                                    | INV.<br>F23N5/00                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 7; Abbildung 1<br>*<br>* Spalte 1, Zeile 27 - Zeile 34 *<br>* Spalte 1, Zeile 49 - Spalte 2, Zeile 41<br>*<br>* Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 28<br>* | 1,14                                                  |                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>DE 44 47 285 A1 (EBERSPÄCHER J [DE])<br>4. Juli 1996 (1996-07-04)<br>* Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 12 *<br>* Spalte 1, Zeile 36 - Zeile 48 *<br>-----                             | 1,13                                                  |                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 10 2005 008617 B3 (AIR LIQUIDE<br>DEUTSCHLAND GMBH [DE])<br>13. Juli 2006 (2006-07-13)<br>* Absätze [0001], [0045] - [0048];<br>Abbildung 1 *                                         | 1,2                                                   |                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>US 2 545 732 A (HAMILTON JAMES W)<br>20. März 1951 (1951-03-20)<br>* das ganze Dokument *<br>-----                                                                              | 4-6                                                   | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC)<br>F23N<br>F23C |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                       |                                                    |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                          | Abschlußdatum der Recherche<br><b>7. Februar 2022</b> | Prüfer<br><b>Hauck, Gunther</b>                    |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                                          |                                                       |                                                    |

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

EP 21 19 4515

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.

07-02-2022

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|    | <b>DE 1253205 B</b>                                 | <b>02-11-1967</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| 15 | <b>DE 4447285 A1</b>                                | <b>04-07-1996</b>             | <b>DE 4447285 A1</b>              | <b>04-07-1996</b>             |
|    |                                                     |                               | <b>WO 9621127 A1</b>              | <b>11-07-1996</b>             |
|    | <b>DE 102005008617 B3</b>                           | <b>13-07-2006</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| 20 | <b>US 2545732 A</b>                                 | <b>20-03-1951</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| 25 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 30 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 35 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 40 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 45 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 50 |                                                     |                               |                                   |                               |
| 55 |                                                     |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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