



(10) **DE 10 2011 119 303 B4** 2016.02.25

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 119 303.4**

(22) Anmeldetag: **24.11.2011**

(43) Offenlegungstag: **29.05.2013**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **25.02.2016**

(51) Int Cl.: **G01N 25/18** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**CheMin GmbH, 86167 Augsburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Flaccus Müller-Wolff, 50389 Wesseling, DE**

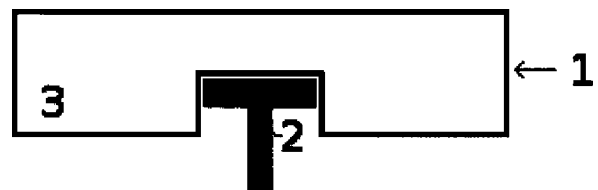
(72) Erfinder:  
**Aleßio, Hans-Peter, Dipl.-Ing., 51067 Köln, DE;**  
**Albert, Franz W., Dipl.-Ing., 68199 Mannheim, DE;**  
**Spiegel, Wolfgang, Dr., 86415 Mering, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2009 012 500</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>6 272 735</b>	<b>B1</b>
<b>US</b>	<b>4 390 290</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>2 015 039</b>	<b>A2</b>
<b>EP</b>	<b>2 219 016</b>	<b>A2</b>
<b>EP</b>	<b>2 226 617</b>	<b>A2</b>

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleistung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeleistung in einem Verbrennungsraum, bestehend aus einem hitzebeständigen Element (3), dadurch gekennzeichnet, dass das hitzebeständige Element ein Wandelement des Verbrennungsraumes bildet oder zumindest darauf angeordnet ist, und in diesem hitzebeständigen Element (3) unter seiner dem Verbrennungsraum zugewandten Oberfläche mit Zugang von der Rückseite des hitzebeständigen Elements mindestens ein Temperatursensor angeordnet ist, wobei jeder dieser Sensoren die Temperatur nahe der Oberfläche dieses hitzebeständigen Elements misst.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung befasst sich mit einer Vorrichtung und einem Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleistung, insbesondere von Feuerungen, durch die Erfassung der an den umliegenden Wandungen aufgeprägten Wärmeleistung.

**[0002]** Oftmals lässt sich bei Verbrennungsvorgängen die Wärmeleistung direkt am Ort der Verbrennung, beispielsweise einer Feststoffverbrennung wie der Abfall- oder Kohleverbrennung, nur sehr schwer feststellen. Diese Größe ist jedoch für die Kontrolle der Verbrennung, z. B. zur Regelung der Verbrennung, im Falle der Feststoffverbrennung der Feuerungsleistungsregelung (FLR), äußerst hilfreich.

**[0003]** Neben der insgesamt bei der Verbrennung freigesetzten Wärmeleistung ist auch die auf die Umfassungswände der Feuerung bezogene, aufgeprägte Leistung (Wärmestromdichte) zur Beurteilung des Verbrennungsprozess und seiner Auswirkungen von Interesse. Bei bekannter Wärmeleistung können auch die Auswirkungen der Oberflächenverschmutzung auf die Wärmeauskopplung (z. B. veränderte Strahlungsreflexion oder zusätzliche isolierende Wirkungen) erfasst werden.

**[0004]** In dem beispielhaften Falle der Abfallverbrennung ist die Feuerungsleistungsregelung (FLR) nicht zufrieden stellend gelöst. Ursachen dafür sind in der Regel die volatilen (= stark und schnell veränderlichen) Eigenschaften des dort verwendeten Brennstoffs, insbesondere dessen Feuchte, flüchtige Stoffe, Umsatzgeschwindigkeit, Heizwert, Stückigkeit, fester Kohlenstoff und Aschegehalt.

**[0005]** Bisher wird die Feuerungsleistungsregelung (FLR) aufgrund von durch Sensoren ermittelte Daten durchgeführt, wobei diese Daten oder die Sensoren oftmals nur mittelbar dazu geeignet sind, den Verbrennungsprozess zu qualifizieren und zu quantifizieren. Dies ist zum einen durch die anlagentechnisch vorgegebene Reaktionszeit (Totzeit) zwischen der Änderung der Feuerungswärmeleistung und der messbaren Veränderung bei der produzierten Dampfmenge (Dampfleistung, Nutzenergie) und zum anderen durch den in der Regel bestehenden großen zeitlichen Unterschied zwischen dem realen Vorliegen der Größe bei der Verbrennung (z. B. Sauerstoffgehalt und Rauchgastemperatur) bis zu ihrer messtechnischen Erfassung durch die Sensoren, so dass eine Einwirkung auf diesen Verbrennungsprozess nur zeitlich nachteilig, also mit Zeitverzug, möglich ist. Hinzu kommt gegebenenfalls noch eine Totzeit durch die Aufarbeitung des Messsignals.

**[0006]** Zur FLR müssen bisher die Sensoren mechanische Größen, Temperaturen und Massenströme messen. Des Weiteren werden in der Regel noch

Gasanalysen durchgeführt. Ein konkretes Verfahren des Standes der Technik verwendet zur FLR die Messgrößen Frischdampfmenge (I), d. h. im wesentlichen die in der Feuerung freigesetzte Wärme, Sauerstoffkonzentration im Rauchgas (II), die den Umsatz der eingebrachten Verbrennungsluft wiedergibt, und Temperatur (III) der aus dem Verbrennungsraum austretenden Rauchgase. Dieses Verfahren enthält außer dem Nacheilen der Ergebnisse aufgrund der Fehler, mit denen die einzelnen Größen gemessen oder abgeschätzt werden, in der Regel Ungenauigkeiten und die daraus ermittelte Leistungsdichte im Feuerraum ist daher mit einer großen Unschärfe behaftet. Zudem können diese Messungen zwar über die zeitlichen Veränderungen der integralen Feuerungswärmeleistung informieren, aber nicht über die orts aufgelösten Verbrennungsabläufe. Um diese Unschärfen zu verringern werden oftmals zusätzlich als Stellgrößen der FLR die Volumenleistung des Brennstoffzuteilers und die Rostbewegung in die Berechnungen aufgenommen. Zusätzlich wird die FLR in anderen Verfahren des Standes der Technik verbessert, indem die Messungen von Pyrodetektoren, Video- oder Infrarotkameras und/oder der durch Mikrowellen ermittelten Flächentemperaturverteilung, die in einer Ebene der Brennkammer oder am Austritt der Feuerung gemessen wird, in die Daten zur FLR eingebunden werden.

**[0007]** Obwohl die Datenverarbeitung mit modernen Rechenanlagen schnell durchführbar ist, ist eine sehr schnelle FLR aufgrund der stark verzögerten Verfügbarkeit der Daten bisher nicht möglich.

**[0008]** Es ist bisher auch nicht möglich, mittels theoretischer Modelle aus einem bekannten Zustand der Verbrennung zu schließen, da all diese Modelle mit einer weiteren Unschärfe das Verhalten in der Zukunft wiedergeben. Daher ist es nicht möglich, die Verzögerung der Daten durch die Anwendung theoretischer Modelle zufrieden stellend zu kompensieren.

**[0009]** Es wäre somit von großem Vorteil, die aus den ermittelten Daten zur Verbrennung (primär die Wärmeleistung) erzeugten Regelungssignale der FLR für die Stellglieder mit möglichst geringem Zeitversatz zu generieren.

**[0010]** Somit ist einer der größten Nachteile der bisher bekannten Verfahren zur FLR der große Zeitversatz zwischen der Messung der aktuellen Prozessgrößen und der Verfügbarkeit der Daten zur Regelung der Verbrennung, beziehungsweise der Regelungssignale zur FLR.

**[0011]** Ein weiterer Nachteil der bisher verwendeten Verfahren ist die relativ aufwendige Messung. Die Mehrzahl der Sensoren ist apparativ komplex gestaltet und erfordern erhöhte Aufmerksamkeit gegen-

über der Abbildung der Signalwirklichkeit bzw. Quersensitivität und verlangen hoch qualifiziertes Instandhaltungspersonal oder teure Wartungsverträge mit den Herstellern dieser Sensoren. Es ist nur sehr schwer bis unmöglich, Sensoren zu realisieren, die schnelle Signale bei einer guten Prozessnähe mit einer kostengünstigen Anschaffung und Wartung und einer großen Robustheit der Sensoren kombinieren. Zudem ist ein einfacher Austausch von defekten Sensoren in einem fertigen System oftmals nicht möglich.

**[0012]** In US 4 390 290 A wird eine Vorrichtung zur Messung der Außentemperatur eines elektrischen Widerstandsofens beschrieben. Die auf der Außenwand des Widerstandsofens angeordnete Vorrichtung besteht aus einem elektrisch leitenden Element, einem elektrisch isolierenden Element und einem Temperatursensor. Ein Verbrennungsraum ist nicht vorhanden.

**[0013]** DE 10 2009 012 500 A1 offenbart eine Matrix aus Dioden-Temperatursensoren. Eine Verwendung zur Bestimmung der Wärmeleistung in einem Verbrennungsraum ist nicht vorgesehen.

**[0014]** EP 2 219 016 A2 betrifft eine Temperaturmessereinrichtung zur Temperaturmessung in einem fluiden Medium. Die Messeinrichtung weist zumindest einen Temperatursensor und ein Sensorgehäuse zur Aufnahme des Sensors auf. Das Sensorgehäuse weist eine in einem Wärmeleitkörper ausgebildete Fluidkontaktfläche auf, welche aus einem hitzebeständigen, graphithaltigen oder kohlenstoffgraphithaltigen Werkstoff gebildet ist. Diese Temperaturmessereinrichtungen sind insbesondere für die Verwendung im Bereich der Medizintechnik, z. B. in Dialysegeräten, geeignet.

**[0015]** US 6 272 735 B1 offenbart eine Temperatursonde, die für den Einsatz bei höheren Temperaturen geeignet ist. Die Sonde weist ein Rohr auf, in das ein Temperatursensor eingeführt ist und das mit einer hitzebeständigen Kappe versehen ist. Eine Ausbildung der Sonde als Wandelement eines Verbrennungsraumes oder eine Anordnung auf einem solchen Wandelement ist nicht vorgesehen.

**[0016]** Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welche die oben aufgeführten Nachteile überwinden und eine FLR, insbesondere durch eine schnelle Bestimmung der örtlich und zeit aufgelösten Wärmeleistung, ermöglichen, wobei die Sensoren zur Ermittlung der Daten für die FLR vorzugsweise günstig und einfach zu warten sind.

**[0017]** Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeleistung in einem Verbrennungsraum gemäß Anspruch 1 gelöst. Die Vorrichtung besteht aus einem hitzebeständigen Element,

welches ein Wandelement des Verbrennungsraumes bildet oder zumindest darauf angeordnet ist. In diesem hitzebeständigen Element ist unter seiner dem Verbrennungsraum zugewandten Oberfläche mit Zugang von der Rückseite des hitzebeständigen Elements mindestens ein Temperatursensor angeordnet, wobei jeder dieser Sensoren die Temperatur nahe der Oberfläche dieses hitzebeständigen Elements misst.

**[0018]** Neben der Hitzebeständigkeit des Elements ist insbesondere von Vorteil, wenn das Element möglichst rauchgasdicht, korrosions- und erosionsfest ist.

**[0019]** Im Folgenden wird das hitzebeständige Element aus Gründen eines besseren Verständnisses 'K-Platte' genannt, da Keramik (K-) ein bevorzugtes Material für dieses Element darstellt und eine Anordnung dieses Elements als flächiges Wandelement eine bevorzugte Ausführungsform bildet. Dies soll jedoch nicht ausschließen, dass das hitzebeständige Element auch eine andere Form als die Plattenform annehmen könnte. Vielmehr kann es jede beliebige Form annehmen, zum Beispiel eine Würfelform, Zylinderform oder Kugelform. Auf diese Weise kann ein solches Element näher an dem Ort der Verbrennung positioniert werden, zum Beispiel auf einem hitzebeständigen Rohr, durch das die Zuleitungen zu den Sensoren aus dem Verbrennungsraum herausgeleitet werden. Theoretisch wäre auf diese Weise selbst eine Anordnung im Zentrum des Ortes der Verbrennung selber möglich. Auch soll dies nicht ausschließen, dass noch andere Materialien als Keramiken verwendet werden könnten. In der Tat wären außer Keramiken auch Metalle oder weitere Metalloxide geeignet. Die Hauptsache ist, dass diese 'K-Platte' die im Verbrennungsraum herrschenden Temperaturen unbeschadet übersteht. Von Vorteil wäre es, wenn dieses Element oder zumindest der Bereich über einem Temperatursensor eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzt.

**[0020]** Von Vorteil wäre es auch, wenn die K-Platte oder zumindest der Bereich über einem Temperatursensor eine geringe spezifische Wärmekapazität aufweist.

**[0021]** Wird eine solche K-Platte in der Nähe des Ortes der Verbrennung angeordnet, wird primär dessen Wärmestrahlung die Oberfläche der K-Platte erwärmen. Die auf die Oberfläche aufgeprägte Wärmeleistung wird durch jeden in der K-Platte angeordneten Temperatursensor bestimmt, ohne dass dieser Sensor direkt der Hitze und der schadstoffhaltigen Atmosphäre des Verbrennungsraumes ausgesetzt wäre. Je näher ein Temperatursensor an der Oberfläche der K-Platte angeordnet ist und je besser die Wärmeleitfähigkeit des Bereichs über dem Sensor ist, desto schneller wird dieser Sensor die Temperatur ermitteln, welche durch die Wärmestrahlung der Ver-

brennung auf die Oberfläche der K-Platte entsteht. Deshalb ist der Sensor insbesondere nicht auf der Rückseite der K-Platte angeordnet, sondern in einem Hohlraum in der Platte, nahe an deren dem Brennraum zugewandter Oberfläche, damit der Bereich der K-Platte über dem Sensor möglichst dünn ist. Der Hohlraum wird dabei bevorzugt durch den Sensor nahezu ausgefüllt.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Bereich über dem Sensor oder den Sensoren dünner als 5 cm, besonders bevorzugt dünner als 1 cm, jedoch bevorzugt dicker als 1 mm.

**[0023]** In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die Oberfläche der K-Platte oder zumindest der Bereich über dem Temperatursensor aus einem anderen Material als die restliche K-Platte, wobei die Temperaturexpansionskoeffizienten dieser beiden Materialien bevorzugt weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 1%, voneinander abweichen, um temperaturbedingte Spannungen in der K-Platte auch bei Temperaturschwankungen zu minimieren.

**[0024]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besteht die K-Platte oder zumindest die Oberfläche der K-Platte oder der Bereich über dem Temperatursensor aus einem Metall, einer Metalllegierung oder einem Metalloxid, welches eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

**[0025]** In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die K-Platte aus dem Material der feuerfesten Auskleidung herkömmlicher Verbrennungsanlagen. Dieses Material ist z. B. Teil jeder neuzeitlichen Abfallverbrennungsanlage und dient der Sicherstellung der notwendigen oder gesetzlich geforderten Verbrennungstemperaturen und dem Schutz der Membranwände vor verfahrensbedingter Korrosion. Diese Ausführungsform, bei der die K-Platten die Abmessungen der herkömmlichen Platten der Feuerfeststellung von Verbrennungsanlagen haben, hat den Vorteil, dass sie bei einer Neuzustellung, bei Revisionen oder Reparaturen kurzfristig und kostengünstig anstelle der alten Platten in den Verbrennungsraum eingebracht werden kann oder vorhandene Platten entsprechend umgebaut werden können.

**[0026]** Bevorzugte Materialien für die K-Platten entsprechen den für vorgeformte Schutzsysteme handelsüblichen Feuerfestwerkstoffen. Prinzipiell kann jedoch jeder wärmeleitende Werkstoff, der den Randbedingungen in der eingesetzten Anlage standhält, verwendet werden, vorzugsweise Keramiken und/oder SiC.

**[0027]** In dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Temperatursensoren knapp unter der Oberfläche von hitzebeständigen Elementen, insbesondere K-Platten, angeordnet, welche mit dieser Ober-

fläche einem Verbrennungsraum zugewandt sind. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Bereich über dem Sensor oder den Sensoren dünner als 5 cm, besonders bevorzugt dünner als 1 cm, insbesondere jedoch dicker als 1 mm. Es können dabei auch schon vorhandene hitzebeständige Elemente verwendet werden, indem auf der Rückseite der hitzebeständigen Elemente Material z. B. durch Bohren oder Fräsen abgetragen und der Temperatursensor in den entstehenden Hohlraum eingesetzt wird.

**[0028]** Eine Anordnung der Temperatursensoren in einen Hohlraum des hitzebeständigen Elements, der in dessen Rückseite eingebracht wurde, hat die Vorteile, dass zum einen ein einfacher Austausch des Temperatursensors auch bei laufendem Betrieb der fertigen Anlage ermöglicht werden kann, als auch, dass das hitzebeständige Element in seiner Struktur dermaßen verändert werden kann, dass Bereiche, die nicht zur Messung unbedingt nötig sind unverändert bestehen bleiben. Somit bleibt eine möglichst große Homogenität des hitzebeständigen Elements erhalten, was bei einer anderen Gestaltung der Hohlräume, etwa durch Bohrungen parallel zur Oberfläche, nicht der Fall wäre. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das hitzebeständige Element daher so gestaltet, dass es ausgehend von seiner Rückseite eine Ausnehmung aufweist, die vorzugsweise in Richtung der Flächennormalen der Oberfläche des hitzebeständigen Elements verläuft und deren Wände insbesondere orthogonal zur Oberfläche verlaufen. Bevorzugt entspricht der Querschnitt der Ausnehmung der Form des Temperatursensors, so dass dieser den Endbereich der Ausnehmung komplett oder möglichst komplett ausfüllt. Bei einem runden Temperatursensor kann z. B. eine runde Bohrung in die Rückseite des hitzebeständigen Elements eingebracht werden, die kurz unter der brennkammerseitigen Oberfläche des hitzebeständigen Elements endet, so dass der Sensor bündig an den Wänden des Lochs anliegt.

**[0029]** Vorzugsweise werden mehrere Temperatursensoren um einen Verbrennungsort herum angeordnet, was unter anderem einer Verbesserung der Aussagekraft der Messungen dient. Dies kann sowohl dadurch erreicht werden, dass die Vorrichtung so beschaffen ist, dass sie zumindest einen großen Bereich um den Verbrennungsort überdeckt und mehrere Temperatursensoren in diesem Bereich vorzugsweise möglichst gleichmäßig, und/oder bevorzugt gezielt an für die Beurteilung bedeutenden Positionen, angeordnet sind, oder dass mehrere Vorrichtungen, vorzugsweise nebeneinander, in einem großen Bereich um den Verbrennungsort herum angeordnet sind. In einer bevorzugten Ausführungsform sind Temperatursensoren oder mit Temperatursensoren bestückte K-Platten allseitig in der Mantelfläche der Brennkammer, vorzugsweise über den gesamten Umfang angebracht, so dass ein zumindest

partieller Sensorgürtel entsteht. Auf diese Weise wird ermöglicht, die auf diese Weise detektierte Wärmestrahlung der Verbrennung direkt für eine Ermittlung der Feuerungsleistung zu verwenden. Darüber hinaus ist es auf diese Weise auch möglich, Schief lagen im Rauchgas festzustellen. Ebenfalls ist auf diese Weise die Erfassung der gesetzlich einzu haltenden und nachzuweisenden Prozesstemperaturen denkbar.

**[0030]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind Temperatursensoren oder mit Temperatursensoren bestückte K-Platten in mindestens zwei unterschiedlichen Höhenknoten angebracht. Vorzugsweise sind dabei mehrere zumindest partielle Gürtel, wie vorangehend beschrieben, in unterschiedlichen Höhen angebracht. Auf diese Weise sind auch die Nachreaktionen der Flammgase und/oder der Wärmeabbau in verschiedenen Höhenkoordinaten der Brennkammer ermittelbar. Eine auf diese Weise vorgenommene Ermittlung der Nachreaktionen erlaubt die bedarfsgerechte Zumischung von Sekundärluft, also Sauerstoffzugabe, mit der Zielsetzung einer optimalen Verbrennung und eines optimalen Wirkungsgrades. Damit einher geht eine unmittelbar wirkende Gebläsestromersparnis und eine Wirkungsgradverbesserung aufgrund geringerer Rauchgasverluste. Dies kann bisher nicht mit den Systemen des Standes der Technik zusammen mit Messungen zur FLR auf eine solch einfache Weise ermittelt werden. Ein weiterer Vorteil der Vorrichtung und des Verfahrens ist, dass der dünne Bereich der K-Platte über dem Sensor schnell seine Temperatur ändern kann. Dadurch ist es möglich, nicht nur Absoluttemperaturen schnell zu erfassen, sondern auch Temperaturänderungen zeitnah zu messen. Es ist möglich, für einige Berechnungen für die FLR in erster Näherung nicht oder nicht nur die absolute Höhe der Wärmestrahlung und damit des Brennstoffumsatzes zu verwenden. Die FLR kann auch alleine oder unterstützend durch die Veränderung der gemessenen Temperatur über die Zeit, also eine Temperaturänderung bestimmt werden. Somit ist die Vorrichtung auch für solche Berechnungen für die FLR geeignet. Im Grunde kann mittels der Erfindung die aufgeprägte Wärmeleistung, die abgeführte Wärmeleistung, die Beschleunigung der Wärmeleistung über der Zeit, und die absolute Oberflächentemperatur auf einfache Weise ermittelt werden.

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform befinden sich mindestens zwei Temperatursensoren in einer K-Platte oder es werden mindestens zwei K-Platten verwendet, in denen mindestens ein Sensor relativ zu einem anderen Sensor der anderen K-Platte in einem größeren Abstand zur Oberfläche angeordnet ist. Zumindest sind zwei Temperatursensoren dermaßen angeordnet, dass der Bereich über den Sensoren unterschiedlich dick ist. Auf diese Weise kann die zeitliche Verzögerung der gemessenen

Informationen relativ zu der wirklich eingebrachten Wärmeleistung auf die Oberfläche der K-Platten oder zumindest des Materials der Feuerraumumfassung ermittelt werden. In einer weiteren bevorzugten Variation der vorangehenden Ausführungsform ist zumindest einer der Temperatursensoren bezüglich der Plattentiefe näher zu einem Verdampfer der übermachten Brennkammer angeordnet. Auf diese Weise kann zusätzlich der Wärmestrom zum Verdampfer mit einfachen thermodynamischen Berechnungen bestimmt werden. Auf diese Weise ist es möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung oder das erfindungsgemäße Verfahren auch zur Bestimmung der Wärmestrommessung zu verwenden.

**[0032]** Obwohl die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren bevorzugt in Bezug zu Verbrennungsanlagen ver- bzw. angewendet werden, ist es durchaus möglich, die Erfindung auch in anderen Bereichen einzusetzen, in denen eine Wärmefreisetzung in einem gegenüber der Umgebung isolierten Raum erfolgt. Beispiele für bevorzugte Einsatzmöglichkeiten sind private oder gewerbliche Öfen, Motoren oder Triebwerke, solarthermische Kraftwerke oder Kernkraftwerke. Durch die Anordnung der Temperatursensoren unter einer hitzebeständigen Oberfläche der K-Platte sind diese auch bei extremen Bedingungen im Brennraum oder in dem Raum, in dem die maximale Hitze entsteht, geschützt, zum Beispiel vor chemischen Stoffen, mechanischer Beanspruchung oder vor Strahlung.

**[0033]** Beispiele für die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren sind in den Abbildungen dargestellt.

**[0034]** Fig. 1 zeigt schematisch in Seitenansicht den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

**[0035]** Fig. 2A und Fig. 2B zeigen in Seitenansicht weitere Möglichkeiten für erfindungsgemäße Vorrichtungen.

**[0036]** Fig. 3 zeigt in Seitenansicht eine weitere bevorzugte Ausführungsform.

**[0037]** Fig. 4 zeigt mögliche Anordnungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer Brennkammer.

**[0038]** In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung (1) in Seitenansicht dargestellt. Ein Temperatursensor (2) ist in einem Hohlraum einer K-Platte (3) angeordnet. Dies kann dadurch erreicht werden, dass eine bereits in einer Brennkammer verwendete hitzebeständige Platte, z. B. der Feuerfestzustellung, von hinten angebohrt oder gefräst und der Sensor danach in den Hohlraum eingesetzt und ggf. befestigt wird.

**[0039]** In den Fig. 2A und Fig. 2B sind mögliche Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrich-

tung (1) in Seitenansicht dargestellt, bei denen mindestens ein Temperatursensor (2) in eine K-Platte (3) eingesetzt wurde, wobei die K-Platte aus zwei verschiedenen Materialien (3, 4) besteht, wobei das Material 4 zumindest in dem Bereich über dem Temperatursensor vorhanden ist.

**[0040]** Dieses Material (4) ist vorzugsweise ein Material, welches Temperaturen gut leiten kann, so dass Temperaturänderungen der Oberfläche der K-Platte möglichst schnell an den/die Temperatursensoren weitergeleitet werden. Vorzugsweise besitzt dieser Bereich über dem Sensor auch eine geringe spezifische Wärmekapazität, was eine schnelle Messung von Temperaturänderungen begünstigt. In Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäße Vorrichtung (1) in Seitenansicht dargestellt. Zwei Temperatursensoren (2) sind jeweils in einem Hohlraum einer K-Platte (3) in unterschiedlichem Abstand zur Oberfläche angeordnet.

**[0041]** In Fig. 4 ist eine Brennkammer (5) dargestellt, in deren Mantelfläche mehrere Gürtel von erfindungsgemäßen Vorrichtungen (1) untergebracht sind. Dies kann auch dadurch geschehen sein, dass Bereiche der bereits vorhandenen Wandung mit Hohlräumen versehen wurden, in die Temperatursensoren eingefügt wurden.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Wärmeleistung in einem Verbrennungsraum, bestehend aus einem hitzebeständigen Element (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass das hitzebeständige Element ein Wandelement des Verbrennungsraumes bildet oder zumindest darauf angeordnet ist, und in diesem hitzebeständigen Element (3) unter seiner dem Verbrennungsraum zugewandten Oberfläche mit Zugang von der Rückseite des hitzebeständigen Elements mindestens ein Temperatursensor angeordnet ist, wobei jeder dieser Sensoren die Temperatur nahe der Oberfläche dieses hitzebeständigen Elements misst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das hitzebeständige Element so gestaltet ist, dass es ausgehend von seiner Rückseite eine Ausnehmung aufweist, die vorzugsweise in Richtung der Flächennormalen der Oberfläche des hitzebeständigen Elements verläuft, und deren Wände insbesondere orthogonal zur Oberfläche verlaufen und insbesondere der Bereich über dem Sensor oder den Sensoren dünner als 5 cm, besonders bevorzugt dünner als 1 cm, vorzugsweise jedoch dicker als 1 mm ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche des hitzebeständigen Elements oder zumin-

dest der Bereich über dem Temperatursensor aus einem anderen Material (4) als das übrige hitzebeständige Element (3) besteht, wobei die Temperaturendeckungskoeffizienten dieser beiden Materialien vorzugsweise weniger als 10%, weiter bevorzugt weniger als 1%, voneinander abweichen.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das hitzebeständige Element aus dem Material der feuerfesten Auskleidung herkömmlicher Verbrennungsanlagen besteht, vorzugsweise aus keramischen Werkstoffen.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Temperatursensoren (2) in einem hitzebeständigen Element relativ zueinander in unterschiedlichem Abstand zur Oberfläche des hitzebeständigen Elements angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Temperatursensoren (2) in einem hitzebeständigen Element so angeordnet sind, dass mindestens einer der Sensoren näher an einem Kühlelement des Verbrennungsraumes angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest der Bereich des hitzebeständigen Elements, der über mindestens einem der Temperatursensoren (2) liegt, aus einem Material (4) besteht, welches relativ zu dem restlichen Material des hitzebeständigen Elements (3) eine bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist und insbesondere eine geringere spezifische Wärmekapazität hat.

8. Verfahren zur Herstellung von Einheiten zur Bestimmung der Wärmeleistung in einem Verbrennungsraum, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Temperatursensor (2) knapp unter der Oberfläche mindestens eines hitzebeständigen Elements mit Zugang von der Rückseite des hitzebeständigen Elements angeordnet wird, wobei jedes hitzebeständige Element ein Wandelement des Verbrennungsraumes bildet oder zumindest darauf angeordnet ist, und mit dieser Oberfläche einem Verbrennungsraum zugewandt ist.

9. Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleistung, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Einheiten zur Bestimmung der Wärmeleistung nach dem vorangehenden Herstellungsverfahren nach Anspruch 8 eingebracht oder mehrere Vorrichtungen nach den vorangehenden Vorrichtungsansprüchen 1 bis 7 um einen Verbrennungsort herum angeordnet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein großer Bereich um

den Verbrennungsort überdeckt und mehrere Einheiten zur Bestimmung der Wärmeleistung, vorzugsweise Temperatursensoren, in diesem Bereich, vorzugsweise möglichst gleichmäßig und/oder gezielt an für die Beurteilung bedeutenden Positionen angeordnet sind, und dass die Einheiten zur Bestimmung der Wärmeleistung oder mit Einheiten zur Bestimmung der Wärmeleistung bestückte K-Platten vorzugsweise allseitig in der Mantelfläche der Brennkammer vorzugsweise über den gesamten Umfang angebracht werden, so dass mindestens ein, zumindest partieller Sensorgürtel entsteht.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

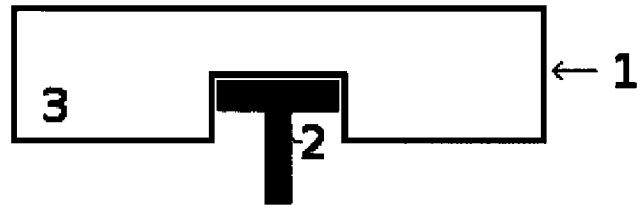


FIG. 2A

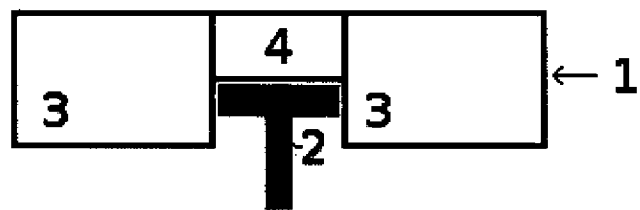


FIG. 2B

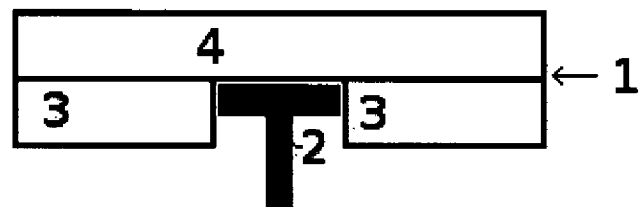


FIG. 3

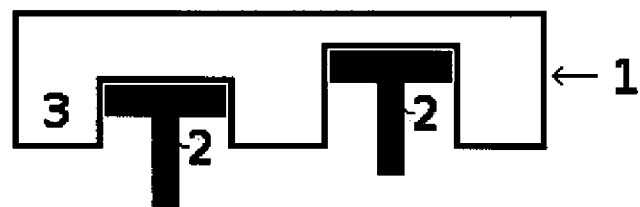




FIG. 4

